



LECHUGA SILVESTRE

(*Lactuca virosa*)

[English: Aztec sweet herb; Français: Herbe douce aztèque; Italiano: Lippia;

Deutsch: Aztekisches süßes Kraut]

Relacionada con la lechuga común que es cultivada como alimento, esta es una especie silvestre. La lechuga silvestre se cultiva en Austria, Francia, Alemania y Escocia y se puede recolectar en la naturaleza en el sur de los Estados Unidos, donde se ha naturalizado, y en el norte y el este de Europa.

Lechuga de opio, otro nombre común para la lechuga silvestre se refiere a la sustancia de látex lechoso que exuda cuando se rompe la planta, que los médicos prepararon como sustituto del opio en la década de 1900.

En el Dispensario de los Estados Unidos de 1898 se describió una preparación a partir de lechuga silvestre. Aunque se afirma que la resina de látex preparada a partir de la planta tiene algunas de las mismas propiedades que el opio, los efectos son mucho más leves y no está químicamente relacionado con ninguno de las drogas opiáceas.

Principios Activos: Monoterpenos borneol, delta-cadineno, alcanfor, 6-metil-hep-5-en-2-ona, limoneno, linalool, mirceno, alfa y beta-pineno. alfa-terpineol y terpinoleno; y los sesquiterpenos, beta-cariofileno, alfa-copaeno y hernandulci.

Propiedades: Sedativas, antitusivas, calmantes, analgésicas, descongestionantes, emolientes, desinflamatorias, onírógenas, antioxidantes, antibacterianas y antitumorales

Usos Tradicionales:

Coadyuvante para estados de la excitación nerviosa, insomnio, ansiedad y miedos nocturnos. Produce sueños.

- Calmante del dolor.
- Afecciones renales.
- Problemas Respiratorios
- Descongestionante en casos de catarro y tos.
- Dolor de muelas.

No hacemos afirmaciones médicas. Contenido con fines informativos, basado en los usos y costumbres y bibliografías consultadas. Investiga y documéntate. Consulta con tu especialista antes de usar plantas medicinales.

Únete al grupo <https://www.facebook.com/groups/herbariodelaabuela>



- Ansiedad.
- Insomnio.
- Dolor En Las Articulaciones.
- Irritación de los ojos.
- Cólicos menstruales
- Infecciones del tracto urinario.
- Alzheimer.
- También se le atribuyen propiedades antibacterianas cuando se aplica sobre la piel

Si sufres de insomnio, ansiedad y nerviosismo o si quieres desprenderte del insomnio crónico, la tintura de la planta tomada diez gotas dos veces al día pueden ayudarte. También ayuda a los accesos de tos incluyendo tosferina. Según investigadores no es adictiva, ni su uso prolongado ocasiona depresión al final del mismo.

Su uso para tratar la excitación nerviosa, insomnio, ansiedad y hasta miedos nocturnos, además de ser onirógena, produce sueños, también ayuda a los accesos de tos incluyendo tosferina. Según investigadores no es adictiva, ni su uso prolongado ocasiona depresión al final del mismo. Con ene lactucina y lactupicrina, además de precursores del opio.

Tiene algunos efectos alucinógenos, pero cuyo uso puede ser tóxico y marcadamente anafrodisíaco, por lo que este extracto debe evitar su uso.

Pero con las infusiones de lechuga salvaje no hay problema, ya que se necesitaría cantidades realmente grandes para provocar alguna intoxicación.

Si sufres de insomnio, ansiedad y nerviosismo o si quieres desprenderte del insomnio crónico, usa la tintura de las hojas de esta pequeña planta, la tintura tomada diez gotas dos veces al día permiten bajar los niveles de ansiedad y nerviosismo.

Contraindicaciones: Su abuso puede ser tóxica y anafrodisíaca.

No hacemos afirmaciones médicas.

Contenido con fines informativos, basado en los usos y costumbres e investigaciones consultadas.

Investiga y documéntate.

Consulta con tu especialista antes de usar plantas medicinales.

No hacemos afirmaciones médicas. Contenido con fines informativos, basado en los usos y costumbres y bibliografías consultadas.
Investiga y documéntate. Consulta con tu especialista antes de usar plantas medicinales.

Únete al grupo <https://www.facebook.com/groups/herbariodelaabuela>



No importa tu nivel de conocimiento, siempre hay algo que compartir para el bien común.

Dedicamos nuestra vida a platicar con la gente sabia, estudiamos, investigamos, generamos información digerible y cultivamos varias plantas en nuestro huerto agroecológico.

Información es poder compartamos.

Descubre cómo podemos volver a lo básico y lo natural para poder integrarlo a nuestro estilo de vida y vivir en bienestar.

Sí es posible reencontrarnos con la naturaleza aprovecharla sin abusar de ella buscando el menor impacto posible y siempre podemos mejorar nuestros hábitos.

Mostramos el milagro de la vida a través de la simbiosis de ecosistemas que conviven con el reino vegetal y sus plantas medicinales.

Usos y Costumbres:

El Art. 2 de la Constitución Mexicana establece el respeto, preservación, enriquecimiento, aprovechamiento, subsistencia y difusión de la Herbolaria Tradicional Mexicana. El Art. 59 de la Constitución de la CDMX establece el derecho y obligación de fortalecer el uso de la Herbolaria como una alternativa de salud que contribuya al tratamiento de diversos padecimientos con un enfoque de sustentabilidad, conservación y protección de la flora nativa.

No hacemos afirmaciones médicas. Contenido con fines informativos, basado en los usos y costumbres y bibliografías consultadas.
Investiga y documéntate. Consulta con tu especialista antes de usar plantas medicinales.

Únete al grupo <https://www.facebook.com/groups/herbariodelaabuela>



DOSIS

20 gotas por la noche, después de alimentos, diluidas en agua por no más de 21 días continuos.

Consulta con tu especialista en caso de tener alguna patología o tomar medicamentos.

Posibles efectos secundarios:

Los estudios indican que la lechuga de hoja lactuca virosa puede ser perjudicial para la salud si se toma sin cuidado y sin la debida atención. Esta opinión no es necesariamente compartida por todos.

Superar la dosis indicada, puede provocar:

- Mareo
- Sensibilidad extrema a la luz
- Sudor
- Alucinaciones
- Ansiedad
- Retención urinaria
- Visión borrosa
- Dolor de cabeza
- Náusea
- Vómito

Efectos secundarios

La lechuga silvestre parece segura para la mayoría de las personas en pequeñas cantidades. Sin embargo, grandes cantidades pueden retardar la respiración y causar la muerte.

Grandes cantidades pueden causar sudoración, latidos cardíacos acelerados, dilatación de las pupilas, mareos, zumbidos en los oídos, cambios en la visión, sedación, dificultad para respirar y la muerte.

Precauciones y advertencias especiales:



Embarazo y lactancia: No se sabe lo suficiente sobre el uso de lechugas silvestres durante el embarazo y la lactancia. Manténgase en el lado seguro y evite el uso.

Próstata agrandada (hiperplasia prostática benigna, BPH): No use lechuga silvestre si tiene esta afección. Contiene una sustancia química que puede dañar a las personas que tienen problemas para orinar.

Alergia a la ambrosía y plantas relacionadas: La lechuga silvestre puede causar una reacción alérgica en personas sensibles a la familia Asteraceae/Compositae. Los miembros de esta familia incluyen ambrosía, crisantemos, caléndulas, margaritas y muchos otros. Si tiene alergias, asegúrese de consultar con su proveedor de atención médica antes de tomar lechuga silvestre.

Glaucoma de ángulo estrecho: no use lechuga silvestre si tiene esta afección ocular. Contiene una sustancia química que podría empeorar el glaucoma.

Cirugía: La lechuga silvestre puede afectar el sistema nervioso central. Existe la preocupación de que pueda causar demasiada somnolencia si se toma junto con anestesia y otros medicamentos para adormecer los nervios que se usan durante y después de la cirugía. Deje de usar lechuga silvestre al menos 2 semanas antes de una cirugía programada.

No hacemos afirmaciones médicas.

Contenido con fines informativos, basado en los usos y costumbres e investigaciones consultadas.

Investiga y documéntate.

Consulta con tu especialista antes de usar plantas medicinales.

No importa tu nivel de conocimiento, siempre hay algo que compartir para el bien común.

Dedicamos nuestra vida a platicar con la gente sabia, estudiamos, investigamos, generamos información digerible y cultivamos varias plantas en nuestro huerto agroecológico.

Información es poder compartamos.

Descubre cómo podemos volver a lo básico y lo natural para poder integrarlo a nuestro estilo de vida y vivir en bienestar.

Sí es posible reencontrarnos con la naturaleza aprovecharla sin abusar de ella buscando el menor impacto posible y siempre podemos mejorar nuestros hábitos.

Mostramos el milagro de la vida a través de la simbiosis de ecosistemas que conviven con el reino vegetal y sus plantas medicinales.



Usos y Costumbres:

El Art. 2 de la Constitución Mexicana establece el respeto, preservación, enriquecimiento, aprovechamiento, subsistencia y difusión de la Herbolaria Tradicional Mexicana. El Art. 59 de la Constitución de la CDMX establece el derecho y obligación de fortalecer el uso de la Herbolaria como una alternativa de salud que contribuya al tratamiento de diversos padecimientos con un enfoque de sustentabilidad, conservación y protección de la flora nativa.



(<https://www.botanical-online.com>)



(<https://www.youtube.com/user/botanicalonline>)



(<https://twitter.com/BotanicalOnline>)



(<https://www.instagram.com/botanicalonline/>)



(<https://blog-de-plantas.blogspot.com.es/>)



(<https://www.facebook.com/Botanical.online>)

[Inicio \(https://www.botanical-online.com/\)](https://www.botanical-online.com/) › [Plantas medicinales \(https://www.botanical-online.com/plantas-medicinales/\)](https://www.botanical-online.com/plantas-medicinales/) ›

Lactuca sativa, lechuga propiedades medicinales

LACTUCA SATIVA, LECHUGA PROPIEDADES MEDICINALES

Contenidos [mostrar]

PROPIEDADES MEDICINALES DE LA LECHUGA





USO INTERNO

Lechuga, un buen tranquilizante



Foto de lechuga cultivada

La lechuga tiene principios sedantes, la lactucina, por lo que presenta un un efecto tranquilizante. Ayuda a **calmar los nervios, controlar las palpitaciones** y a **dormir mejor** por las noches, evitando el **insomnio**. (Tomar una buena ensalada de lechuga, con aceite de oliva (<https://www.botanical-online.com/alimentos/aceite-oliva-caracteristicas>) antes de irse a dormir.)

Esta propiedad se incrementa si realizamos una decocción al 50 % de hojas de lechuga y nos tomamos un par de vasos al día, por las mañanas y antes de acostarnos). Los responsables de esta propiedad son la lactucina, uno de los principales componentes del jugo de la lechuga.

Lechuga: Un muy buen diurético

- **Diurética** (<https://www.botanical-online.com/plantas-medicinales/plantas-medicinales-diureticas>): La lechuga esta considerada **uno de los mejores diuréticos**, es decir, que favorece la eliminación de orina, por lo que resulta adecuado en aquellos casos en que haya que estimular a los riñones para aumentar la micción. Se recomienda en casos como: obesidad (<https://www.botanical-online.com/plantas-medicinales/obesidad-remedios>), hipertensión arterial, hidropesía (acumulación de líquidos en el cuerpo con hinchazón de los tejidos), edemas, dolor de riñón (nefritis), cálculos renales, insuficiencia renal, inflamación de la vejiga urinaria (cistitis), etc.

Igualmente se utiliza como apoyo en las dietas para la diabetes (<https://www.botanical->

online.com/dietas/diabetes-alimentacion-recomendada) (dietas destinadas a rebajar el azúcar de la sangre), mediante la eliminación de líquidos corporales. (Decocción (<https://www.botanical-online.com/plantas-medicinales/preparaciones-internas-decocciones>) al 50 % de hojas de lechuga durante 10 minutos. Tomar un par de vasos al día)

Lechuga para ayudar a eliminar los gases

- **Contra la flatulencia** (<https://www.botanical-online.com/dietas/gases-flatulencia-remedios>): La lechuga es adecuada para el aparato digestivo. Presenta propiedades carminativas, liberando el organismo de las **molestas flatulencias** evitando la sensación de barriga hinchada (<https://www.botanical-online.com/plantas-medicinales/vientre-hinchado-remedios>), llenado del estómago y vientre. (Decocción al 50 % de hojas de lechuga durante 10 minutos. Tomar un par de vasos al día). Este mismo preparado es estomacal y ayuda a **facilitar la digestión y proteger el estómago** aliviándolo de las inflamaciones intestinales.

Lechuga para el aparato circulatorio

La lechuga mejora la circulación, previene la **arteriosclerosis** y disminuye el **colesterol** (<https://www.botanical-online.com/plantas-medicinales/colesterol-alto-causas-plantas>). Su uso ayuda a mejorar la mala circulación en general (<https://www.botanical-online.com/plantas-medicinales/mala-circulacion-remedios-plantas-medicinales>) o aquella que afecta a las piernas (<https://www.botanical-online.com/dietas/mala-circulacion-piernas-remedios>) o los pies (<https://www.botanical-online.com/dietas/mala-circulacion-pies-remedios>).

La lechuga previene la formación de coágulos en los vasos sanguíneos, responsables de enfermedades como angina de pecho (<https://www.botanical-online.com/plantas-medicinales/angina-pecho-remedios-plantas>), infarto de miocardio, ictus, etc. (Ensaladas de lechuga cruda o lechuga frita)

Lámina-resumen de las principales propiedades de la lechuga (imagen protegida por copyright)

Propiedades de la lechuga para enfermedades respiratorias

Las decocciones de hojas de lechuga resultan interesantes para las afecciones del aparato respiratorio, ayudando a combatir los **ataques de asma** y los **espasmos bronquiales**. Si se deja espigar la planta, pueden aprovecharse los tallos florales para realizar las mismas decocciones con propiedades más destacadas que las de las hojas.

Para **combatir la tos**, se puede realizar un jarabe cociendo 150 g de hojas frescas y hervirlas durante un cuarto de hora. Se añade a la mezcla resultante una taza de azúcar. Se guarda en un frasco cerrado para tomar un par de vasos al día calientes. También se puede realizar una decocción de unas hojas en agua. Añadir el jugo de un limón (<https://www.botanical-online.com/alimentos/limon-propiedades-medicinales>). Beber un par de vasos al día, uno antes de irse a la cama.

Lechuga para el exceso de deseo

A la lechuga se le atribuyen supuestos valores que otorgan a esta planta la propiedad de **apaciguar el deseo** propiedad que ya fue muy resaltada en su día por el romano Plinio, cuyos pensamientos se consideraron capitales hasta bien entrada la Edad Media. (Comer la lechuga en ensalada)

Relacionado con el aparato genital femenino, en casos de dismenorrea (<https://www.botanical-online.com/plantas-medicinales/menstruaciones-irregulares-dismenorrea-plantas>), los preparados de lechuga son útiles para favorecer la menstruación (<https://www.botanical-online.com/dietas/menstruaciones-irregulares-dieta-alimentos-buenos>), evitando el dolor o reglas muy prolongadas se puede realizar una infusión durante media hora de 100 g de hojas tiernas por litro de agua. Beber 2 o 3 tazas al día.

REMEDIOS CON LECHUGA PARA USO EXTERNO

Propiedades de la lechuga para calmar el dolor

La lechuga en uso externo constituye un buen analgésico. Sus propiedades emolientes (<https://www.botanical-online.com/plantas-medicinales/plantas-emolientes>) pueden ser utilizadas para mitigar los dolores producidos por **golpes, torceduras, esguinces, contusiones, etc.** (Decocción de hojas tiernas durante 15 minutos en agua. Colar, dejar enfriar y aplicar como una cataplasma. Se incrementan estas propiedades si se añade a la pasta unas gotas de aceite de oliva.) (Obtener su zumo machacando la planta. Colar y aplicar sobre la zona dolorida)

Las propiedades analgésicas de la lechuga también pueden aprovecharse para mitigar el dolor de las quemaduras y quemaduras solares (Decocción de unas hojas de lechuga en agua durante 15 minutos. Enfriar y aplicar el líquido con una gasa sobre la superficie afectada)

Lechuga para el cuidado de los ojos

Puede utilizarse como colirio ocular para tratar la **conjuntivitis, legañas, ojos cansados** (<https://www.botanical-online.com/plantas-medicinales/ojos-cansados-tratamiento-plantas-medicinales>), enrojecidos, etc. (Hervir durante 6 minutos 50 gr de hojas en medio litro de agua, con unas gotas de aceite. Dejar enfriar y, con una gasa, mojar los ojos doloridos.)

Propiedades cosméticas de la lechuga

- **Desodorante natural:** Para impedir el **olor de los pies** (<https://www.botanical->

[online.com/salud/mal-olor-pies-causas](https://www.botanical-online.com/salud/mal-olor-pies-causas)) y olor de las axilas (<https://www.botanical-online.com/plantas-medicinales/mal-olor-axilas-plantas-medicinales>), el jugo de lechuga, al igual que el de rábano (<https://www.botanical-online.com/alimentos/rabanos>), constituye uno de los mejores desodorantes naturales (<https://www.botanical-online.com/cosmetica/desodorantes-naturales-caseros>). (Sacar el jugo de una lechuga y guardar en la nevera. Después de bañarse, mojar los pies o las axilas con un poco de jugo)

- **Cuidado del cutis (<https://www.botanical-online.com/cosmetica/cuidado-cutis>):**
La lechuga se puede utilizar para confeccionar mascarillas (<https://www.botanical-online.com/cosmetica/como-hacer-mascarilla>) o cremas limpiadoras (<https://www.botanical-online.com/cosmetica/como-hacer-crema-limpiadora-piel-seca>) para el cuidado del cutis. (Véase mascarilla para piel mixta (<https://www.botanical-online.com/cosmetica/como-hacer-mascarilla-piel-mixta>))

PROPIEDADES ALIMENTARIAS DE LA LECHUGA

Ensalada de lechuga, aguacate, rebanitos, tomate, olivas y queso

La lechuga es un alimento que no debería faltar en nuestras mesas habitualmente.

Como hemos visto, sus propiedades como alimento se superponen con sus propiedades como medicina natural, haciendo posible aquella frase de Hipócrates (<https://www.botanical-online.com/educacion/hipocrates-medicina-griega>): **«Que tu alimento sea tu medicina y que tu medicina sea tu alimento».**

Muchas de las propiedades alimentarias de la lechuga ya han sido descritas en el apartado anterior. Además de las propiedades anteriores, debemos tener en cuenta su bajo contenido en grasas y en hidratos de carbono (<https://www.botanical-online.com/dietas/carbohidratos-caracteristicas>) y su alto contenido en agua, lo que le proporciona un **poder**

calórico (<https://www.botanical-online.com/dietas/calorias-definicion>) de tan solo 13 Kcal por cada 100 g. Resulta muy adecuada para **dietas de adelgazamiento (<https://www.botanical-online.com/dietas/adelgazar-dietas-perder-grasa-recomendaciones>)**.

Su riqueza en minerales, especialmente potasio (<https://www.botanical-online.com/dietas/potasio-caracteristicas>), que es muy necesario para mantener un nivel adecuado de líquidos en el cuerpo, junto con el calcio (<https://www.botanical-online.com/dietas/calcio-caracteristicas>) y el fósforo (<https://www.botanical-online.com/dietas/fosforo-propiedades>) la hace especialmente idónea para el correcto bienestar de los huesos. Por su relación calcio-fosforo (<https://www.botanical-online.com/dietas/descalcificacion-huesos>), Se considera a la lechuga como un buen alimento calcificante (<https://www.botanical-online.com/alimentos/alimentos-calcificantes>), muy bueno para prevenir la osteoporosis.

Presenta además una serie de oligoelementos no muy habituales dentro del mundo vegetal, como el selenio (<https://www.botanical-online.com/dietas/selenio-caracteristicas>), un antioxidante que tiene un papel fundamental en la prevención de ciertos tipos de cáncer (<https://www.botanical-online.com/plantas-medicinales/cancer-remedios-plantas-medicinales>), como el cáncer de colon (<https://www.botanical-online.com/dietas/cancer-colon-remedios-plantas>), cáncer de próstata (<https://www.botanical-online.com/plantas-medicinales/cancer-prostata-remedios>) o cáncer de pulmón (<https://www.botanical-online.com/dietas/cancer-pulmon-alimentos>).

El selecio también previene el **envejecimiento precoz** e incluso ayuda a combatir la **caspa**. Entre las plantas que presentan más proporción de este elemento se encuentran el cardo mariano (*Silybum marianum* (<https://www.botanical-online.com/plantas-medicinales/cardo-mariano-propiedades>)) o la Valeriana (*Valeriana officinalis* (<https://www.botanical-online.com/plantas-medicinales/valeriana-propiedades-caracteristicas>)).

La lechuga contiene muchos aminoácidos (<https://www.botanical-online.com/dietas/aminoacidos-caracteristicas>) necesarios para la formación de las proteínas, algunas, como la alanina (<https://www.botanical-online.com/dietas/aminoacido-alanina-propiedades>), veces necesarias para la construcción del tejido muscular y nervioso, otras, como la glicina (<https://www.botanical-online.com/dietas/aminoacido-glicina-propiedades>), para el correcto funcionamiento del sistema inmunológico. Presenta vitaminas C (<https://www.botanical-online.com/dietas/vitamina-c-propiedades-caracteristicas>) y E (<https://www.botanical-online.com/dietas/vitamina-e-propiedades-caracteristicas>), pero, sobre todo es muy rica en betacaroteno (<https://www.botanical-online.com/dietas/betacaroteno-propiedades-caracteristicas>), que el hígado trasforma en vitamina A (<https://www.botanical-online.com/dietas/vitamina-a-propiedades-caracteristicas>). Este componente, que aparece con mayor proporción en la zanahoria (<https://www.botanical-online.com/alimentos/zanahorias->

propiedades) (*Daucus carota*) ha demostrado tener una gran influencia como antioxidante (<https://www.botanical-online.com/dietas/antioxidantes-naturales-propiedades-tipos>) y anticancerígeno (Ver zanahoria- betacarotenos (<https://www.botanical-online.com/alimentos/zanahorias-propiedades>))

¿Cómo comer las lechugas?

Es conveniente comerla fresca, para que no se pierdan sus propiedades alimenticias y medicinales. **Resulta muy importante lavar la lechuga adecuadamente** porque puede presentar restos de productos orgánicos, insectos (<https://www.botanical-online.com/animales/insectos-temas>), tierra, etc. Los huertos presentan muchas veces restos fecales que deben ser eliminados completamente para que no produzcan intoxicaciones alimentarias. (Véase como lavar las verduras (<https://www.botanical-online.com/alimentos/verduras-como-lavar>))

Tenemos que tener en cuenta que las hojas internas, aunque puedan resultar más apetitosas, presentan menor cantidad de componentes que las hojas externas de color verde más fuerte.

Composición nutricional de las hojas de lechuga por 100g.	
Agua (https://www.botanical-online.com/dietas/funciones-agua-organismo) (g)	95,5
Calorías (https://www.botanical-online.com/dietas/calorias-definicion) (Kcal)	13
Grasas (https://www.botanical-online.com/dietas/grasas-propiedades-caracteristicas) (g)	0,2
Hidratos carbono (https://www.botanical-online.com/dietas/carbohidratos-caracteristicas) (g)	2,3
Proteínas (https://www.botanical-online.com/dietas/proteinas-caracteristicas) (g)	1,2
Fibra (https://www.botanical-online.com/dietas/fibra-caracteristicas-ventajas) (g)	1
Potasio (https://www.botanical-online.com/dietas/potasio-caracteristicas) (mg)	257
Fósforo (https://www.botanical-online.com/dietas/fosforo-propiedades) (mg)	23

Sodio (https://www.botanical-online.com/dietas/sodio-caracteristicas) (mg)	5
Calcio (https://www.botanical-online.com/dietas/calcio-caracteristicas) (mg)	32
Selenio (https://www.botanical-online.com/dietas/selenio-caracteristicas) (mcg)	0,2
Magnesio (https://www.botanical-online.com/dietas/magnesio-alimentos) (mg)	13
Vitamina C (https://www.botanical-online.com/dietas/vitamina-c-propiedades-caracteristicas) (mg)	8
Vitamina A (https://www.botanical-online.com/dietas/vitamina-a-propiedades-caracteristicas) (UI)	970
Vitamina B6 (https://www.botanical-online.com/medicina-natural/vitamina-b6-piridoxina-propiedades) (mg)	0,05
Tiamina (https://www.botanical-online.com/dietas/vitamina-b1-tiamina-propiedades) (mg)	0,06
Riboflavina (https://www.botanical-online.com/dietas/vitamina-b2-riboflavina-propiedades) (mg)	0,06
Niacina (https://www.botanical-online.com/dietas/vitamina-b3-niacina-propiedades-caracteristicas) (mg)	0,3
Ácido fólico (https://www.botanical-online.com/dietas/vitamina-b9-acido-folico-funciones-beneficios) (mcg)	215

Toxicidad de la lechuga: ¡Cuidado con *Lactuca virosa*!

Ilustración botánica de *Lactuca virosa*, una planta con alcaloides tóxicos.

La lechuga cultivada (*Lactuca sativa*) y su variedad montés (*Lactuca scariola*) no presentan toxicidad. Aunque la segunda se utiliza poco en alimentación, también es comestible y sus propiedades son similares a la variedad cultivada, aunque presenta mayores porcentajes en sus componentes. Esta última resulta inconfundible.

Pero la lechuga montés (*Lactuca scariola*) puede confundirse con lechuga silvestre (*Lactuca virosa*) que presenta alcaloides tóxicos.

Para distinguir las dos especies silvestres, tenemos que tener en cuenta que la lechuga montés dispone las hojas sobre el tallo en posición vertical y el látex que se desprende al cortar sus hojas es blanco con tonalidades amarillas.

La lechuga silvestre dispone las hojas horizontalmente al tallo y su látex es blanco. La *Lactuca virosa* se ha utilizado como sustitutivo del opio (<https://www.botanical-online.com/plantas-medicinales/adormidera-propiedades>), como béquica, antiespasmódica e hinóptica. **Dada su toxicidad, este tipo de lechuga no debería utilizarse en preparaciones caseras.**

¿Qué es el *lactucarium*?

La lactucina, junto con el lactucero y el ácido lacturico constituyen la base del **brebaje *lactucarium***, que tiene propiedades sedativas, diuréticas e hipnóticas, utilizado en algunas ocasiones como **sustitutivo del opio**, al presentar efectos similares, aunque sin valores adictivos. Estos componentes aparecen tanto en la lechuga silvestre, como en la achicoria (<https://www.botanical-online.com/plantas-medicinales/achicoria-cichorium-intybus-propiedades-caracteristicas>), pero se ha utilizado generalmente la lechuga silvestre.

Este jugo fue un brebaje muy conocido durante el siglo XIX, cuando los adictos al opio no disponían de esta droga. Se obtenía a partir del látex que segregaba la planta al cortarla. Luego, podía tomarse bebido si se diluía en agua caliente o, si se hervía el líquido hasta evaporar toda el agua, se formaba una pasta, que, una vez seca, se podía fumar. Este producto se tomaba en dosis no superiores a una cucharadita de café, o en forma de jarabe. **Dada su toxicidad no debe tomarse en preparados caseros.**

Más información sobre las propiedades y el valor nutricional de la lechuga.

✓ Este artículo ha sido avalado por Elisenda Carballido (<https://www.botanical-online.com/author/eli-carballido>) - Dietista nutricionista. Postgrado en Fitoterapia y máster en Nutrición y Metabolismo.



Escrito por **Editorial** (<https://www.botanical-online.com/quienes-somos>)

Equipo de Botanical-online encargado de la redacción de contenidos

📅 16 octubre, 2020



[lechuga \(https://www.botanical-online.com/tag/lechuga\)](https://www.botanical-online.com/tag/lechuga)

[tos \(https://www.botanical-online.com/tag/tos\)](https://www.botanical-online.com/tag/tos)

[Plantas medicinales \(https://www.botanical-online.com/plantas-medicinales/\)](https://www.botanical-online.com/plantas-medicinales/)



Otros artículos de interés

Grasas para el deportista

<https://www.botanical-online.com/dietas/grasas-deporte-mejores-tipos>

Película de molino de viento

(<https://www.botanical-online.com/educacion/animacion-molino-viento>)

Ratón, especie invasora

(<https://www.botanical-online.com/animales/raton-especie-invasora>)

Suplementos digestivos para el estómago

(<https://www.botanical-online.com/dietas/suplementos-digestivos-estomago>)

Características de la tortuga de patas rojas

(<https://www.botanical-online.com/animales/tortuga-patas-rojas-caracteristicas>)

Recetas de algas kombu

(<https://www.botanical-online.com/recetas/receta-kombu-frita>)

Propiedades del coulant de chocolate

(<https://www.botanical-online.com/recetas/receta-coulant-chocolate>)

Lociones para el cabello

(<https://www.botanical-online.com/cosmetica/como-hacer-locion-cabello>)

El material que aquí se trabaja tiene carácter informativo. En caso de duda, consúltese con el facultativo.

"Botanical-online" no se hace responsable de los perjuicios ocasionados por la automedicación.

Especial

(<https://www.botanical-online.com/plantas-medicinales/antibioticos-naturales>)

Artículos destacados



Plantas para repeler a los mosquitos

(<https://www.botanical-online.com/plantas-medicinales/picadura-mosquitos-repelentes-plantas-medicinales>)

Escribe aquí tu email

✉ **Suscríbete**



(<https://www.facebook.com/Botanical.online>)



(<https://www.youtube.com/user/botanicalonline>)



(<https://twitter.com/BotanicalOnline>)



(<https://www.instagram.com/botanicalonline/>)



(<https://blog-de-plantas.blogspot.com.es/>)

MÁS SECCIONES

Nutrición y dietética (<https://www.botanical-online.com/educacion/nutricion-dietetica-definicion>)

Adelgazar (<https://www.botanical-online.com/dietas/adelgazar-guia>)

Cosmética natural (<https://www.botanical-online.com/cosmetica/cosmetica-natural>)

Infusiones (<https://www.botanical-online.com/plantas-medicinales/infusiones-como-preparar>)

Remedios caseros (<https://www.botanical-online.com/medicina-natural/remedios-plantas-medicinales>)

Anemia (<https://www.botanical-online.com/plantas-medicinales/anemia-remedios-plantas>)

Embarazo (<https://www.botanical-online.com/dietas/embarazo-dieta-alimentos-buenos>)

©1999-2022 Botanical-Online SL - Todos los derechos reservados

Contacto (<https://www.botanical-online.com/contactar>)

| Quiénes somos (<https://www.botanical-online.com/quienes-somos>)

| Política de uso (<https://www.botanical-online.com/politica-uso>)

| Política de cookies (https://www.botanical-online.com/#gdpr_cookie_modal)

| Cómo citar artículos (<https://www.botanical-online.com/como-citar>)

Una Dulce Revolución **con plantas medicinales** **y terapias de bajo coste**

Josep Pàmies



VISITAS GUIADAS VIVEROS DU CE REVOLUCIÓN
LOS SÁBADOS A LAS 1 :0 HORAS



**PAU Y JOSEP PAMIES EN OS VIVEROS DE
PLANTA MEDICINA**



**DIS ÑO DE V RG S POR A PAZ,
ALIMENTO Y SALUD**

Stevia rebaudiana

**Diabetes, hipertensi" ! , tri#\$%&i' (s,
%(\$ester(\$ ansiedad, caries**



Perilla frutescens

Asma, si! * sitis, aler#ias, antii! +\$mato i(,
sistema i!) * ! (\$' #i%(, () ega ,



Kalanchoe dai remontiana

Cáncer, hipertensi" ! , can# enas, . \$ceras



Kalanchoe gastonis

**Càncer de h0#ado, càncer en general,
cangrenas, .\$.ceras, hipertensi"!**



Kalanchoe pinnata

(Planta 'e G(ethe) %! cer, . \$ceras, hipertensi"! ,
enfermedades ! ervi(sas y mentales



Lepidium latifolium

**1R(mpepiedras) - Pie' ras riñ"! , otras afecci(! es vías
* rinarias, arteroesclerosis, diabetes, leishmania**



\$pilobium parviflorum

Hipertrofia ' e p " stata, %-! cer p " stata y 30as * ri! arias



Chelidonium majus

1Planta Verru#* era2C-! %er de piel, cataratas,
' egeneració! macular, retin(patías, cáncer de h0#ad(



Artemisia annua

Ma\$aria, % ! %er p* \$" ! , \$e* %emia, ps(riasis,
sistema i!)* ! itari(, i! se%ti%' a ' e %arp(%apsa



Spilantes acmella

Anestesia b* cal, . \$ceras b* cales, %-!' i' as,
(vici' a, \$arvici' a,) (sq* ito ' e \$a) alaria



Cannabis sativa

1) Marihuana) C-! cer cerebral, ' e) ama, páncreas, pu\$ ón,
epi\$epsia, parkinson, art osis, art itis, +ibr() ial#0a



Caléndula officinalis

Cá! %er, hepatitis, varices, ca! ' i' iasís vagi! a\$
%(\$tis, verru#as, afecci(! es piel



Achillea millefolium

(Menstrua) Reg* Suci" !) enstrual,) en(pausia,
%-! cer, hemorragias, hemo (i' es, Leucemia



Capsella bursa pastoris

19(\$a ' e Past(2Re#* \$a%!"!) e! st * a\$) e! (pa* sia, hipe te! si"! ,
hipotensión, he) (agias, at (+ias) us%\$a es 1en tint* a2) asa:es



Urtica dioica

(Orti#a) Anemias, ' iabetes, áci' (. ri%(, alergias,
eczemas, %-! cer, \$eucemia, p " stata, arthritis



) *alium angustifolium*

1A)(r de H(rtelan(2C-! cer b(ca, garganta, tiroides
y linfático, afecciónes de riñón! , ' ep* rativo



Plantago ovalata

1 Santén) P* \$ " ! , . \$ceras, %-! cer ' e piel,
' ep* ati3(, %(\$tis, antibacterian(



+araxacum officinalis

**1Diente de Le"! 2hepática y renal, hepatitis, diabetes,
%-\$\$%(s biliares, reuma, g(ta, leucemia (raíces)**



Quisetum arvense

1C(\$a de Caba\$2 Si\$%io (#- ni%, ete!%i" n \$07* i' os,
espolones, % !%e 1i!+usión 4 %atapas) as2, e*) a 4 gota



Hipericum perforatum

16 ipérico 2 Depresió! , ansiedad, úlceras, fist* las y
hemo (ides (aceite), in%(! tinencia, lumbalgia



Thimus vulgaris

(T() i\$ 2afecci(! es espi at(ias, #ast itis,
' i* éti%(, ! eu al#0as, antibi" ti%(, heri' as



Rosmarinus officinalis

(R() ero) hepáti%(, %catrizante, caí' a cabel\$,
%-! cer ' e piel, reví#(rizante, anemia, hip(tensi" !



Nepeta cataria

1Menta de Gatos2Sedante, epe\$ente) osquitos, tos
digesti3a, dia ea,) enst ua%ión i e#*\$a , ete!%ión (ina



/ erbená officinalis

**Sedante, mi# añas, tos, #alactó#ena, ' i#estiva,
si! * sitis (catap\$asma), alzheimer, i! so)! i(**



/ itex agnus castus

(Sau;# ati\$ () men(pausia,) enstruaci"! i eg* \$ar,
#alactó#ena, reg* \$a hip" fisis, i! ferti\$' ad, ti (i' es



Silybum marianum

1Ca '(Ma ia! (2 hepatoprote%(, %\$este (\$ hepatitis,
3a i%es, pie' as 3es0%\$a bi\$a , % osis, desint(< i%ante



Strlingium campestris

1Ca '(C(e'(2Hipe tensión, antii! +\$a) at(io, i%te i%a,
e*) a, gota, a+e%ones pul) ona es, pi%a'* as



/ iscum album

(Mu& ' a#() hip(te! sió! , hipe te! sió! , ictus, ' iabetes,
a te ioes%e (sis, 3& ti#(s, me! (pa* sia, c- ! %e de piel,
%a ' iotó! ica



Aloe vera

Cáncer, gastritis, herida e hiato, otitis, regeneración de la piel, hipertensión, estreñimiento



Moringa oleifera

1= bol de la Vida) >?@p oteína 1en hoja),) *\$ti3itaminico,
superali) ento para cáncer, SIDA y enfer) edades # aves



Sempervivum tectorum

1Siempreviva2Pica' * ras, herpes, (titis, ca! ' i' iasis,
7* emad* ras, co! :* ! tivitis, úlceras b* cales



Lactuca virosa

1 ech* #a Si\$vestre) Seda! te, hip! "tica, ! (
p (3(ca adicci"! , A!(ab* sar ' e ' (sis!



Ruta graveolens

(R* ' a2Re#* \$a%!" ! me! st * a\$ epilepsia, pa - sitos intestinales, otitis (a%eite), c(lirio, varices, ab(rtiva



Chenopodium ambrosioides

1 pazote (Pai%) #ases, parásitos
i! testi! ales, ' i#estiva, ab(tiva, hipertensi"!



Turnera diffusa

(Damiana) Afr(' isiaca, ' ep esi" ! ,
#astrop (tectoria, hepatop (tectoria, ' iabetes



¡Gracias por vuestra atención!

dolcarevolucio.cat
joseppamies.net

Houttuynia cordata

1P\$anta Ca) a\$e"! 2Colitis, anti adia%ti3a, siste) a
i!) *!(\$ ógi%o, anti3i a\$ antiba%te iana, % !%e , \$e*%e) ia



) *ynura procumbens*

Diabetes, hipertensi" ! , %(\$ ester(\$ %-! cer ' e
%(\$! , ' e) ama



Sutherlandia frutescens

SIDA, %-! cer, epi\$epsia, ' iabetes, \$ p* s



Asimina triloba

Il settore a, %-! cer 1) * y p(tente - h(:as)



Momordica charantia

**(Pepi! (Amar#() Diabetes 1) * y p(tente),
%-! cer, SIDA**



Ocimum sanctum

**11* \$si o T* \$asi2adaptógeno, epe\$! te) osquit(s 4 de
#(#(: os,) e\$! () a, anti adia%ti3a, %! %e , %\$este (\$,
diabetes, depresión, ansiedad'**



Phyllanthus niruri

(Chancapied a) Pied as ' e i5"! , hepatitis 9



Sinadenium grantii hook

(P\$anta ' e \$a Vi' a) Cáncer, \$ p* s, SIDA,
) elan() a



Saponaria officinalis

(P\$anta Jab(! era) Jab"! ! atu al, ' i* ética,
áci' (. i%(, #(ta, arteri(scler(sis, p* \$) (! ar



Sideritis siriaca

G ipe, (steop((sis



Salvia officinalis

excesso de suco (raiz), hipertensão, diabetes,
bactericida, escaras, gripe, Alzheimer,
menopausa, fertilidade masculina



Anredera cordifolia

Diabetes, p* \$ (! ar, %() estib\$e





More ▾

Create Blog Sign In

HERBARIO VIRTUAL DE BANYERES DE MARIOLA Y ALICANTE





viernes, 9 de abril de 2010

Lactuca virosa - Lechuga silvestre - Lletuga boscana

Lactuca virosa

FAMILIA: COMPUESTAS

VALENCIANO: LLETUGA BOSCANÀ, ENCISAM BOSCA

CASTELLANO: LECHUGA SILVESTRE

ETIMOLOGÍA

Lactuca: nombre genérico que deriva del latín "lechuga", derivado de lacto, leche.

virosa: epíteto derivado del latín virosus que significa "fangoso, cubierto de barro".

CARACTERÍSTICAS

-Hierba bienal.

Archivo del blog

- ▶ [2022](#) (6)
- ▶ [2021](#) (6)
- ▶ [2020](#) (11)
- ▶ [2019](#) (25)
- ▶ [2018](#) (28)
- ▶ [2017](#) (22)
- ▶ [2016](#) (32)
- ▶ [2015](#) (32)
- ▶ [2014](#) (71)
- ▶ [2013](#) (92)
- ▶ [2012](#) (196)
- ▶ [2011](#) (76)
- ▼ [2010](#) (818)
 - ▶ [diciembre](#) (2)
 - ▶ [noviembre](#) (2)
 - ▶ [octubre](#) (2)
 - ▶ [septiembre](#) (1)
 - ▶ [agosto](#) (13)
 - ▶ [julio](#) (17)
 - ▶ [junio](#) (4)
 - ▶ [mayo](#) (247)

- De 0'5 a 1'5 m.
- El tallo es recto, hueco, ramificado y liso. Látex blanco de sabor amargo.
- Hojas subenteras, ligeramente ornadas de púas finas los bordes, que siempre son lisas, de color verde azulado.
- La inflorescencia está formada por una pequeña espiga de capítulos de color amarillo claro. Florece a partir de junio hasta noviembre.
- Los frutos son negros y de pequeñas dimensiones.
- Tipo biológico: hemicriptófito.

HÁBITAT

En medios más o menos nitrificados, claros de bosques y zonas degradadas del monte. Frecuente en Banyeres de Mariola.

USOS

MEDICINAL (USAR CON PRECAUCIÓN)

---Parte utilizada

Látex. Tallos y hojas.

---Recolección

Antes de la floración. El lactucario se obtiene haciendo pequeñas incisiones en el tallo y recogiendo el látex que segregue. Se hace cuajar al sol en pequeñas masas de color blanco amarillento. Para ablandarlas se remojan en agua.

---Principios activos

Sustancias amargas, ésteres (lactucanol), alcoholes, enzimas. Lactonas sesquiterpénicas: del grupo de los guayanólidos. La lactucina es el principal componente del lactucario con un 50%. Contiene además lactucina y lactucopirina. Ácidos orgánicos: málico, cítrico, oxálico y clorogénico. Alcaloides: platyfilina. Además contiene agua, sales minerales, albúmina,

- ▼ **abril** (530)
 - ▶ **abr 30** (31)
 - ▶ **abr 29** (20)
 - ▶ **abr 28** (19)
 - ▶ **abr 27** (18)
 - ▶ **abr 26** (4)
 - ▶ **abr 25** (14)
 - ▶ **abr 23** (24)
 - ▶ **abr 21** (37)
 - ▶ **abr 20** (8)
 - ▶ **abr 19** (26)
 - ▶ **abr 18** (17)
 - ▶ **abr 17** (10)
 - ▶ **abr 16** (24)
 - ▶ **abr 15** (20)
 - ▶ **abr 14** (9)
 - ▶ **abr 13** (19)
 - ▶ **abr 12** (17)
 - ▶ **abr 11** (16)
 - ▶ **abr 10** (19)
 - ▼ **abr 09** (23)
 - Leucanthemum gracillicaule - Margarita - Margarida...
 - Leucanthemum paludosum - Margarita - Margalida
 - Leontodon taraxacoides - Pequeño diente de león - ...
 - Lactuca virosa - Lechuga silvestre - Lletuga boscana
 - Lactuca serriola - Lechuga ponzofiosa - Lletuga borda

pectina, almidón, etc.

---Propiedades

El lactucario se ha empleado como narcótico, antiespasmódico, béquico, sedante, antitusivo, calmante e hipnótico, especialmente en pediatría; tiene las mismas características que el opio, pero sin sus inconvenientes.

También es anafrodisíaco.

---Indicaciones

Asma, bronquitis.

Tos en general, especialmente la tos ferina.

Insomnio, nerviosismo, contracciones musculares dolorosas, eretismo sexual.

Reumatismos.

Calmante en afecciones renales.

---Modo de empleo

-Jarabe y zumo como pectoral, para el catarro, dolores de muelas, insomnio. En uso externo para fermentos y cataplasmas.

-Lactucario sin refinar, se puede tomar desde una pequeña cantidad hasta una cucharadita de café al día contra tos, irritabilidad, insomnio.

-Decocción de 100 g. de lechuga en 600 g de agua durante diez minutos. Añadir 200 g de azúcar, filtrar y beber el líquido obtenido durante el día y en caliente. Contra la tos.

-Extracto fluido: Se machacan en un mortero los tallos y se exprimen después en un lienzo para sacar el zumo. Se deja cuajar al sol. Se toman de 5 a 10 g como calmante y antidoloroso cuando se desea calmar un dolor o un estado de excitabilidad.

-Infusiones y decocciones de hojas para lavados descongestionantes, para baños emolientes y calmantes, para compresas contra las inflamaciones e irritaciones de los ojos.

-Hoja fresca 100gr - 200gr por 1 litro de agua, hacerla hervir 10 minutos. 2-3 vasos al día.

---Atención

Debe usarse bajo control médico, ya que aunque tiene poca toxicidad, en dosis altas puede

Lactuca perennis - Lechuga de liebre - Xicoira gran

Jurinea humilis - Escobilla baja - Jurinea

Jasonia tuberosa - Té de burro - Rabasseta

Jasonia glutinosa - Té de roca - Árnica

Inula viscosa - Olivarda - Jolivarda

Inula montana - Árnica montera - Herba del mal est...

Inula conyza - Coniza - Coniza

Hypochoeris radicata - Hierba del halcón - Coleta

Hieracium pseudopilosella - Pilosella

Helichrysum stoechas - Perpétua - Perpétua

Helichrysum italicum subsp. *serotinum* - Tomillo yes...

Helianthus tuberosus - Aguaturma - Nyamera

Helianthus annuus - Girasol - Girasol

Filago pyramidata - Padre e hijos - Herba capçotera

Filago congesta - Padre e hijos - Herba capçotera

Eupatorium cannabinum - Eupatorio - Eupatori

Erigeron acer - Zamarragar - Erígeron

Echinops ritro - Cardo yesquero - Panical blau

considerarse venenoso y producir un colapso respiratorio. La venta al público de la planta entera está prohibida o restringida por razón de su toxicidad.

ALIMENTACIÓN

Las hojas, crudas o cocinadas, se han consumido como sustituto de la lechuga, aunque son muy amargas.

De las semillas se obtiene un aceite muy apreciado en la cocina.

Fotos: Zonas Molí Sanz y Molí l'Ombria en Banyeres.

- ▶ abr 08 (24)
- ▶ abr 07 (12)
- ▶ abr 06 (23)
- ▶ abr 05 (43)
- ▶ abr 03 (41)
- ▶ abr 02 (8)
- ▶ abr 01 (4)

Etiquetas

0- Capparis sponosa subsp. spinosa (1)
0-Abelia x grandiflora (1)
0-Abutilon x hybridum (1)
0-Acacia dealbata (1)
0-Acacia farnesiana (1)
0-Acacia saligna (1)
0-Acanthus mollis (1)
0-Acer negundo (1)
0-Acer platanoides (1)
0-Aceras antropophorum (1)
0-Adiantum capillus-veneris (1)
0-Adonis microcarpa (1)
0-Adonis vernalis (1)
0-Aegilops geniculata (1)
0-Aegilops triuncialis (1)
0-Aeonium arboreum (1)
0-Aesculus hippocastanum (1)
0-Agapanthus africanus (1)
0-Agave americana (1)
0-Agave angustifolia (1)
0-Agave attenuata (1)



0-Agave fourcroydes (1)				
0-Agave lophanta (1)				
0-Agave macroacantha (1)				
0-Agrimonia eupatoria (1)				
0-Agrostemma githago (1)				
0-Ailanthus altissima (1)				
0-Aizoon hispanicum (1)				
0-Ajuga chamaeptytis (1)				
0-Ajuga iva (1)				
0-Albizia julibrissin (1)				
0-Alcea rosea (1)				
0-Allamanda cathartica (1)				
0-Allium ampeloprasum (1)				
0-Allium roseum (1)				
0-Allium sphaerocephalon (1)				
0-Aloe arborescens (1)				
0-Aloe ferox (1)				
0-Aloe maculata (1)				
0-Aloe perfoliata (1)				
0-Aloe striata (1)				
0-Aloe thraskii (1)				
0-Aloe vera (1)				
0-Alpinia zerumbet (1)				
0-Althaea hirsuta (1)				
0-Alyssum alyssoides (1)				
0-Alyssum serpyllifolium (1)				
0-Alyssum simplex (1)				
0-Alyssum spinosum (1)				
0-Amaranthus albus (1)				
0-Amaranthus blitoides (1)				
0-Amaranthus blitum sp. emarginatus (1)				



Publicado por R.C.T. en 19:14



Etiquetas: 0-Lactuca virosa, 2 SILVESTRES ALICANTE Y BANYERES, 3 ZONAS ALTERADAS, 4 ALIMENTACIÓN, 4 MEDICINAL, 4 TÓXICA, 7 HIERBA, 8 SIERRA LA FONTANELLA, 8 SIERRA LA SOLANA, 8 SIERRA MARIOLA,

0-Amaranthus deflexus (1)
 0-Amaranthus muricatus (1)
 0-Amaranthus retroflexus (1)
 0-Amaranthus viridis (1)
 0-Amelanchier ovalis (1)
 0-Ammoides pusilla (1)
 0-Ammophila arenaria (1)
 0-Ampelopsis veitchii (1)
 0-Amsinckia calycina (1)
 0-Anabasis articulata (1)
 0-Anacamptis pyramidalis (1)
 0-Anacyclus clavatus (1)
 0-Anacyclus valentinus (1)
 0-Anagallis arvensis (1)
 0-Anchusa azurea (1)
 0-Andryala integrifolia (1)
 0-Andryala ragusina (1)
 0-Anemone palmata (1)
 0-Anthemis arvensis (1)
 0-Anthericum liliago (1)
 0-Anthriscum barrelieri (1)
 0-Anthriscum majus (1)
 0-Anthyllis cytisoides (1)
 0-Anthyllis terniflora (1)
 0-Anthyllis tetraphylla (1)
 0-Anthyllis vulneraria (1)
 0-Aphyllantes monspelliensis (1)
 0-Apium nodifolrum (1)
 0-Aptenia cordifolia (1)
 0-Arabis auriculata (1)
 0-Arabis glabra (1)

Compuestas

No hay comentarios:

[Publicar un comentario](#)

Entrada más reciente

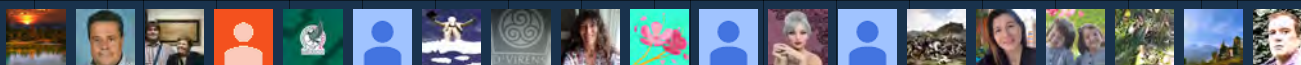
Inicio

Entrada antigua

Suscribirse a: [Enviar comentarios \(Atom\)](#)

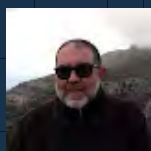
Seguidores

Followers (290) [Next](#)



Follow

Datos personales



R.C.T.

[Ver todo mi perfil](#)

0-Arabis parvula (1)
0-Aranis planisiliqua (1)
0-Araucaria columnaris (1)
0-Araucaria heterophylla (1)
0-Arbutus unedo (1)
0-Archontophoenix alexandrae (1)
0-Archontophoenix cunninghamiana (1)
0-Archthrocneum macrostachyum (1)
0-Arctium minus (1)
0-Arctotis x hybrida (1)
0-Arenaria aggregata (1)
0-Arenaria montana sp. intricata (1)
0-Arenaria serpyllifolia (1)
0-Arenaria valentina (1)
0-Argania spinosa (1)
0-Argyrolobium zanonii (1)
0-Arisarum vulgare (1)
0-Aristolochia pistolochia (1)
0-Aristolochia paucinervis (1)
0-Armeria alliacea (1)
0-Arrhenatherum album (1)
0-Artemisia arborescens (1)
0-Artemisia campestris (1)
0-Artemisia campestris s. glutinosa (1)
0-Artemisia herba-alba (1)
0-Artemisia verlotiorum (1)
0-Arum italicum (1)
0-Arundo donax (1)
0-Asparagus acutifolius (1)
0-Asparagus albus (1)
0-Asparagus densiflorus (1)

0-Asparagus horridus (1)
0-Asparagus officinalis (1)
0-Asperula arvensis (1)
0-Asperula cynanchica (1)
0-Asphodelus ayardii (1)
0-Asphodelus cerasiferus (1)
0-Asphodelus fistulosus (1)
0-Asplenium fontanum sp. fontanum (1)
0-Asplenium trichomanes (1)
0-Aster sedifolius (1)
0-Aster squamatus (1)
0-Asteriscus maritimus (1)
0-Asterolinon linum-stellatum (1)
0-Astragalus boeticus (1)
0-Astragalus hamosus (1)
0-Astragalus incanus (1)
0-Astragalus monspessulanus (1)
0-Astragalus sesameus (1)
0-Astragalus stella (1)
0-Atractylis cancellata (1)
0-Atractylis humilis (1)
0-Atriplex glauca (1)
0-Atriplex halimus (1)
0-Atriplex patula (1)
0-Atriplex prostrata (1)
0-Atriplex rosea (1)
0-Atriplex semibaccata (1)
0-Avellinia michellii (1)
0-Avena barbata (1)
0-Avena sativa (1)
0-Avena sterilis (1)

0-Ballota hirsuta (1)
0-Ballota nigra (1)
0-Barlia robertiana (1)
0-Bauhinia variegata (1)
0-Bellardia trixago (1)
0-Bellis sylvestris (1)
0-Berberis thunbergii "Atropurpurea" (1)
0-Bergenia crassifolia (1)
0-Beta macrocarpa (1)
0-Beta maritima (1)
0-Beta vulgaris (1)
0-Beucarnea recurvata (1)
0-Bidens pilosa (1)
0-Biscutella auriculata (1)
0-Biscutella dufoirii (1)
0-Biscutella laevigata (1)
0-Biscutella stenophylla (1)
0-Bismarckia nobilis (1)
0-Bituminaria bituminosa (1)
0-Blackstonia imperfoliata (1)
0-Blackstonia grandiflora (1)
0-Bombycilaena discolor (1)
0-Borago officinalis (1)
0-Bougainvillea glabra (1)
0-Brachychiton acerifolius (1)
0-Brachychiton discolor (1)
0-Brachychiton populneus (1)
0-Brachychiton rupestris (1)
0-Brachypodium phoenicoides (1)
0-Brachypodium retusum (1)
0-Brahea armata (1)

0-Brahea edulis (1)
0-Brassica fruticulosa (1)
0-Brassica napus (1)
0-Brassica tournefortii (1)
0-Bromus diandrus (1)
0-Bromus hordeaceus (1)
0-Bromus madritensis (1)
0-Bromus rubens (1)
0-Bromus squarrosus (1)
0-Bromus sterilis (1)
0-Bromus tectorum (1)
0-Bromus unioloides (1)
0-Broussonietia papyrifera (1)
0-Brugmansia arborea (1)
0-Bryonia dioica (1)
0-Buddleja davidii (1)
0-Bulbine frutescens (1)
0-Bupleurum baldense (1)
0-Bupleurum frutescens (1)
0-Bupleurum fruticosum (1)
0-Bupleurum rigidum (1)
0-Cachrys sicula (1)
0-Caesalpinia gilliesii (1)
0-Caesalpinia spinosa (1)
0-Cakile maritima (1)
0-Calamintha nepeta (1)
0-Calendula arvensis (1)
0-Calendula officinalis (1)
0-Callistemon citrinus (1)
0-Callistemon laevis (1)
0-Calystegia sepium (1)

0-Calystegia soldanella (1)
0-Camelina microcarpa (1)
0-Campanula erinus (1)
0-Campanula hispanica (1)
0-Campanula rapunculus (1)
0-Campanula semisecta (1)
0-Campsis x tagliabuana (1)
0-Canna indica (1)
0-Cannabis sativa (1)
0-Capparis spinosa sp. rupestris (1)
0-Capsella bursa-pastoris (1)
0-Capsicus annuus (1)
0-Cardamine hirsuta (1)
0-Carduncellus monspelliensum (1)
0-Carduus assoi (1)
0-Carduus bourgeanus (1)
0-Carduus nigrescens (1)
0-Carduus pyncephalus (1)
0-Carduus tenuiflorus (1)
0-Carduus valentinus (1)
0-Carex flacca (1)
0-Carex halleriana (1)
0-carex mairii (1)
0-Carex panicea (1)
0-Carex pendula (1)
0-Carex riparia (1)
0-Carex vulpina (1)
0-Carissa macrocarpa (1)
0-Carpobrotus acinaciformis (1)
0-Carpobrotus edulis (1)
0-Carrichtera annua (1)

0-Carthamus arborescens (1)
0-Carthamus lanatus (1)
0-Cassia artemisioides (1)
0-Cassia corymbosa (1)
0-Cassia didymobotrya (1)
0-Castanea sativa (1)
0-Casuarina cunninghamiana (1)
0-Catalpa bignonioides (1)
0-Catananche caerulea (1)
0-Catharanthus roseus (1)
0-Caucalis platycarpus (1)
0-Ceanothus thyrsiflorus (1)
0-Ceanothus thyrsiflorus v. repens (1)
0-Cedrus atlantica (1)
0-Cedrus deodara (1)
0-Ceiba insignis (1)
0-Ceiba speciosa (1)
0-Celtis australis (1)
0-Centaurea aspera (1)
0-Centaurea aspera s. estenphylla (1)
0-Centaurea calcitrapa (1)
0-Centaurea collina (1)
0-Centaurea lingulata (1)
0-Centaurea melitensis (1)
0-Centaurea ornata (1)
0-Centaurea pullata (1)
0-Centaurea rouyi (1)
0-Centaurea seridis (1)
0-Centaurea spachii (1)
0-Centaurium pulchellum (1)
0-Centaurium quadrifolium (1)

0-Centaurium spicatum (1)
0-Centaurium tenuiflorum (1)
0-Centranthus calcitrapae (1)
0-Centranthus ruber (1)
0-Cephalanthera damasonium (1)
0-Cerastium brachypetalum (1)
0-Cerastium glomeratum (1)
0-Cerastium gracile (1)
0-Ceratonia siliqua (1)
0-Cercis siliquastrum (1)
0-Cereus uruguayanus (1)
0-Cerintho gymnandra (1)
0-Cestrum nocturnum (1)
0-Ceterach officinarum (1)
0-Chaenorrhinum organifolium (1)
0-Chaenorrhinum serpyllifolium (1)
0-Chamaerops humilis (1)
0-Cheirolophus intybaceus (1)
0-Chelidonium majus (1)
0-Chenopodium album (1)
0-Chenopodium ambrosioides (1)
0-Chenopodium glaucum (1)
0-Chenopodium murale (1)
0-Chenopodium opulifolium (1)
0-Chenopodium vulvaria (1)
0-Chondrilla juncea (1)
0-Chrozophora tinctoria (1)
0-Chrysanthemum coronarium (1)
0-Chrysanthemum corymbosum (1)
0-Chrysanthemum parthenium (1)
0-Cichorium yntibus (1)

0-Cirsium arvense (1)
0-Cirsium echinatum (1)
0-Cirsium eriophorum (1)
0-Cirsium monspessulanum (1)
0-Cirsium odontolepsis (1)
0-Cirsium vulgare (1)
0-Cistanche phelypaea (1)
0-Cistus albidus (1)
0-Cistus clusii (1)
0-Cistus salviifolius (1)
0-Cistus x purpureus (1)
0-Citrus aurantium (1)
0-Citrus limon (1)
0-Citrus sinensis (1)
0-Clematis flammula (1)
0-Clivia nobilis (1)
0-Clypeola jonthlaspi (1)
0-Coccotrinax crinita (1)
0-Colutea brevislata (1)
0-Conopodium ramosum (1)
0-Conopodium thalictrifolium (1)
0-Conringia orientalis (1)
0-Convolvulus althaeoides (1)
0-Convolvulus arvensis (1)
0-Convolvulus lanuginosus (1)
0-Convolvulus lineatus (1)
0-Convolvulus valentinus (1)
0-Conyza bonariensis (1)
0-Conyza canadensis (1)
0-Conyza sumatrensis (1)
0-Cordyline australis (1)

0-Coreopsis grandiflora (1)
0-Coreopsis lanceolata (1)
0-Coris monspeliensis (1)
0-Coris monspeliensis s. syrtica (1)
0-Cornus sanguinea (1)
0-Coronilla glauca (1)
0-Coronilla juncea (1)
0-Coronilla lotoides (1)
0-Coronilla minima (1)
0-Coronilla scorpioides (1)
0-Coronopus didymus (1)
0-Cortaderia selloana (1)
0-Corylus avellana (1)
0-Cotoneaster lacteus (1)
0-Crassula ovata (1)
0-Crataegus azarolus (1)
0-Crataegus monogyna (1)
0-Crepis albida (1)
0-Crepis capillaris (1)
0-Crepis pulchra (1)
0-Crepis sancta (1)
0-Crinum x powellii (1)
0-Crithmum maritimum (1)
0-Crocus salzmännii (1)
0-Crocus sativus (1)
0-Croscornia x crocosmiiflora (1)
0-Crucianella maritima (1)
0-Crupina crupinastrum (1)
0-Cucurbita pepo (1)
0-Cupressus arizonica (1)
0-Cupressus macrocarpa (1)

	0-Cupressus sempervirens (1)
	0-Cuscuta approximata (1)
	0-Cuscuta epithymum (1)
	0-Cycas circinalis (1)
	0-Cycas revoluta (1)
	0-Cyclamen persicum (1)
	0-Cydonia oblonga (1)
	0-Cylindropuntia rosea (1)
	0-Cynanchum acutum (1)
	0-Cynara cardunculus (1)
	0-Cynara scolymus (1)
	0-Cynodon dactylon (1)
	0-Cynoglossum cheirifolium (1)
	0-Cynoglossum creticum (1)
	0-Cynomorium coccineum (1)
	0-Cynosurus echinatus (1)
	0-Cyperus alternifolius (1)
	0-Cyperus capitatus (1)
	0-Cyperus longus (1)
	0-Cyperus papyrus (1)
	0-Cyperus rotundus (1)
	0-Cytinus hypocistis (1)
	0-Dactylis glomerata (1)
	0-Daphne gnidium (1)
	0-Datura innoxia (1)
	0-Datura stramonium (1)
	0-Daucus carota s. hispanicus (1)
	0-Daucus carota s. silvestris (1)
	0-Daylirion glaucophyllum (1)
	0-Delphinium gracile (1)
	0-Delphinium halteratum (1)

0-Delphinium peregrinum (1)
0-Descurainia sophia (1)
0-Desmazeria rigida (1)
0-Dianthus broteri (1)
0-Dianthus pungens sp. brachyanthus (1)
0-Dichanthium ischaenum (1)
0-Dictamnus hispanicus (1)
0-Digitalis obscura (1)
0-Dimorphoteca eklonis (1)
0-Diospyros kaki (1)
0-Diospyros lotus (1)
0-Dipcadi serotinum (1)
0-Diplotaxis eruroides (1)
0-Diplotaxis harra s. lagascana (1)
0-Diplotaxis ibicensis (1)
0-Diplotaxis ilorcitana (1)
0-Dipsacus fullonum (1)
0-Disphyma crassifolium (1)
0-Dodonaena viscosa (1)
0-Dombeya walichii (1)
0-Dorycnium hirsutum (1)
0-Dorycnium pentaphyllum (1)
0-Dorycnium rectum (1)
0-Dracaena draco (1)
0-Dracena indivisa "rubra" (1)
0-Drosanthemum floribundum (1)
0-Duranta erecta (1)
0-Ecballium elaterum (1)
0-Echinaria capitata (1)
0-Echinocactus grusonii (1)
0-Echinochloa colona (1)

0-Echinochloa crus-galli (1)
0-Echinochloa oryzicola (1)
0-Echinops ritro (1)
0-Echium asperrimum (1)
0-Echium candicans (1)
0-Echium creticum sp. coyncianum (1)
0-Echium parviflorum (1)
0-Echium vulgare (1)
0-Eclipta prostrata (1)
0-Elaeoselinum asclepium (1)
0-Elaeoselinum foetidum (1)
0-Eleagnus angustifolia (1)
0-Eleagnus pungens (1)
0-Eleusine indica (1)
0-Elymus farctus (1)
0-Emex spinosa (1)
0-Ephedra fragilis (1)
0-Epilobium hirsutum (1)
0-Epilobium parviflorum (1)
0-Epilobium tetragonum (1)
0-Epipactis kleinii (1)
0-Equisetum arvense (1)
0-Equisetum ramosissimum (1)
0-Equisetum telmateia (1)
0-Eragrostis barrelieri (1)
0-Erica multiflora (1)
0-Erica terminalis (1)
0-Erigeron acer (1)
0-Erigeron karvinskianus (1)
0-Erinacea anthyllis (1)
0-Eriobotrya japonica (1)

	0-Eriocephalus africanus (1)
	0-Erodium chium (1)
	0-Erodium ciconium (1)
	0-Erodium cicutarium (1)
	0-Erodium laciniatum (1)
	0-Erodium malacoides (1)
	0-Erodium pulverulentum (1)
	0-Erodium saxatile (1)
	0-Erophila verna (1)
	0-Eruca vesicaria (1)
	0-Erucastrum nasturtiifolium (1)
	0-Eryngium campestre (1)
	0-Eryngium ilicifolium (1)
	0-Eryngium maritimum (1)
	0-Erysimum gomezcampoi (1)
	0-Erythrina crista-galli (1)
	0-Erythrina lysistemon (1)
	0-Escallonia rubra (1)
	0-Eucalyptus camaldulensis (1)
	0-Eucalyptus globulus (1)
	0-Eucalyptus gomphocephala (1)
	0-Eupatorium cannabinum (1)
	0-Euphorbia arvalis s. longistila (1)
	0-Euphorbia candelabrum (1)
	0-Euphorbia characias (1)
	0-Euphorbia exigua (1)
	0-Euphorbia falcata (1)
	0-Euphorbia flavicoma (1)
	0-Euphorbia helioscopia (1)
	0-Euphorbia hirsuta (1)
	0-Euphorbia isatidifolia (1)

0-Euphorbia lagascae (1)
0-Euphorbia milii v. splendens (1)
0-Euphorbia minuta (1)
0-Euphorbia nicaeensis (1)
0-Euphorbia nutans (1)
0-Euphorbia paralias (1)
0-Euphorbia peplus (1)
0-Euphorbia prostrata (1)
0-Euphorbia pulcherrima (1)
0-Euphorbia segetalis (1)
0-Euphorbia serrata (1)
0-Euphorbia squamigera (1)
0-Euphorbia terracina (1)
0-Euphorbia tirucalli (1)
0-Euphorbia trigona (1)
0-Euryops pectinatus (1)
0-Evonymus japonicus (1)
0-Fagonia cretica (1)
0-Fallopia convolvulus (1)
0-Farfugium japonicum (1)
0-Felicia amelloides (1)
0-Ferocactus towsendianus (1)
0-Ferula communis (1)
0-Festuca arundinacea (1)
0-Festuca glauca (1)
0-Ficus australis (1)
0-Ficus benamina (1)
0-Ficus binnendijkii (1)
0-Ficus carica (1)
0-Ficus cyathistipula (1)
0-Ficus drupacea (1)

0-Ficus elastica (1)
0-Ficus lyrata (1)
0-Ficus macrophylla (1)
0-Ficus microcarpa (1)
0-Ficus religiosa (1)
0-Ficus rubiginosa (1)
0-Filago congesta (1)
0-Filago fucescens (1)
0-Filago pyramidata (1)
0-Filipendula vulgaris (1)
0-Firmiana simplex (1)
0-Foeniculum vulgare (1)
0-Frankenia corymbosa (1)
0-Frankenia mpulverulenta (1)
0-Fraxinus angustifolia (1)
0-Fraxinus ornus (1)
0-Freesia refracta (1)
0-Freesia x hybrida (1)
0-Fritillaria hispanica (1)
0-Fumana ericifolia (1)
0-Fumana ericoides (1)
0-Fumana procumbens (1)
0-Fumana scoparia (1)
0-Fumana thymifolia (1)
0-Fumaria agraria (1)
0-Fumaria capreolata (1)
0-Fumaria densiflora (1)
0-Fumaria officinalis (1)
0-Fumaria parviflora (1)
0-Furcraea selloa (1)
0-Gagea durieui (1)

0-Gagea wilczekii (1)
0-Gaillardia aristata (1)
0-Galactites duriaei (1)
0-Galactites tomentosa (1)
0-Galium aparine (1)
0-Galium frutescens (1)
0-Galium lucidum (1)
0-Galium palustre (1)
0-Galium parisiense (1)
0-Galium spurium (1)
0-Galium valentinum (1)
0-Galium verrucosum (1)
0-Galium verum (1)
0-Gasteria verrucosa (1)
0-Gaura lindheimeri (1)
0-Gazania nivea (1)
0-Gazania splendens (1)
0-Genista longipes s. longipes (1)
0-Genista patens (1)
0-Genista scorpius (1)
0-Genista valentina (1)
0-Geranium dissectum (1)
0-Geranium lucidum (1)
0-Geranium molle (1)
0-Geranium purpureum (1)
0-Geranium pusillum (1)
0-Geranium robertianum (1)
0-Geranium rotundifolium (1)
0-Gladiolus illyricus (1)
0-Glaucium corniculatum (1)
0-Glaucium flavum (1)

0-Gleditsia triacanthos (1)
0-Globularia alypum (1)
0-Globularia vulgaris (1)
0-Glycyrrhiza glabra (1)
0-Gnaphalium luteo-album (1)
0-Grevillea juniperina (1)
0-Grevillea robusta (1)
0-Guillonea scabra (1)
0-Gypsophila pilosa (1)
0-Halimione portulacoides (1)
0-Halocnemum strobiliaceum (1)
0-Halogeton sativus (1)
0-Hammada articulata (1)
0-Haplophyllum linifolium s. linifolium (1)
0-Haplophyllum linifolium s. rosmarinifolium (1)
0-Hebe x franciscana (1)
0-Hedera helix (1)
0-Hedysarum boveanum (1)
0-Helianthemum apenninum (1)
0-Helianthemum caput-felis (1)
0-Helianthemum hirtum (1)
0-Helianthemum lavandulifolium (1)
0-Helianthemum organifolium (1)
0-Helianthemum squamatum (1)
0-Helianthemum violaceum (1)
0-Helianthus annuus (1)
0-Helianthus tuberosus (1)
0-Helichrysum decumbens (1)
0-Helichrysum italicum subsp.serotinum (1)
0-Helichrysum stoechas (1)
0-Helictotrichon filifolium (1)

0-Heliotropium curassavicum (1)
0-Heliotropium europaeum (1)
0-Hemerocallis fulva (1)
0-Herniaria cinerea (1)
0-Hesperis laciniata (1)
0-Hibiscus mutabilis (1)
0-Hibiscus rosa-sinensis (1)
0-Hibiscus syriacus (1)
0-Hieracium pseudopilosella (1)
0-Hippocrepis ciliata (1)
0-Hippocrepis frutescens (1)
0-Hippocrepis valentina (1)
0-Hirschfeldia incana (1)
0-Holcus lanatus (1)
0-Holosteum umbellatum (1)
0-Hordeum marinum (1)
0-Hordeum murinum (1)
0-Hordeum vulgare (1)
0-Hornungia petrea (1)
0-Howea belmoreana (1)
0-Humulus lupulus (1)
0-Hyacinthus orientalis (1)
0-Hylotelephium telephium (1)
0-Hymenolobus procumbens (1)
0-Hyosciamus niger (1)
0-Hyoscyamus albus (1)
0-Hyparrhenia hirta (1)
0-Hyparrhenia sinaica (1)
0-Hypecoum imberbe (1)
0-Hypericum ericoides (1)
0-Hypericum perforatum (1)

0-Hypericum tetrapterum (1)
0-Hypericum tomentosum (1)
0-Hypochoeris radicata (1)
0-Iberis carnosa s. hegelmaieri (1)
0-Iberis saxatilis s saxatilis (1)
0-Inula conyza (1)
0-Inula crithmoides (1)
0-Inula montana (1)
0-Inula viscosa (1)
0-Ipomoea purpurea (1)
0-Iris germanica (1)
0-Iris lutescens (1)
0-Iris pseudacorus (1)
0-Iris sisyrinchium (1)
0-Iris wellmotiana alba (1)
0-Jacaranda mimosifolia (1)
0-Jasione foliosa (1)
0-Jasminum nudiflorum (1)
0-Jasminum officinale (1)
0-Jasonia tuberosa (1)
0-Juglans nigra (1)
0-Juglans regia (1)
0-Juncus acutus (1)
0-Juncus articulatus (1)
0-Juncus inflexus (1)
0-Juncus subnodulosus (1)
0-Juncus subulatus (1)
0-Juniperus chinensis (1)
0-Juniperus oxycedrus (1)
0-Juniperus oxycedrus s. macrocarpa (1)
0-Juniperus phoenicea (1)

0-Jurinea humilis (1)
0-Justicia adhatoda (1)
0-Kalanchoe beharensis (1)
0-Kalanchoe daigremontiana (1)
0-Kalanchoe fedtschenkoi (1)
0-Kalanchoe longiflora v. coccinea (1)
0-Kanutia subscaposa (1)
0-Kikcsia lanigera (1)
0-Kikcsia spuria (1)
0-Kleinia neriifolia (1)
0-Knautia arvensis (1)
0-Kniphofia uvaria (1)
0-Kochia scoparia (1)
0-Koeleria vallesiana (1)
0-Koelreuteria paniculata (1)
0-Kundmannia sicula (1)
0-Lactuca perennis (1)
0-Lactuca serriola (1)
0-Lactuca virosa (1)
0-Lagunaria patersonii (1)
0-Lagurus ovatus (1)
0-Lamarckia aurea (1)
0-Lamium amplexicaule (1)
0-Lampranthus aureus (1)
0-Lampranthus spectabilis (1)
0-Lantana camara (1)
0-Lantana sellowiana (1)
0-Lapiedra martinezii (1)
0-Lathyrus annuus (1)
0-Lathyrus aphaca (1)
0-Lathyrus cicera (1)

0-Lathyrus pulcher (1)
0-Launaea arborescens (1)
0-Launaea fragilis (1)
0-Laurus nobilis (1)
0-Lavandula angustifolia (1)
0-Lavandula dentata (1)
0-Lavandula latifolia (1)
0-Lavandula multifida (1)
0-Lavandula stoechas subsp. stoechas (1)
0-Lavatera arborea (1)
0-Lavatera cretica (1)
0-Lavatera maritima (1)
0-Legousia hybrida (1)
0-Lens nigricans (1)
0-Leonotis leonorus (1)
0-Leontodon longirrostris (1)
0-Leontodon taraxacoides (1)
0-Lepidium draba (1)
0-Lepidium graminifolium (1)
0-Lepidium hirtum (1)
0-Leucaena leucocephala (1)
0-Leucanthemum gracillicaule (1)
0-Leucanthemum paludosum (1)
0-Leuzea conifera (1)
0-Ligustrum lucidum (1)
0-Ligustrum vulgare (1)
0-Lilium bulbiferum (1)
0-Lilium candidum (1)
0-Limodorum abortivum (1)
0-Limoniasstrum monopetalum (1)
0-Limonium angustebracteatum (1)

0-Limonium caesium (1)
0-Limonium cossonianum (1)
0-Limonium delicatulum (1)
0-Limonium echioides (1)
0-Limonium furfuraceum (1)
0-Limonium lobatum (1)
0-Limonium parvibracteatum (1)
0-Limonium santapolense (1)
0-Limonium sinuatum (1)
0-Linaria aeruginea (1)
0-Linaria cavanillesii (1)
0-Linaria cymbalaria (1)
0-Linaria depauperata s. depauperata (1)
0-Linaria hirta (1)
0-Linaria micrantha (1)
0-Linaria repens s. blanca (1)
0-Linaria simplex (1)
0-Linum bienne (1)
0-Linum narbonense (1)
0-Linum strictum (1)
0-Linum suffruticosum (1)
0-Lippia citrodora (1)
0-Lithospermum apulum (1)
0-Lithospermum fruticosum (1)
0-Lithospermum officinale (1)
0-Lithospermum purpureocaeruleum (1)
0-Lithospermum arvense (1)
0-Livistona chinensis (1)
0-Livistona decipiens (1)
0-Lobularia maritima (1)
0-Lolium rigidum (1)

0-Lonicera biflora (1)
0-Lonicera caprifolium (1)
0-Lonicera etrusca (1)
0-Lonicera implexa (1)
0-Lonicera peryclimenum (1)
0-Lotus corniculatus (1)
0-Lotus creticus (1)
0-Lotus edulis (1)
0-Lotus ornithopodioides (1)
0-Lunaria annua (1)
0-Lycium intricatum (1)
0-Lycopus europaeus (1)
0-Lygeum spartum (1)
0-Lysimachia ephemerum (1)
0-Lythrum junceum (1)
0-Lythrum salicaria (1)
0-Magnolia grandiflora (1)
0-Mahonia aquifolium (1)
0-Malcomia africana (1)
0-Malephora crocea (1)
0-Malva neglecta (1)
0-Malva parviflora (1)
0-Malva sylvestris (1)
0-Mammillaria elongata (1)
0-Mantisalca duriaei (1)
0-Mantisalca salmantica (1)
0-Marrubium alysson (1)
0-Marrubium supinum (1)
0-Marrubium vulgare (1)
0-Matricaria recutita (1)
0-Matthiola fruticulosa (1)

0-Matthiola incana (1)
0-Medicago arborea (1)
0-Medicago falcata (1)
0-Medicago littoralis (1)
0-Medicago lupulina (1)
0-Medicago marina (1)
0-Medicago minima (1)
0-Medicago orbicularis (1)
0-Medicago polymorpha (1)
0-Medicago sativa (1)
0-Medicago suffruticosa (1)
0-Medicago truncatula (1)
0-Melia azederach (1)
0-Melica ciliata (1)
0-Melica minuta (1)
0-Melissa officinalis (1)
0-Melilotus alba (1)
0-Melilotus indicus (1)
0-Melilotus officinalis (1)
0-Mentha piperita (1)
0-Mentha pulegium (1)
0-Mentha rotundifolia (1)
0-Mercurialis annua (1)
0-Mercurialis tomentosa (1)
0-Merendera montana (1)
0-Mesembryanthemum crystallinum (1)
0-Mesembryanthemum nodiflorum (1)
0-Metrosideros fulgens (1)
0-Metrosideros kermadensis (1)
0-Minuartia hybrida (1)
0-Mirabilis jalapa (1)

0-Miscanthus sinensis (1)
0-Misopates orontium (1)
0-Moricandia arvensis (1)
0-Morus alba (1)
0-Morus kagayamae (1)
0-Morus nigra (1)
0-Mosntera deliciosa (1)
0-Musa cavendishii (1)
0-Muscari atlanticum (1)
0-Muscari neglectum (1)
0-Myoporum parviflorum (1)
0-Myoporum tenuiflorum (1)
0-Myrtus communis (1)
0-Narcissus dubius (1)
0-Narcissus tazetta (1)
0-Nasturtium officinale (1)
0-Neodopsis decaryi (1)
0-Nepeta cataria (1)
0-Nepeta racemosa (1)
0-Nepeta tuberosa (1)
0-Nerium oleander (1)
0-Neslia paniculata (1)
0-Nicotiana glauca (1)
0-Nicotiana tabacum (1)
0-Nigella damascena (1)
0-Nonea echioides (1)
0-Nonea micrantha (1)
0-Nothoscordum gracile (1)
0-Nymphaea alba (1)
0-Ocimum basilicum (1)
0-Odontites recordoni (1)

0-Olea europaea (1)
0-Olea europaea v. sylvestris (1)
0-Onobrychis stenorrhiza (1)
0-Onobrychis viciifolia (1)
0-Ononis breviflora (1)
0-Ononis fruticosa (1)
0-Ononis minutissima (1)
0-Ononis natix (1)
0-Ononis ramosissima (1)
0-Ononis reclinata (1)
0-Ononis sicula (1)
0-Ononis spinosa (1)
0-Ononis viscosa (1)
0-Onopordum acanthium (1)
0-Onopordum acaulon (1)
0-Onopordum corymbosum (1)
0-Onopordum macracanthum (1)
0-Onopordum nervosum (1)
0-Ophrys bilunulata (1)
0-Ophrys dyris (1)
0-Ophrys fusca (1)
0-Ophrys lutea (1)
0-Ophrys scolopax (1)
0-Ophrys speculum (1)
0-Ophrys sphegodes (1)
0-Ophrys tenthredinifera (1)
0-Ophrys apifera (1)
0-Opuntia brasiliensis (1)
0-Opuntia dilenii (1)
0-Opuntia imbricata (1)
0-Opuntia linguiformis (1)

0-Opuntia maxima (1)
0-Opuntia microdasys (1)
0-Opuntia subulata (1)
0-Orchis collina (1)
0-Orchis longibracteata (1)
0-Origanum virens (1)
0-Ornithogalum narbonense (1)
0-Ornithogalum umbellatum (1)
0-Orobanchaceae amethystea (1)
0-Orobanchaceae caruophyllacea (1)
0-Orobanchaceae clausonis (1)
0-Orobanchaceae ictérica (1)
0-Orobanchaceae latisquama (1)
0-Orobanchaceae nana (1)
0-Orobanchaceae portuollicitana (1)
0-Orobanchaceae ramosa (1)
0-Osiris lanceolata (1)
0-Otanthus maritimus (1)
0-Oxalis articulata (1)
0-Oxalis corniculata (1)
0-Oxalis pes-capae (1)
0-Oxalis pes-capae v. pleniflora (1)
0-Pachycereus marginatus (1)
0-Pallenis spinosa (1)
0-Pancreatum maritimum (1)
0-Papaver argemone (1)
0-Papaver dubium (1)
0-Papaver hybridum (1)
0-Papaver rhoeas (1)
0-Papaver somniferum (1)
0-Parietaria judaica (1)

	0-Parkinsonia aculeata (1)
	0-Paronychia argentea (1)
	0-Paronychia capitata (1)
	0-Paronychia suffruticosa (1)
	0-Paspalum dilatatum (1)
	0-Passiflora caerulea (1)
	0-Pelargonium hortorum (1)
	0-Pelargonium graveolens (1)
	0-Pennisetum setaceum (1)
	0-Pennisetum villosum (1)
	0-Periploca laevigata sp. angustifolia (1)
	0-Perovskia atriplicifolia (1)
	0-Petrorhagia nanteuillii (1)
	0-Petroselinum crispum (1)
	0-Phagnalon rupestre (1)
	0-Phagnalon saxatile (1)
	0-Phagnalon sordidum (1)
	0-Phalaris canariensis (1)
	0-Phalaris minor (1)
	0-Philadelphus coronarius (1)
	0-Phleum phleoides (1)
	0-Phlomis fruticosa (1)
	0-Phlomis lychnitis (1)
	0-Phoenix canariensis (1)
	0-Phoenix dactylifera (1)
	0-Phoenix reclinata (1)
	0-Phoenix robelenii (1)
	0-Phoenix sylvestris (1)
	0-Phormium tenax (1)
	0-Photinia serratifolia (1)
	0-Phragmites australis (1)

0-Phyla nodiflora (1)
0-Phyllirea angustifolia (1)
0-Phyllostachys aurea (1)
0-Phytolaca dioica (1)
0-Picea abies (1)
0-Picnemon acarna (1)
0-Picris echioides (1)
0-Picris hispanica (1)
0-Pinus brutia (1)
0-Pinus canariensis (1)
0-Pinus halepensis (1)
0-Pinus nigra (1)
0-Pinus pinaster (1)
0-Pinus pinea (1)
0-Piptatherum miliaceum (1)
0-Pistacia lentiscus (1)
0-Pistacia terebinthus (1)
0-Pisum sativum (1)
0-Pittosporum tobira (1)
0-Plantago afra (1)
0-Plantago albicans (1)
0-Plantago coronopus (1)
0-Plantago crassifolia (1)
0-Plantago lagopus (1)
0-Plantago lanceolata (1)
0-Plantago major (1)
0-Platanus hybrida (1)
0-Platanus orientalis (1)
0-Platycapnos spicata (1)
0-Plumbago auriculata (1)
0-Poa bulbosa (1)

0-Poa pratensis (1)
0-Podospermum laciniatum (1)
0-Podranea ricasoliana (1)
0-Polycarpon tetraphyllum (1)
0-Polycarpon tetraphyllum sp. tetraphyllum (1)
0-Polygala myrtifolia (1)
0-Polygala rupestris (1)
0-Polygonum capitatum (1)
0-Polygonum equisetiforme (1)
0-Polygonum maritimum (1)
0-Polygonum persicaria (1)
0-Polygonum romanum (1)
0-Polypodium cambricum (1)
0-Polypogon monspeliensis (1)
0-Populus alba (1)
0-Populus canescens (1)
0-Populus deltoides (1)
0-Populus nigra (1)
0-Populus simonii (1)
0-Portulaca grandiflora (1)
0-Portulaca oleracea (1)
0-Portulacaria afra (1)
0-Potamogeton nodosus (1)
0-Potentilla reptans (1)
0-Prunella laciniata (1)
0-Prunus armeniaca (1)
0-Prunus avium (1)
0-Prunus domestica (1)
0-Prunus dulcis (1)
0-Prunus insititia (1)
0-Prunus lauroceasus (1)

0-Prunus mahaleb (1)
0-Prunus persica (1)
0-Prunus prostrata (1)
0-Prunus serrulata (1)
0-Prunus spinosa (1)
0-Pseudorlaya pumila (1)
0-Pulicaria dysenterica (1)
0-Punica granatum (1)
0-Pyracantha coccinea (1)
0-Pyrus communis (1)
0-Pyrus malus (1)
0-Quercus coccifera (1)
0-Quercus faginea (1)
0-Quercus robur (1)
0-Quercus rotundifolia (1)
0-Quercus suber (1)
0-Ranunculus arvensis (1)
0-Ranunculus bulbosus (1)
0-Ranunculus gramineus (1)
0-Ranunculus muricatus (1)
0-Ranunculus trichophyllus (1)
0-Ranunculus trilobus (1)
0-Raphanus sativus (1)
0-Raphis excelsa (1)
0-Rapistrum rugosum (1)
0-Reichardia intermedia (1)
0-Reichardia tingitana (1)
0-Reseda alba subsp. alba (1)
0-Reseda barrelieri (1)
0-Reseda lutea (1)
0-Reseda lutea s. lutea (1)

0-Reseda luteola (1)
0-Reseda phyteuma (1)
0-Reseda undata s. leucantha (1)
0-Reseda valentina (1)
0-Retama monosperma (1)
0-Retama sphaerocarpa (1)
0-Rhagadiolus stellatus (1)
0-Rhamnus alaternus (1)
0-Rhamnus lycioides (1)
0-Rhodalsine geniculata (1)
0-Ricinus communis (1)
0-Robinia pseudo-acacia (1)
0-Roemeria hybrida (1)
0-Rosa canina (1)
0-Rosa pouzinii (1)
0-Rosmarinus officinalis (1)
0-Rosmarinus officinalis s. prostratus (1)
0-Rostraria cristata (1)
0-Roystonea regia (1)
0-Rubia peregrina (1)
0-Rubus ulmifolius (1)
0-Rumex conglomeratus (1)
0-Rumex crispus (1)
0-Rumex intermedius (1)
0-Rumex pulcher (1)
0-Rumex sanguineus (1)
0-Ruscus aculeatus (1)
0-Ruscus hypophyllus (1)
0-Russelia equisetiformis (1)
0-Ruta angustifolia (1)
0-Ruta graveolens (1)

0-Ruta montana (1)
0-Sabal palmetto (1)
0-Sabal umbraculifera (1)
0-Sagina apetala (1)
0-Salicornia ramosissima (1)
0-Salix atrocinera (1)
0-Salix babylonica (1)
0-Salix eleagnos (1)
0-Salix fragilis (1)
0-Salix purpurea (1)
0-Salsola genistoides (1)
0-Salsola kali (1)
0-Salsola oppositifolia (1)
0-Salsola vermiculata (1)
0-Salvia blancoana s. mariolensis (1)
0-Salvia microphylla (1)
0-Salvia officinalis (1)
0-Salvia procurrens (1)
0-Salvia sclarea (1)
0-Salvia verbenaca (1)
0-Sambucus ebulus (1)
0-Sambucus nigra (1)
0-Samolus valerandi (1)
0-Sanguisorba minor (1)
0-Sanguisorba rupicola (1)
0-Sanguisorba verrucosa (1)
0-Sansevieria trifasciata (1)
0-Santolina chamaecyparissus (1)
0-Saponaria ocymoides (1)
0-Sarcocapnos enneaphylla (1)
0-Sarcocornia fruticosa (1)

	0-Satureja fruticosa (1)	
	0-Satureja obovata (1)	
	0-Saxifraga corsica s. cossoniana (1)	
	0-Saxifraga tridactyles (1)	
	0-Scabiosa leucantha (1)	
	0-Scabiosa maritima (1)	
	0-Scabiosa simplex (1)	
	0-Scabiosa stellata (1)	
	0-Scandix pecten-veneris (1)	
	0-Schefflera actinophylla (1)	
	0-Schefflera arboricola (1)	
	0-Schinus molle (1)	
	0-Schinus terebinthifolius (1)	
	0-Schoenus nigricans (1)	
	0-Scirpus lacustris (1)	
	0-Scirpus vulgaris (1)	
	0-Scolymus hispanicus (1)	
	0-Scolymus maculatus (1)	
	0-Scorpiurus muricatus (1)	
	0-Scorpiurus sulcatus (1)	
	0-Scorzonera graminifolia (1)	
	0-Scorzonera hispanica (1)	
	0-Scorzonera laciniata (1)	
	0-Scrophularia auriculata (1)	
	0-Scrophularia tanacetifolia (1)	
	0-Sedum acre (1)	
	0-Sedum album (1)	
	0-Sedum dasyphyllum subsp. glandulifera (1)	
	0-Sedum palmeri (1)	
	0-Sedum sediforme (1)	
	0-Senecio angulatus (1)	

0-Senecio auricula (1)
0-Senecio cineraria (1)
0-Senecio doria (1)
0-Senecio gallicus (1)
0-Senecio malacitanus (1)
0-Senecio petasitis (1)
0-Senecio squalidus (1)
0-Senecio vulgaris (1)
0-Senna multiglandulosa (1)
0-Serratula flavescent s. leucantha (1)
0-Serratula pinnatifida (1)
0-Setaria adhaerens (1)
0-Setaria verticillata (1)
0-Setaria viridis (1)
0-Sherardia arvensis (1)
0-Sideritis angustifolia (1)
0-Sideritis hirsuta (1)
0-Sideritis incana (1)
0-Sideritis incana s. incana (1)
0-Sideritis leucantha s. leucantha (1)
0-Sideritis montana s. ebracteata (1)
0-Sideritis romana (1)
0-Silene colorata (1)
0-Silene conica (1)
0-Silene hifacensis (1)
0-Silene latifolia (1)
0-Silene mellifera (1)
0-Silene nocturna (1)
0-Silene ramosissima (1)
0-Silene rubella (1)
0-Silene sclerocarpa (1)

0-Silene secundiflora (1)
0-Silene vulgaris (1)
0-Silybum marianum (1)
0-Sinapis alba (1)
0-Sinapis alba s. mairei (1)
0-Sinapis arvensis (1)
0-Sisymbrium irio (1)
0-Sisymbrium officinale (1)
0-Sisymbrium orientale (1)
0-Sisymbrium runcinatum (1)
0-Smilax aspera (1)
0-Smyrnium olusatrum (1)
0-Solandra maxima (1)
0-Solanum alatum (1)
0-Solanum bonariense (1)
0-Solanum dulcamara (1)
0-Solanum lycopersiolum (1)
0-Solanum melongena (1)
0-Solanum nigrum (1)
0-Solanum rantonetii (1)
0-Solanum tuberosum (1)
0-Sonchus asper (1)
0-Sonchus maritimus (1)
0-Sonchus oleraceus (1)
0-Sonchus tenerrimus (1)
0-Sophora japonica (1)
0-Sorbus domestica (1)
0-Sorghum halepense (1)
0-Sparganium erectum (1)
0-Spartium junceum (1)
0-Spathiphyllum wallisii (1)

0-Spergularia marina (1)
0-Spergularia rubra (1)
0-Spiraea crenata (1)
0-Sporolobus pungens (1)
0-Stachys heraclea (1)
0-Stachys lanata (1)
0-Stachys ocymastrum (1)
0-Stahelina dubia (1)
0-Stellaria media (1)
0-Stenbergia lutea (1)
0-Stipa capensis (1)
0-Stipa offneri (1)
0-Stipa parviflora (1)
0-Stipa pennata (1)
0-Stipa tenacissima (1)
0-Stipa tenuissima (1)
0-Strelitzia nicolai (1)
0-Strelitzia reginae (1)
0-Suaeda spicata (1)
0-Suaeda vera (1)
0-Succowia balearica (1)
0-Syagrus romanzzofiana (1)
0-Symphoricarpus albus (1)
0-Symphytum tuberosum (1)
0-Syringa vulgaris (1)
0-Tamarix africana (1)
0-Tamarix boveana (1)
0-Tamarix canariensis (1)
0-Tamarix gallica (1)
0-Tamarix parviflora (1)
0-Tanacetum vulgare (1)

0-Taraxacum obovatum (1)
0-Taraxacum vulgare (1)
0-Taxus baccata (1)
0-Tecoma capensis (1)
0-Tecoma stans (1)
0-Tetraclinis articulata (1)
0-Teucrium buxifolium 2 SILVESTRES
BANYERES (1)
0-Teucrium capitatum (1)
0-Teucrium capitatum s. gracillimum (1)
0-Teucrium carolipau (1)
0-Teucrium chamaedrys (1)
0-Teucrium dunense (1)
0-Teucrium expassum (1)
0-Teucrium fruticans (1)
0-Teucrium gnaphalodes (1)
0-Teucrium homotrichum (1)
0-Teucrium marum (1)
0-Teucrium murcicum (1)
0-teucrium pseudochamaepitys (1)
0-Teucrium rivasis (1)
0-Teucrium ronnigeri (1)
0-Thalictrum speciosissimum (1)
0-Thalictrum tuberosum (1)
0-Thapsia villosa (1)
0-Thesium humifusum (1)
0-Thevetia peruviana (1)
0-Thlaspi perfoliatum (1)
0-Thuja occidentalis (1)
0-Thymbra capitata (1)
0-Thymelaea argentata (1)
0-Thymelaea hirsuta (1)

0-Thymelaea pubescens (1)
0-Thymelaea tinctoria (1)
0-Thymus hyemalis (1)
0-Thymus moroderi (1)
0-Thymus piperella (1)
0-Thymus vulgaris (1)
0-Thymus vulgaris s. aestivus (1)
0-Thymus zygis s. gracilis (1)
0-Tilia cordata (1)
0-Tilia platyphyllos (1)
0-Tipuana tipu (1)
0-Torilis arvensis (1)
0-Torilis arvensis s. purpurea (1)
0-Torilis nodosa (1)
0-Trachelium caeruleum (1)
0-Trachycarpus fortunei (1)
0-Tragopogon porrifolius (1)
0-Tragopogon pratensis (1)
0-Tribulus terrestris (1)
0-Trifolium angustifolium (1)
0-Trifolium campestre (1)
0-Trifolium fragiferum (1)
0-Trifolium pratense (1)
0-Trifolium repens (1)
0-Trifolium scabrum (1)
0-Trifolium stellatum (1)
0-Triticum vulgaris (1)
0-Tropaeolum majus (1)
0-Tulbaghia violacea (1)
0-Tulipa sylvestris (1)
0-Turgenia latifolia (1)

0-Typha latifolia (1)
0-Ulex parviflorus (1)
0-Ulmus campestris (1)
0-Ulmus pumila (1)
0-Umbilicus gaditanus (1)
0-Umbilicus rupestris (1)
0-Urospermum dalechampii (1)
0-Urospermum picroides (1)
0-Urtica dioica (1)
0-Urtica membranacea (1)
0-Urtica pilulifera (1)
0-Urtica urens (1)
0-Vaccaria hispanica (1)
0-Valantia hispida (1)
0-Valantia muralis (1)
0-Valerianella discoidea (1)
0-Verbascum blattaria (1)
0-Verbascum rotundifolium (1)
0-Verbascum sinuatum (1)
0-Verbascum thapsus (1)
0-Verbena bonariensis (1)
0-Verbena officinalis (1)
0-Veronica anagallis-aquatica (1)
0-Veronica arvensis (1)
0-Veronica beccabunga (1)
0-Veronica hederifolia (1)
0-Veronica persica (1)
0-Viburnum lucidum (1)
0-Viburnum tinus (1)
0-Vicia angustifolia (1)
0-Vicia cracca (1)

0-Vicia ervilia (1)
0-Vicia faba (1)
0-Vicia hybrida (1)
0-Vicia monantha (1)
0-Vicia onobrychoides (1)
0-Vicia peregrina (1)
0-Vicia pseudocracca (1)
0-Vicia sativa (1)
0-Vicia tenuifolia (1)
0-Vinca difformis (1)
0-Vinca major (1)
0-Viola arborescens (1)
0-Viola arvensis (1)
0-Viola odorata (1)
0-Viola sylvestris (1)
0-Viola tricolor (1)
0-Vitex agnus-castus (1)
0-Vitis vinifera (1)
0-Washingtonia filifera (1)
0-Washingtonia robusta (1)
0-Westringia fruticosa (1)
0-Whitania frutescens (1)
0-Whitania somnifera (1)
0-Wigandia urens s. caracasana (1)
0-Xanthium spinosum (1)
0-Xanthium strumarium (1)
0-Xeranthemum inapertum (1)
0-Yucca aloifolia (1)
0-Yucca elephantipes (1)
0-Zannichella palustris (1)
0-Zantedeschia aethiopica (1)

0-Zea mays (1)
0-Ziziphus jujuba (1)
0-Zygophyllum fabago (1)
1 BIBLIOGRAFÍA (1)
1 ÍNDICE (1)
1 VOCABULARIO (1)
2 SILVESTRES ALICANTE (245)
2 SILVESTRES ALICANTE Y BANYERES (193)
2 SILVESTRES BANYERES (584)
3 ACUÁTICAS (9)
3 ARENALES MARÍTIMOS (51)
3 BOSQUE DE MONTAÑA (36)
3 BOSQUE DE RIBERA (47)
3 MATORRALES SECOS (90)
3 MATORRALES Y PASTIZALES (203)
3 ROCAS Y PEDREGALES (95)
3 SALADARES (37)
3 ZONA COSTERA (67)
3 ZONA HÚMEDA AGUA DULCE (88)
3 ZONAS ALTERADAS (463)
4 AGRICULTURA (44)
4 ALIMENTACIÓN (384)
4 MEDICINAL (678)
4 TÓXICA (175)
5 ORNAMENTAL ALICANTE (279)
5 ORNAMENTAL ALICANTE Y BANYERES (79)
5 ORNAMENTAL BANYERES (62)
6 PLANTA INVASORA (45)
7 ÁRBOL (150)
7 ARBUSTO (183)

7 HELECHO (4)
7 HIERBA (853)
7 LIANA (29)
7 MATA (69)
7 PLANTA CRASA (52)
7 PLANTA PARÁSITA (13)
8 .S. SOLANA (1)
8 S. FONTANELLA (2)
8 S. SOLANA (5)
8 S.FONTANELLA (7)
8 S.ONIL (3)
8 S.SOLANA (7)
8 SIERRA DE ONIL (65)
8 SIERRA LA FONTANELLA (227)
8 SIERRA LA SOLANA (273)
8 SIERRA MARIOLA (790)
9 HERBARIO DE BANYERES (51)
Acantáceas (2)
Aceráceas (2)
Adiantáceas (1)
Agaváceas (16)
Agave sisalana (1)
Aizoáceas (12)
Amarantáceas (7)
Amarilidáceas (7)
Anacardiáceas (4)
Apocináceas (8)
Aráceas (5)
Araliáceas (3)
Araucariáceas (2)
Aristolochiáceas (2)

Asclepiadáceas (1)
Aspleniáceas (3)
Berberidáceas (2)
Betuláceas (1)
Bignoniáceas (6)
Boragináceas (22)
Buddlejáceas (1)
Cactáceas (13)
Campanuláceas (7)
Cannabináceas (2)
Cannáceas (1)
Caparáceas (2)
Caprifoliáceas (11)
Cariofiláceas (38)
Casuarináceas (1)
Celastráceas (1)
Cicadáceas (2)
Cinomoriáceas (1)
Ciperáceas (15)
Cistáceas (16)
Compuestas (166)
Convolvuláceas (10)
Cornáceas (1)
Crasuláceas (14)
Crucíferas (60)
Cucurbitáceas (3)
Cupresáceas (9)
Dipsacáceas (7)
Ebenáceas (2)
Efedráceas (1)
Eleagnáceas (2)

Equisetáceas	(3)
Ericáceas	(3)
Escrofulariáceas	(31)
Esparganiáceas	(1)
Esterculiáceas	(6)
Estrelitciáceas	(2)
Euforbiáceas	(28)
Fagáceas	(6)
Frankeniáceas	(2)
Gencianáceas	(6)
Geraniáceas	(16)
Globulariáceas	(2)
Gramíneas	(75)
Hidrofilláceas	(1)
Hipericáceas	(4)
Hipocastanáceas	(1)
Iridáceas	(11)
Juglandáceas	(2)
Juncáceas	(5)
Labiadas	(72)
Lauráceas	(1)
Leguminosas	(111)
Liliáceas	(44)
Lináceas	(4)
Litráceas	(2)
Magnoliáceas	(1)
Malváceas	(15)
Meliáceas	(1)
Mirtáceas	(8)
Moráceas	(15)
Musáceas	(1)

Myoporáceas (2)
Nictagináceas (2)
Nimfeáceas (1)
Oenoteráceas (1)
Oleáceas (10)
Onágraceas (3)
Orobancáceas (9)
Orquidáceas (17)
Oxalidáceas (4)
Palmáceas (24)
Papaveráceas (17)
Pasionariáceas (1)
Phytolacáceas (1)
Pináceas (9)
Pitosporáceas (1)
Plantagináceas (7)
Platanáceas (2)
Plumbagináceas (13)
Poligaláceas (2)
Poligonáceas (12)
Polipodiáceas (1)
Portulacáceas (3)
Potamogetonáceas (1)
Primuláceas (7)
Proteáceas (2)
Punicáceas (1)
Quenopodiáceas (30)
Raflesiáceas (1)
Ramnáceas (5)
Ranunculáceas (16)
Resedáceas (8)

Rosáceas (32)
Rubiáceas (16)
Rutáceas (9)
Salicáceas (10)
Santaláceas (2)
Sapindáceas (2)
Sapotáceas (1)
Saxifragáceas (5)
Simarubáceas (1)
Solanáceas (21)
Tamaricáceas (5)
Taxáceas (1)
Tifáceas (1)
Tiliáceas (2)
Timeláceas (5)
Tropaeoláceas (1)
Ulmáceas (3)
Umbelíferas (30)
Urticáceas (5)
Valerianáceas (3)
Verbenáceas (8)
Violáceas (5)
Vitáceas (2)
Zannichelliáceas (1)
Zigofiláceas (3)
Zingiberáceas (1)

Tema Picture Window. Con la tecnología de [Blogger](#).



PRACTICAL SELF RELIANCE

Your Practical Guide To Self Reliant Living



You are here: [Home](#) / [Herbalism](#) / Using Wild Lettuce for Natural Pain Relief

USING WILD LETTUCE FOR NATURAL PAIN RELIEF

July 30, 2018 / by Ashley Adamant / 92 Comments

This post may contain affiliate links. Read full disclosure [here](#).

 Share

 Tweet

 Pin

 **16184**
SHARES

As the opioid epidemic worsens, people are desperate for natural pain relief options. Wild lettuce has been used for millennia as a natural herbal pain reliever, and now survivalists

are touting it as a form of morphine that grows in your backyard.

I've seen that catchy, click-bait headline a dozen times at least. "Wild Lettuce Works Like Opium!" Come on, can that possibly be true?

Trust me, I'd be all for a natural herbal pain reliever without nasty side effects or addiction. Nonetheless, I'm skeptical.

How does wild lettuce stand up to modern scientific testing? Time for a little research, and then I'll try it out myself...for science.

Wild Lettuce Plants (*Image Source*)

MEDICINAL BENEFITS OF WILD LETTUCE

Let's start with the basics. What are the supposed medicinal benefits of wild lettuce?

Wild lettuce (*Lactuca virosa*) is used most commonly as a pain reliever, but it's also purported to have impacts on specific conditions. It's said to relax respiratory conditions such as whooping cough and asthma. Wild lettuce has sedative effects that have been used to treat all manner of issues ranging from generalized anxiety and hyperactivity to nymphomania.

It is also sometimes used topically to treat skin conditions and as a wound disinfectant.

Various sources say that it was used by the ancient Egyptians, Greeks and Romans. Some say it boosted the sex drive, and others say it was used to slow the sex drive. Regardless of the effect on the libido, all three ancient peoples record using wild lettuce as a pain reliever.

A [catalog of medicinal plants from 1917](#) listed wild lettuce as “*highly esteemed to quiet coughing and allay nervous irritation, a good safe remedy to produce sleep, to be used when opium and other narcotics are objectionable.*” This was at a time when opium and cocaine were widely

available and legal, and still, wild lettuce was seen as an effective alternative with fewer side effects.

IS WILD LETTUCE EFFECTIVE?

While it has a long history of use for pain relief, is it actually effective? There are a few modern scientific studies that tried to answer that exact question.

Wild lettuce is native to Iran and used in traditional medicine there.

A [study at an Iranian medical center](#) cites that “Lactucarium [wild lettuce sap] is a diuretic, laxative and sedative agent which relieves dyspnoea, and decreases gastrointestinal inflammation and uterus contractions. It has anticonvulsant and hypnotic effects as well. In addition, the lettuce contains traces of hyoscyamine, which is probably responsible for its sedative effects.”

As to its pain-relieving properties, a [study in the journal of phytotherapy research](#) found that a compound in wild lettuce known as lactucin has sedative effects in mice at relatively low

doses (2mg/kg). In larger doses (15mg/kg), lactucin begins to have significant pain-relieving effects.

Another study confirmed these findings, noting that some pain-relieving effects could be documented at doses of (15 mg/kg). While that dosage produced the first noticeable effects, the active compounds in wild lettuce only became as effective as a standard dose of Ibuprofen at 30 to 60 mg per kg of body weight.

So it appears that extracts from wild lettuce sap actually do have pain-relieving properties! That said, they appear to be relatively mild and not exactly opium strength. All of these studies were done on extracted herbal compounds, and it's possible that the whole herb has a synergistic effect with multiple compounds, but that hasn't been specifically studied.

Wild lettuce leaf attachment to the stem, showing the spines on the back of the midrib of the leaf. (Image Source)

WILD LETTUCE DOSAGE

All of the studies investigating wild lettuce for pain relief were conducted using pure isolated lactucin rather than wild lettuce sap itself. **One source** says that the sap contains 50-60% lactucin, so dosages of sap would be roughly double that of the dosages noted in the studies.

The average adult in the US weighs about 80kg (~180lbs). Theoretically, they'd have to consume at least 30 mg per kg of body weight, or 2400 mg (2.4 g) of wild lettuce sap to experience the effects of ibuprofen. The **herbalist Michael Moore** estimates that a single 4-foot tall plant should yield about 2-3 grams of dried sap, or about a single dose.

One source suggests a dosage of 1.5 grams of dried sap brewed in a tea, or 0.25 grams of wild lettuce sap smoked in a pipe. The effects are supposed to be much more dramatic when smoked, thus the lower dosage.

It's possible that the sap itself is more effective than the isolated lactucin compound, but I would imagine you'd still need to consume a good bit to reach opiate-like effects. At that point, you're obviously risking potential side effects...

Botanical drawing of the wild lettuce plant.

WILD LETTUCE SIDE EFFECTS

Though wild lettuce is supposedly safer than opium, it isn't without side effects. [One source](#) lists the side effects as “*nausea, vomiting, anxiety and dizziness.*”

A [medical paper written in 2009](#) describes the symptoms of 8 patients who had consumed wild lettuce and experienced toxic effects. It was a group of men ages 18-38 who consumed it together, so I doubt their motivations were pain relief.

The study doesn't have any documentation on how much plant material they consumed, but it does note that they ate it in the wrong season. It was harvested in May, instead of in July/August, which may have impacted its toxicity.

The eight men experienced varied symptoms, including agitation, severe anxiety, blurred vision, dizziness, nausea, vomiting, hallucinations, hyperactivity, euphoria and loss of consciousness. All of them recovered in 1 to 3 days.

Since wild lettuce is getting lots of press as a substitute for opium, it was only a matter of time until someone tried to inject it intravenously. That's not a traditional preparation, but

clearly, that wasn't a consideration in **this case**.

The study documents side effects including “fevers, chills, abdominal pain, flank and back pain, neck stiffness, headache, leucocytosis and mild liver function abnormalities.” Nonetheless, the patient recovered fully within 3 days.

At least thus far scientific literature hasn't had a case where wild lettuce users managed to overdose in a manner that impacted them permanently, but just because it hasn't happened doesn't mean it won't.

IDENTIFYING WILD LETTUCE

Identifying wild lettuce (*Lactuca virosa*) can be a bit tricky, as there are other related species that look quite similar.

Some people think it looks like a dandelion, and while I'd agree that the flowers are yellow, that's about where the similarity ends. Dandelions produce leaves at the ground level in a rosette and send up flower stalks without leaves. Wild lettuce produces leaves all the way up the stalk, and the flowers aren't quite the same.

Wild Lettuce Flowers ([Image Source](#))

Prickly lettuce (*Lactuca serriola*) on the other hand, is very similar to wild lettuce.

The main difference is in the leaves. Prickly lettuce has less rounded leaves with deep serrations at its edge. The stalk of prickly lettuce is stiffer and a bit woodier, but you'll only really notice that if you have both plants side by side.

A Wild Lettuce leaf (Lactuca virosa) in my hand at left compared to a sow thistle leaf (sonchus sp.) which shares the same outline as wild lettuce (Lactuca virosa).

The stalk of real wild lettuce has a texture that's a bit like the main rib on a romaine leaf. Use your thumbnail to try to puncture the stem and it should be soft and juicy like a romaine rib, though it doesn't necessarily look anything like cultivated lettuce. The stalk can have a purple tint as well.

Once prickly lettuce and wild lettuce reach the flowering stage, the blossoms are pretty much identical. That leads to more confusion, so keep your eye on the leaves.

If you do accidentally harvest prickly lettuce by mistake it won't hurt you. In fact, some herbalists say that prickly lettuce (*Lactuca serriola*) and wild lettuce (*Lactuca virosa*) both have the same effects, but that prickly lettuce is milder.

Others site that prickly lettuce is especially good at relaxing your libido, which is anything but exciting. If you harvest prickly lettuce it may not relieve pain or provide an opiate high, but at least it won't hurt anything more than your lover's ego.

To the best of my knowledge, wild lettuce does not have any toxic look-alikes. That said, I'm always amazed at what people will manage to wishfully identify as the medicinal plant they're hoping to find. Please be sure you've positively identified anything you're wild harvesting, and use your best judgment.

I've made a short video comparing wild lettuce to prickly lettuce, and demonstrating the harvest method.

Wild lettuce plant showing the spines beneath the leaves. (*Image source*)

WILD LETTUCE LOOK-ALIKES

Besides prickly lettuce, which is also in the *Lactuca* genus and should also have mild pain-relieving properties, wild lettuce also has other look-alikes. It's a bit trickier with common names used to describe plants rather than their Latin names.

I've heard a few sources that say Sow Thistle and Wild lettuce are look-alikes. We have a "sow thistle" here (*Cirsium arvense*) that looks nothing like wild lettuce, other than the fact that it has prickles. The flowers are purple (not yellow) and the growth form is completely different.

There is another plant called sow thistle (*sonchus* sp.) that is also edible and looks almost identical to wild lettuce. **There's a very detailed discussion of this and how to tell them apart in [Nature's Garden by Samuel Thayer](#)** and this coming summer I'm going to attempt to take very detailed photos and discuss the differences.

Samuel Thayer notes that sow thistle (*sonchus* sp.) looks almost identical to wild lettuce except for the spines on the midrib. He then goes on to say that sometimes the spines are

almost non-existent or very hard to see depending on whether the plant is growing in sun or shade... making things even more confusing.

One of the best ways to identify wild lettuce is by the spines on the midrib on the underside of the leaves.

HARVESTING WILD LETTUCE

Wild lettuce is harvested over an extended period of time, by systematically decapitating wild lettuce stalks and bleeding the milky sap.

One modern author describes the process in detail,

“Decapitate 20 three-to-four-foot-tall plants by cutting all the flowers from each. Throw those away. Allow the milky sap to ooze out and dry a bit, then scrape it off into a bowl.

Taking shears in hand, snip another half-inch off the same stalk, allow the sap to bubble out and dry a bit, and scrape it off into a bowl. Continue until the plants are about a foot tall or so.”

Wild lettuce bleeding sap from a cut high up on the plant among the flower. (Image Source)

Perhaps it's due to our short summers, but I've never seen a wild lettuce plant taller than 2-3 feet. Since they're starting a good bit shorter, I harvest them all the way down to the ground

and get about the same amount of usable material as if I were harvesting a 4-foot plant.

That same author also suggests that since harvesting wild lettuce is a tedious task, that it's *"best conducted in company, like corn shucking, or alone in a manic episode of herbal fanaticism."*

Another **author from the '80s** is a bit more colorful in his descriptions, *"Figure a yield of 2-3 grams from a four-foot plant after it has been systemically bled until reduced to a one-foot-tall, headless pygmy and the latex dried down in a shady but breezy place until it resembles a mixture of butterscotch pudding, dried library paste, and tubercular phlegm."*

Harvesting wild lettuce sap happens a piece at a time. This stem section was cut, bled and then cut again. The tiny piece in my hand is being wiped on a plate to collect the sap bled from its tissues.

The traditional method used to harvest wild lettuce is tedious and time-consuming, but for good reason. Many modern guides will tell you to skip the traditional harvest methods altogether, opting to quickly chop or pull up the whole plant and stuff it into a blender. If you do that, you're likely just wasting your time.

There is absolutely no reason to spend an hour carefully and painstakingly extracting wild lettuce sap a drop at a time unless that's the only way that works. Our ancestors weren't idiots, and if they could just chop a plant down and have instant opium they would have done it. They may not have known the exact reason for the slow bleed extraction method, but modern science has them covered.

Many plant-based medicines are produced by plants as a response to stress or predation. The tobacco plant is a great example. In a plant physiology course in college, I was surprised to learn that tobacco plants produce dramatically more nicotine when the plants are beaten or cut.

Nicotine is produced within the tissues as a natural pesticide, but it's costly to make. Tobacco plants wait for signs of predation before producing nicotine in large quantities.

Since tobacco is such a commodity crop, there are numerous studies detailing the exact mechanisms. *One such study* notes that “after wounding of tobacco plants, roots synthesize a large amount of nicotine to be transported to the shoot.”

Without the injury, followed when a tobacco leaf is injured, it sends a chemical signal to the roots. The roots synthesize the nicotine and send it up to the shoot as a defense. If you just harvest the whole plant in one swift cut, there's no time for the chemical cascade to happen.

I suspect that there's a similar mechanism at work in wild lettuce. To test my theory, I started by harvesting a wild lettuce plant using the traditional methodology. That is, I cut it and waited for it to bleed out a glob of sap.

Then I harvested that before cutting it again an inch lower. If you're really patient and it's a tall plant the process can take a half an hour or more.

I then harvested a second plant with one cut right at the base. After that harvest, I tried to extract the sap. The first cut, at the top of the plant bled a bit, but the second cut didn't even yield a single drop.

Wild lettuce that was harvested as a whole plant did not bleed sap on the second cut.

While quickly cutting down the whole plant may still have some medicinal effect, it seems like a waste. The plant doesn't have time to synthesize its defense chemicals, and those very chemicals are what you're after when harvesting wild lettuce.

WHEN TO HARVEST WILD LETTUCE

Gardeners know that domestic lettuce produces a milky sap once it's gone to seed (bolted). That's the point it turns bitter and starts putting every last bit of its energy into defending itself from predators as it tries to produce the next generation.

Wild lettuce is no different, and the best time to harvest it is right around the time of flowering. In the northern hemisphere, that happens in July and August.

Up here in Vermont, I saw the first flowers open the last week of July, and the plants will continue to mature in different locations through August. I harvested one plant down to the base early in the season, and about a week later it already has side shoots that are 8 inches high. I expect I may be able to re-harvest from the same plant later this year, hopefully doubling the yield.

Wild lettuce is a biennial, meaning that it flowers at the end of its second year of life. In the first year, the plant focuses on establishing itself and only produces a low-growing rosette of leaves.

The full flower stalk isn't produced until the second year. Keep that in mind if you identify young plants, or if you're planning on growing wild lettuce from seed.

Wild Lettuce Seedling in its first summer of growth.

PREPARING WILD LETTUCE FOR MEDICINAL USE

So assuming you've gone through the painstaking and time-consuming traditional method of harvesting wild lettuce. Even if you've done as traditional sources suggest, and harvested from 20 or more plants, you're still looking at a pitifully small amount of wild lettuce sap. Wild lettuce is thus far completely legal in the United States, to the best of my knowledge, so feel free to experiment responsibly with different preparations to see if they work for you.

How do you prepare wild lettuce sap for use as medicine?

WILD LETTUCE TEA

While some blogs will tell you to simply make a tea from wild lettuce leaves, the pain-relieving compounds are not water-soluble ([source](#)). Apparently, wild lettuce tea is pleasant tasting, but I can't imagine that'd be true.

The plant itself tastes horrible, and even the thought of extracting the bitter leaves in boiling water turns my stomach a bit. The fact that wild lettuce tea is unlikely to have pain-relieving compounds present means that I'm not even going to bother with this one.

If you'd like to try wild lettuce as a tea, the [dried leaves can be purchased here](#). If you'd like to try making wild lettuce tea from backyard plants, harvest some of the leaves and then dry them to preserve them for tea.

WILD LETTUCE TINCTURE

While Lactucarium isn't water-soluble, it is alcohol-soluble. That makes a wild lettuce tincture a great way to use this herb. Assuming the maker of the tincture went through the painstaking harvest protocol and then dissolved the extracted wild lettuce sap in a high-proof alcohol for preservation.

There is [one brand sold online](#) that is extremely well-reviewed, and users say that a single dropper full is very effective and begins working after about an hour. The manufacturer recommends 3 doses of a dropper full a day, the final dose at bedtime. Several reviewers mention that they're using it to successfully manage nerve pain from Lyme disease, which I hadn't even considered.

While the sap is commonly collected onto a plate of some kind and then dried before being dissolved in alcohol before use, I attempted to harvest the sap directly into a cup of vodka.

The sap seemed to readily dissolve right off the plant stem, and hopefully, this skips the tedious drying step. The only risk is that the drying step may volatilize off some part of the plant, or change the medicine in some way.

Instead of drying the sap and then rehydrating it in alcohol, I'm attempting to harvest the sap directly into an alcohol tincture.

WILD LETTUCE BEER

Since the herbal constituents are alcohol soluble, a medicinal ale is another homemade method to try. The book [Sacred and Herbal Healing Beers](#) includes descriptions and a recipe in its section on “psychotropic and highly inebriating beers.”

The recipe includes 1 gallon of water, 12 ounces molasses, 8 ounces brown sugar, 1 ounce prepared wild lettuce sap and an ale yeast fermented until all activity stops (about 6-8 weeks). The brew is then bottled and bottle aged for 2 weeks before drinking.

The author notes that this beer seems to only affect some people, leading him to believe that the opiate-like effects of wild lettuce may not work for everyone. He also speculates that some of the effects are perhaps related to hopeful drinkers that want to hallucinate.

That said, he believes that given *“its long use in indigenous cultures throughout the world for pain relieve indicates that it can be reliably used as a feeble opiate for some people.* There is some indication that, like many herbs fermented in ales and beers, this opiate-like activity is enhanced during brewing.”

Since this recipe requires prepared Lactucarium, it's best made with wild lettuce sap that you harvest yourself. In a pinch, you can try making this by adding **dried leaves** directly to the fermentation vessel as you would dry hop a beer.

Wild lettuce is useful in brewing because it has the same bittering activity as hops, so even if it's not an opiate it's still a good wild foraged hops substitute for preserving homemade beer. Any extra pain-relieving properties would just be icing on the cake at that point.

TESTING WILD LETTUCE

It's time to take wild lettuce for a test drive. I have no personal history with opioids or any pain reliever of any sort stronger than an over-the-counter ibuprofen. I harvested 2 plants using the traditional method and extracted their sap into 1 ounce of 80 proof vodka.

The taste was better than I expected. Not good, but not nearly as bad as I'd imagined. Quite bitter, and it actually tasted ever so slightly like lettuce.

After about 5 minutes, I was struck by some pretty intense nausea. It lasted roughly 10 minutes, but it was intense enough that it got me worried.

After a round of strong belching, which is not normal for me, nausea subsided. I do get an upset stomach if I take an Ibuprofen on an empty stomach, and I did have an empty stomach.

Hopefully eating something before trying wild lettuce tincture would prevent nausea. That said, nausea is one of the listed side effects, and if that level of nausea happened every time I'd be pretty disappointed. That said, lacking an over-the-counter pain reliever, I'd probably brave nausea for the pain-relieving effects.

About a half-hour after taking the wild lettuce tincture, I began to feel pain-relieving effects. It also seemed to improve my mood, and I was suddenly both comfortable and laid back.

The effects lasted about 3-4 hours, and I'd estimate it was similar to an over-the-counter ibuprofen or two. The effects were considerably stronger than the **willow bark I harvested to use as a herbal aspirin.**

Was it opium? Nope. But it was calming and pain-relieving, and definitely worth the effort.

That's my experience, and I am by no means a doctor or a medical professional. Obviously, use your own best judgment anytime you're attempting to self-medicate.

There have not been any studies testing drug interactions, so be very careful if you're on other medications. As with any plant, there's always the risk of allergy or strange one-off reaction.

Do you have any experience with wild lettuce? I'd love to know about it in the comments below.

Filed Under: Herbalism, Natural Health

your email address

SEND IT MY WAY!

BUILT WITH  ConvertKit

COMMENTS

Kathleen Evans

August 8, 2018 at 12:30 am

I just harvested a lot of wild lettuce plants, about 30. I cut them to the ground, pulled the leaves off to dry, then I cut the stem into 1" pieces and filled a canning jar with them, covered them in 80 proof vodka. They have been sitting for a couple weeks, that's my tincture. I use it for pain, but have been unsure of dosage, I take it after dinner so haven't had nausea from it. I think it helps with pain, I also make an elderberry tincture that helps with back pain. Tinctures are quick and easy to make and use.

REPLY

Emily

April 13, 2020 at 10:34 pm

How long have you been using this tincture? it sounds great is love to try it out

REPLY

tony medugno

August 26, 2018 at 12:34 am

I have bought tea bags at Bed bath, & Beyond,dried out the leaves of lactusa virosa and while suffering from obnoxious head colds last Winter ,I simply poured boiling water into a cup over a tea bag full of dried leaves.let steep for 15 min added honey, and. was pleasantly surprised at the smile that went from ear to ear .making tea is a great idea. tho,,one can get used to it, and need to make it stronger also, if you're fortunate enough to find a plant w/ sap , it will later turn into a soft white ,cottony substance which when chewed, produces a mild euphoria. a razor blade will extract it from the stalk.good for headaches, which BTW, seem to be caused sometimes from smoking it .I don't smoke it unless I want to sleep.

REPLY

Ashley Adamant

August 26, 2018 at 6:52 pm

It's good to know the tea works, I've had that feedback from a number of people. Thanks!

REPLY

Jenni

December 17, 2018 at 11:06 pm

You are so brilliant, I'm def gonna follow you! I'm big in nutrition and holistic health. I watch a lot of Dr Axe and make my own products w/ essential oils. I absolutely love studying and consuming herbs. Every year I plant an herb garden w/ 0% success haha. I have the brownest thumb in the world. I love Orchids. I've killed every one. I can even kill peace Lilly. The only success I have is Lucky Bamboo and Cactus. I even managed to kill my aloe. And I'm super sweet to my plants and family. I baby them just like I do my son and my cats haha.

I'm a. Young but Retired (17 years) Kinesiology Professor at the University of Montevallo in Alabama. I taught health and wellness and nutrition as well. I just wish I knew all you do about harvesting. We have always had a huge successful veggie garden for 25 years but only if I don't touch it (my hubby is a science teacher).

Thanks for sharing.

Please email me w/ any other info as in your research, you tube channel etc. thank you. Jenni

REPLY

Bryan

January 3, 2019 at 4:29 am

You have a great article here-tons of great info ! However, a few of the photos look more like sow thistle than lettuce-out here in Oregon they both appear in many versions and look so similar that I used to confuse them, till I learned that wild lettuce had spines underneath the leaf and is rarely ruffly and superspiny on the edges. And sow thistle flowers 6-8 weeks earlier (late spring) whereas wild lettuce waits till midsummer. Then more sow thistles have appeared and flower too. Making it rather confusing late in the summer.

My apologies if I am making assumptions and misreading your photos, but I urge you to point out the differences between these lookalikes....citing a more educated source than myself 😊

Ashley Adamant

February 13, 2019 at 9:17 pm

Thank you so much! I've had a few people tell me that sow thistle is a look alike, and we have a type of sow thistle (*Cirsium arvense*) out here that looks nothing like it. Each time I think, well I guess they're both spikey...but that's as far as the similarity goes. I just read a really wonderful write up on identifying wild lettuce in [Nature's Garden by Samuel Thayer](#) and he discusses a look-alike called sow thistle (*sonchus* sp.) that looks almost identical to wild lettuce except for the spines on the midrib. He then goes on to say that sometimes the spines are almost non-existent or very hard to see, making things even more confusing. I didn't know about this sow thistle species, and other than in Nature's Garden, I didn't find any info online about telling the two species apart.

Next summer I'm going to go out with this guide book in hand and do a really close look at ours and see if I can update this article with some very detailed photos, not only for myself but because clearly there's some confusion out there on the internet in general.

Thanks so much for this, you helped me learn something new today =)

REPLY

Chris

September 19, 2021 at 5:47 pm

Ime cow/bull thistle is very very spikey as in needing gloves to handle it. I let one go for pollinators this year and have found a few in first year stage. I took it down before all the heads seeded out to help control them. It was handled very carefully and still poked. The smaller ones were just as pokey as the second year plants. There should not be much confusion once you have handled them.

REPLY

Lavonne

March 9, 2019 at 7:05 pm

If purchasing the dried herb, can it be used in the same way, or must it be fresh due to the sap... I think the dried wild lettuce herb can be purchased thru starwest.

REPLY

Ashley Adamant

March 9, 2019 at 7:36 pm

Since posting this article I've heard from plenty of people that just use the dried wild lettuce herb and find it to be effective. I have not used it personally.

REPLY

Chris

September 19, 2021 at 5:49 pm

I've used just the leaf myself and both work. I harvested leaf from first year plants.

REPLY

Jim

June 10, 2019 at 10:29 pm

Introduced to wild lettuce one year ago. Found some plants locally and pulled them out and followed a recommended process to make a paste. Took a long time to cook it down. So much so, that I was sure no potency remained. Yet, stored it into a jar. Now I suffer from rheumatoid arthritis. After a full day of yard work I was in so much pain i Could hardly move. soaked in a hot shower and feebly made it onto the couch, where i writhed in pain and could not get comfortable.

My wife made dinner, but I had no appetite. The pain was awful. I managed to drag myself into the kitchen, poured a glass of ice tea and added a tablespoon of the paste. Expected nothing. In fact, as i slowly dropped to sit I was of the conviction that was where I would have

to sleep because I could not imagine getting up. Within 20 minutes there was an swift sensation of relief from pain. NOT pain FREE. Yet the degree to which I felt pain had diminished to such measure my wife was shocked when I walked into the room holding a tray of food and all with fluid movement and no grunts and groans.

Next, my wife suffers from migraines. TRUE migraines. Can last for days. Upon one setting in I immediately made her a tea containing a tablespoon of paste. In less then half an hour there was a remarkably noticeable improvement in her overall demeanor. Relaxed, comfortable and the migraine nearly gone before it could get worse.

Not scientific. But I do not care. Wild lettuce works for us. And has on other occassions as well for various ailments.

No more OTC meds for us.

REPLY

Ashley Adamant

June 11, 2019 at 12:20 am

That's really wonderful, and I'm impressed at how quickly that worked for you.

REPLY

Shelley

July 24, 2019 at 9:30 pm

How did you process it. I am simmering some right now in a bottle of homemade red wine I have no other use for because I read wild lettuce is soluble in alcohol. Any suggestions would be helpful.

REPLY

Jim

May 17, 2020 at 5:26 pm

So sorry for a year delay. Hope this finds you. Ok, so I have learned that harvesting wild herbs is a lot like cooking meat to proper temp. Watch the plant. When wild lettuce

begins to flower it is at its most potent. Doesn't matter May, June or July. You see flowers, harvest.

Next, I agree, blending isn't necessary. The Indians didn't have blenders so WHY use one now. I begin by selecting stalks with the most flowers and simply yank them out root and all. I then cut off flowers and let dry for seed or have even planted right into new ground. And this year yielded a huge amount of lettuce. Next i strip the leaves then chop the stalk into one inch pieces. Now, when the plant is ready as such, sap will sprout everywhere, so I might then slice the stalk length wise to expose more sap.

Next I place into a large pot and fill with water just to cover and set the stove for medium. Today I am covering the pot for the first time to reduce evaporation. May not matter but no harm.

I proceed to slow cook until liquid looks brownish. Now the hard part. Straining the concoction. I have been using large coffee filters and gloves. I place filter over the top of another pot and use a rubber band to hold in place and slowly pour into the filter and remove rubber band and squeeze remaining liquid out. Very messy if not carefully done. Once plant material is removed I then place the second pot back on the stove and cook it down until thick. This part is the most time consuming because you do not want high heat or it burns the lacterium and reduces potency. And you must stir regularly. Once I

reach the point where it appears to have thickened I strain it again into a jar. I use jars that once had bee pollen honey. Let it sit until room temp then store in the fridge. Why the fridge? Because it preserves the mixture longer. First time I let it sit out and mold developed. It wasn't a proper seal for storing.

The cooking times vary. For the first cook I normally find approx half an hour is needed. The second as I said takes longer and needs watching and stirring. So today my wife is making homemade chicken soup. I'm making wild lettuce paste and home made bread to go with the soup so it is a well worked day overall. Which is highly suggested to be doing when you are cooking down wild lettuce.

When I use this paste it is simple. I pour a tablespoon or two into a glass of say, iced tea stir and drink.

I have R.A. and at times when it is very bad this alone will reduce the pain significantly. NOT pain FREE. But I am able to function at a normal pace. And as I stated last, my wife has found this prevents severe migraines from happening when she first begins to notice one coming on.

I have given this others with arthritis, muscle pains from working, colds and congestion and each one has asked for more because of the relief. Hope this can help anyone interesting in exploring using wild herbs for health.

I have to refer to Euell Gibbons here. Herbs most likely are NOT remedies per se', though many can help when needed.

However, when taken with regularity as part of our diet, they can quite likely, and IMHO definitely will improve overall health due to the nutritional content of the herbs themselves. So research and eat more. You won't be sorry.

REPLY

Margarita

June 9, 2021 at 12:19 pm

Hello. Thanks for your post. One question before i try out your process. Now when u say paste, is the finished product viscous or liquidy? Im sorry if already stated but i would like to get this right. Thanks.

REPLY

Henna

June 6, 2020 at 9:25 am

Wow, sound amazing.. My mum has Arthritis, looking for a natural pain relief rather than tablets.

how did you make it into a paste?

REPLY

Holly

July 7, 2020 at 12:55 pm

Yeah, how did you make it into a paste?

REPLY

Mommy

January 2, 2021 at 8:05 pm

he posted Paste directions right there ^ ^ above ^ ^ in the lonnnnng comment .. it gives step-by-step detail on how he did it .. personally, I'd rather go to the store and buy IBU .. much easier ! but this knowledge is good to have .. ThanQ !!

REPLY

Chris

July 13, 2020 at 3:50 pm

Simple tea does seem to work. I thought peoples mention of smoking (and or vaping in my case) was a pipe dream so to speak but nope. I got a bit of relief from a small bowl or two either way. Its more of a relaxant maybe than a painkiller bit ill take it. Now with this artical and some others I want to try a few methods of extraction, concentration, simple use and collecting. If it works along with diabetes and for sleep and stomach problems it could become a mainstay in our medicine cabinet.

REPLY

Greg

March 27, 2021 at 12:12 am

Would you mind sharing with me how to make it?

I to suffer from migraines.

Thanks and May GOD BLESS you and yours.

My email is hammerhead1311@gmail.com

REPLY

CHRISTY

September 28, 2021 at 11:15 pm

Can you tell me how you made the paste what part of the plant did u cook down and such?

REPLY

Tammy

June 27, 2019 at 1:59 am

My husband has bad back pain. He is a truck driver so he has to be very careful of what he takes. My question is will wild lettuce show up on a drug test.

REPLY

Ashley Adamant

July 2, 2019 at 3:33 pm

To the best of my knowledge, it will not show up on a drug test because it's not a prohibited drug. I wouldn't want to stake someone else's job on that because I'm not an expert on drug test, but I'd take it personally even if I had a drug test coming up without worrying about it. The thing is, it can make you really sleepy, and some people take it to go to sleep. I'd see how he reacts to it before taking it while driving, I'd hate for him to be sleepy at the wheel.

REPLY

Joel M. Brower III

May 10, 2020 at 2:28 pm

Did you ever receive an answer for that question? I have been considering this as well, and I don't want to fail a drug test.

REPLY

Owl

June 8, 2021 at 12:18 am

No, it will not show up on a standard screen.

REPLY

Owl

February 11, 2022 at 9:05 pm

No, it doesn't show up on the test I'm required to take as a pain patient.

REPLY

Barbara L Woodall

June 27, 2019 at 11:11 pm

As an old timer in the Appalachian Mountains, this works
I make a balm.. chop in a blender, heat (never boil) for .30 min.
Strain, heat again until condensed. Mix with cold cream, coconut oil etc..
Works!

REPLY

Jenny p

July 15, 2019 at 11:27 pm

Do you add any liquid?

REPLY

Chris

July 13, 2020 at 3:54 pm

Not in making a balm beyond whatever extraction technique you used. You would take your dried or syrupy product and add the beeswax or olive oil depending on if you wanted a semi solid or oil rub (or internal) . Look up making salves or balms.

REPLY

angela

September 16, 2019 at 3:07 am

what do you mean when you say cold cream?

REPLY

Liz

August 11, 2021 at 10:13 pm

I think she means Pond's cold cream – it's the only one I know. It is an old (but still available) creamy facial cleanser. If you google 'pond's cold cream' you can find the product – it's available at many drug stores and online.

REPLY

Debra Jacobs

November 21, 2020 at 6:52 am

Barbara I would love to know how you harvest do you cut out at the base and use the whole plant? when it is in flower?

I have grown some and it is in flower now

REPLY

Terri

July 15, 2019 at 10:38 pm

When you cut open the stem/stalk of the wild lettuce, what is the white soft material that lines the walls of the stalk and does it have medicinal value?

REPLY

Linda

July 4, 2021 at 12:34 pm

Any answers yet from your question? I was wondering the same thing



REPLY

Administrator

July 12, 2021 at 7:27 pm

I am not exactly sure what that is called or if it has any medicinal benefits. I am only familiar with the sap of the plant being used. If you find out, please come back and let us know.

REPLY

Heather

July 20, 2019 at 4:20 pm

Thanks for this article. Very informative and helpful! What would you say were the proportions of sap to alcohol in your homemade tincture? And how much did you take?

REPLY

Ashley Adamant

September 9, 2019 at 7:55 pm

It was about a shot of alcohol, and I used the sap from a single mature plant in flower.

REPLY

Desiree McCrorey

August 8, 2019 at 1:03 am

So glad I found your blog. I've been searching the web for weeks trying to identify the single 9 foot tall plant growing next to my garage. So far everything seems to point to it being lactuca virosa. I just moved to Central Vermont a couple of years ago and I'm trying to learn about the benefits of the natural plants. This possible virosa has captured my attention simply because of its 9 foot height. It's held my attention because of the possible medicinal benefits. A cut leave does produce that milky latex liquid. As of today, this one plant has sent out several side stalks and the tips of all the stalks are budding.

I've so many questions, I'm not sure where to begin. But I guess the most important might should I not disturb the plant until after it flowers? If can cut off a few leaves, what might be the best way to prep the plant for testing its medicinal effects?

Thanks.

REPLY

Janet

October 5, 2020 at 8:01 pm

I recommend checking out You Tube channel TN Tanya Neill. She's great and teaches us all about medicinal plants especially wild lettuce. She will answer your questions in the comment section usually the same or next day. She's a very nice Christian woman and I can't say enough good about her. Her videos show the plants. She grows them in her back yard. I hope this helps you a lot. I know it will.

REPLY

Emma

August 31, 2019 at 5:09 pm

Brilliant article thank you! I'm studying medical herbalism and this has really helped me.

REPLY

Ami

September 4, 2019 at 5:41 pm

After experiencing a neck injury with bulging discs, arthritis and nerve damage, i often find myself in too much pain to sleep well. After several weeks of this, i am miserable and just about useless. In desperation during an extended period of painful sleepless nights, i chopped up about 12" of a wild lettuce plant and threw it in a pot with some water. I brought it to a gentle boil and let it steep about 10 minutes then strained the plant debris, sweetened with raw honey and drank about 5 ounces (thats all i could choke down!). Within 20 minutes, i was in a deep sleep and practically drooling on myself. When i woke up 4 hours later, i was

not in any pain. When i woke again after 2 more hours of amazing restful sleep, i was just slightly achy and was able to get yet another 45 minutes of slumber. I swear by this stuff! It has helped me immensely and i definitely did not take care to harvest or process meticulously lol

REPLY

Drina

September 4, 2019 at 7:14 pm

Where can I purchase a tincture that works for the meantime while I order some seeds? Does the tea actually work or is the tincture better?

I suffer from rheumatoid arthritis and lower back and knee pain!! I am 42 and I became a lineman at 30 to support my kids as a single mom, I'm only 5'1 and had to carry a 28' span latter and climbed the utility poles for about 10 years. I was also shocked with electrical current and I think everything has hurt my body 🙄. I take prescription pills and I am sick of them and hate being dependent on them to function. If I don't take anything I am stiff and can barely move. I am only 42 and shouldn't be this way. I am hoping this works but don't

have the money to spend on a product that doesn't work. Do you have any links to the ones that can work till I grow some? I'm not sure if it grows here in the high desert of Southern California.....PLEASE let me know

REPLY

Ashley Adamant

September 9, 2019 at 7:12 pm

So sorry to hear what you're going through! That sounds truly rough, and I really hope the wild lettuce helps you.

I'm not a health professional by any means, but based on the research I did to write this article, the tincture is supposed to be better. There are plenty of places to buy it online, or you can try a local organic grocery. Others have commented on here that they use the tea and it works really well for them, so really it maybe just finding something that works for you.

Be careful in any case, as I've seen warnings that you shouldn't operate machinery after taking it, as it impacts some people more than others. I'd really ask your doctor (or a licensed naturopath if your doctor doesn't know about alternative therapies) before trying anything for the severe pain you're describing. I wish you the best of luck either way.

REPLY

Chris

July 13, 2020 at 4:00 pm

Sadly most Drs would immediately tell you not to try it and that it couldn't work without all the scientific data to back it up. Sometimes this causes them to miss really good medicines because of their training and biases. Just speaking from experience here with many more natural products that work for me but they would never sanction. Just a rant really but Drs do not know it all.

REPLY

Barbara

April 1, 2020 at 11:19 pm

I have been hearing a lot of great things about moringa for arthritis. It has a lot of other great health benefits as well. I have the powder and just throw it in a drink. I don't have arthritis, but I do get back pain and this seems to be helping.

REPLY

Gerald

September 21, 2021 at 12:45 am

Try mullein it has been a god send for my bulging disks, and relieved my joint pain, in 3 days.

REPLY

Adrienne

February 6, 2022 at 12:45 am

What part of the mullein do you use and how are you using it? Thanks!

REPLY

Noname

October 6, 2019 at 3:00 am

You said it wasn't like opium, but above also wrote you haven't tried opioids. So, how can you say it wasn't like opium? 😊

REPLY

Ashley Adamant

October 7, 2019 at 12:57 pm

Excellent point. What I meant by that is that it was incredibly mild, and not the “knock you on your butt” feeling of incapacitation that is described for opioids.

REPLY

GrizzlyetteAdams

November 14, 2019 at 9:10 am

A big hattip to you, Ashley, for one of the best articles I have ever seen on this topic (and I think I have read them all)!

Newbies who may want to take the guesswork out of proper plant identification – grow your own crop of Wild Lettuce from seed: <https://strictlymedicinalseeds.com/product/lettuce-wild-lactuca-virosa-seeds-organic/>

REPLY

Ruth Nielsen

April 8, 2020 at 7:34 pm

Thank you Grizzlyette Adams for posting your source for the wild lettuce seeds. I've ordered from this company for years and they are great. The owner's books are worth getting too as he deals only with medicinal herbs (Richo Cech is his name.) I'll have to get the wild lettuce seeds next.

REPLY

Dixie

January 29, 2020 at 5:35 am

We all need to learn about plants & how to use them for our daily needs & resources.

REPLY

lino

February 2, 2020 at 9:19 pm

I used as salad alone or with tomatoes or cucumber I lik`It never gave mi a side effect and my stomic just lik`it and the muscles seems to become more elastic mine are organic pollution free

REPLY

STEVEN L KEMP

April 4, 2020 at 3:27 am

Has anybody used the extract...how is it used? as a tea? or do you have to make a tincture with it?

REPLY

Van

April 6, 2020 at 11:41 am

Don't know if the effectiveness varies by type, but I've searched for it this morning and found it in a tincture (iHerb) and in capsule (Walgreens). I haven't found a tea yet.

REPLY

Van

April 6, 2020 at 11:54 am

Back again...Amazon has a nice selection of teas, tinctures, and capsules and much more reasonably priced than the previous site I provided.

REPLY

Chris

July 13, 2020 at 4:03 pm

I've used concentrated capsules (best but little pricey) and also some tea and even surprisingly smoking or vaping worked as well. I wasn't sure about that till I tried it. No you're not going to get high or anything just relaxed which helped with pain and anxiety to some extent.

REPLY

katrina

April 26, 2020 at 3:28 pm

Love this I am an avid forager and have used this plant for many things . I make an arthritic rub out of it glad I found your blog. I also live in VT !!!

REPLY

Larry

May 7, 2020 at 5:40 pm

Like your post,yes wild lettuce works, but it doesn't stop the pain just makes a lot less uncomfortable,i am very skeptical about natural treatments,this works for me, just started making tinctures last year, but this i cooked down took 10hrs,lactuca serriola works but virosa is better, do not boil!!! i have some tincture steeping haven't tried yet,plants i found were 8 to 9 feet tall i live in MD, when you find the right plant you will know, I've read multiple posts,wild lettuce is the only one that bleeds white sticky sap?? when cut or leaf is broke off, I'm impressed that this works, dosage is what works for you,start small, I'm not giving medical advice, not a doctor or pharmacist, not licensed, just use commen sense,this plant works

REPLY

Admin

July 22, 2020 at 8:30 pm

Thanks for sharing.

REPLY

Chris

July 27, 2020 at 4:48 pm

I've found the serriola in my yard after I planted the virosa. Ive looked for it before but was expecting a larger plant. These are like 6 in tall and flowering already. Glad to know it is there. I am excited about having stronger and more quantity to experiment with. I will be trying as many ways of extraction and concentration as I can. I saw the video in the woman's response about mixing the alcohol with the next heating. Id also like to do at least a little of the actual bleeding of the sap and collecting it then tincture. Just thinking a cleaner extraction without extra plant compounds in it. Maybe concentrat that onto some dry leaf for capsuls or something.

REPLY

Stasia

May 15, 2020 at 3:56 am

My experiment was blending up a 5 foot plant in 8 oz of water. Then squeezed the pulp out and chugged the liquid. I did for 3 consecutive days. It made me sleepy and relaxed. Tasted gross but did not hurt my stomach. The second day I noticed my jaw had stoped popping out. Which had been happening for a month previous many times a day. Haven't had any since 9 months ago, still the popping has not returned. I didn't know it was going to fix that! My research was recreational. I didn't eat anymore because I didn't like how sleepy I was.

REPLY

Administrator

October 31, 2020 at 2:24 am

That's very interesting. Thank you for sharing your experience.

REPLY

Kimber

May 22, 2020 at 1:58 am

Thank you for a great article!

REPLY

Liz Louw

May 25, 2020 at 8:51 am

Where can I find the video comparing wild lettuce to prickly lettuce, and demonstrating the harvest method? I tried making an extract from leaves, but found no medicinal effect. I do

wonder if it was prickly lettuce or rocket instead... Am trying a new batch from another patch of plants now. Haven't tried extracting the sap yet.

REPLY

Cathy

June 20, 2020 at 7:49 pm

This is a most excellent, information filled article – thank you! I am growing wild lettuce from seed this year, so I guess I won't be able to use it until next year? In the meantime, I purchased dried wild lettuce (aerial portions) from Mtn Rose Herbs, thinking I'd make a tincture for pain relief for my all over arthritis. I was sad to see that it is the milky sap in the stalk that is used for pain relief! So I have an 8 oz. bag of dried aerial parts of wild lettuce – what do I do with it? If I tincture it, will it help with pain relief since it is the leaves? I look forward to your response. Thank you!

REPLY

Admin

July 9, 2020 at 12:38 am

You can tincture it or make a wild lettuce tea!

REPLY

Chris

July 13, 2020 at 4:07 pm

The herbal portions work too, at least for me. Not a waste id say as i wanted to test it first myself. Id bet it could be even better doing it yourself. You can use some leaves like “cut and come again” or harvest a good portion but leave the crown of the plant intact just before cold fall weather going into winter.

REPLY

Margaret FitzGibbon

June 21, 2020 at 12:21 pm

I mistakenly harvested my plants at the bud stage- do you feel that harvesting too early is dangerous (toxic) in any way? The plants were producing sap, although not as much as now (flowering). I processed using a recipe from the herbalist 7song in Ithaca NY. He chops and pulverizes the aerial parts with Everclear (95%A) and then concentrates it by making another batch using 1/2 of the pervious menstrum as 50% of the liquid (new Everclear for the rest) . He is conducting research with this method similar to what you are doing. I am going to try your method as well.

REPLY

Ashley Adamant

July 10, 2020 at 5:03 pm

I don't think this plant is dangerous or toxic at any stage (to the best of my knowledge), but it is less potent when young. I've eaten young leaves as salad greens, but they lose

that as they get older, eventually being very bitter at flowering. If anything, it might be slightly less potent, maybe, but I'd assume still wonderful medicine as far as I know.

REPLY

Jaqulyn Silvester

June 27, 2020 at 11:17 am

When I was weeding the front flowerbed. I decided to keep the wild lettuce weeds & experiment for myself. well first I just ate a leaf. It was tolerable. would have been better with some ranch LOL I did some scraping of the inside of the stems. I finally found some of that white sap and stick small slices in some weed tincture i already have. letting it soak a while. I blended stems a few leaves three in a grape fruit & apple juice. well I topped it with tang I admit because it totally camouflaged the bitterness. Poured in a small glass. scared to try too much. But I am feeling calm and happy an my pain is tolerable. although I did take a Tylenol ibuprofen combo earlier. I imagine that this concoction would be much better for ones liver!! Glad I finally took the leap! 😊

REPLY

Admin

July 2, 2020 at 9:21 pm

Thanks for sharing! Sounds like an interesting concoction!

REPLY

jodha

July 16, 2020 at 6:50 pm

has anyone tried it as an alcohol liniment? topically? thinking of trying it with isopropyl alcohol 99%.

REPLY

Dawn

August 6, 2020 at 3:34 pm

I harvested some wild lettuce in late May, not knowing it was too early. I did not use the traditional method. I just harvested the leave and stalks, cut them in little pieces. I let them dry and then placed in a mason jar.

After reading this article, I'm a bit afraid to make a tincture of it. Should I toss what I have and wait till next year or will it be ok if I make a tincture?

REPLY

Administrator

October 31, 2020 at 2:27 am

Ashley mentioned in another comment that some people have used the dried lettuce herb effectively. This is a totally different preparation than what is discussed in this article so it may not apply the same. I would research some articles on those who have used the dried herb and see what their recommendations are.

REPLY

Barbara M.

October 31, 2020 at 1:44 am

I have 3 batches of prickly lettuce but after reading here it might be wild lettuce. Picture This app on my phone shoed prickly lettuce. Anyway. I tincture them and 2 jars have cloudy water and 1 jar does not. It is in 80 proof alcohol. Collected the herb in the same area. What does it mean that is cloudy?

REPLY

Barbara M.

November 6, 2020 at 12:55 pm

Hi, I just found out that it is safe, because the cloudiness is from pollen.

REPLY

Bob

December 6, 2020 at 5:29 pm

I suspect that making a tea out of domestic lettuce stalk (the bottom of the lettuce usually thrown out) would have a much more mold but possibly chronically effective effect. That is a mere suspicion and not medical advice. But for those who do their research and are experimenters, could prove productive. I am of the school that chronic and mild is over time more sustainable and effective. This is the kind of herb usage you might not notice until several weeks in.

REPLY

ILAH

June 14, 2021 at 6:41 pm

THIS IS AN EXCELLENT ARTICLE. THANKS, ASHLEY ! ADVICE TO NEWBIES: READ THE ENTIRE ARTICLE CAREFULLY. IT CONTAINS MOST OF THE ANSWERS TO FOLKS' QUESTIONS. JUST SCANNING, YOU WILL MISS A LOT. GO BACK, TAKE YOUR TIME, & YOU WILL PROBABLY FIND THE ANSWER. GOOD LUCK!

REPLY

Andrea Happel

July 6, 2021 at 6:42 pm

I have been eating what I assumed was wild lettuce from my backyard. I've eaten it in salads, smoothies, made it into tea....The plant I have looks more like your sow thistle above; yet on one plant, both styles of leaves appear. Maybe I'll back off for now.

REPLY

Administrator

July 12, 2021 at 7:23 pm

You definitely want to be sure of the identification of any wild plants before you eat them. Consult several different sources, do your research and if possible consult an expert that is local to you and that can see the plant in person to verify.

REPLY

Tracey S

July 11, 2021 at 10:32 pm

I have been using *Lactuca virosa* for about a year now. I take my cut plant, stem and leaves, and put it in a blender with water. I blend it up until its roughly cut. I then add it to a crock pot and let it simmer for at least 24 hours. I add water to the mixture if it seems too dense. I let it cook down until the plant looks well done. I do NOT let it boil though. Just a light

simmer. I then strain the plant from the liquid and put back into the crock pot and cook it down more until it is liquid enough to put in a dropper bottle but not like a resin or paste. I usually don't have enough plants to make that much. Once the liquid has cooked down to a thick liquid I let it cool and add 80 - 100 proof vodka. I usually do a 4-1 ratio - 4 parts tincture and 1 part vodka. I add the vodka for preservation not for extraction. I then store it in a dropper bottle in the fridge. You can add it to other liquids or just put it under your tongue for 30 seconds then swallow with water or juice. It usually works within about 20 minutes.

REPLY

Amy

July 30, 2021 at 3:58 am

Thank you so much for this article Ashley! Not only was it very informative but it was a very fun read! I suffer from three ruptured discs in my lower back and I am a CNA by trade. It's super painful and some days it hurts even just to sit up out of bed. 🥺 I recently have lost my medical insurance and have been barely getting by. I recently spoke to a wonderful woman on a foraging site on Facebook who told me that she had just made a batch of wild lettuce

tincture a couple of weeks ago, she very graciously offered me some of her tincture that she had made to try. Not only that but this wonderful woman even shipped it to me. I just got it in the mail today and I'm excited to try it tomorrow morning! (I figured I would wait until morning because I do have allergies and I'm not 100% sure that it isn't ragweed that causes it.)

REPLY

Administrator

August 4, 2021 at 2:37 pm

You're very welcome. I hope you're able to find some relief.

REPLY

Anthony Barreto-Neto

August 26, 2021 at 6:04 pm

Great article. I've not tried wild lettuce but we do grow opium plants in UK. Although it's not legal to harvest poppy by cutting them. Not that it matters because for 3 yrs now I'm convinced I don't have the knack/skill to bleed them!

Sounds like even I can make the tincture from your recipe tho so am going to,try. If possible I'll update post after trying. Since it's August i reckon it will be next yr unless I can find some growing in my area...maybe since that's how I found the opium.

I was hurt in auto accident in my Sheriffs cruiser & am left with back and sciatic pain. Be great to take something better on my liver than pain pills.

BTW Ashely, I lived in Barton VT for 10 yrs from 2001-2011. Beautiful country!

Thanks for your time

Tony

REPLY

Administrator

September 17, 2021 at 4:50 pm

I'm sorry to hear about your accident. I hope you are successful with the tincture. Be sure to come back and update us.

REPLY

Pat Galloway

September 27, 2021 at 8:43 pm

Although you specify vodka as your liquid, I think any alcohol would be efficacious. So, why not use rum or brandy or whiskey, all of which have some flavor to mask the wild lettuce flavor.

REPLY

Ashley Adamant

September 27, 2021 at 9:13 pm

Yup, that's totally fine too. We make brandy, rum, and even gin tinctures depending on the type. I'm not sure any of them mask the flavor in this case though. Some tinctures are just never going to taste good. The ones that come to mind are reishi, echinacea, yellow dock, and this one for sure.

REPLY

Scott

October 7, 2021 at 8:09 pm

I recently made a tea with it. I took 4 fresh leaves I rolled into balls in my tea holder, heated to 175° and let it sit for 30 minutes brewing. Then I took my pestle and pressed the remaining juices out into the tea. I also had a bag of green tea in there and added a little honey. Made approximately .5 liters. I drank the entire amount. Within 15 to 20 minutes my face was numb and I felt very relaxed. Shortly after I was asleep in the recliner and had a good night's rest.

REPLY

Chette

December 6, 2021 at 4:53 pm

I wonder if agitating or crumpling the leaves the second year will help produce more or a more potent plant blood.

REPLY

LEAVE A REPLY

Your email address will not be published. Required fields are marked *

Comment

Name *

Email *

Website

☐

Save my name, email, and website in this browser for the next time I comment.

☐ Notify me of follow-up comments by email.

POST COMMENT

This site uses Akismet to reduce spam. [Learn how your comment data is processed.](#)

MEET ASHLEY FROM PRACTICAL SELF RELIANCE



I'm an off-grid homesteader in rural Vermont and the author of Practical Self Reliance, a blog that helps people find practical ways to become more self-reliant. **Read More...**

CONVERTKIT FORM

JOIN THE

NEWSLETTER

Subscribe to get our latest content by email.



SUBSCRIBE

We won't send you spam. Unsubscribe at any time.

BUILT WITH  ConvertKit

AMAZON DISCLOSURE

Practical Self Reliance is a personal blog and a **woman-owned small business**. I am a participant in the **Amazon Services LLC Associates Program**, an affiliate advertising program designed to provide a means for sites to earn advertising fees by advertising and linking to Amazon.com. For more details, visit my [disclosures page](#).

COPYRIGHT © 2022 · FOODIE PRO & THE GENESIS FRAMEWORK



[Inicio](#) > [Artículos](#) > [Psiconáutica](#)

Lechuga silvestre para tener sueños lúcidos

Por **Redacción** - agosto 6, 2015

Sigue  en  

La infusión de lechuga silvestre es una tradición que todavía perdura en zonas rurales de España y Francia (Escohotado 1990). La lechuga silvestre ó *Lactuca virosa*, contiene sustancias sedantes similares, en estructura y actividad, al opio aunque mucho menos potentes, NO prohibidas y no formadoras de hábito: lactucina y lactupicrina (lactucopicrina). Estas mismas sustancias están en la lechuga común de nuestras ensaladas, aunque en menor cantidad (Otero 1993). Ya en tiempos de los romanos se acostumbraba a comer cada tarde una lechuga, para procurarse un sueño tranquilo. En papiros de los antiguos egipcios, datados hacia 1600 antes de nuestra era, ya se hablaba de la lechuga silvestre como remedio para diversas dolencias.

Por LOA





Quizá *Lactuca virosa* sólo es oriunda del sur de Europa, norte de África y Turquía, habiéndose aclimatado en Europa central tras haber sido muy cultivada desde antiguo como planta medicinal, para la fabricación del lactucario. Cuando la planta había florecido, se hacían cortes en el tallo de arriba abajo, para que rezumase la leche de las heridas, sustancia que se recogía en pequeñas vasijas y se vertía luego en una tabla de madera o de mimbre, donde se secaba y endurecía. A continuación, se amasaba el lactucario formando bolas de unos 30 gramos que se usaban como narcótico, para provocar el sueño y calmar la tos o, mezclado con extracto de cicuta y beleño negro, como anestésico en cirugía. (Starý 1993). Aquellos cultivos fueron abandonados, salvo en Francia. En este país aun hay empresas que cultivan y venden sacos de cinco kilos de hojas y tallos de lechuga silvestre seca y cortada en trocitos, como Cailleau herboristerie (www.herbo-cailleau.com). En la Península Ibérica crece al borde de los campos y caminos de todo el norte, enrareciéndose y localizándose en las montañas a medida que se avanza hacia el Sur (Font 2000). Aunque estas escasas plantas sureñas son más fuertes en su efecto, con mayor concentración de principios activos que las aguadas y abundantes lechugas silvestres del Norte.

DORMIR Y SOÑAR



3

La lechuga silvestre calma la excitación nerviosa, combate el insomnio leve y además es onírógena (produce muchos sueños), reduce la tos, especialmente la tosferina, y a diferencia de las drogas de farmacia, según el doctor Leclerc su administración prolongada, no va seguida de depresión, tampoco produce acción nociva sobre el tubo digestivo ni sobre el aparato circulatorio. NO produce, al contrario que el opio y derivados químicos, estreñimiento, inapetencia o trastornos vasomotores (Font 2000). Su uso, aunque sea durante mucho tiempo, es completamente inofensivo. Para los antiguos egipcios esta planta era afrodisíaca, pero si atendemos a los griegos tiene efectos antiafrodisíacos, reduciendo el impulso erótico. Según nuestra experiencia ni lo uno ni lo otro. Según Dioscórides (citado por Font 2000): "bebida la simiente de la lechuga, es útil a los que sueñan continuamente sueños muy lujuriosos y refrena los apetitos venéreos (...) la semilla se toma como la de lechuga de huerto, evita la eyaculación precoz y atenúa el deseo sexual. Parécese en su virtud al papaver (opio), la lechuga salvaje provoca sueño, mitiga el dolor, atrae el menstruo". En homeopatía emplean la tintura extraída de la planta fresca entera, para tratar la impotencia. Como es sabido usan diluciones infinitesimales de algo que, en dosis mayores, provocaría el mal que se desea curar. El barón Ernst von Bibra (1806-1878),

pionero en la experimentación con lactucario, nos dejó escrita la siguiente conclusión: "Bastante similar al opio, el lactucario también tiene propiedades algo diferentes, pero en sus principales efectos es la misma cosa que el opio" (Plantas intoxicantes. 1855).

Pero volvamos al mundo de los sueños, el suave efecto narcótico de la lechuga silvestre induce un sueño ligero que puede medirse con un electroencefalograma: ondas de baja frecuencia que se llaman alfa. Muchos sueños aparecen durante la fase R.E.M (Rapid Eye Movement, movimiento rápido de los ojos), un estado caracterizado por ondas cerebrales de baja frecuencia, otra vez el estado alfa. Los indios Hopi creen que los sueños inducidos contienen más información sobre la realidad que el estado diurno de vigilia. Le dan tanta importancia a los sueños que cada mañana, durante el desayuno, los comentan y discuten. El "opio de lechuga" hace los sueños más intensos y fáciles de recordar si se fuma antes de ir a dormir. Se puede guardar un diario de los sueños en la mesilla de noche y revisarlo una vez a la semana. La principal función de los sueños es combinar nuevas y antiguas experiencias para crear nuevas actitudes que afectaran a nuestro futuro vía proyección e inhibición. Estaría bien que dedicáramos más tiempo a ese tercio de la vida que pasamos durmiendo, y que muchos desaprovechamos (Miller 1993). Como escribió C. G. Jung: nadie que no se conozca a si mismo puede conocer a los otros. Y en cada uno de nosotros hay otro yo que no podemos ver. Él nos habla en sueños y nos dice cuan diferente nos ve. Cuando tenemos un problema y no encontramos solución, él puede a veces darnos alguna luz y cambiar nuestra actitud, una actitud concreta puede llevarnos a una situación difícil.

**Te puede
Interesar**

**La LSD vuelve a la
investigación clínica**

USO

Los viejos campesinos que todavía hoy hacen infusiones con esta planta, echan un puñado de hojas y/o tallos troceados en un cacharro

con agua, calentándolo hasta que hierve. Apagan, dejan reposar tapado diez minutos, filtran y se beben el caldo con miel. De esta forma se obtiene una infusión sedante suave, como una tila. La hemos probado en infinidad de ocasiones, incluso a manos llenas de hojas y tallos secos troceados, obteniendo siempre un efecto tranquilizante muy suave. Punto y aparte es el extracto concentrado de la planta, el látex seco llamado en latín lactucarium, y que podríamos traducir por lactucario, también llamado opio de lechuga.



LACTUCARIO: OPIO DE LECHUGA

El extracto sólido fumable, llamado «opio de lechuga» ó lactucario, se hace calentando al baño maría 50 gramos de hojas y/o tallos troceados, en medio litro de agua, durante al menos 6 horas y sin que hierva el agua del recipiente donde esté la lechuga. Después se filtra, desechando la yerba y volviendo a poner el líquido, ahora oscuro y filtrado, al baño maría, sin que hierva, hasta que se obtenga un residuo gomoso de color oscuro. Puede fumarse en pipa o cigarro, pero, no debería aplicarse directamente a la llama, así se pierden muchas de sus cualidades. Para evitar eso, algunos raspan ó liman la piedra de lactucario para liar el cigarrillo, ó usan pipas metálicas de cazoleta pequeña. Colocan un trocito de lactucario en la diminuta cazoleta, y la calientan sobre un mechero de alcohol, inclinando un poco el tubo de la pipa hacia arriba para que la sustancia gomosa no

se cuele por el tubo; hasta que el lactucario burbujea y comienza a despedir un humo blanco o vapor. Entonces dan una calada a la pipa y retienen unos 30 segundos en los pulmones. También puede tragarse una bolita de medio a un gramo de lactucario, por persona y día, o disolverse en cualquier bebida alcohólica (se disuelve mejor). En el Cáucaso y el Turquestán la lechuga silvestre es usada por los derviches, los místicos del Islam, que consumen su látex puro o mezclado con hachís para tener visiones y entrar en trance (Rivera y Obón 1991). La variedad cultivada, *Lactuca sativa* var. *Capitata*, que se planta como lechuga de huerto, también recibe el nombre de opio de lechuga o lactucario francés (Rätsch 2001). El lactucario se usó en botica desde el siglo XVI hasta la década de 1940, como sedante y sustituto del opio. Hoy día se vende en Estados Unidos a través de cibernegocios como www.wildlettuce.com

LA LECHUGA Y LA LEY



Todos los preparados de *Lactuca virosa* son de libre comercialización (Rätsch 2001), menos en España que serían de venta exclusiva en farmacias (si los hubiera), debido a una Orden Ministerial que dictó el

último Gobierno de Aznar en enero de 2004 para perjudicar a todo el sector del Cannabis. En aquella época muchas tiendas de cultivo vendían semillas y plantas "mágicas", y se anunciaban en la prensa cannábica varias casas de etnobotánica. Quedaron prohibidas fuera de las farmacias casi 200 plantas medicinales, algunas de ellas de gran venta en herboristerías, parafarmacias y grow-smart shops (las conocidas como "tiendas inteligentes"). El siguiente paso represivo en la agenda de los fachas es la ilegalización de la semilla del Cannabis. ¡Al loro con estos lechuguinos!.

CULTIVO

Prefiere suelos ricos, sueltos, bien drenados, pero puede crecer casi en cualquier sitio siempre que se la riegue frecuentemente. Debe sembrarse muy espesamente, en hileras, empleando bandejas como semillero, a mediados de septiembre pues resiste bien el frío. Luego hay que trasplantar con mucho cuidado. Mil semillas pesan 0,843 gramos y a 20º de temperatura, con luz, germinan el 94% de ellas en unos dieciocho a veinticinco días. Para 100 metros cuadrados de plantación se necesita un gramo de semilla, distribuido en 0,20 metros cuadrados de semillero. Como cifra media de rendimiento daremos la de unos 700 gramos de lactucario por área (cien metros cuadrados).

Medicina psicodélica: así

Te puede interesar **abren las puertas a nuevos tratamientos el LSD, el MDMA y la psilocibina**

IDENTIFICACION BOTANICA





Es una planta herbácea anual o bienal de gran altura que durante su segundo año de vida puede alcanzar hasta 2 metros. Las hojas inferiores son grandes y a ras de tierra, las del tallo son un poco menores y están agarradas a él con dos especie de orejuelas características. La parte baja del tallo suele tener un tono violáceo y pelos duros. La vena principal de las hojas también se defiende con una línea de pelos duros. Las flores son pequeñas cabezuelas de color amarillo limón, agrupadas en un gran ramillete –unas diez a veinte– en la cúspide de la planta. Las hojas del ramillete floral son muy cortas pero anchas. Los frutos son unas pequeñas semillas negras que vuelan como paracaídas gracias a un mechón de pelillos blancos. Al cortar o arañar cualquier parte de la planta, sale un látex muy blanco y amargo al gusto que al contacto con el aire amarillea.

La lechuga silvestre (*Lactuca virosa*) puede confundirse con la común cerraja (*Sonchus oleraceus*), que tiene las hojas divididas en gajos. Además mientras la Cerraja se levanta sólo cuatro palmos del suelo, la Lechuga silvestre puede alcanzar más altura que un hombre y florece a partir de finales de junio, mientras la Cerraja muestra flores casi todo el año. Podéis ver una amplia descripción botánica de ambas plantas en las páginas 870-871 de «Plantas Medicinales», Pío Font Quer, Ediciones Península, Barcelona, 2000.

COMPOSICIÓN

Los principios amargos típicos de las lechugas son lactonas sesquiterpénicas como la lactucina, encontrada ya en 1833 y que

según algunos autores es el 0,2% del lactucario (Miller 1993), y la lactucopicrina, aislada en 1939 por Schenck et al. Lactucina y lactucopicrina están presentes también en una hierba conocida como diente de león (*Taraxacum officinale*). La potencia analgésica (supresora del dolor) de estas sustancias ha sido probada por un equipo de investigadores polacos (Gromek 1989,1991,1992). También se descubrió que el extracto acuoso de la planta anual tiene más potencia analgésica que los extractos alcohólicos y acuosos de la lechuga de dos años. Experimentos hechos con ratones demostraron que el lactucario no engarza con el neuroreceptor cerebral opioide (Bormann 2000).

PELIGROS



Las infusiones de lechuga silvestre son inofensivas, harían falta cantidades inabarcables para producir algún problema. En cambio el opio de lechuga o lactucario debe tratarse con el debido respeto. La dosis máxima de un gramo por persona y día puede superarse algo si se notan escasos efectos, pero una bola con muchos gramos de látex concentrado podría llegar a provocar una intoxicación desagradable, con: sudoración, dilatación de pupilas, zumbidos en los oídos, pérdida

de visión, opresión en el cráneo, vértigo, somnolencia y pesadillas, aunque no se han registrado casos de muerte. Se conocen casos de envenenamiento en animales por haber comido kilos de la planta, con síntomas como sudoración, paso vacilante y, cuando se han ingerido cantidades mayores, arritmia cardíaca e hipotensión arterial brusca (Starý 1993). Lipotimia animal, una animalada.



BIBLIOGRAFÍA

Bormann, H., Melzig, M.F. (2000) Pharmazie 55: 129-132

Escohotado, A. 1990. Historia de las drogas. Alianza editorial. Madrid.

Font Quer, Pío. 2000. Plantas Medicinales. Ediciones Península. Barcelona.

Gromek, D. 1989 Polish Journal of Chemistry 63: 297 – 301; 1991 Polish J. of Chemistry 65: 1979 – 1981

Gromek, D., Kisiel, W., Klodzińska, A., Chojnacka – Wójcik, E.1992 Phytotherapy Research 6: 285 – 287

Miller, Richard Allan. 1993. The magical and ritual use of herbs. Destiny books. USA.

Otero, Luis. 1993. "Lactucario". Artículo en la revista CUERPOMENTE nº17 página 103

Rätsch, Cristian. 2001. Lactuca virosa, la lechuga de los sueños. Artículo de Cáñamo Especial 2001: 50 sustancias psicoactivas. Barcelona, páginas 210-212.

Rivera Núñez, D. y Concepción Obón de Castro. 1991. La guía de Incafo de las plantas útiles y venenosas de la península Ibérica y Baleares. Incafo. Madrid. Pgs. 1022-1024.

Schenck, G., Graf, H., Schreber, W. 1939 Archiv der Pharmazie 277: 137-145

Starý, F. 1993. Plantas venenosas. Susaeta ediciones. Madrid, páginas 122 y 123.



ESTUDIOS / RESEARCH STUDIES

TERAPÉUTICA PARA TRATAR EL CÓLERA EN YUCATÁN, MÉXICO (1833-1853). MEDICINA FISIOLÓGICA, HERBOLARIA LOCAL Y RÉGIMEN MORAL

Paola Peniche Moreno

Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social, Unidad Peninsular (Mérida, Yucatán, México)
e-mail: ppeniche@yahoo.com

Recibido: 9 diciembre 2014; Aceptado: 20 enero 2016.

Cómo citar este artículo/Citation: Peniche Moreno, Paola (2016), "Terapéutica para tratar el cólera en Yucatán, México (1833-1853). Medicina fisiológica, herbolaria local y régimen moral", *Asclepio* 68 (1): p133. doi:<http://dx.doi.org/10.3989/asclepio.2016.12>

RESUMEN: Este artículo analiza los pilares que sostuvieron la práctica terapéutica en Yucatán para tratar a los enfermos de cólera durante los brotes registrados antes del descubrimiento de su etiología bacteriana, uno en 1833 y otro en 1853. Debido en parte a una importante evolución del pensamiento médico-científico y a la divulgación de los principios del positivismo, en esta época se vivió un profundo proceso de transformación que significó, entre otras cosas, nuevas percepciones sobre la enfermedad y esquemas distintos a los coloniales para afrontar las emergencias y procurar la salud pública. Sin embargo, ante la falta de consensos en cuanto al origen del cólera y sus medios de propagación, el gobierno estatal promovió la difusión de diferentes técnicas terapéuticas empleadas en Europa o Estados Unidos, que se sumaron al conocimiento local respecto al empleo medicinal de la herbolaria, retomando también antiguas ideas sobre la incidencia de las conductas morales individuales en la propensión al contagio y eventualmente a la muerte.

PALABRAS CLAVE: cólera; historia de la medicina; terapéutica; herbolaria; Yucatán.

THERAPY FOR THE TREATMENT OF CHOLERA IN YUCATAN, MEXICO (1833-1853). PHYSIOLOGICAL MEDICINE, LOCAL HERBALIST AND MORAL REGIMENT

ABSTRACT: This article analyzes the pillars that supported the therapeutic practice in Yucatán to treat cholera patients during the outbreaks preceding the discovery of its bacterial etiology, one in 1833 and another in 1853. Due partly to a significant evolution in scientific and medical ideas, and the dissemination of the principles of positivism, a profound process of transformation was experienced, which brought, among other things, new perceptions of the disease as well as schemes different from the colonials to deal with emergencies and ensure public health. However, given the lack of consensus about the origin of cholera and its means of propagation, the government promoted different therapeutic techniques practiced in Europe or the United States, alongside local knowledge on the medicinal use of herbs, while also reviving old ideas on the impact of individual moral behavior in the tendency to contract the disease and eventually die.

KEY WORDS: cholera; History of Medicine; therapy; herbalist; Yucatan.

INTRODUCCIÓN

El 16 de julio de 1833, Nicolás Uc, cacique del poblado maya de Nohcacab, escribió al gobernador del estado de Yucatán, México, que desde hacía diez días sufrían «el temible mal devorador nominado cólera» y que a pesar de haber tomado todas las medidas para impedir su voracidad y marcha, contaban ya varios contagiados y muertos. El alcalde del pueblo de Baca aseguró que en tan sólo tres días habían fallecido 29 personas por el mismo mal, observando que algunos «con sólo asistir a la agonía del atacado caen muertos sin esperanza de remedio». Las autoridades de Hunucmá afirmaron que a las haciendas de su jurisdicción el mal se había extendido «con toda su fuerza desoladora» sin poder saber el número exacto de muertos, porque «los mayordomos que tenían la orden de mandar diariamente las listas de los que han enterrado en sus respectivas haciendas, han sido casi los primeros que han fallecido»¹.

En efecto, de su origen asiático el cólera morbus llegó a Yucatán en 1833. Inauguró una nueva ruta de entrada a México en cuanto a microbios se refiere pues no llegó directamente desde Europa ni desembarcó en Veracruz, sino que procedente de Nueva Orleans descendió en el puerto de Campeche, también entrando al país a pie, por la frontera norte².

Se trataba de una nueva patología en México. Los habitantes de Yucatán, como los de América y Europa, tenían breves noticias sobre sus efectos, desarrollo y desenlace. Tras la experiencia vivida en 1833, en 1853 la región enfrentó un nuevo azote de la misma enfermedad, ahora esparcida por tropas federalistas disidentes e indígenas sublevados de la Guerra de Castas³.

El contexto político y social en el que se vivieron estas dos epidemias fue particularmente convulso para Yucatán. Tras la declaración de Independencia, durante toda la primera mitad del siglo XIX, el estado vivió conflictos sucesivos entre federalistas y centralistas, experimentó varios sistemas de gobierno, revisó sus relaciones con la República, renovó su marco institucional, promulgó tres textos constitucionales (1825, 1841, 1850), sin solventar los problemas sociales que estallaron con la sublevación indígena de 1847 que duró varias décadas. Por otro lado, también hubo una paulatina secularización de distintos ámbitos de la sociedad, dejando atrás el dominio de la Iglesia sobre muchos aspectos sociales, económicos y políticos, entre ellos las explicaciones sobre las enfermedades y el manejo de las emergencias epidémicas.

Quizá por el vínculo inestable con la federación y el continuo enfrentamiento político entre facciones referido líneas antes, los inicios de la profesionalización de la medicina en Yucatán, con la fundación de la Escuela de Medicina el 10 de junio de 1833, no se hicieron eco de la reforma en la educación emprendida por el vicepresidente Valentín Gómez Frías que llevó a la fundación del Establecimiento de Ciencias Médicas en octubre de 1833 (Rodríguez de Romo, 2000, p. 219). En la educación médica, se rompió con moldes tradicionales tomando como referencia a la Escuela de Medicina de París, cuyo modelo biológico lesional planteaba a la enfermedad como una alteración funcional de los órganos del cuerpo humano. En consecuencia, en el nuevo plan de estudios la anatomía y fisiología cobraron gran relevancia, y la cirugía se unió con la medicina para formar las «ciencias médicas» (Rodríguez de Romo, 2000, pp. 217-217; Rodríguez, 2001, p. 18). Sin embargo, Yucatán no tuvo que «romper» con antiguos modelos en la educación médica, porque no había tal antes de 1833, y los médicos que ejercían su profesión desde finales del siglo XVIII habían sido formados precisamente en la Escuela de París. El primer programa de estudios en Yucatán incluyó anatomía, fisiología, patología y medicina operatoria, entre otras cátedras, replicando las ideas médicas vigentes en Francia, pero conservando las cátedras de Prima y Vísperas que en otras partes se habían suprimido (Erosa Barbachano, 1997, p. 268). Tras su apertura, la Escuela de Medicina en el estado continuó con el mismo plan de estudios en medio de dos epidemias de cólera (1833 y 1853), continuos enfrentamientos entre facciones políticas y el estallido del conflicto armado conocido como la Guerra de Castas en 1847. No fue hasta 1869 que en Yucatán se promulgó la ley de Instrucción Pública del Estado y con ello se creó la Escuela Especial de Medicina, Cirugía y Farmacia, más acorde con la reforma emprendida décadas antes a nivel nacional (Erosa, 1997, p. 269).

Este artículo analiza los pilares que sostuvieron la práctica terapéutica en Yucatán para tratar a los enfermos de cólera durante las epidemias registradas antes del descubrimiento de su etiología bacteriana⁴. Se presiguen tres objetivos: 1) mostrar la compleja interrelación entre ideas y prácticas médicas a partir del estudio de la terapéutica; 2) considerar la base lógica de los tratamientos, y distinguir el papel de conocimiento y especies locales en el tratamiento de enfermedades; 3) revelar en qué medida las ideas científicas y médicas europeas incidieron en el proceso salud/enfermedad/atención, en una provincia de México con una fuerte tradición en medicina indígena.

Se parte de una perspectiva de Historia Social que permite, a través de un enfoque relacional, comprender la imbricación, adaptación y transformación de distintos sectores de la sociedad, con sus propias prácticas e ideas relativas a la salud, pero vinculados coyunturalmente a través de las epidemias de cólera. De la antropología médica se retoma la noción del proceso salud/enfermedad/atención como un constructo histórico que se desarrolla y transforma en un espacio-tiempo determinado, profundamente vinculado con la vida de un colectivo, sus prácticas culturales y formas de percibir el mundo (Menéndez, 1981, pp. 12-13; Rosen, 2005, p. 50). En este proceso, los colectivos sociales acuden a diferentes «modelos, saberes y formas de atención y prevención de los padecimientos» con distintas técnicas diagnósticas y variados tipos de tratamiento y estrategias de curación (Menéndez, 2009, p.25) Pero esta coexistencia es dinámica, pues al entrar en contacto y relacionarse se modifican constantemente mediante la síntesis de concepciones y prácticas derivadas de diferentes saberes (Menéndez, 1994, pp. 72, 74; Campos-Navarro, 1997, p. 69).

Para desarrollar los objetivos propuestos, se acudió a fuentes primarias como literatura médica de la época, folletería, hemerografía y manuscritos en archivos locales. Se privilegió un tipo de selección y lectura que no se restringiera a Yucatán sino que permitiera ubicar al estado en contextos nacional e internacional, reconociendo distintos modelos y saberes, su difusión y concreción a nivel local.

LA MEDICINA FISIOLÓGICA COMO ESQUELETO DE LA TERAPÉUTICA

Desde la temprana época colonial, a Yucatán llegaron de Europa virus y bacterias lo mismo que ideas sobre el origen de las patologías, explicaciones sobre el funcionamiento de los órganos del cuerpo y prácticas médicas para conservar la salud y combatir la enfermedad. Las muy antiguas teorías humorales llegaron a América con los colonizadores españoles, y su aparente correspondencia con prácticas médicas de tradición indígena ha sido ampliamente discutida por distintos autores (Foster, 1987; Pérez-Tamayo, 1988, t. 1, p. 144)⁵.

Cuando el cólera apareció por primera vez en Europa, era tan ininteligible como lo fue la peste cinco siglos antes, y los recursos teóricos y prácticos de los médicos eran los mismos que los de sus predecesores medievales (Rosenberg, 1962, p. 226). Pero si bien el saber epidemiológico cambió poco desde tiempos hipocráticos, a partir del Renacimiento —y más en la primera mitad del siglo XIX— los médicos adoptaron

nuevas actitudes: pusieron mayor atención en saber en qué consiste el hecho de la enfermedad epidémica y buscaron combatir y prevenir el morbo con recursos nuevos (Laín Entralgo, 1978, p. 314).

Desde su primera aparición en Europa en 1832 y hasta antes del descubrimiento de su etiología bacteriana, prevaleció la noción de que el origen del cólera (como de otras enfermedades epidémicas) se encontraba en un veneno o fermento transmitido por contacto directo con personas u objetos infectados, o a través de la atmósfera⁶. Los primeros en formular el concepto de «miasmas» como portadores de enfermedades epidémicas fueron Hipócrates y Galeno, idea relacionada con una constitución epidémica de la atmósfera corrompida por el clima u otras influencias atmosféricas o astronómicas (Baldwin, 2004, p. 2). Este paradigma constituyó el eje del conocimiento epidemiológico hasta ya entrado el siglo XIX.

Los miasmas se definían como «las partículas pútridas surgidas del fondo de la tierra que entran en contacto con el aire», o un «efluvio maligno que exhalan algunos cuerpos enfermos y generalmente las aguas corrompidas o estancadas» (Diario General, 1832, p. 616). Se pensaba que al entrar en contacto con mucosas, poros o piel, o por ingestión directa o indirecta, los miasmas podían provocar un desbalance interno de humores y afectar a los órganos del cuerpo humano. Estas ideas se sostenían a partir de aprensiones empíricas sobre el vínculo entre sitios fétidos y epidemias; especialmente frente al cólera que evidenciaba su asociación con aguas contaminadas, basura y excretas humanas (Rivals, 1834, p. 11; Corbin, 1987, p. 29; Palmer, 2003, p. 24).

En la prensa yucateca se tomó como ejemplo grandes urbes europeas como París, donde calles enteras como la contaminada Rue de la Mortellerie se habían contagiado de cólera en poco tiempo. Según el semanario *El Baluarte*, la suciedad de aquellas calles no era comparable con la que había en algunos rincones de la ciudad de Mérida, como en la calle Tiburcio que arrojaba incesantemente «miasmas mortíferos», de suerte que popularmente se le conocía como la calle «Tiburcio cloaca»⁷. También se pensaba que los cuerpos enfermos o muertos eran igualmente metíficos; los primeros por sus desechos y emanaciones (eructos, borborismos, ventosidades, vómitos, diarreas, etc.), y los últimos por su olorosa descomposición orgánica (Corbin, 1987, pp. 10, 28). El clima también era considerado como otra fuente de emanación de miasmas, especialmente donde había calor, humedad, pantanos, orillas de ciénagas o lagos⁸.

Para la prevención, estas ideas fueron particularmente importantes porque a fin de evitar la extensión y voracidad de la epidemia, se buscó eliminar los focos de emanación de miasmas mediante la higiene, y evitar su transmisión a través del aislamiento o la purificación del aire (Rosenberg, 1962, pp. 72-73; Cipolla, 1993, pp. 18-19)⁹. Con este marco de ideas las autoridades enfrentaron en buena parte del siglo XIX epidemias como viruela, fiebre amarilla y cólera¹⁰.

La teoría miasmática convivió muchos siglos con la teoría humoral, pues la primera buscaba explicar la manera en que una enfermedad se transmitía entre la población, convirtiéndose en epidémica, y la segunda en el daño que causaba en el cuerpo el desequilibrio de humores.

La teoría humoral sobrevivió por más de catorce siglos revestida bajo diferentes disfraces pero conservando su estructura lógica. Constó de dos postulados básicos: a) el cuerpo humano está formado por un número variable pero finito de líquidos o humores diferentes; b) la salud es el equilibrio de los humores, y la enfermedad es el predominio de algunos de ellos. Los principales humores eran sangre, flema, bilis amarilla y bilis negra:

cuando cierto humor disminuye su concentración, los síntomas corresponden a la ausencia de algo como sensación de vacío, mareo, pérdida de peso, etc.; el exceso o acumulación de cualquiera de los humores provocaba dolor, congestión o irritación. Esta teoría, además, postuló la existencia de un calor interno localizado en el ventrículo izquierdo del corazón, necesario al cuerpo para derivar los cuatro humores de los alimentos, mantenerlos en movimiento y conservar el equilibrio entre ellos (Pérez-Tamayo, 1988, t. 1, pp. 95-13).

El término con el que se designó al cólera tenía implícita la idea de la constitución humoral del cuerpo humano, compuesto por la locución latina *morbus* que significaba enfermedad y la voz griega *chole* que refería bilis.

La teoría humoral convivió con el desarrollo de la fisiología, entendida a partir del siglo XVIII como «el estudio científico de los movimientos y las funciones de los seres vivos». El organismo se concebía como una composición de formas que integraban un «sistema móvil», y el movimiento de cada una de sus partes como un desplazamiento local. Por ello, la anatomía era una disciplina previa y distinta a la fisiología; era el estudio de las formas del organismo. La forma configuraba la función, y la función era el desplazamiento de la forma en el espacio; la fisiología se explicaba como una suerte de «anatomía impulsada» (Laín Entralgo, 1987, pp. 275-276).

En este marco de ideas, la enfermedad se entendía como un «desorden morbo del mecanismo que parece ser el cuerpo humano»; desorden de movimientos. Esa fue la definición de la patología llamada «iatromecánica»; para la cual la enfermedad era una disposición anómala de las fibras del organismo y de las relaciones mecánicas de éstas con los fluidos orgánicos. Así, el método anatomoclínico adquirió relevancia, ya que la lesión anatómica se convirtió en la clave para un diagnóstico y el fundamento de toda la patología (Laín Entralgo, 1978, pp. 286, 320-322).

Laín Entralgo (1978, p. 334) postula que mientras la iatromecánica fue un fenómeno de mayor difusión en los países católicos de Europa, la iatroquímica se desarrolló en los países protestantes. Sin embargo, para la primera mitad del siglo XIX la fisiología a nivel general registró una síntesis de ambos paradigmas, mezclada con importantes novedades empíricas de la anatomopatología (Laín Entralgo, 1978, pp. 325, 337).

La iatroquímica surgió a partir de la introducción en la medicina de nociones químico cualitativas. Los primeros iatroquímicos fueron anatomistas y anatomopatólogos defensores de la circulación sanguínea. Sus nociones sobre la estructura y dinámica de la materia viva se urdieron con las ideas de Paracelso sobre la fermentación y lo volátil. La fisiología iatroquímica tomó la fermentatio como una interpretación química de los procesos digestivos y la circulación de la sangre, convirtiéndola en un concepto clave para entender las formas biológicas sustanciales. De esta manera, se explicó que la digestión es una actividad fisiológica fermentativa y, por tanto, química, teniendo como agentes principales a la saliva, la bilis y el jugo pancreático (Laín Entralgo, 1978, p. 332).

En el siglo XIX la fisiología alcanzó su «mayoría de edad», convirtiéndose en la segunda «ciencia básica» de la medicina, precedida sólo por la anatomía. Entre 1800 y 1850 la fisiología francesa fue vitalista; es decir, estableció la diferencia entre lo viviente y lo no viviente sobre la hipótesis de la existencia de un principio vital, entendido como una fuerza específica (química o mecánica) activa en los seres vivos y superior a las fuerzas de la naturaleza. Se postuló que esta fuerza vital era común a todos los seres vivos, y así la patología vitalista francesa explicaba que el movimiento del cuerpo y sus partes —regido por una fuerza interna— se veía amenazado por fuerzas externas (como miasmas). Francia fortaleció estas hipótesis en la primera mitad del siglo XIX y así las enseñó al mundo (Laín Entralgo, 1978, pp. 345, 351, 438, 439, 442, 466).

En este marco, el médico francés Joseph Victor Broussais propuso una «medicina fisiológica» basada en el concepto de «irritación». A partir de la afirmación anatomopatológica de que en casi todos los cadáveres era posible hallar lesiones de gastroenteritis, planteó la existencia de una irritación anormal del tubo digestivo provocada por causas externas (agua, frío, calor, fuego, etc.), causando una abundancia extraordinaria de sangre (hiperemia), gastroenteritis primaria y un consecuente daño generalizado por simpatía en otras partes del organismo. Desde esta perspectiva, la patología no era extraña al funcionamiento del ser vivo, pues los síntomas eran «el grito de dolor de los órganos sufrientes» (Arquiola, 1992, pp. 203-206). Al reducir todas las enfermedades a un proceso de irritación, particularmente de la mucosa gastrointestinal, Broussais propuso una práctica terapéutica contundente para casi todos los padecimientos, incluyendo al cólera (Broussais, 1832). Su tratamiento se basaba en un régimen antiflogístico a partir de debilitantes, principalmente la flebotomía (Rolleston, 1939, p. 411). Algunos historiadores consideran que, en toda la historia de la terapéutica, no existe un capítulo más grotesco que el del tratamiento del cólera: al vómito persistente se administraban vomitivos, se exacerbaba la diarrea con purgantes y se practicaban sangrías a pacientes debilitados que necesitaban sangre (Howard-Jones, 1972, p. 373; Kiple, 1985, p. 173).

Este esquema fue de gran éxito en la medicina europea hacia 1830 (Laín Entralgo, 1978, p. 467); pero también se difundió por América entre 1820 y 1840, y su impacto fue sustancial en las terapéuticas empleadas para tratar a los enfermos de cólera durante casi todo el siglo XIX (Miqueo, 1987, p. 176).

Las hipótesis y prácticas médicas desarrolladas en Francia llegaron a Yucatán por medio de médicos que se formaron ahí y llegaron a ejercer en el estado desde los primeros años del siglo XIX, formando nuevas generaciones de facultativos e influyendo de formas decisivas en las nuevas políticas de salud pública gestadas al amparo de los gobiernos liberales. Destaca el Dr. Alejo Dancourt, originario de Francia y titulado en Medicina por la Escuela de París, que llegó a Mérida en 1802; dos años después fue designado «conservador» de la vacuna antivariolosa de la recién fundada Junta Provincial de Vacunación y más tarde fungió como rector de la Universidad (Erosa, 1997, pp. 22-23). En 1832 fue nombrado, junto con otros médicos, miembro de la Comisión Permanente de la Junta de Sanidad del Estado, que un año después sería la entidad responsable por dirigir la política de salud pública para enfrentar la pandemia del cólera¹¹. Sobresale

también el Dr. Ignacio Vado Lugo, originario de Guatemala, quien después de haberse graduado también en París llegó a Yucatán en 1833 donde pronto se involucró en las tareas de prevención contra el cólera y luego en la atención a enfermos; paralelamente participó como director de la recién fundada escuela de medicina¹². En 1853, después de haber redactado un método curativo contra el cólera morbus, falleció de esta enfermedad (Osorio y Carvajal, 1977, p. 285).

En efecto, cuando se vivió la primera epidemia de cólera en el estado, muchos de los facultativos que tenían permiso oficial para ejercer la profesión médica se habían formado en Europa, cuando más auge tenía la propuesta de la Medicina Fisiológica del Dr. F.J.V. Broussais. Consecuentemente, los médicos en Yucatán siguieron dos tipos generales de tratamiento: revulsivos y antiflogísticos. Ambos buscaban reestablecer la proporción de los humores y revertir los efectos dañinos de este supuesto desequilibrio en órganos específicos, como la irritación. Dentro de los tratamientos revulsivos, se cuentan vomitivos, lavativas y purgantes; en teoría estos procedimientos tenían la cualidad de eliminar los humores que se encontraban en exceso¹³.

Las terapias antiflogísticas buscaban disminuir la irritación patológica. Su principal técnica era la flebotomía, basándose en la idea de que la circulación normal de la sangre mantenía la digestión activa y las evacuaciones normales, en tanto que una variación (provocada por una alteración de los humores) tenía el efecto de irritar el estómago, provocando espasmos y dañando al resto de los órganos internos (Pérez-Tamayo, 1988, t.2, p. 20; Buzzi, 1968, p. 159). El de barberos/sangradores o flebotomistas era un oficio característico de la práctica empírica de la medicina desde siglos anteriores, y trabajaban como artesanos que entre otras cosas sacaban muelas, ponían ventosas y realizaban sangrías (Amezcuca, 1997, pp. 31-36; Ortiz, 2004, pp. 35-38; Expósito, 2011, pp. 32-38).

Durante las dos epidemias de cólera, en 1833 y 1853, el gobierno yucateco a través de la Junta General de Sanidad contrató «sangradores» o «barberos inteligentes» que se encargaran de aplicar ventosas y sangrar a los enfermos. Esta Junta tenía una nómina vigente de flebotómanos, de donde se eligieron los que se consideraban «más diestros» para realizar curaciones¹⁴. El 14 de julio de 1833, el cabildo de Mérida convino el reclutamiento sangradores de los cuales nombró uno para el servicio de cada hospital provisional (cuatro en total) y otros tantos que atendieran el centro, turnándose semanalmente por grupos de cuatro. Se les autorizó un pago mensual de 10 pesos y su

principal obligación era aplicar sangrías a los enfermos de cólera¹⁵. En caso de que tuvieran que salir durante su turno, debían fijar carteles en las puertas de sus casas, a fin de que se les ubicara en todo momento¹⁶. La manera específica en que debían realizar las curaciones era indicada por los facultativos autorizados por la Junta General de Sanidad; para la epidemia de 1853, por ejemplo, el Dr. Ignacio Vado indicó sangrías de 12 onzas para cuerpos robustos (Vado, 1853).

En el siglo XIX la flebotomía se hacía empleando básicamente tres técnicas: incisiones en venas o arterias, aplicación de sanguijuelas y ventosas. Las sangrías realizadas quirúrgicamente, hacían incisiones en dos venas: la yugular derecha para enfermedades consideradas «internas», y la izquierda para las «externas». Dependiendo del órgano que se quisiera curar, los cortes se realizaban en cabeza, cara y cuello; extremidades superiores y vientre; o extremidades inferiores (Fernández, 1794, pp. 141-143). Específicamente para el cólera, los cortes eran en el brazo¹⁷.

Las ventosas se consideraban un método menos agresivo que las escarificaciones en venas. A su favor se afirmaba que «no son peligrosas y su efecto es prontísimo», por lo que se practicaban cuando las sangrías se contraindicaban por la debilidad extrema del paciente. Se sostenía que su efecto curativo se debía a que «extraen una parte de la superabundante sangre y la atraen a la parte que se desea». El procedimiento finalizaba con una pequeña incisión para extraer el humor acumulado. Se podía aplicar en cualquier parte del cuerpo, dependiendo del sitio que se quisiera sanar (Fernández, 1794, pp. 148-155).

Otra forma de extraer sangre del cuerpo era mediante la aplicación de sanguijuelas¹⁸. Este hectoparásito, como huésped, se alimenta de la sangre de otro animal al que se adhiere mediante una ventosa y, mientras succiona su sangre, segrega anticoagulantes, vasodilatadores y anestésicos (Vera, Blu y Torres, 2005). Las sanguijuelas de uso medicinal debían reunir ciertas características para evitar aquellas ponzoñosas, como que se hubieran criado en agua dulce y corriente; que fueran delgadas y largas, de cabeza pequeña, color del dorso verde con rayas amarillas y el vientre encarnado; de esas se seleccionaban las más pequeñas. No obstante, se entendía que «aún estas tienen siempre algo de veneno», por lo que debían tenerse en un frasco de vidrio desde dos o tres meses antes de ser aplicadas, cambiándoles constantemente el agua para que de esa forma quedaran «purificadas». Unas horas antes de usarse se sacaban del agua para que, hambrientas, se adhirieran al cuerpo con más fuerza (Fernández, 1794, pp. 162-163).

El empleo de sanguijuelas fue muy extendido en la medicina pre-pasteuriana, especialmente en la primera mitad del siglo XIX con el auge de la «medicina fisiológica». En consecuencia, las poblaciones naturales de sanguijuelas se vieron fuertemente mermadas, particularmente en Inglaterra y Francia. Para satisfacer la demanda creciente, se exportaron grandes cantidades de sanguijuelas de un país a otro, tanto que en 1823 Inglaterra dictó normas para controlar su tráfico; Rusia, por su parte, estableció temporadas de colectas para evitar su extinción (Buzzi, 1968, p. 159). En México las sanguijuelas también fueron muy utilizadas en el siglo XIX¹⁹. En los escritos médicos mexicanos de esta época se registran especies procedentes del Valle de México, Querétaro, Tehuacán y del pueblo de Ixmiquilpan (Jiménez, 1856, pp. 483-485). Para su recolección, los indios se introducían semidesnudos hasta los muslos en acequias y canales e iban recogiendo todas las que se les pegaban al cuerpo, y se transportaban en recipientes de barro cubiertos con lodo y yerbas (Ramos de Viesca, *et al.*, 2002, p. 57). Su uso en caso de cólera fue muy recomendado en el país, según los diversos métodos curativos de distintos lugares como Ciudad de México, Michoacán, Tlaxcala, San Luis Potosí y Yucatán (Febles, 1833, p. 7; Zavala, 2007, p. 54; Alcalá, 2008, p. 164; Netzahualcoyotzin, 2011, p. 68). Se entendía que estos gusanos, al extraer sangre, tenían efectos desinflamatorios en el estómago, pero también se empleaban en las sienes para disminuir el dolor de cabeza que acompañaba al cólera y evitar una posible «congestión cerebral» (Canú, 1848, p. 8). Existen referencias de que, en efecto, la aplicación de sanguijuelas fue especialmente recurrida para la epidemia de cólera de 1850 en el Valle Central (Jiménez, 1856, p. 487).

MÉTODOS CURATIVOS Y PRÁCTICA MÉDICA

La terapéutica para el cólera incluyó diversas sustancias químicas, minerales o botánicas que se administraban en formas variables según las fases identificadas de la enfermedad. Cada facultativo recomendaba o seguía alguna receta o método en particular, pero todos buscaban los mismos efectos: purgar al cuerpo del exceso de humores, restablecer la circulación regular de la sangre, tranquilizar al sistema nervioso cerebral, excitar a sistema nervioso ganglionario, disminuir la irritación de los órganos internos y rehabilitar su buen funcionamiento. Las diferencias entre métodos estribaban en la manera y cantidades para mezclar sustancias parecidas, orgánicas y/o inorgánicas. Los procedimientos terapéuticos indicados en todos los métodos curativos impresos (Tabla 1) que circularon en el estado incluyeron la administración de sustancias de la mano de otras técnicas como sangrías, masajes y «friegas» o «frotaciones», baños de vapor, etc.

Tabla 1. Impresos que circularon en Yucatán y Campeche sobre el cólera, 1832-1853.

Autor	Año	Texto	Fuente
Alejo Dancourt y Juan Hübbe	1832	<i>Dictamen de la Junta General de Sanidad del Estado de Yucatán sobre la epidemia de Cholera Morbo que se imprime de orden del gobierno del mismo estado</i>	Campeche, Imprenta del Huracán
Juan Hübbe	1832	<i>Memoria sobre el modo de comunicarse el cólera morbo</i>	Mérida, Yucatán, Imprenta de Lorenzo Seguí. (apud. Saldaña. <i>Las revoluciones políticas</i> , t. 1, p. 226.)
-	1848	<i>Disminución de los estragos del cólera morbus</i>	En <i>El Fénix</i> , Campeche, 15 de diciembre de 1849, No. 10.
Canú	1848	<i>Remedios preservativos y curativos contra el cólera morbus</i>	Mérida, Impreso por Joaquín Castillo Peraza (apud. Alcalá, Sanidad, p. 311)
Canú	1848	<i>Remedio contra el cólera</i>	Publicado originalmente en el <i>Morning Post</i> y reproducido en <i>El Fénix</i> , Campeche, 25 de noviembre de 1848, Número 6.
-	1848	<i>Descubrimientos contra el cólera morbo interesantes al pueblo</i>	Campeche, Imprenta G. Buenfil (apud. Alcalá, Sanidad, p. 311)
Francisco Ramos Borguella	1848	<i>El Cólera y el magnetismo</i>	En <i>El Fénix</i> , Campeche, 20 de noviembre de 1848, número 5.
Dr. Foy	1849	<i>El cólera-morbus. Primeros socorros que deben ministrarse a los coléricos antes de la llegada del médico, procedidos de una indicación precisa de los síntomas de la enfermedad, y seguidos de una exposición sencilla y rápida de los medios higiénicos y profilácticos que puedan impedir su ataque</i>	Médico francés que escribe a petición del redactor del periódico <i>El Fénix</i> , Campeche, septiembre de 1849, números del 62 al 66.
Desruelle	1849	<i>Tratamiento del cólera</i>	Traducción de un texto escrito en París el 31 de marzo de 1849 y publicado en <i>El Fénix</i> , 15 de julio de 1849, número 52.
FF.Quin	1850	<i>Cura homeopática del Cólera</i>	Traducido y reimpreso en Mérida por Nazario Novelo [en CAIHY VII/1850/01 folletería]
-	1850	<i>Descubrimientos contra el cólera morbo interesantes al pueblo</i>	"Copiado de varios periódicos" [en CAIHY, VII/1850/01 folletería]
Pedro Vázquez	1850	<i>Método curativo del cólera morbo</i>	Impreso en Sevilla, pero disponible en CAIHY, VII/1850/01 folletería
Cristóbal Hernández	1850	<i>Medidas sanitarias adoptadas por el ayuntamiento de Mérida para el caso de que el cólera morbus invada esta capital</i>	Mérida (apud. Alcalá, Sanidad, p. 311)
Ignacio Vado	1853	<i>Método curativo contra el cólera morbo sin necesidad de médicos ni botica</i>	Mérida, Imprenta de Mariano Guzmán
Ignacio Vado	1853	<i>Disertación sobre el método curativo del Cólera Morbus por el vómito provocado por medio del agua fresca</i>	Boletín Oficial Núm. 245 (apud. Laviada-Arrigunaga, <i>El tratamiento del cólera</i> , 1993, p. 98)

Desde 1832 el gobierno de Yucatán decretó la «libertad» de adoptar el método que se creyera más conveniente²⁰. En los pueblos los religiosos asistían a los enfermos administrándoles remedios terapéuticos, lo mismo que auxilios espirituales. Con segu-

ridad localmente se acudía también a lo que hoy se conoce como «médicos tradicionales», pero al actuar independientemente de la estructura (más o menos) formal de sanidad, sus procedimientos no quedaron registrados en papel²¹. En contraste, subsisten en el

Archivo General del Estado de Yucatán informes de párrocos detallando cómo en 1833 atendieron a los enfermos de cólera en sus respectivas jurisdicciones (Tabla 2). Por disposición oficial, las juntas de sanidad locales quedaron obligadas de enviar al gobierno esta información y otros asuntos relacionados con la epidemia, como números de contagiados y muertos y medidas de prevención implementadas.

La Junta de Sanidad del pueblo de Xul, por ejemplo, dirigió un escrito a la Junta General de Sanidad, incluyendo cifras de enfermos y óbitos así como «el método curativo con el que el párroco administra a los enfermos con medicinas, alimentos y cuanto necesitan para el socorro de sus enfermedades». En esta localidad, como en muchas otras, era el cura quien aplicaba «los remedios tanto de yerbas conocidas como medicinales como los de botica»²². Por ello, a las cabeceras parroquiales (residencia de los religiosos) acudía gente de pueblos anexos y haciendas en busca de ayuda. Así fue que en Tizimín se socorrió a

personas de Kikil, Espita y la Hacienda Culucmul, las cuales recibieron del párroco local «instrucciones» sobre cómo asistir a sus enfermos²³.

A falta de párrocos, en algunos pueblos se nombraron «comisionados practicantes» que debían visitar localidades para instruir a sus habitantes sobre métodos curativos. No en todos los lugares fueron bien recibidos: las autoridades locales de Teabo informaron que en Chumayel se registraron algunos «desórdenes» entre los indígenas, como negarse a dar la dieta recomendada por los comisionados practicantes, rechazar la aplicación de cualquier medicina e, incluso, «en las más de las casas de estos [indígenas] les agarraban a garrotes [a los comisionados] para correatarlos»²⁴.

En la información proporcionada por los curas, destaca el uso medicinal de especies locales que todavía hoy son empleadas en padecimientos estomacales, como hojas de naranja agria, kantunbub (o sanguinaria), pozol (o agua de maíz), epazote, chile habanero y hierbabuena.

Tabla 2. Remedios utilizados contra el cólera por distintos curas de pueblos de Yucatán (1833).

Fórmula	Manera de administrarse	Efectos esperados
Cura de Maní		
Bebida caliente de hojas tiernas de naranjo agrio		
Cura de Xul		
Cocimientos de sanguinaria o kantunbub	Beber regularmente	Provocar sudor
Agua de maíz con hierbabuena, toronjil o epazote	Beber después de sudar	
Cocimiento de cáscara de granada, 6 gotas de tintura tebaica	Beber	Contener diarrea blanquecina
Chile habanero con sal y cocimiento de sanguinaria	Comer y beber alternadamente	Contener diarrea blanquecina
Cocimientos de cogollo de naranjo agrio	Beber	Combatir “engarrotamiento de extremidades”
Cura de Tizimín		
Cocimiento de hojas de naranjo agrio con 2 cucharadas de “balsamito”	En baño de vapor y para beber	
Espíritu de hierbabuena, entre 12 y 30 gotas de tintura tebaica	Beber	Entrar en calor
Caldo de limón tripulado con vinagre, sal y agua tibia		

Fuente: AGEY, Poder Ejecutivo, Correspondencia Oficial, Vol. 3, exp. 15

La publicación de métodos profilácticos y curativos constituyó una forma de prevención contra la amenaza que representaba la epidemia. Desde 1833, el gobierno de Yucatán dispuso que se publicaran en la prensa local algunos de los métodos curativos cuya «efectividad» fuera conocida. Si bien entre 1832 y 1833 fueron gran cantidad los que se difundieron en Europa y Estados Unidos, algunos en México, la única información sobre la terapéutica contra el cólera que se empleó en Yucatán durante la primera epidemia de cólera procede de la correspondencia oficial entre los ayuntamientos y el gobierno del estado. Una década después comenzaron a circular en la prensa local traducciones de métodos curativos originalmente escritos en otros idiomas.

A un año de haberse declarado en Yucatán la hoy llamada Guerra de Castas, el intelectual e impresor yucateco Joaquín Castillo Peraza tradujo al español y publicó en su imprenta el método contra el cólera del Dr. Canú (Tabla 3). Se temía que el conflicto trajera consigo una nueva epidemia de aquella «enfermedad aterradora y temible». Esta difusión de iniciativa privada buscaba contribuir a que, en caso de emergencia, los enfermos fuesen atendidos de manera inmediata salvando la gran carencia de facultativos. El método del Dr. Canú circuló originalmente en la prensa de Londres y luego fue traducido y replicado en otros lugares como España y Estados Unidos²⁵.

Un año después el periódico liberal campechano El Fénix publicó en uno de sus números una nota titulada Disminución de los estragos del cólera morbus en la que se incluyen consejos terapéuticos, además de explicaciones sobre el cólera, su marcha mundial y métodos preventivos (Tabla 4). El autor reconoce haber tomado información de varios periódicos de Londres, San Petersburgo, Hamburgo, Ámsterdam y París.

En 1849 la amenaza de una nueva epidemia en Yucatán cobraba más fuerza; mientras que en el estado se vivía un serio conflicto bélico, corrían infaustas noticias del asolador paso del cólera por La Habana y Nueva York. En ese contexto, en la prensa campechana se publicó la traducción de un texto del Dr. Foy sobre el cólera morbus, originalmente redactado para el periódico liberal de México El Siglo XIX (Foy, 1849).

Este texto contiene «consejos» dirigidos a la «gente común» para que, sin un facultativo especializado (Tabla 5), se enfrentara al cólera en caso de una nueva epidemia. El Dr. Foy era un prominente físico de Varsovia que atestiguó en dos ocasiones los estragos de la epidemia:

en 1831 en su natal Polonia y en 1832 en Francia. Adoptó una postura fervientemente anticontagionista; fue incluso de aquellos que para rebatir la posibilidad de que la epidemia fuera contagiosa, se inyectó sangre de personas infectadas (Bourdelaís, 2006, p. 54).

Tabla 3. Remedios preservativos y curativos contra el cólera morbus del Dr. Canú (1847).

Fórmula	Manera de administrarse	Efectos esperados
1 cucharada de mostaza, 2 de sal, ½ azumbre de agua tibia	Al principio de la enfermedad: cada 10 minutos beber 1/3 parte	Provocar el vómito
1 vaso de aguardiente con agua y 30 gotas de tintura de opio	Después de haber vomitado	
1 píldora de 5 granos de calomel y 2 de opio	Cada 2 horas	Vaciar la bilis en la secreción
2 onzas de greda, 4 onzas de azúcar blanco, polvo de canela u otro aromático, 1 onza de tintura de cachunde, 1 grano de opio, 2 granos de sal volátil, ½ azumbre de agua de menta con pimienta	1 cucharada después de cada evacuación blanca	
Trementina caliente con láudano	Fricciones en el abdomen	Contrarrestar los cólicos
Infusión de jengibre con 5 gotas de cloroformo	Después de las fricciones	Contrarrestar los cólicos
Agua caliente con azúcar y aguardiente, 1 cucharada de infusión de jengibre o sal volátil	Periodo ascendente de la enfermedad	

Fuente: Canú, *Remedios preservativos y curativos*, 1849.

Tabla 4. Remedios indicados en Disminución de los estragos del cólera morbo (1848).

Fórmula	Manera de administrarse	Efectos esperados
Harina de mostaza con vinagre	Cataplasmas sobre el estómago, renovándose cada 15 minutos	Sudorífico
Bebida ligeramente opiada con 2 cucharadas de extracto de hierbabuena o aguardiente	Beber cada 3 o 4 horas	
Sulfato de Sodio (Sales de Glauber)		Catártico
Sulfato de magnesio (Sales de Epsom o Polvos de Sedlitz)		Catártico
Cocimiento de coloquintida	Beber	Catártico
Cocimiento de aloe	Beber	Catártico

Fuente: "Disminución de los estragos del cólera morbus", en: *El Fénix, Periódico político y mercantil*, Campeche, viernes 15 de diciembre de 1848, no. 10

Tabla 5. Remedios indicados en El cólera-morbus del Dr. Foy (1849)

Fórmula	Manera de administrarse	Efectos esperados
Infusión ligera y caliente de tila, manzanilla, hojas de naranjo, toronjil, hierbabuena o sábila	Beber cada 15 minutos	Corregir dificultades en la orina
Gajos de naranja o trocitos de hielo	Chupar	Disminuir la sed
Agua de arroz endulzada con jarabe de membrillo	1 o 2 tacitas cada 8 o 10 minutos	Combatir vómito y diarrea
Agua caliente con una cucharada de almidón	Lavativas	Combatir vómito y diarrea

Fuente: Foy, "El cólera-morbus", en: *El Fénix, Periódico mercantil y político*, Campeche, 5 de septiembre de 1849, No. 62 al 66.

El único método curativo escrito en Yucatán fue el del Dr. Ignacio Vado Lugo, quien —como ya se dijo— estuvo involucrado en las tareas de prevención y atención a los enfermos de cólera desde la primera epidemia de 1833. Recién llegado a Yucatán fue el facultativo responsable del hospital provisional del cuartel de Santa Ana y meses después fue nombrado director de la nueva Escuela de Medicina de la Universidad de Yucatán²⁶. En 1832 fue testigo presencial de la invasión del cólera en París, donde se encontraba terminando sus estudios de medicina.

Después de redactar en 1850 su Higiene y moral razonadas, y frente a la inminencia de una nueva epidemia de cólera, la Junta Suprema de Sanidad del Estado le encargó un breve ensayo que orientara «al público» respecto a la manera de atender a los enfermos sin la necesidad de especialistas. Su escrito, titulado Método curativo contra el cólera morbo, sin necesidad de médicos ni botica se divide en dos partes: en la primera se abordan estrategias de prevención y en la segunda procedimientos terapéuticos.

En cuanto a la prevención, las recomendaciones del Dr. Vado están a tono con las concepciones de la época sobre el cuerpo, la salud individual y colectiva, y la enfermedad:

aseo individual y de espacios colectivos y/o públicos, cuidado del comportamiento y moral personales, alimentación y vestidos adecuados.

Si bien no niega el papel de los miasmas en la transmisión del cólera, destaca su opinión de que la mejor protección era el total aislamiento. Detalla los síntomas característicos de la enfermedad para que la gente la identificara y actuara de manera inmediata, pues se consideraba que de ello dependía la vida de los atacados.

Para la preparación de este método, el Dr. Vado se valió de lo que observó en Francia durante la epidemia de cólera en 1832, así como también de los resultados obtenidos con la terapéutica que él mismo aplicó durante la epidemia de 1833 en Yucatán. Esta experiencia, sumada a su formación como médico en Europa, le permitió conjuntar en su escrito concepciones propias de la medicina humoral, métodos fisiológicos y condiciones regionales específicas a tomar en cuenta para la recuperación. Cuando aborda la alimentación, por ejemplo, previene sobre ciertas «frutas indigestas» como aguacate, mango o chico zapote, todas especies locales. Cuando en los métodos escritos para el viejo continente se insiste en la importancia de conservar a los enfermos bien abrigados,

el Dr. Vado indica que «en nuestro clima ardiente» la vestimenta debía ser ligera. En este mismo sentido expresa sus dudas sobre el uso de una franela en el vientre por temor a que «sea más perjudicial que provechoso en nuestro clima» (Vado, 1853).

LA HERBOLARIA Y LA QUÍMICA AL SERVICIO DE LA MEDICINA

En los métodos escritos y/o circulados en Yucatán se consigna que para combatir al cólera se emplearon diversas sustancias químicas, minerales o hierbas. Se aplicaban casi siempre en combinación con otras, diluidas en agua o alcohol, preparadas como medicamentos o en infusiones a base de distintos extractos. De hecho, en el siglo XIX la terapéutica estuvo estrechamente relacionada con los avances alcanzados en el ramo de la química que, desde el siglo anterior, estrechó sus conexiones con la medicina y la farmacéutica (Alegre y Gil, 1992, pp. 46-48). La carrera de medicina en Yucatán incluyó como una de sus mate-

rias básicas la química, enfocada en parte a la terapéutica (Tabla 6). Sobre el abastecimiento de productos farmacológicos en Yucatán sabemos muy poco, pero es posible que muchos llegaran de Europa donde había laboratorios con científicos que trabajaban aislando sustancias activas (Alegre y Gil, 1992, p. 49-50). Otros, como el azufre, llegaron desde Florida, donde se descubrió el primer yacimiento en América y pronto comenzó a ser explotado con tecnología novedosa, tras decaer los yacimientos de Sicilia, principal proveedor hasta el siglo XVIII.

Hoy sabemos que muchas de estas sustancias tienen propiedades toxicológicas y/o narcóticas, y los efectos que producen bien podrían haberse confundido con los del cólera, como cólicos, vómito y diarrea (Bartomeu y Nieto, 2006, p. 105). Entre los narcóticos destaca la estricnina, sustancia altamente tóxica que en dosis cercanas a los 15 mg. puede provocar la muerte tan solo media hora después de haberla ingerido. Como alcaloide, servía para tratar el dolor y los fuertes

Tabla 6. Sustancias químicas empleadas como tratamiento contra el cólera en Yucatán, 1833, 1853.

Denominación	Sustancia activa	Tipo	Efecto esperado	Efecto conocido actualmente
Extracto de Goulard o extracto de Saturno	Acetato de plomo	Químico orgánico	Astringente, revulsivo	Tóxico, astringente, revulsivo
Espíritu de alcanfor	Alcanfor	Químico orgánico	Revulsivo	Revulsivo, anestésico, antimicrobiano
Flor de azufre	Azufre	Químico inorgánico	Revulsivo	Revulsivo
Carbón molido	Carbón	Químico inorgánico	Revulsivo	Propiedades antidiarréicas, inactiva toxinas y microorganismos en el tracto intestinal
Cloroformo	Cloroformo	Químico orgánico	Calmante	Anestésico
Calomel	Cloruro de mercurio	Químico inorgánico	Revulsivo, calmante	Revulsivo, tóxico
Estricnina	Estricnina	Químico orgánico (alcaloide)	Revulsivo	Revulsivo, pesticida, tóxico
Éter	Éter	Químico orgánico		
Magnesia	Magnesia	Químico inorgánico	Revulsivo	Revulsivo, antiácido
Tintura de quinina	Quinina	Químico orgánico (alcaloide)	Usado contra la malaria	Antipirético, analgésico
Polvos de Sedlitz o Sales de Epsom	Sulfato de magnesio	Químico orgánico	Revulsivo	Revulsivo, relajante de los músculos intestinales, desinflamatorio
Sales de Glauber	Sulfato de Sodio	Químico orgánico	Revulsivo y astringente	Revulsivo y astringente

Fuente: AGEY, Poder Ejecutivo, Correspondencia Oficial, Vol. 3, exp. 15; Canú, 1848; Descubrimientos contra el cólera, 1848; Disminución de los estragos, 1849; Foy, 1849; Quinn, 1850; Vado, 1853.

calambres que se manifiestan con el cólera. Sus propiedades venenosas fueron reconocidas desde su descubrimiento a principios del siglo XIX, junto con otros alcaloides como brucina, morfina, emetina o keratina (Sánchez y Nieto, 2006, p. XVI). El Dr. Vado asegura haber utilizado estricnina desde 1833 (Vado, 1853).

La quinina era otro alcaloide empleado para combatir el cólera (Rivals, 1834, p. 61). Esta sustancia se obtiene de la corteza de la quina, árbol nativo de los bosques andinos que por cerca de tres siglos fue el único remedio con el que se trataba la malaria. En el siglo XVIII circulaban entre América y Europa extractos y tinturas de corteza de quina, pero no fue hasta 1820 que la quinina fue aislada como principio activo y posteriormente comercializada como medicamento industrializado (Alegre y Gil, 1992, p. 61; Amurrio, 2003, p. 241). Contra el cólera, se aconsejaba administrarse en la fase más crítica del desarrollo de la enfermedad²⁷.

Dentro del rubro de alcaloides se encuentran los derivados del opio, sustancia narcótica muy empleada entonces por sus propiedades revulsivas y tranquilizantes. Si bien su principio más activo es la morfina, también incluye cantidades menores de codeína y narcotina. Desde el siglo XVIII se expendían en boticas distintas preparaciones con opio con las denominaciones de láudano o tintura tebáica. La fórmula más difundida de láudano en el siglo XIX era la del doctor inglés Sydenham (siglo XVII), que consistía en una tintura alcohólica de opio compuesta por vino blanco, azafrán, clavo, canela y otras sustancias, además de opio. Para tratar los cólicos característicos del cólera, el Dr. Ignacio Vado indicó 10 gotas de láudano diluidas en agua de arroz con un poco de almidón; el empleo de esta sustancia era tan común, que de acuerdo con este facultativo «este tratamiento es el que ha tenido mejores resultados» y se podía administrar sin la presencia de un profesional experto en la «administración de drogas» (Vado, 1853). Otros métodos que también circularon en Yucatán prescribieron esta sustancia para el tratamiento de cólicos en bebidas «ligeramente opiadas», con dos cucharadas de extracto de menta o aguardiente y cinco o seis gotas de láudano. De esta sustancia se dice que formaba parte de los medicamentos que «regularmente se utilizan para toda enfermedad de las entrañas cuando se advierten los primeros síntomas»²⁸. La tintura tebáica también era un medicamento preparado a base de opio. A diferencia del láudano, la tintura tebáica es prácticamente la única preparación referida por los curas de los pueblos de Yucatán durante la epidemia de 1833.

Asimismo, en las terapias revulsivas se sugería el uso de ciertas sustancias «de tanto uso en la higiene

de los ingleses»: «sales de Glauber» compuestas por sulfato de sodio, sustancia conocida por sus propiedades astringentes y aceleradoras del tránsito intestinal; «sales de Epsom» y «polvos de Sedlitz», ambos sulfato de magnesio, con efectos laxantes, relajantes de los músculos intestinales y desinflamatorios²⁹.

Además de las sustancias referidas, para el tratamiento del cólera se usaban también varias hierbas locales y foráneas que se administraban generalmente en infusiones, pero también mezcladas con harinas para cataplasmas y otras más como enemas (Tabla 7).

Algunas de estas especies botánicas se emplearon buscando efectos acordes con la misma lógica de la medicina humoral: revulsivos para purgar al cuerpo del exceso de humores, antiflogísticos para reducir la irritación, antiespasmódicos para relajar los músculos contraídos y estimulantes para devolver al cuerpo la vitalidad perdida. Otras más sirvieron como base para ser combinadas con otras sustancias químicas y/o narcóticas, como opio o cloroformo.

Dentro de las que se usaban como revulsivas o catárticas destacan ruibarbo, ipecuana, mostaza, pimienta y aceite de palma. Ninguna es una especie local, sino que provenían de Asia, África o Sudamérica y habían sido incorporadas a la farmacopea desde tiempo atrás. El ruibarbo, por ejemplo, es un poderoso purgante y estimulante de las funciones del estómago e hígado. Al igual que el clavo y la canela, se importaba desde China (Reyna, 2009), y en Yucatán era expendido en polvo por boticarios, empleándose como catártico para tratar diversas enfermedades (Osorio y Carvajal, 1977, p. 310). Originaria de Brasil, la ipecuana se utilizaba también como vomitivo. Fue introducida en la farmacopea europea desde el siglo XVII, y en el XIX México recibía este producto de La Habana. Las especies que se administraban como antiflogísticos eran hierbas aromáticas como menta, manzanilla, toronjil, hojas de naranjo, sábila y tila.

El cólera tenía como uno de sus síntomas principales espasmos y cólicos; se creía que los cólicos eran señal de un espasmo intestinal severo que conducía a una extinción súbita de la vitalidad (Valdez, 1835, p. 37). La consecuencia terapéutica de este esquema es lógica: incluir sustancias antiespasmódicas y calmantes a los procesos curativos. En la prensa local en Yucatán circulaba en 1833 la aseveración de que a pesar de ser el cólera un «mal temible», en todas partes se había comprobado que:

aplicados los remedios antiespasmódicos [...] se ha conseguido salvar un considerable número de individuos que hubieran sido víctimas en el caso contrario³⁰.

Tabla 7. Especies botánicas empleadas como tratamiento contra el cólera en Yucatán, 1833, 1853.

Denominación	Nombre botánico	Uso	Efecto esperado	Efecto conocido actualmente
Ruibarbo	<i>Heum rhabarbarum</i>	Infusión	Revulsivo	Purgante, desparasitante
Mostaza	<i>Brassica</i>	Infusión, cataplasmas, sinapismos	Estimulante, revulsivo	Rubefaciente,
Canela	<i>Cinnamomum zeylanicum</i>	Agua de canela horadada, infusión	Estimulante por el olor	Estimulante
Menta/ hierbabuena	<i>Mentha spicata</i>	Infusión	Estimulante por el olor, antiflogístico, antiespasmódico	Antiespasmódico, analgésico
Pimienta	<i>Piper nigrum</i>	Infusión, cataplasmas	Estimulante, catártico	Catártico
Jengibre	<i>Zingiber officinale</i>	Cocimiento de la raíz	Para calentar el cuerpo, antiespasmódico	Antiespasmódico
Granada	<i>Punica granatum</i>	Cocimiento de la cáscara	Para diarrea blanquecina	
Palma	<i>Elaeis guineensis</i>	Aceite de palma	Revulsivo	
Guaco	<i>Mikania Laevigata</i>	Jugo de las hojas y tallo	Antiespasmódico	Antiespasmódico, irritante
Ipecuana	<i>Carapichea ipecacuanha</i>	Infusión	Revulsivo.	Revulsivo, expectorante, diaforético
Tabaco	<i>Nicotiana tabacum</i>	Enemas de humo de tabaco	Estimulante	
Peyote	<i>Lophophora williamsii</i>	Cocimiento de la raíz		
Manzanilla	<i>Matricaria chamomilla</i>	Infusión	Antiflogístico	
Toronjil	<i>Melissa oficinalis</i>	Infusión	Estimulante, antiflogístico	Antiflogístico, antiespasmódico
Lechuga	<i>thridace</i>	Extracto de lechuga	Relajante, antiespasmódico	
Naranja agria	<i>Citrus aurantium L.</i>	Infusión de las hojas, cocimiento de cogollos	Antiflogístico, estimulante para la recuperación final	
Sanguinaria/ kantubub		Infusión	Sudorífico, para combatir vómitos con sangre	
Epazote	<i>Dysphania ambrosioides</i>	Infusión	Para combatir la diarrea blanquecina	
Habanero	<i>Capsicum chinense</i>	Cocimiento	Para combatir los vómitos con sangre	
Maíz	<i>Zea mays</i>	Agua de maíz	Para combatir la diarrea blanquecina	
Tila	<i>Tila cordata</i>	Infusión	Antiflogístico	Relajante, antiespasmódico
Sábila	<i>Aloe vera</i>	Infusión	Antiflogístico	
Romero	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Infusión	Antiflogístico	
Artemisa/sal de ajenjos	<i>Artemisa absinthium</i>	Infusión		Contrarresta la indigestión y el dolor gástrico
Chicalote	<i>Argemone mexicana</i>	Cataplasma	Contra el dolor de estomago	
Ortiga		Fricciones	Antiespasmódico, sudorífico	

Fuente: AGEY, Poder Ejecutivo, Correspondencia Oficial, Vol. 3, exp. 15; Canú, 1848; Descubrimientos contra el cólera, 1848; Disminución de los estragos, 1849; Foy, 1849; Quinn, 1850; Vado, 1853.

Todas las sustancias con efectos narcóticos, como opio, cloruro de mercurio, quinina o estricnina se empleaban como coadyuvantes antiespasmódicos al «tranquilizar» el sistema nervioso cerebral, al igual que el cocimiento de la raíz de jengibre, extracto de lechuga y jugo de hojas y tallo del guaco.

Este último es un bejuco originario de América del Sur, principalmente del actual Colombia. El conocimiento sobre sus propiedades se atribuye a la población de negros esclavos que «transmitían de unos a otros, acompañándole con rezos, ceremonias y actos supersticiosos». En la Colonia se empleaba como contraveneno en casos de mordedura de serpiente, aunque en el siglo XVIII se extendió su uso por Puerto Príncipe, Cuba y Veracruz para tratar diarreas crónicas y disentería. Su empleo en Yucatán a finales de la Colonia quedó registrado en el Libro de medicinas muy seguro ... de 1751 (Gubler, 2010). En el siglo XIX se producía en los campos de Veracruz, Tampico y Nueva Orleans. Se distribuía en boticas, ya fueran directamente tallos y hojas, o extractos embotellados hechos con alcanfor, aguardiente o éter.

Las especies empleadas en los pueblos de Yucatán en 1833, según reportes de curas, eran plantas disponibles localmente, algunas de tradición indígena y otras procedentes de Europa pero que ya crecían en suelo yucateco: hierbabuena, granada, naranja agria, sanguinaria, epazote y chile habanero. Todas se empleaban desde la Colonia para curar diferentes dolencias, especialmente relacionadas con el estómago y la digestión. Es posible que de la herbolaria regional se emplearan más especies para tratar el cólera que las que aquí se refieren, pues las sustancias tan recomendadas en los distintos métodos curativos habrían sido de difícil acceso; al ser elementos químicos o plantas procedentes de Europa, Asia, África, u otras partes de México y América, sólo se expendían en las boticas existentes en la ciudad de Mérida o Campeche. Por otro lado, las fuentes de la herbolaria yucateca del siglo XVIII revelan una amplia, rica y variada gama de hierbas, plantas y otras sustancias (como arcilla, excremento de distintos animales o piedras bezares) utilizadas para tratar distintas patologías y padecimientos (cfr. Gubler, 2010).

CONSIDERACIONES FINALES

El estudio del proceso salud/enfermedad/atención en el Yucatán del siglo XIX a partir de las dos primeras epidemias de cólera, muestra una coyuntura importante en la que las ideas en torno a las enfermedades, su tratamiento y la administración y gestión de la salud pública se encontraban en proceso de secularización, sentándose las bases para la profesionalización y la práctica médica.

La terapéutica y la base lógica de los tratamientos es el terreno que nos permitió analizar la interrelación entre ideas y prácticas médicas, así como la imbricación y adaptación de hipótesis de la época y su expresión en el tratamiento de enfermedades. A grandes rasgos, encontramos que los pilares que sostuvieron la terapéutica para atender a los enfermos de cólera en Yucatán, se construyeron con las ideas entonces vigentes en Europa en torno a la salud y la enfermedad, particularmente en Francia. Estas ideas llegaron con los médicos que ejercieron en el estado y fueron formados en la Escuela de París, pero también se difundieron gracias a la prensa liberal que localmente hacía circular escritos dirigidos a público no especializado, retomando ideas publicadas originalmente en Europa o Estados Unidos.

Como en Europa, en Yucatán la teoría de los miasmas sirvió para explicar cómo una misma enfermedad atacaba a muchas personas, fortaleciendo las aprehensiones empíricas respecto al vínculo entre basura, contaminación y enfermedad, tan patente en el cólera. A través de distintos mecanismos (respiración, ingestión, contacto directo, etc.), se pensaba que los miasmas provocaban un desbalance interno de humores, dañando órganos del cuerpo humano por irritación o inflamación. Si bien es cierto que la teoría humoral era entonces bastante antigua, en el siglo XIX la fisiología permitió a los médicos explicar el daño específico de los órganos y sus consecuencias en el funcionamiento general del mecanismo entero del cuerpo humano.

Se pensaba que el desbalance de humores provocado por el cólera, como veneno o fermento, generaba una irritación patológica en el estómago, y ello dañaba al resto de los órganos del cuerpo y los hacía perder su vitalidad. La consecuencia terapéutica de este esquema de ideas fue el uso de técnicas revulsivas para volver a nivelar los humores, antiflogísticas para disminuir la irritación patológica y vitalistas (masajes, «friegas») para devolver a los órganos la vitalidad vulnerada. Para coadyuvar en estas terapias se utilizaban sustancias minerales y/o químicas expendidas en boticas locales, pero también de la herbolaria local a las que se podía acceder en prácticamente cualquier parte.

La terapéutica para tratar el cólera en Yucatán, registra asimismo un esfuerzo de los médicos para adaptar las técnicas recomendadas en Europa a las condiciones particulares del estado, como el clima o la alimentación, además de la adopción de especies locales y la necesidad de que los enfermos fueran atendidos prontamente sin la necesidad de facultativos, tan escasos entonces.

NOTAS

1. AGEY, Poder Ejecutivo, Correspondencia Oficial, Vol. 3, exp. 10, "1833. Correspondencia de autoridades de varios pueblos con el gobernador del Estado, 3 de abril al 16 de julio de 1833".
2. Cuenya y Malvido apuntan que el cólera hizo obvia la supeditación de México a Estados Unidos en el proceso de globalización, pues la bacteria siguió el camino de las mercancías y los hombres que invadieron el país (Cuenya y Malvido, 1992, p. 12-13). Malvido, por su parte, asegura que a partir de 1833 "todos nuestros males entran a pie por la frontera norte y el cólera morbus reaparece casualmente con el libre comercio, 1833, 1993" (Malvido, 2006, p. 147).
3. CAIHY, X-1853-18 [Manifestación a los habitantes de Yucatán] [folletería] / Su gobernador y comandante general Rómulo Díaz de la Vega, E. López Secretario.
4. La bacteria del cholera fue aislada por primera vez por el médico alemán Robert Koch en 1883 (Magner, 2002, 268).
5. Estos autores plantean que la dicotomía frío/calor presente en la medicina indígena contemporánea deriva de una degeneración de la teoría humoral que fue difundida en suelo Americano por los españoles; en contraste López Austin (1996, pp. 303-318) considera que esta dualidad es de origen americano, porque no se reduce al campo se la salud, la enfermedad y la medicina, sino que comprende todo el cosmos y existe una imbricación de los poderes del cosmos con la enfermedad; y porque existen menciones muy antiguas sobre este sistema.
6. Sobre la idea de que el cólera era un veneno o fermento emanado a la atmósfera que dañaba el funcionamiento de los órganos alterando su fuerza vital, cfr. (Rivals, 1834, p. 11; Foy, 1849).
7. AGEY, Justicia, Serie Civil, Sección Alcaldía de primera instancia de lo civil, Subserie Testamentos, Vol. 14, exp. 1, *El Baluarte de la Libertad* (No. 94, Vol. 1), julio 6 de 1833.
8. "Disminución de los estragos del cólera morbus", 1848. Este argumento difundido en Yucatán también se puede leer en el semanario *El Baluarte de la Libertad*, julio 6 de 1833.
9. Sobre la falta de higiene en Mérida en 1833 y su asociación con el cólera, cfr. *El Baluarte de la Libertad* (No. 94, Vol.1), julio 6 de 1833.
10. Sobre la fiebre amarilla en Yucatán en el siglo XIX cfr. (Bustamante, 1994; Menéndez, 1981, p. 166; Alcalá, 2012). Sobre viruela cfr. (Alcalá, 2009). Sobre el cólera cfr. (Dondé, 1920; Laviada, Laviada y Puga, 1993; Rubio y Tzuc, 1995; Alcalá 2013; Peniche, 2013; Malvido y Peniche, 2013).
11. Esta comisión se formó además con el Dr. Juan Hübbe (de Alemania), el Dr. Sebastián Sotomayor (de España) y Enrique Perriné (de Francia), (Álvarez, 1912, p. 254).
12. CAIHY XXVI -1833-2/2-012 [Constancia de la toma de posesión de la cátedra de cirugía plástica y medicina al Dr. Ignacio Vado] [manuscritos] / José María Meneses, Pedro Almeida, Ignacio Vado.
13. Como evidencia del empleo de terapias revulsivas en Yucatán cfr. "Remedios preservativos y curativos contra el cólera morbus" (Campeche, 1849); "Remedios preservativos y curativos del Dr. Canú", (Campeche, 1848); "Método curativo contra el cólera" del Dr. Ignacio Vado, (Mérida, 1853).
14. CAIHY, LMEP-024, [Libro de actas de cabildo]/Altares, Muertegui, 1833.
15. CAIHY, LMEP-024...
16. CAIHY, LMEP-058 [Libro copiador de correspondencia de Cabildo] / Vicente M, 1853.
17. *Método preservativo y curativo*, 1833.
18. *Método preservativo y curativo*, 1833.
19. Para enfermedades mentales, ver por ejemplo Ramos de Viesca et.al, 2002.
20. CAIHY, 348.7265 A96 1849 t. 1 -- 1 29. Colección de leyes, decretos, órdenes o acuerdos de tendencia general del Poder Legislativo del Estado Libre y Soberano de Yucatán / Alonso Aznar Pérez, Rafael Pedrera.
21. Sobre la "medicina tradicional" maya en la época colonial, cfr. Chávez, 2013.
22. AGEY, Poder Ejecutivo, Correspondencia Oficial, Vol. 3, exp. 15, "1833. Cólera morbus. Correspondencia de varios funcionarios de los pueblos con el gobernador del Estado con informes de la epidemia del cólera morbus. Julio 30 de 1833".
23. AGEY, Poder Ejecutivo, Correspondencia Oficial, Vol. 3, exp. 15 ...
24. AGEY, Poder Ejecutivo, Correspondencia Oficial, Vol. 3, exp. 15 ...
25. *El Balear. Periódico de la tarde*, Mallorca, sábado 23 de septiembre de 1848
26. CAIHY XXVI -1833-2/2-012 [Constancia de la toma de posesión de la cátedra ...
27. *Prevenciones higiénicas y método curativo*, 1866, p. 22-23.
28. "Disminución de los estragos del cólera morbus", 1848.
29. En: "Disminución de los estragos del cólera morbus", 1848. Sobre composiciones y efectos cfr. (Jourdan, 1839, t. 2, p. 165; Sánchez y Belmar, 2006, pp. 119-120).
30. *El Baluarte de la Libertad* (No. 94, Vol. 1), julio 6 de 1833.

Fuentes

- s.d. (1832), *Diario General de las Ciencias Médica o Colección periódica de noticias y discursos relativos a la medicina y ciencias auxiliares*, tomo séptimo, Barcelona, Imprenta de J. Verdager.
- s.d. (1833), *Método preservativo y curativo de la Colera morbus epidémica que la Junta de Sanidad erigida al intento en la Capital del Estado eleva al gobierno del mismo para su publicación*, Imprenta del Estado en Palacio a cargo del Ciudadano José María Infante, San Luis Potosí, [en línea], disponible en: <https://archive.org/details/64750080R.nlm.nih.gov>
- s.d. (1849), *Precauciones para librarse del cólera-morbo asiático y método curativo extendido en junta general de los médicos existentes en esta capital por disposición del Honorable Congreso y por conducto del Gobierno del Estado. Descripción del cólera-morbo asiático. Método curativo para el caso en que no pueda ocurrirse a un médico. Precauciones para librarse de él cuanto sea posible*, Tipología Pérez, Querétaro.
- s.d. (1866), *Prevenciones Higiénicas y Método curativo del Cólera-Morbo*, Consejo de Salubridad de Nuevo León, Nuevo León.
- Álvarez, Francisco (1912), *Anales Históricos de Campeche, 1812 a 1910*, Vol. 1, Mérida, Imp. del Colegio San José de Artes y Oficios.
- Broussais, Francois Joseph Victor (1832), *La Cólera-morbus epidémica observada y tratada según el método fisiológico y relación de las epidemias de la cólera-morbus observada en Hungría, Moldavia, Galicia, en los años de 1831 y 1832*, París, impr. De Decourchant.
- Canú, Dr. (1848), *Remedios preservativos y curativos contra el cólera Morbus*, Campeche, impr. Joaquín Castillo Peraza.
- Castillo Peraza, Joaquín (1899), *Artículos sueltos*, Mérida, Tipografía de G. Canto.
- Cruxent, C. (1850), *El cólera, la homeopatía y la alopatía, o sea, reglas higiénicas, profilácticas y curativas*, La Habana, Imprenta de la Real Sociedad Económica a cargo de D. Antonio Martínez.
- Febles, Manuel de Jesús (1833), *Cartilla Vulgar para conocer y curar la Cholera-Morbus con lo que se a experimentado los mejores resultados dispuesta de orden del Supremo Gobierno*, México, Impresa por el ciudadano Agustín Guiol.
- Fernández Valle, Juan (1794), *Tratado de la flebotomía u operación de la sangría*, Madrid, Oficina de Cruzado.
- Foy, Dr. (1849), "El cólera-morbus. Primeros socorros que deben ministrarse a los coléricos antes de la llegada del médico, procedidos de una indicación precisa de los síntomas de la enfermedad, y seguidos de una exposición sencilla y rápida de los medios higiénicos y profilácticos que puedan impedir su ataque", *El Fénix*, Campeche, miércoles 5 de septiembre de 1849, número 62; 10 de setiembre, número 63; 15 de septiembre, número 64; 20 de setiembre, número 65; 25 de setiembre, número 66.
- Jiménez, Lauro María (1856), "Apuntes sobre algunas especies de sanguijuelas de México", *Gaceta Médica de México*, Tomo I, Núm. 30, diciembre de 1856.
- Jourdan, A.J.L. (1939), *Farmacopea Universal o reunión comparativa de las farmacopeas*, Madrid, Imprenta de Fuentenebro, Tomo II.
- López Soler, D.R. (1831), *Del cólera-morbo*, Valencia, Imprenta de José de Orga.
- Rivals, D.M.M. (1834), *El cólera-Morbo combatido por los medios mas probados y seguros, o sea instrucción práctica sobre los métodos preservativos y curativos que han obtenido mas felices resultados particularmente sobre los que han sido publicados por orden de los gobiernos español y francés. El cólera es más espantoso de lejos que peligroso de cerca. Instrucción de la comisión central de sanidad de Francia*, Barcelona, Imprenta de J. Oliviers.
- Vado, Ignacio (1853), *Método curativo contra el cólera morbo, sin necesidad de médicos botica*, Mérida, Mariano Guzmán.
- Valdez, José Manuel (1835), *Memoria sobre la disentería, sus causas, pronóstico y curación*, Lima, Imprenta de la Gaceta por José Masías.

BIBLIOGRAFÍA

- Alborn, Timothy (2001), "Insurance against Germ Theory: Commerce and Conservatism in Late-Victorian Medicine", *Bulletin of History of Medicine*, 75, pp. 406-445.
- Alcalá Ferrández, Carlos Ramón (2008), *Asistencia, sanidad y población en la ciudad de San Francisco de Campeche*, tesis de doctorado. Universidad de Barcelona.
- Alcalá Ferrández, Carlos Ramón (2009), "La viruela en el Estado de Campeche, 1875", *Naveg@merica. Revista electrónica de la Asociación Española de Americanistas*, (3), [en línea], disponible en: <http://revistas.um.es/navegamerica>, [consultado el 20/03/2014].
- Alcalá Ferrández, Carlos Ramón (2012), "De miasmas a mosquitos: el pensamiento médico sobre la fiebre amarilla en Yucatán, 1890-1920", *Histórica, Ciencias, Saúde-Manguinhos*, Río de Janeiro, 19 (1), enero-marzo, pp. 71-87.
- Alcalá Ferrández, Carlos Ramón (2013), "Cólera: mortalidad y propagación en la península de Yucatán, 1833-1834", *Letras Históricas*, otoño 2012-invierno 2013, (7), pp. 115-141.
- Alegre Pérez, María Esther y María Esther Gil Alegre, (1992) *La farmacia en el siglo XIX*, Colección Akal, Historia de la Ciencia y de la Técnica nº 47. Madrid, Akal.
- Amezcu Martínez, Manuel (1997), "Barberos y sangradores flebotomianos en Granada: norma y sociedad en los siglos XVII y XVIII", *Cultura de los cuidados*, 1 (1), pp. 31-36.
- Amurrio, David (2003), "La quinina. Historia y síntesis", *Acta Nova*, 2 (3), diciembre, pp. 241-247.
- Arquiola, Elvira (1992), "La formulación de una teoría general de la enfermedad en Francia en el tránsito del siglo XVIII al XIX", *DYNAMIS Acta Hispanica ad Medicinæ Scientiarumque Histosiam Illustrandam*, 12, pp. 189-208, [en línea], disponible en: <http://ddd.uab.cat/record/34621>.
- Ávila Escalante, Álvaro (1977), "Historia de la medicina alopática en la época colonial", *Enciclopedia Yucatanense*, 4, Mérida, Gobierno del Estado de Yucatán, pp. 261-284.
- Baldwin, Peter (2004), *Contagion and the State in Europe 1830-1930*. Cambridge University Press.
- Bartomeu Sánchez, José Ramón y Antonio García Belmar (2006), *La revolución química. Entre la historia y la memoria*. Universidad de Valencia.
- Bartomeu Sánchez, José Ramón y A. Nieto Galán (2006), *Entre la ciencia y el crimen: Mateu Orfila y la toxicología en el siglo XIX*. Barcelona, Fundación Esteve.
- Bourdelaïs, Patrice (2006), *Epidemics laid low: a history of what happened in rich countries*. Baltimore, The Johns Hopkins University Press.
- Briggs, Asa (1961), "Cholera and Society in the Nineteenth Century", *Past and Present*, 19 (1), pp. 76-96.
- Bustamante, Miguel E. (1994), "Pasado, presente y futuro de la epidemiología", *Salud Pública Mex*, 36 (1), pp. 97-112.
- Buzzi, Alfredo (1968), *Evolución histórica de la medicina clínica*. Universidad de Buenos Aires.
- Campos-Navarro, Roberto (1997), "Curanderismo, medicina indígena y proceso de legalización", *Nueva Antropología*, XXI (53), pp. 67-87.
- Carrillo, Ana María (2001), "Los comienzos de la bacteriología en México", *Elementos: ciencia y cultura*, junio-agosto, 8 (42), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, pp. 23-27.
- Cervera Andrade, Alejandro (2002), "Breve historia de la cirugía en Yucatán", *Revista Biomédica*, 13 (2), pp. 144-151.
- Chávez Guzmán, Mónica (2013), *Cuerpo, enfermedad y medicina en la cosmología maya del Yucatán colonial*. México, UNAM.
- Cipolla, Carlo M. (1993), *Contra un enemigo mortal e invisible*. Barcelona, Ed. Crítica.
- Corbin, Alain (1987), *Del perfume o el miasma. El olfato y lo imaginario social. Siglos XVIII y XIX*. México, Fondo de Cultura Económica.
- Cuenya, Miguel Ángel y Elsa Malvido (1992), "La pandemia de cólera de 1833 en la ciudad de Puebla". En: Miguel Ángel Cuenya; Elsa Malvido y Concepción Lugo O (coords.), *El cólera de 1833: una nueva patología en México. Causas y efectos*, México, INAH, pp. 11-47.
- Dondé, Lorenzo Efrem (1920), "El cólera morbus en la Península de Yucatán en 1833", *La Revista de Yucatán*, Mérida, septiembre (68), p. 13.
- Duby, Georges (1995), *Año 1000, año 2000. La huella de nuestros miedos*. Santiago de Chile, Ed. Andrés Bello.
- Erosa Barbachano, Arturo (1997), *La escuela de Medicina de Mérida Yucatán*. Mérida, Universidad Autónoma de Yucatán.
- Evans, Richard J. (1988), "Epidemics and Revolutions: Cholera in Nineteenth-century Europe", *Past and Present*, 120 (1), pp. 123-146.
- Expósito González, Raúl (2011), "Barberos y sangradores en Iberoamérica", *Cultura de los cuidados*, XV (29), pp. 31-46.
- Foster, George M. (1987), "On the Origin of Humoral Medicine in Latin America", *Medical Anthropology Quarterly*, diciembre, 1 (4), pp. 355-393.

- Gubler, Ruth (editora) (2010), *Fuentes herbolarias yucatecas del siglo XVIII. El libro de medicinas muy seguro y cuaderno de medicinas*. México, Colección Documentalia, UNAM.
- Haggard, Villasana J. (1937), "Epidemic Cholera in Texas, 1833-1834", *The Southwestern Historical Quarterly*, 40 (3), pp. 216-230.
- Howard-Jones, Norman (1972), "Cholera Therapy in the Nineteenth Century", *The Journal of the History of Medicine*, XX-VII (4), pp. 373-395.
- Kiple, Kenneth F. (1985), "Cholera and race in the Caribbean", *Journal of Latin American Studies*, 17(1), pp. 157-177.
- Laviada Arrigunaga, Francisco; Eduardo Laviada Arrigunaga y Alvaro H. Puga Navarrete (1993), "El cólera en la Península de Yucatán en el siglo pasado", *Rev. Biomed*, 4 (1), pp. 43-48.
- Laín Entralgo, Pedro (1978), *Historia de la medicina*. Barcelona, Salvat.
- López Austin, Alfredo (1996), *Cuerpo humano e ideología. Las concepciones de los antiguos nahuas*, vol. I. México, UNAM.
- Magner, Louis (2002), *A History of the Life Sciences*. Nueva York, Dekker.
- Malvido, Elsa (2006), *La población. Siglos XVI al XX*. México, Océano/UNAM.
- Malvido, Elsa y Paola Peniche Moreno (2013), "Los huérfanos del cólera morbus en Yucatán, 1833", *Historia Mexicana*, LXIII (1), pp. 111-170.
- Márquez Morfin, Lourdes (1992), "El cólera en la ciudad de México en el siglo XIX", *Estudios Demográficos y Urbanos*, 19, pp. 77-93.
- Mata Jiménez, Leonardo de Jesús (1992), *El cólera: historia, prevención y control*, San José Costa Rica, Editorial Universidad Estatal a Distancia- Editorial de la Universidad de Costa Rica.
- Menéndez, Eduardo L. (1981), *Poder, estratificación y salud: análisis de las condiciones sociales y económicas de la enfermedad en Yucatán*, Ediciones de la Casa Chata, México, CIESAS.
- Menéndez, Eduardo L. (1994), "La enfermedad y la curación ¿qué es la medicina tradicional?", *Alteridades*, 4, no. 7, pp. 71-83.
- Menéndez, Eduardo (2009), *De sujetos, saberes y estructuras. Introducción al enfoque relaciona en el estudio de la salud colectiva*, Buenos Aires, Editorial Lugar.
- Miqueo Miqueo, Consuelo (1987), "La introducción de la obra de F.J.V Broussais en España. Estudio Bibliométrico", *Acta Hispanica Scientiarumque Historiam Illustrandam*, vol. 7-8, pp. 171-185.
- Netzahualcoyotzin Méndez, Marciano (2011), "Mortalidad sin crisis demográfica: el cólera de 1833 y 1850 en Tlaxcala", Tesis de doctorado en Humanidades, México, UAM-I.
- Ortiz Monasterio, José (2004), "Agonía y muerte del Protomedicato de la Nueva España, 1831. La categoría socioprofesional de los médicos", *Historias*, 57, México, pp. 35-50.
- Osorio y Carvajal, Ramón (1977), "Historia de la medicina alopatía en la época independiente", *Enciclopedia yucatanense*, t. IV, Mérida, Gobierno del Estado de Yucatán, pp. 285-341.
- Palmer, Steven (2003), *From Popular Medicine to Medical Populism. Doctors, Healers and Public Power in Costa Rica, 1800-1940*, Durham, Duke University Press.
- Peniche Moreno, Paola (2013), "La casa reconstruida: Los sobrevivientes del cólera de 1833 y la recomposición familiar. Parroquia de Ixil, Yucatán", en: Molina del Villar, América; Márquez Morfin, Lourdes; Pardo, Claudia (ed.), *El miedo a morir. Endemias, epidemias y pandemias en México: Análisis de larga duración*, México, CIESAS/Instituto Mora/Universidad Autónoma de Puebla/CONACyT, pp. 205-220.
- Pérez-Tamayo, Ruy (1988), *El concepto de enfermedad. Su evolución a través de la historia*, (2 tomos), México, CONACyT, UNAM, FCE.
- Ramos de Viesca, María Blanca, Andrés Aranda Cruzalta, et.al (2002), "La sangría como recurso terapéutico en las enfermedades mentales en el México del siglo XIX", *Salud Mental*, vol. 25, No. 6, Diciembre, pp. 53-58.
- Reyna, María del C. (2009), "Boticas y boticarios. Siglos XVI al XIX": *Dimensión antropológica* (revista en línea), No. 7, Instituto Nacional de Antropología, México, (URL: www.dimensionantropologica.inah.gob.mx/?p=1458).
- Rodríguez, Martha Eugenia (2001), "Los estudios médicos en México. Periodo virreinal y siglo XIX", *Bol Mex His Fil Med*, 4(2), pp. 16-22.
- Rodríguez Flores, M. Pilar y Pilar Antonia (1997), "El desarrollo de un marco jurídico y la epidemia de Cólera de 1833", *Noroba 14 Revista de Historia*, Cáceres, pp. 127-135.
- Rodríguez de Romo, Ana Cecilia (2000), "Fisiología mexicana en el siglo XIX: la enseñanza", *Asclepio*, Vol. LII-1-2000, pp. 217-223.
- Rolleston, J.D. (1939), "F.J.V. Broussais (1772-1838): His Life and Doctrines", *Proceedings of the Royal Society of Medicine*, Section of the History of Medicine, January 11, vol. XXXII, pp.405- 413.
- Rosen, George (2005), *De la policía médica a la medicina social*, México, Siglo Veintiuno Editores.
- Rosenberg, Charles E. (1962), *The Cholera Years. The United States in 1832, 1849 and 1866*, Chicago, The University of Chicago Press.

Rubio Canul, Manuel y Lizbeth Tzuc Sánchez (1995), "24 horas para morir: epidemia de cólera morbo en Yucatán en 1833", *Revista Biomed*, 6, pp. 102-107.

Stevens, Donald F. (2006), "Eating, Drinking and Being Married: epidemic Cholera and the Celebration of Marriage in Montreal and México City, 1832-1833", *The Catholic Historical Review*, Vol. 92, No. 1 (Jan 2006), pp. 74-94.

Vera, C., Blu A., Torres, M. (2005), "Sanguijuelas, parásitos presentes ayer y hoy", *Revista Chilena de Infectología*, 22(1): 32-37.

Zavala, María del Carmen (2007), "El cólera en Michoacán y la federalización de las políticas sanitarias en el siglo XIX", *Tzintzun. Revista de Estudios Históricos*, julio-diciembre, número 046, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, pp. 39-88.

SIGLAS

AGEY: Archivo General del Estado de Yucatán.

CAIHY: Centro de Apoyo a la Investigación Histórica de Yucatán.

ON THE USE
OF THE
LACTUCA VIROSA,
IN
HOOPING-COUGH.

By T. GUMPRECHT, M.D.
PHYSICIAN IN HAMBURG AND HOLFRATH IN SAXE-COBURG.

COMMUNICATED BY
WILLIAM LAWRENCE, Esq.

Read December 6th, 1814.

THOUGH the number of remedies recommended for the hooping-cough is already very considerable, yet I believe I may be allowed to increase it with one, which, by experience, I have found to be extremely efficacious.

My observation of the good effects of the *extractum lactucae virosæ* in the dyspnœa of hydrothorax, and in spasmodic asthma in general, led me to conjecture that this medicine might also be useful in the hooping-cough, as this disease seems to be a spasmodic affection of the diaphragm and of the

organs of respiration, and often resists the best methods of treatment.

It has been with reason observed, that hitherto, in the treatment of this disease, the *stadium catharale* has not been sufficiently distinguished from the *stadium convulsivum*. The first stage is inflammatory, and ought to be opposed only with mild antiphlogistic, diaphoretic, and demulcent medicines. If, neglecting these precautions, irritating, antispasmodic medicines be employed at this period, experience has frequently shewn that they may produce very bad effects. It is only when this stage is past, and the *stadium convulsivum* has taken its place, that it is proper, according to the age and bodily constitution of the patient, to apply the above-mentioned means.

As the *herba lactucæ virosæ* does not grow in all places, and is sometimes confounded with the *herba lactucæ scariolæ*, great care must be taken that the *extractum lactucæ virosæ* (which is made from the inspissated juice of the *herba lactucæ virosæ*) be genuine and properly prepared. In the neighbourhood of Hamburg, for example, this plant does not grow, and the apothecaries of this place procured the extract from Hildesheim*.

* The mode of preparing the extract is stated in Collin's *Observ. circa morbos*, Part 6, Vol. XIV. and Murray's *Apparatus Medicaminum*, Vol. I. p. 170.

Some months ago, I communicated my observations on the beneficial effects of this medicine, to one of our most employed and esteemed physicians, Dr. Chauffepié, who, as well as several other physicians here, has used it with great success. On this occasion I received the following letter.

(TRANSLATION.)

“ I return you many thanks for the friendly
“ communication of your observations on the ad-
“ vantages of the extractum lactucæ virosæ in
“ cases of the whooping-cough. The present epi-
“ demic, though mild, and of a good sort, and
“ very seldom accompanied with dangerous symp-
“ toms, has furnished opportunities sufficient, to
“ make experiments with regard to the application
“ and the advantages of this method of cure. I
“ immediately communicated your observations to
“ several other physicians here, and we have all
“ found this medicine to be a valuable and pow-
“ erful specific in the above-mentioned disease.
“ Its efficacy is great in the second stage, or the
“ convulsive period of the disease. To children of
“ two years, I gave it three times a day, at first
“ in doses of half a grain, with sugar alone, united
“ with any of the other medicines usually employ-
“ ed. At this age I have not administered it in
“ doses of more than three-fourths of a grain. The
“ coughing fits soon became more rare, and more
“ gentle, the expectoration took place with less
“ effort, and in general without vomiting ; and the

“ spasmodic affection in the region of the diaphragm apparently gave way. Upon the whole, this medicine seems, in a short time, to give the cough a different character, and considerably to diminish its duration.”

Dr. Hempel and Dr. Jacobsen of this city have also, on my recommendation, employed this medicine in the spasmodic stage of the whooping-cough, and acknowledged its beneficial effects. With regard to the *modus operandi* of this remedy, it is well known that the cuticular system is much connected with the urinary organs and those of respiration; and as the *lactuca virosa* has a considerable operation on the skin, is a powerful anodyne, and a strong diuretic, it may, for these reasons, be of great utility in the whooping-cough. Among the antispasmodics furnished by the vegetable kingdom, it will be difficult to find one which unites in itself the same qualities, in so remarkable a degree as this medicine.

That the *lactuca virosa* must act as a specific on the organs of respiration, is rendered probable by the benefit derived from it in spasmodic affections of the breast, and in the dyspnoea of hydrothorax: for when, particularly in the last-mentioned instance, all diuretic and antispasmodic means are found to fail, an alleviation of the dangerous symptoms, if not a cure of the disease, may almost always be experienced from the use of the *lactuca virosa*,

I shall now present to the Society, from my own journal, two cases in which a cure of the whooping-cough was effected by the medicine in question.

CASE I.

J. K. a child 15 months old, had been for eight days troubled with a cough, of which several children in the neighbourhood, with whom this child had been in contact, had died. The fits were at first merely of the catarrhal kind; but five days after the commencement, the following symptoms appeared. When the fit came on, the child endeavoured to support itself by stretching out its arms; it became red in the face, and tears started into its eyes; during the coughing the child was seized with a suffocating affection; its breath stopped, and the by-standers imagined it was about to be choked; the belly was spasmodically contracted; the characteristic whistling tone of the whooping-cough in drawing in the breath appeared, and the fit ended with vomiting. Similar fits took place five or six times during the day, and several in the night. Towards evening an increase of heat in the skin, and thirst were perceived. Hitherto the parents had used several prescriptions, which I had before written for attacks in the chest, in the same family; and as these failed of success, I was

called in on the 28th of June, 1812. I found that the child suffered much; the coughing fits were very frequent, and the fever had increased. I ordered a draught composed of aqua fœniculi, gum arabic, and vinum antimonii Huxhami*.

June 30. The coughing fits were still the same. I ordered the same medicine to be continued, substituting only spiritus Mindereri, in lieu of the vin. ant. Huxh.

July 2. As the fits had rather increased than diminished, with however a diminution of the fever, and thirst, I ordered one of the following powders to be given every two hours, viz. R. extr. lact. vir. gr. iv. sacch. lact. ʒjj. Div. in x. partes æquales.

July 4. The coughing and suffocating fits were become less frequent, the vomiting less violent, and sometimes it did not take place at all. The child became more lively, and had no fever. I ordered at the same intervals one of the following powders, viz. R. extr. lact. vir. gr. vj. sacch. lact. ʒjj. Div. in xi. partes æquales.

July 6. The coughing fits recurred less frequently, were considerably diminished, as to intenseness, and the vomiting had ceased. The suffocating fits no longer appeared during the day,

* The old antimonial wine of the London College.

but sometimes returned in the night, though not so violently as before. The child passed much urine, was cheerful, and had some appetite. I ordered every two and a half hours one of the following powders, viz. R. extr. lact. vir. gr. vj. sacch. lact. 5jj. Div. in x. partes æquales.

July 8. The cough had nearly again taken the form of a catarrhal cough. In the morning the child still coughed at times, and in the night still more, but without any spasmodic attack. I ordered the prescription of the 6th to be continued.

July 13. During the whole of this day the child coughed but little, and seldom. In the night-time the cough returned, from time to time, with some violence, but without suffocation and vomiting. I continued the last-mentioned powders, and in the evening before the child went to sleep, caused a powder and half to be administered.

July 15. The cough had now completely assumed the form of a catarrhal cough in the last stage. I ordered a mixture aq. fl. naph. (aurant.) extr. myrrh. extr. cort. per. and eleosacch. fœnic.

CASE II.

On the 31st of December, 1812, I was called to attend a girl of four years of age, who had been

for seven days affected with the following symptoms. In the day-time she had several fits of coughing, attended with a threatening suffocation; and the characteristic crying sound of the whooping-cough, ending with vomiting. In the evening she had heat and thirst. As this was only the first stage of the illness, I ordered a mixture of gum arabic, oxym. simpl. aq. fœnic. and a little vin. ant. Huxh.

Jan. 1, 1813. The fits had not assumed a better appearance, but on the contrary became worse. The suffocating attacks returned more frequently, the heat and thirst in the evening continuing. The mother of the child informed me, that it had been for some time troubled with worms; and on this account I ordered a purge of pulv. rad. jalap. and calomel, and continued the above mixture.

Jan. 5. The coughing fits were increased, and in the evening a fit lasted nearly nine minutes. The suffocating attacks were violent, and the vomiting frequent. In the evening there was some fever and thirst. The purgative had operated eight times, and expelled a quantity of ascarides. I now ordered one of the following powders every two hours, in chamomile tea.

R. extr. lact. viros. gr. vj. sacch. alb. ʒij. Div. in xi. partes æquales.

Jan. 7. Hitherto I could perceive no change

in the symptoms, and therefore ordered $\frac{3}{4}$ ths of a grain of extr. lact. vir. with sugar every two hours. In the morning, on account of the worms, I ordered a second purge.

Jan. 9. The coughing fits had decreased a little in violence, and the patient brought up much tough slime, after the attacks. In the evening she had a little fever. She had had several foetid stools, but no appearance of worms, and there was great want of appetite. I ordered one grain of the extract every two hours, and provided the proper diet, which the parents, poor people, had been hitherto obliged to neglect.

Jan. 11. Though the coughing fits still continued as violent, yet they returned seldomer. On the preceding day, the cough had been accompanied with bleeding at the nose. The child passed much urine.

Jan. 12. The coughing fits are now considerably diminished in intenseness and frequency, the patient having had only one fit yesterday, and two in the night. Much urine, and an easy expectoration. Medicine as before.

Jan. 15. On the 13th she had three attacks of the cough, but without vomiting, and of shorter duration than before. Much urine, expectoration easy. On the 14th a little coughing without vomit-

ing, during the day; the night quiet. The powders continued in smaller doses.

Jan. 28. The cough had in the mean time assumed the form of a catarrhal cough. I gave a jelly of Iceland moss, with bitter extract to complete the cure.



Buscar



- [🏠](#)
- [USOS DE LAS PLANTAS ▾](#)
- [NUTRICIÓN VEGETARIANA ▾](#)
- [JARDINERÍA ▾](#)
- [BOTÁNICA ▾](#)
- [VÍDEOS DE PLANTAS](#)

[Inicio](#) > [Plantas medicinales](#) > Lactuca sativa, lechuga propiedades medicinales

LACTUCA SATIVA, LECHUGA PROPIEDADES MEDICINALES

PUBLICIDAD

Contenidos [\[mostrar\]](#)

PROPIEDADES MEDICINALES DE LA LECHUGA



USO INTERNO

Especial



Artículos destacados



Lechuga, un buen tranquilizante

La lechuga tiene principios sedantes, la lactucina, por lo que presenta un un efecto tranquilizante. Ayuda a **calmar los nervios, controlar las palpitaciones** y a **dormir mejor** por las noches, evitando el **insomnio**. (Tomar una buena ensalada de lechuga, con [aceite de oliva](#) antes de irse a dormir.)



Foto de lechuga cultivada

Esta propiedad se incrementa si realizamos una decocción al 50 % de hojas de lechuga y nos tomamos un par de vasos al día, por las mañanas y antes de acostarnos). Los responsables de esta propiedad son la lactucina, uno de los principales componentes del jugo de la lechuga.

Lechuga: Un muy buen diurético

- **Diurética:** La lechuga esta considerada **uno de los mejores diuréticos**, es decir, que favorece la eliminación de orina, por lo que resulta adecuado en aquellos casos en que haya que estimular a los riñones para aumentar la micción. Se recomienda en casos como: [obesidad](#), hipertensión arterial, hidropesía (acumulación de líquidos en el cuerpo con hinchazón de los

Plantas para repeler a los mosquitos

PUBLICIDAD

tejidos), edemas, dolor de riñón (nefritis), cálculos renales, insuficiencia renal, inflamación de la vejiga urinaria (cistitis), etc.

Igualmente se utiliza como apoyo en las [dietas para la diabetes](#) (dietas destinadas a rebajar el azúcar de la sangre), mediante la eliminación de líquidos corporales. ([Decocción](#) al 50 % de hojas de lechuga durante 10 minutos. Tomar un par de vasos al día)

Lechuga para ayudar a eliminar los gases

- **Contra la flatulencia:** La lechuga es adecuada para el aparato digestivo. Presenta propiedades carminativas, liberando el organismo de las **molestas flatulencias** evitando la sensación de [barriga hinchada](#), llenado del estómago y vientre. ([Decocción](#) al 50 % de hojas de lechuga durante 10 minutos. Tomar un par de vasos al día). Este mismo preparado es estomacal y ayuda a **facilitar la digestión** y **proteger el estómago** aliviándolo de las inflamaciones intestinales.

Lechuga para el aparato circulatorio

La lechuga mejora la circulación, previene la **arteriosclerosis** y disminuye el **colesterol**. Su uso ayuda a mejorar la [mala circulación en general](#) o aquella que [afecta a las piernas](#) o los [pies](#).

La lechuga previene la formación de coágulos en los vasos sanguíneos, responsables de enfermedades como [angina de pecho](#), infarto de miocardio, ictus, etc. (Ensaladas de lechuga cruda o lechuga frita)

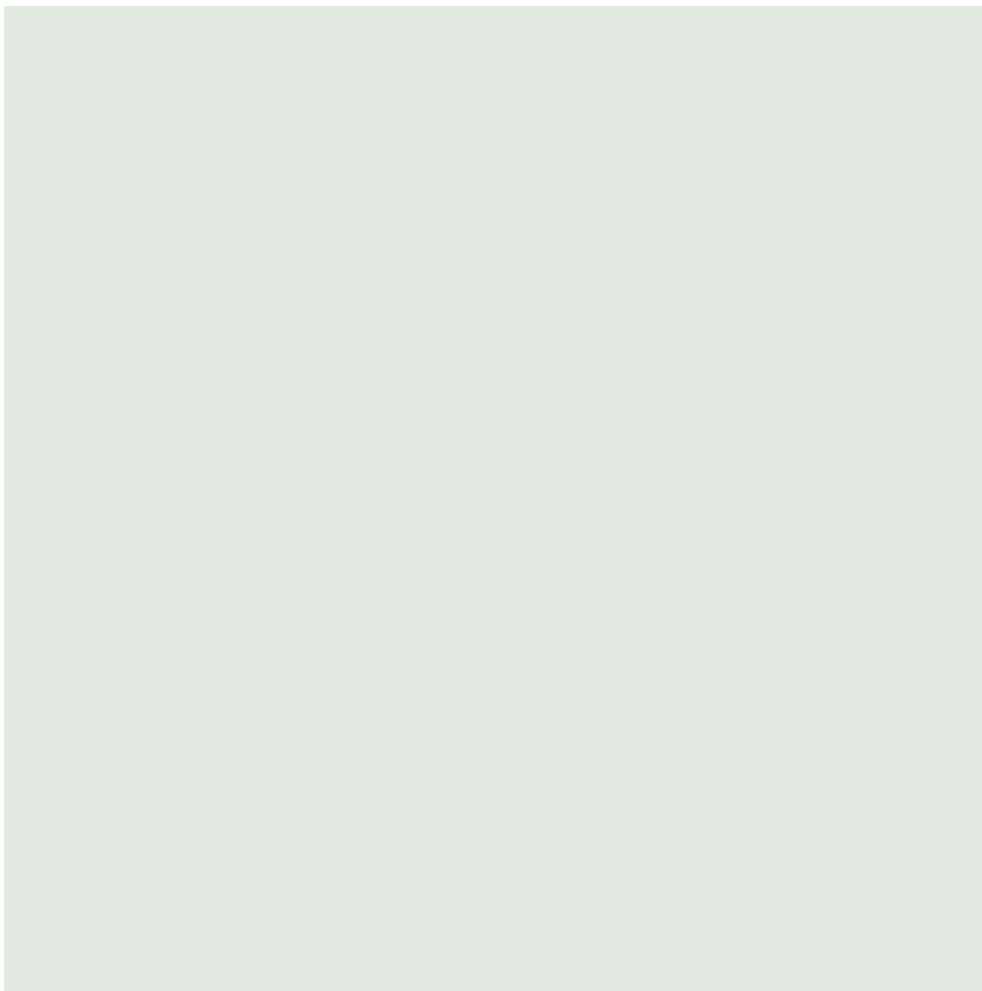


Lámina-resumen de las principales propiedades de la lechuga (imagen protegida por copyright)

Propiedades de la lechuga para enfermedades respiratorias

Las decocciones de hojas de lechuga resultan interesantes para las afecciones del aparato respiratorio, ayudando a combatir los **ataques de asma** y los **espasmos bronquiales**. Si se deja espigar la planta, pueden aprovecharse los tallos florales para realizar las mismas decocciones con propiedades más destacadas que las de las hojas.

Para **combatir la tos**, se puede realizar un jarabe cociendo 150 g de hojas frescas y hervirlas durante un cuarto de hora. Se añade a la mezcla resultante una taza de azúcar. Se guarda en un frasco cerrado para tomar un par de vasos al día calientes. También se puede realizar una decocción de unas hojas en agua. Añadir el jugo de un [limón](#). Beber un par de vasos al día, uno antes de irse a la cama.

Lechuga para el exceso de deseo

A la lechuga se le atribuyen supuestos valores que otorgan a esta planta la propiedad de **apaciguar el deseo** propiedad que ya fue muy resaltada en su día por el romano Plinio, cuyos pensamientos se consideraron capitales hasta bien entrada la Edad Media. (Comer la lechuga en ensalada)

Relacionado con el aparato genital femenino, en casos de [dismenorrea](#), los preparados de lechuga son útiles para [favorecer la menstruación](#), evitando el dolor o reglas muy prolongadas se puede realizar una infusión durante media hora de 100 g de hojas tiernas por litro de agua. Beber 2 o 3 tazas al día.

REMEDIOS CON LECHUGA PARA USO EXTERNO

Propiedades de la lechuga para calmar el dolor

La lechuga en uso externo constituye un buen analgésico. Sus propiedades [emolientes](#) pueden ser utilizadas para mitigar los dolores producidos por **golpes, torceduras, esguinces, contusiones, etc.**

(Decocción de hojas tiernas durante 15 minutos en agua. Colar, dejar enfriar y aplicar como una cataplasma. Se incrementan estas propiedades si se añade a la pasta unas gotas de aceite de oliva.)
(Obtener su zumo machacando la planta. Colar y aplicar sobre la zona dolorida)

Las propiedades analgésicas de la lechuga también pueden aprovecharse para mitigar el dolor de las quemaduras y quemaduras solares (Decocción de unas hojas de lechuga en agua durante 15 minutos. Enfriar y aplicar el líquido con una gasa sobre la superficie afectada)

Lechuga para el cuidado de los ojos

Puede utilizarse como colirio ocular para tratar la **conjuntivitis, legañas, ojos cansados**, enrojecidos, etc. (Hervir durante 6 minutos 50 gr de hojas en medio litro de agua, con unas gotas de aceite. Dejar enfriar y, con una gasa, mojar los ojos doloridos.)

Propiedades cosméticas de la lechuga

- **Desodorante natural:** Para impedir el [olor de los pies](#) y [olor de las axilas](#), el jugo de lechuga, al igual que el de [rábano](#), constituye uno de los mejores [desodorantes naturales](#). (Sacar el jugo de una

lechuga y guardar en la nevera. Después de bañarse, mojar los pies o las axilas con un poco de jugo)

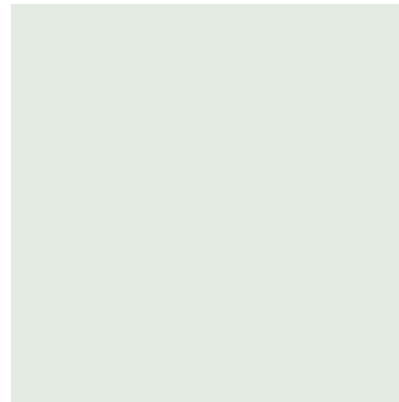
- **Cuidado del cutis:** La lechuga se puede utilizar para confeccionar [mascarillas](#) o [cremas limpiadoras](#) para el cuidado del cutis. (Véase [mascarilla para piel mixta](#))

PROPIEDADES ALIMENTARIAS DE LA LECHUGA

La lechuga es un alimento que no debería faltar en nuestras mesas habitualmente.

Como hemos visto, sus propiedades como alimento se superponen con sus propiedades como medicina natural, haciendo posible aquella frase de [Hipócrates](#): «*Que tu alimento sea tu medicina y que tu medicina sea tu alimento*».

Muchas de las propiedades alimentarias de la lechuga ya han sido descritas en el apartado anterior. Además de las propiedades anteriores, debemos tener en cuenta su bajo contenido en grasas y en [hidratos de carbono](#) y su alto contenido en agua, lo que le proporciona un **poder calórico** de tan



Ensalada de lechuga,
aguacate, rebanitos, tomate,
olivas y queso

solo 13 Kcal por cada 100 g. Resulta muy adecuada para [dietas de adelgazamiento](#).

Su riqueza en minerales, especialmente [potasio](#), que es muy necesario para mantener un nivel adecuado de líquidos en el cuerpo, junto con el [calcio](#) y el [fósforo](#) la hace especialmente idónea para el correcto bienestar de los huesos. Por su [relación calcio-fosforo](#), Se considera a la lechuga como un buen [alimento calcificante](#), muy bueno para prevenir la osteoporosis.

Presenta además una serie de oligoelementos no muy habituales dentro del mundo vegetal, como el [selenio](#), un antioxidante que tiene un papel fundamental en la prevención de ciertos tipos de [cáncer](#), como el [cáncer de colon](#), [cáncer de próstata](#) o [cáncer de pulmón](#).

El selecio también previene el **envejecimiento precoz** e incluso ayuda a combatir la **caspa**. Entre las plantas que presentan más proporción de este elemento se encuentran el cardo mariano (*[Silybum marianum](#)*) o la Valeriana (*[Valeriana officinalis](#)*).

La lechuga contiene muchos [aminoácidos](#) necesarios para la formación de las proteínas, algunas, como la [alanina](#), veces necesarias para la construcción del tejido muscular y nervioso, otras, como la [glicina](#), para el correcto funcionamiento del sistema inmunológico. Presenta [vitaminas C y E](#), pero, sobre todo es muy rica en [betacaroteno](#), que el hígado trasforma en [vitamina A](#). Este componente, que aparece con mayor proporción en la [zanahoria](#) (*[Daucus carota](#)*) ha demostrado tener una gran influencia como [antioxidante](#) y anticancerígeno (Ver [zanahoria- betacarotenos](#))

¿Cómo comer las lechugas?

Es conveniente comerla fresca, para que no se pierdan sus propiedades alimenticias y medicinales. **Resulta muy importante lavar la lechuga adecuadamente** porque puede presentar restos de productos orgánicos, [insectos](#), tierra, etc. Los huertos presentan muchas veces restos fecales que deben ser eliminados completamente para que no produzcan intoxicaciones alimentarias. (Véase como [lavar las verduras](#))

Tenemos que tener en cuenta que las hojas internas, aunque puedan resultar más apetitosas, presentan menor cantidad de componentes que las hojas externas de color verde más fuerte.

Composición nutricional de las hojas de lechuga por 100g.	
Agua (g)	95,5
Calorías (Kcal)	13 
Grasas (g)	0,2 
Hidratos carbono (g)	2,3
Proteínas (g)	1,2
Fibra (g)	1
Potasio (mg)	257
Fósforo (mg)	23
Sodio (mg)	5
Calcio (mg)	32

Selenio (mcg)	0,2
Magnesio (mg)	13
Vitamina C (mg)	8
Vitamina A (UI)	970
Vitamina B6 (mg)	0,05
Tiamina (mg)	0,06
Riboflavina (mg)	0,06
Niacina (mg)	0,3
Ácido fólico (mcg)	215

PUBLICIDAD

Toxicidad de la lechuga: ¡Cuidado con *Lactuca virosa*!

La lechuga cultivada (*Lactuca sativa*) y su variedad montés (*Lactuca scariola*) no presentan toxicidad. Aunque la segunda se utiliza poco en alimentación, también es comestible y sus propiedades son similares a la variedad cultivada, aunque presenta mayores porcentajes en

sus componentes. Esta última resulta inconfundible.

Pero la lechuga montés (*Lactuca scariola*) puede confundirse con lechuga silvestre (*Lactuca virosa*) que presenta alcaloides tóxicos.

Para distinguir las dos especies silvestres, tenemos que tener en cuenta que la lechuga montés dispone las hojas sobre el tallo en posición vertical y el látex que se desprende al cortar sus hojas es blanco con tonalidades amarillas.

La lechuga silvestre dispone las hojas horizontalmente al tallo y su látex es blanco. La *Lactuca virosa* se ha utilizado como sustitutivo del opio, como béquica, antiespasmódica e hinóptica. **Dada su toxicidad, este tipo de lechuga no debería utilizarse en preparaciones caseras.**

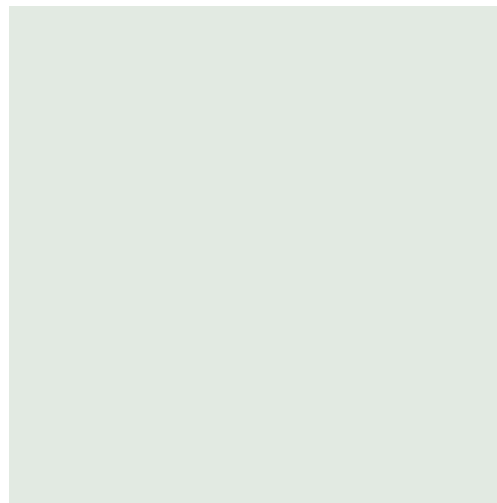


Ilustración botánica de *Lactuca virosa*, una planta con alcaloides tóxicos.

¿Qué es el *lactucarium*?

La lactucina, junto con el lactucero y el ácido lacturico constituyen la base del **brebaje *lactucarium***, que tiene propiedades sedativas, diuréticas e hipnóticas, utilizado en algunas ocasiones como **sustitutivo del opio**, al presentar efectos similares, aunque sin valores

adictivos. Estos componentes aparecen tanto en la lechuga silvestre, como en la [achicoria](#), pero se ha utilizado generalmente la lechuga silvestre.

Este jugo fue un brebaje muy conocido durante el siglo XIX, cuando los adictos al opio no disponían de esta droga. Se obtenía a partir del látex que segregaba la planta al cortarla. Luego, podía tomarse bebido si se diluía en agua caliente o, si se hervía el líquido hasta evaporar toda el agua, se formaba una pasta, que, una vez seca, se podía fumar. Este producto se tomaba en dosis no superiores a una cucharadita de café, o en forma de jarabe. **Dada su toxicidad no debe tomarse en preparados caseros.**

[Más información](#) sobre las propiedades y el valor nutricional de la lechuga.

✓ Este artículo ha sido avalado por [Elisenda Carballido](#) - Dietista nutricionista. Postgrado en Fitoterapia y máster en Nutrición y Metabolismo.



Escrito por **Editorial**

Equipo de Botanical-online encargado de la redacción de contenidos

📅 16 octubre, 2020



diurético

dolor

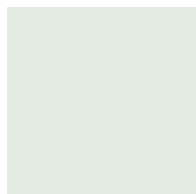
lechuga

tos

Plantas medicinales



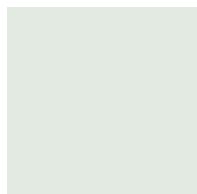
Otros artículos de interés



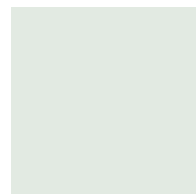
Tipos de
enriquecimiento
ambiental



Propiedades
de la
pimienta
Cubeba

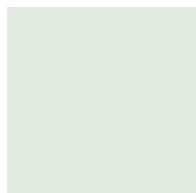


Fotografía
de
Thalictrum
tuberosum

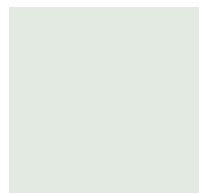


Dieta
para
desintoxicar
los
productos
químicos

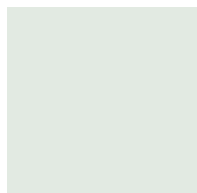
PUBLICIDAD



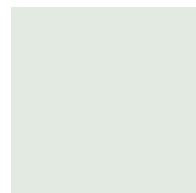
Características
de la
mariposa
macaón



Hierbas
aromáticas
para la
EPOC



Beneficios
de los
huevos



Perejil en
otros
idiomas

El material que aquí se trabaja tiene carácter informativo. En caso de duda, consúltese con el facultativo.

"Botanical-online" no se hace responsable de los perjuicios ocasionados por la automedicación.

MÁS SECCIONES

Nutrición

y

dietética

Adelgazar

Cosmética

natural

Infusiones

Remedios

caseros

Anemia

Embarazo

 [Suscríbete](#)



©1999-2022 Botanical-Online SL - Todos los
derechos reservados

[Contacto](#) | [Quiénes somos](#) | [Política de uso](#)
| [Política de cookies](#) | [Cómo citar artículos](#)



Universidad de Valladolid

FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS

DEPARTAMENTO DE FILOSOFÍA

GRADO EN FILOSOFÍA

TRABAJO DE FIN DE GRADO

Puentes entre chamanes y teúrgos: medicina antigua
para tiempos modernos.

Noa Arranz Gómez

Tutor: Pedro González Arroyo

2020-2021

Resumen

El punto de partida de nuestra reflexión es profundizar e investigar la sabiduría que guarda el camino espiritual. Para ello, se precisa un nuevo paradigma científico que tenga en cuenta una noción más amplia de realidad, del ser humano, de su capacidad de experiencia y de su racionalidad. El por qué de esta necesidad estriba en los grandes resultados terapéuticos que están dándose en las personas que deciden acercarse a las prácticas espirituales para conocer el efecto sanador que supone la experimentación mística. Para su estudio nos centramos en la teúrgia y el chamanismo que ofrecen lugares, como los rituales, en los que se puede participar de un conocimiento cuyo efecto directo es la sanación. Por tanto, una de las consecuencias que devienen a este planteamiento es la crítica del dualismo y, con ella, devolver la dignidad a los saberes metafísicos que tratan con la divinidad.

Palabras clave: límites de la ciencia, metafísica, estados alterados de conciencia, participación, conocimiento, chamanismo, teúrgia, rituales, espiritualidad, enteógenos.

Abstract

The starting point of our reflection is to deepen and investigate the wisdom of the spiritual path. This requires a new scientific paradigm that takes into account a broader notion of reality, of the human being, of his capacity for experience and of his rationality. The reason for this need lies in the great therapeutic results that are occurring in people who decide to approach spiritual practices to know the healing effect that mystical experimentation supposes. We focus on theurgy and shamanism, who offers places such as rituals, where you can participate in knowledge whose direct effect is healing. Therefore, one of the consequences of this approach is the critique of dualism and, with it, restoring dignity to metaphysical knowledge that deals with divinity.

Keywords: limits of science, metaphysics, altered states of consciousness, participation, knowledge, shamanism, theurgy, rituals, spirituality, entheogens.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN. (pág. 6)

CAPÍTULO 1.

1. Los límites de la ciencia (pág. 13)
2. Aquello que no puede ser visto (pág. 18)
3. Hacia el holismo (pág. 23)
 - 3.1 Ciencia y religión (pág. 24)
 - 3.2 Mente y materia (pág. 25)
 - 3.3 Mente y cuerpo, sentimiento y razón (pág. 27)
 - 3.4 Hacia la participación (pág. 29)
4. La dimensión subjetiva a través de la participación (pág. 30)
 - 4.1 Trance, éxtasis y contemplación (pág. 33)
 - 4.2 Estados alterados de conciencia (pág. 35)
 - 4.3 Enteógenos (pág. 37)
5. Hacia la teúrgia y el chamanismo (pág. 40)

CAPÍTULO 2.

1. ¿El chamanismo y la teúrgia son lo mismo? (pág. 43)
 - 1.1 Cosmología (pág. 46)
 - 1.2 Antropología del ser humano (pág. 48)
2. Epistemología (pág. 49)
 - 2.1 Epistemología del chamanismo (pág. 50)
 - 2.2 Epistemología de la teúrgia (pág. 52)
 - 2.3 Conclusiones sobre la epistemología (pág. 54)
3. Chamanismo, teúrgia y filosofía (pág. 56)

- 3.1 Rituales (pág. 59)
- 3.2 Eoptías (pág. 61)
- 3.3 Miraciones (pág. 62)
- 4. La psicoterapia de la ayahuasca (pág. 63)
 - 4.1 Contexto (pág. 63)
 - 4.2 Farmacología (pág. 64)
 - 4.3 La espiritualidad (pág. 66)
 - 4.4 La sanación (pág. 67)
- 5. Todos quieren saber, nadie pagar el precio (pág. 73)

CONCLUSIONES (pág. 77)

BIBLIOGRAFÍA (pág. 85)

Agradecimientos

Deseo expresar mi más sincera gratitud a mi familia por darme un lugar, un tiempo y un hogar donde poder desarrollar un trabajo intelectual de ésta índole. Tanto por comprender y escucharme antes de juzgar sin conocimiento, como por animarme en mis momentos más difíciles. En segundo lugar agradezco de corazón a todos esos compañeros de vida que me rodean, por aportar luz, amor y conocimientos valiosos sobre la vida. Como también agradezco haber encontrado a personas con ideas contrarias, sobretodo aquellas con las que pude abrir un espacio de debate: no con la idea de una discusión, sino de aportarnos nuevos puntos de vista de forma mutua. A Pedro y a María, por abrir espacios tan bellos en los que uno puede aprender, desaprender, liberarse, conocerse a uno y conocer la magia de la vida. Gracias de todo corazón por formar parte de mi vida y haberme acogido como a una más. Sin vosotros no hubiera sido posible ni mi evolución, ni este escrito, por lo que más que un agradecimiento es una dedicatoria.

Por supuesto, dar gracias tanto a los antropólogos Fericgla y Pavillard, como también a filósofos como María Jesús Hermoso Félix y José Molina Ayala por presentar al mundo una sabiduría oculta desde tiempos remotos. También me gustaría remitir mi agradecimiento a todos los profesores del grado de Filosofía por darme una formación no sólo de cultura, sino también de crecimiento personal. Como también deseo dar gracias a todos los escritores que he podido leer en la elaboración de este trabajo, pues si no fuera por ellos, no podría haber transmitido el mensaje de este TFG. La escritura y la reflexión no son baladí, son actividades que llevan años, esfuerzo y períodos difíciles. Por lo que mi agradecimiento y mi humildad van hacia sus grandes trabajos como escritores, ya que sin ellos mi pensamiento no habría podido evolucionar tan rápido.

INTRODUCCIÓN:

1. El mensaje y la razón del estudio

Con este trabajo proponemos emprender un viaje de vuelta a la unión entre ciencia y religión¹. La razón de ello estriba en que nuestra primera y principal pregunta es la siguiente: ¿Qué metodología es la necesaria para seguir el pulso de las preguntas vitales, tales como qué es la vida, por qué existimos o cuál es el sentido de nuestro devenir? Quizá sean estas las preguntas que más hayan latido en la mente y el corazón de la humanidad desde tiempos remotos. A día de hoy nos encontramos inmersos en una sociedad con numerosos avances científicos, sociales y tecnológicos, pero a la hora de la verdad nos hallamos pobres de espíritu, sin saber muy bien dónde se halla la serenidad y el mismo sentido de nuestra existencia. Volver a trazar puentes entre el saber de la ciencia y de la religión quizá sea la llave maestra que nos devuelva el espacio donde reencontrarnos con lo que realmente somos.

Para ello hemos decidido volver nuestra mirada hacia nuestros antepasados y rescatar sus herramientas epistemológicas. Vamos a situarnos en concreto en el conocimiento teúrgico de la Antigua Grecia y el saber chamánico del Alto Amazonas. Éstos son gran conocedores de las técnicas del éxtasis, siendo la teúrgia el arte por excelencia en el que se ejercita la contemplación y el chamanismo la cultura clave para entender cómo se da el trance. Por tanto, por un lado tenemos a nuestra sociedad actual, la cual ha conseguido alzar al conocimiento técnico hasta su grado más alto: la dominación sobre la naturaleza para sacar todo el provecho que ella nos ofrece. Y, por otro lado, tenemos estas sociedades ancestrales que han conseguido un conocimiento liberador: capaz de calmar nuestras angustias más dolorosas. Este nudo que se haya entre el conocimiento de lo exterior y de lo interior tiene una importancia capital para nuestros tiempos, pues nos interroga acerca de qué consideramos racional o irracional y por qué. Además, a

¹ “A pesar de la contraposición tradicional ciencia/religión, cada día es más obvio que no se trata de ámbitos contrapuestos sino complementarios de la existencia humana, a menos que haya un fuerte dogmatismo, con lo que la ciencia, en su sentido esencial, deja de serlo y la religión también” (Fericgla, 1998, p.14).

través de una ardua reflexión sobre estos temas se desdibujarán muchas más fronteras dualistas con las que llevamos conviviendo tantas épocas.

Todo este camino que proponemos desembocará en uno de nuestros grandes puntos de interés, a saber: que el lector se pregunte con nosotros lo que significa tanto la salud como la enfermedad. Así pues, este es nuestro mensaje: se precisa un nuevo paradigma científico que tenga en cuenta una noción más amplia de realidad, del ser humano, de su capacidad de experiencia y de su racionalidad. Prueba de ello son los grandes resultados terapéuticos que están dándose entre las personas que deciden acercarse a las prácticas espirituales para conocer el efecto sanador que supone la experimentación mística. Como veremos, una de las consecuencias que devienen a este planteamiento es la crítica del dualismo y, con ella, la vuelta de la dignidad de los saberes metafísicos que tratan con la divinidad.

2. Estado del arte

Nuestros grandes puntos de apoyo a la hora de realizar este trabajo de fin de grado son cinco: para el conocimiento sobre la teúrgia en la Antigua Grecia nos hemos centrado en varias obras intelectuales de María Jesús Hermoso Félix y José Molina Ayala. El acercamiento a la cultura chamánica del Alto Amazonas lo hemos trabajado a través de la tesis de Santiago López Pavillard y numerosos artículos de Josep M^a Fericgla. La crítica que realizamos al saber científico está sustentada en las obras literarias de Juan Arnau, Soler Gil, Alfredo Marcos y Sixto Castro. También hemos acudido a los textos propios de la cultura teúrgica y chamánica: en concreto a la detenida lectura sobre la obra *De Mysteriis* de Jámblico y al himnario *Lua Cheia* de Léo Artese, el cual procede del Santo Daime, una modalidad religiosa del chamanismo del Alto Amazonas. Y, por último, el conocimiento experiencial de las tres herramientas epistemológicas que proponemos: trance, éxtasis y contemplación.

Así pues, nuestra aportación consiste en intentar hacer una mixtura sobre las herramientas epistemológicas que envuelven a cada materia: teúrgia, chamanismo y ciencia. Toda la información que hemos encontrado ha reflexionado cada tema de forma aislada, por ello nuestra intención se sustenta en adoptar una visión de pájaro que sea capaz de ver las conexiones que se dan en cada ámbito. Debido a esto, la debilidad de

nuestro trabajo es la falta de detalle y la especialización dentro de cada materia. Sin embargo, a razón de que ya existen numerosos trabajos que se han dedicado al estudio exclusivo y determinado de cada una, hemos creído necesario presentar una reflexión que busque vínculos entre los tres ámbitos bajo un enfoque global.

Por último, hay un sexto apoyo en el que nos hemos sostenido: tesis, artículos y obras literarias que han buscado, como nosotros, reflexionar acerca de las relaciones que laten entre el chamanismo, la teúrgia y la ciencia. A pesar de ello, sólo hemos podido asegurar nuestros pasos de forma negativa, ya que las conexiones que han sonsacado no eran de nuestro agrado, por lo que nos han lanzado a escribir un trabajo que no se sustentaran sobre estas ideas. Es decir, dichas ideas o bien aducían que tanto el chamanismo como la teúrgia son irracionales, asociándolos con el estigma de mentes primitivas y acorralándolos al ámbito de la creencia: o bien hemos visto cómo la ciencia ha puesto en marcha medidas en contra de las pseudoterapias, en las que se encuentra indudablemente las prácticas espirituales. Además, tampoco hemos encontrado en ellos la importancia clave de nuestro escrito. Por lo que nuestra aportación al mundo de la investigación y la originalidad de nuestro TFG pretende cubrir esta carencia, a saber: ofrecer unas herramientas epistemológicas dignas de ser validadas por la ciencia debido a su gran potencial terapéutico y cognitivo.

3. Dificultades

No han sido pocas las piedras superadas por el camino para poder presentar este trabajo. Siendo todas ellas casi de la misma importancia, tanto a nivel académico como a nivel personal, han bañado todas las dimensiones de la realidad de la autora del trabajo: sanitaria, intelectual, familiar, debates, etc. Por tanto, este TFG no sólo ha tenido un jurado, es decir, el encargado de evaluar la puntuación del trabajo, sino que ha tenido que superar pruebas desde hace más de cinco años. De ahí la importancia que tiene este escrito, pues éste no supone sólo el último trabajo de una formación universitaria.

En primer lugar, no son pocos los académicos que han tildado a la teúrgia y al chamanismo como claros manifiestos de irracionalismo. Quizá el problema haya sido tratar a estas culturas desde la posición de la cultura hegemónica y desde la altura de la universidad. Presuponer la superioridad intelectual y utilizarla como el único criterio

para valorar las culturas que no se entienden ha devenido en tachar culturas tan sabias de primitivas y embaucadoras.

En segundo lugar, ocurre prácticamente lo mismo con la visión de la ciencia y la medicina convencional. Éstas promulgan su verdad como la única y verdadera, cuando la realidad es que, desde que el hombre empieza a ser hombre, han existido tantas formas de curar al cuerpo humano como medicinas tradicionales de cada cultura. Se dice que nunca antes se había conseguido alzar una medicina con tan pocas trazas de cultura como en nuestra época, como si esto fuera algo bueno y valioso para el progreso. El problema es que su conocimiento también está arraigado a un lugar y a un tiempo, en los que la concepción de lo que es racional y, por tanto, de lo que es salud, está fuertemente influida por un paradigma científico y unos métodos epistemológicos. Esta es la razón por la que el Ministerio de sanidad Español² promulga desde hace años la lucha contra las pseudoterapias. Como también es la razón por la que ciertos medios de comunicación y las agencias antidrogas deriven medicinas ancestrales al catálogo de las sustancias narcóticas³. Por tanto, todos los estigmas que envuelven a las prácticas espirituales, chamánicas y a las medicinas tradicionales se reproducen a través de términos como: sectas, primitivos, creencias, religioso, irracionales, yonkis, embaucadores y un largo etcétera.

A razón de todo ello este escrito promete una mirada menos ingenua en la que se reflexione acerca de esas dualidades entre racional e irracional, droga o medicina, ciencia y religión. Esta herencia dualista es una idea extendida de forma común en nuestra sociedad y es de gran importancia superar estas brechas, pues están causando graves daños en la humanidad. Por tanto, aquí aportamos nuestro grano de arena para

² “El primer resultado de este abordaje conjunto es el Plan para la Protección de la Salud frente a las Pseudoterapias. Se considera pseudoterapia a la sustancia, producto, actividad o servicio con pretendida finalidad sanitaria que no tenga soporte en el conocimiento científico ni evidencia científica que avale su eficacia y su seguridad (...). En definitiva, las pseudoterapias implican un riesgo real que influye directamente en la protección y el restablecimiento de la salud, en tanto que incide en la información objetiva que tanto profesionales como la ciudadanía reciben sobre las alternativas terapéuticas disponibles, su eficacia/efectividad y su seguridad.” (Ministerio de sanidad, consumo y bienestar social, 2018, p. 3-4).

³ “El interés por la ayahuasca y sus prácticas asociadas dista mucho de perseguir una <<experiencia con drogas>>, sino que forma parte de un camino de iniciación y búsqueda espiritual que tiene como principal característica la preocupación por el autocuidado, la profundidad espiritual y la preservación de las culturas indígenas y sus ecosistemas” (ICEERS, 2020, p.16).

apoyar la lucha en contra de una visión secular del mundo, en el que parece que sólo hay un tipo de racionalidad, solo un dogma de la verdad y solo una ciencia desde la que se puede ver y comprender la realidad.

4. Propósito

Creemos que nuestro trabajo es necesario para promover un cambio en la evolución de la sociedad que sea capaz de vencer los estigmas que nacen de la visión dualista que baña al quehacer científico. Este cambio se sustenta en proponer un paradigma científico que parta de una comprensión más holística: donde se reconozcan los límites de las herramientas científicas y se valide los conocimientos de otros ámbitos. Como por ejemplo, la necesidad de abordar las prácticas espirituales como actividades cognitivas. Para ello es preciso aceptar que el conocimiento también se da de forma interior⁴ a través de epistemologías subjetivas. La importancia vital que acontece bajo esta reflexión se palpa de forma extraordinaria en la reconsideración del significado de las nociones salud y enfermedad, como también en las metodologías necesarias para la curación de los malestares. Debido a la dificultad del tema y, a pesar de que nos hemos dejado muchas reflexiones en el tintero, nos hemos extendido más de lo debido. Nuestra única justificación al porqué hemos superado los límites es que necesitábamos trazar unas buenas relaciones bien argumentadas entre la teúrgia y el chamanismo, y de estas técnicas del éxtasis junto a los límites de la ciencia.

5. Visión general

¿Cómo seguir la estela de los enigmas vitales? Esta gran pregunta es la que buscamos responder a lo largo de todo nuestro escrito. Para ello es necesario realizar una tarea anterior: una crítica al dualismo que respira y emana todos nuestros cauces epistemológicos. El más importante a derribar es el binomio entre objetivo y subjetivo, pues seguir el pulso vital implica adentrarnos a conocer los saberes subjetivos. Esto es

⁴ “Frente al prejuicio general, totalmente vigente, según el cual la única base esencial de nuestro conocimiento del mundo proviene exclusivamente del exterior y en consecuencia *nihil esse in intellectu quod antea fuerit in sensu*, hay personas que entienden el cosmos y a nosotros dentro de él desde otras perspectivas menos reduccionistas, más holísticas” (Fericgla, 1994 A, p. 1).

lo que nos proponemos relatar en el primer capítulo de nuestro escrito, ya que es la piedra angular en la que sustentamos nuestra propuesta, la cual ocupa lugar en el segundo capítulo. Por tanto, vamos a pasar a desarrollar en qué consiste esta primera fase:

El prisma objetivo no logra apresar lo que es la vida, pero la perspectiva subjetiva trae consigo grandes dificultades, como otorgar validez epistémica y ontológica a materias como la metafísica. No es tarea fácil que la ciencia valide a la metafísica, pues con ella latén estigmas como religiosidad, creencias o el ámbito de lo irracional. Sin embargo, los límites del estudio objetivo nos piden que se tracen puentes entre estas dualidades. Es decir, si la vida no logra ser apresada bajo el corsé de la lógica necesitaremos un reajuste interior en nuestra percepción que logre comprenderla. Para ello es necesario un paradigma científico que tenga una perspectiva holística, capaz de comprender que existen varios tipos de racionalidades y otorgue valor a las sabidurías subjetivas. De tal manera que nos vemos a la vuelta de la unión entre metafísica y ciencia o religión y ciencia, cuya consecuencia directa es la reflexión sobre qué consideramos racional o irracional, conocimiento o creencia.

A partir de este momento, nuestros pasos van a volver a las epistemologías antiguas, en concreto a dos técnicas del éxtasis o técnicas de lo sagrado: la teúrgia y el chamanismo. Éstas supieron seguir la búsqueda de los enigmas ancestrales a través de la participación cognitiva. Además, no utilizan el saber como una herramienta dominante y controladora, sino como un arma liberadora, capaz de dotar serenidad al ser humano que se siente angustiado cuando no halla respuesta a sus inquietudes vitales. No obstante, seguir sus pasos no va a ser tarea fácil, pues con ellos tenemos que aceptar la espiritualidad como un ámbito cognitivo y ontológico, además de sacar sus herramientas epistemológicas del estigma de lo irracional o síntomas de locura patológica. Los estados alterados de conciencia son los instrumentos que hemos escogido para esta tarea, pues tienen una capacidad especial a la hora de reajustar nuestra percepción interior. Para darlas el valor necesario recurriremos al paradigma experiencial del que Pavillard nos pone sobre aviso y con ellas nos alejaremos de los laboratorios para adentrarnos a los rituales, ya que estos espacios y dichas herramientas son los necesarios para seguir en la búsqueda de las preguntas universales.

Todo este recorrido forma la base del primer capítulo, sobre el cual se sostiene nuestra propuesta del segundo capítulo: la necesidad de recuperar los cauces epistemológicos ancestrales por sus vínculos tan íntimos con la sanación y la espiritualidad. Primero necesitamos ver el contexto que envuelve a estas culturas, pues con ellas se van a derribar una nueva frontera, la que se encuentra entre lo natural y lo sobrenatural. Es decir, su sabiduría aduce que ni la realidad ni la antropología del ser humano acaban en lo puramente físico, sino que en ellas intervienen fuerzas divinas, o metafísicas. Esta apertura a la dimensión espiritual es en la que se sostienen sus formas de conocimiento, pues si no fuera por esta apertura sencillamente no habría nada que conocer y, por ende, sus epistemologías carecerían de valor. Sin embargo, para acceder a este conocimiento es necesario que se de un reajuste interior en la percepción del sujeto. Es decir, para conocer la profundidad de la realidad el sujeto debe mirar hacia sus adentros y adentrarse en una vivencia cognitiva. Es en esta finalidad donde se asienta la educación filosófica de la Antigua Grecia, la cual procura un giro del alma. Por tanto, la filosofía y la teúrgia van de la mano en cuanto que ambas procuran la educación en la mirada del ser humano. En cambio, este giro del alma también se da en las culturas chamánicas, por lo que creemos necesario que la filosofía también debe reflexionar sobre esta cultura, ya que estos tres ámbitos comparten objetivos muy similares.

En definitiva, una comprensión filosófica de estas dos técnicas del éxtasis parece acercarnos a superar la brechas epistemológicas entre ciencia y religión, entre racional e irracional. Y, por ende, nos acerca de forma profunda a la solución de los problemas que envuelven al ser humano: la angustia por dar con la respuesta a sus enigmas vitales. Debido a esto nos encontramos con un conocimiento liberador y curativo, el cual conduce a lo que cada cultura entiende como salud y sanación. Por tanto, finalmente veremos cómo estas promulgan una mirada unificada como psicoterapia, pues es en la mirada fragmentada donde se da el nacimiento de las enfermedades.

CAPÍTULO 1.

“La fuga de Dios plantea una cosmovisión en la que la creación no se concibe como un acto de poder, sino como una entrega: Dios renuncia a ser soberano del mundo y se deshace en el mundo. Desde entonces, sólo puede vivir a merced de la evolución espiritual de los seres que lo habitan” (J. Arnau, 2017).

¿Cómo seguir la estela de los enigmas vitales? Esta gran pregunta es la que vamos a buscar responder a lo largo de todo nuestro escrito. Para ello, vamos a comenzar nuestros primeros pasos hablando sobre los límites de la ciencia, los cuales nos llevan a una crítica sobre el dualismo que respira cada ámbito de nuestra sociedad. Por tanto, nuestro deber consiste en derribar esas fronteras binarias que pintan la realidad como un cuadro en blanco y negro, dejando de lado toda una gama de grises. Son muchas las barreras divisorias que envuelven ese dualismo, de tal manera que nos contentaremos, por ahora, con disolver las que tienen que ver con la razón y el sentimiento, como también las que atañen a lo objetivo y subjetivo. Una vez conseguido estos propósitos, nos preguntaremos de nuevo por esos grandes enigmas vitales. Veremos cómo el prisma objetivo no logra apresarlos, por lo que para seguir su rastro hemos de acudir a una metodología subjetiva. Con ello no buscamos alzar la subjetividad y volver a oscurecer las herramientas epistemológicas. Al contrario, nuestra intención es mostrar la importancia que merece el prisma subjetivo y, con ello, superar esa brecha dualista.

1. Los límites de la ciencia

Durante mucho tiempo en la historia de Occidente, todas las ramas de estudio cursaron al unísono y de forma paralela en el estudio de las grandes preguntas universales. Preguntas que han persuadido el corazón de la humanidad, aunque también han perturbado su mente desde tiempos inmemorables, entre ellas: ¿Qué es la vida? ¿Y la

muerte? ¿De dónde venimos y a dónde vamos? ¿De qué está compuesto el universo? ¿Cuál es nuestro lugar en el mundo? A partir del siglo XVI comenzó una disputa que amenazó con separar el estudio de la ciencia y de la religión. A pesar de que compartían los mismos interrogantes, el lenguaje de cada una era tan distante que empezó a encarnarse el mito de la torre de babel. La comunicación entre ambos estudios comenzó a brillar por su ausencia y el enfrentamiento bélico que bañó la época les costó la vida, o condenas en los casos más suaves, a los jóvenes de espíritu que intentaron sublevarse contra los dogmas religiosos. No obstante, la historia siguió su curso y la revolución científica transformó las antiguas visiones sobre la vida y la naturaleza, dando lugar al nacimiento de frescas ideas: por un lado, se empezaba a concebir que la naturaleza habla en el lenguaje de las matemáticas y podía ser explicada a través de leyes mecanicistas, por otro, que el conocimiento debía dejar de ser contemplativo y empezar a ponerle a nuestro servicio para transformar y manipular nuestro alrededor.

Con estos pensamientos en el hervidero era de esperar que, un par de siglos después, el mundo viera nacer un movimiento cultural e intelectual que buscara con todas sus fuerzas disipar las tinieblas que emanan de la religión mediante la luz de la razón. La Ilustración recoge ideas que nacen de figuras como Newton, pues éste representa la representación más lograda de la razón, pero también silencia sus bellas conjeturas. A pesar de que el londinense aportara ideas al mecanicismo, no concebía un universo meramente físico. Era un pensamiento insostenible, por lo que la ciencia no bastaba para dar cuenta del enigma del universo. Sin embargo, los ilustrados vendieron la imagen del Newton que les era de interés, aquél que abría una brecha epistemológica entre la física y la mística – brecha que él mismo superaba –. De esta manera se propulsó el sentido común moderno, el mecanicismo, el empirismo, el método hipotético-deductivo, el análisis, el cálculo y el álgebra, la objetividad, el materialismo... De forma progresiva, una cosmovisión comenzó su ocaso a la vez que la ciencia moderna se hacía hueco. Ésta, que prometía no quedarse de brazos cruzados, emprendió estudios que por fin daban respuestas efectivas a las circunstancias humanas. La tecnología, la medicina, la física y un sin fin de ciencias dieron cuenta de una gran variedad de fenómenos. El objeto de fe pasó a ser el progreso, pues éste permitía un bienestar social, un conocimiento sobre la realidad y una buena sanidad, algo que la humanidad nunca antes había conocido. No solo era fe, sino que los resultados eran

visibles, cumpliéndose así el dicho «ver para creer». Los avances científicos y tecnológicos iban permitiendo un mayor control sobre la naturaleza y, consecuentemente, una mayor libertad humana.

En cambio, los siglos siguieron su transcurso y el mundo comenzó a dar a luz a nuevos herejes científicos. Su crítica se sustentaba contra esa dualidad que dividía todo lo conocido en dos fronteras: razón y sentimiento, objetivo y subjetivo, ciencia y religión, mente y cuerpo, etc. El prisma objetivo establece que ahí a fuera hay una realidad independiente del sujeto que la observa, de su percepción, sentimientos y sensaciones. Su objeto de estudio son hechos empíricamente observables, de los que se puede extraer definiciones analíticas e hipótesis universales. La construcción de lo objetivo, que busca ese estudio del objeto en sí, exige poner entre paréntesis y limpiar toda traza que tenga que ver con la percepción propia del sujeto.

De éste prisma nace la corriente positivista, la cual, en palabras de Thomas Nagel, “aspira a lo que él llama «la visión desde ninguna parte» (C. Sixto y Marcos A., 2014, p. 60). Sin embargo, filósofos de otras corrientes, criticaban a ésta por creerse fuera del espacio-tiempo, pues el momento histórico en el que se hace ciencia crea un formato de estudio y éste mismo consiste ya en una subjetividad que juega dentro de la investigación. No existe ningún lugar, siempre se investiga desde un punto.

Esta pretensión de la objetividad, además de ser una quimera, condena de forma intrínseca a la inhumanidad, ya que el quehacer científico se torna frío y árido. La investigación dentro de los laboratorios conseguirá estudios que le permitan dominar el mundo y hacer que la naturaleza esté a su merced, pero la moneda de cambio será la insensibilidad, logrando así un mundo aislado y fragmentado, donde la empatía no tendrá cabida. De ésta nacerá la perspectiva materialista, la cual, en su forma más radical, aducirá, no sólo la incapacidad sentimental, pues ésta será una ilusión mental que crea la mente, sino también la ficción de un yo que cree tener capacidad de voluntad y libre albedrío, cuando en realidad es simplemente un epifenómeno sin peso ontológico⁵. La filosofía de la ciencia advierte desde principios de siglo XX la fatalidad

⁵ A este respecto creemos necesario recordar cómo el descubridor del ADN, Francis Crick, afirma sin vacilar que los sentimientos, como la finalidad de nuestras acciones, son el resultado de una simple interacción de células nerviosas. El lugar del ser humano en el mundo quedaría reducido a una simple evolución de la materia y su conciencia, la cual es como mucho un epifenómeno, convirtiéndose así en una especie de lotería cósmica. Recomendamos al lector encarecidamente la lectura de *Mitología materialista de la ciencia*, a manos del filósofo y

de este dualismo y arroja conciencia al aducir que la objetividad es un acuerdo convencional, un constructo teórico que no corresponde con la realidad. La ciencia no sólo está sustentada en una observación objetiva ni en una inferencia lógica, tampoco existe la ciencia como un ente abstracto, sino que existen personas que hacen ciencia. Ésta es una acción humana, tanto personal como social, la cual se inserta en un contexto histórico donde las investigaciones no se dan como algo automático, ni se comportan mecánicamente como si las ejecutara un ordenador, sino que requieren de todas las facultades humanas. Entre ellas, la razón analítica tiene su gran peso de importancia, pero no por ello es la única que actúa: “La ciencia resulta de la persona en su totalidad, con todas sus capacidades, actitudes y circunstancias. Esto incluye las emociones, sentimientos, motivaciones, afectos, intereses, capacidad de atención, intuición, imaginación, etc.” (Castro Sixto y Marcos A., 2014, p. 170).

Disuelta, en parte, la frontera entre el sentimiento y la razón, nos quedan aún muchas fronteras que derribar: la característica esencial de la ciencia occidental es que ésta respira y emana un dualismo que se cuela en todos los rincones habidos y por haber. Por tanto, vamos a proseguir en esta dirección, entre la línea que sigue separando lo objetivo de lo subjetivo. Como veíamos, esa visión positivista de la razón lógica es altamente reduccionista, empero, tiene su gran utilidad en los pensamientos abstractos como el álgebra y el cálculo. Nuestros pasos, que buscan seguir la estela de las preguntas universales con las que comenzábamos, van a desviarse del estudio de estas ciencias, pues, parafraseando al filósofo Juan Arnau en su obra *La fuga de Dios*, el dilema está entre la vida y la lógica, ya que el propio arte de la vida escapa a todo corsé que la lógica intente utilizar en su intento de apresarla.

¿Cuánto pesa la nostalgia? ¿Se puede medir la esperanza y los miedos a través de un contrapeso? ¿Cómo se capta la existencia? La paradoja que, de forma consciente o

teólogo Francisco Javier Soler Gil, el cual nos pone sobre aviso de las consecuencias derivadas de ésta corriente. Este estudio excede los límites de nuestro trabajo, por lo que nuestra única pretensión es señalar, sin entrar en la profundidad necesaria que requeriría este tema, cómo científicos de la talla de Newton abdicar de su perspectiva mecanicista por dar lugar a corrientes tan frías como la materialista, donde se dibujaría un mundo secular solitario, insensible e inconsciente. Además, la célebre figura de Albert Einstein, conocido entre otras cosas por presentar la teoría de la relatividad, más acorde con la verdad como correspondencia que la teoría de Newton, también cede un espacio para la expresión de una inteligencia divina. Ambos autores han vislumbrado cómo, en sus investigaciones, siempre ha existido algo que escapa a sus parcelas explicativas, por lo que el objeto de su estudio ha conllevado a postular la existencia de algo más allá de la materia y, por tanto, la validez del saber metafísico.

inconsciente, baña todo estudio estriba en que la conciencia, como la vida y la existencia, es lo más íntimo y lo más cercano: justo por esta razón es lo más distante. La ciencia, al encontrarse con fenómenos tan complejos, decide guiarse por sus metodologías al uso y, al ser heredera del mecanicismo, intenta estudiarlos a través de su descomposición. Es decir, la vida, al ser una manifestación tan complicada y oscura, necesita ser entendida a través de la investigación de sus partes más simples. Sin embargo, “la vida no se puede estudiar descomponiéndola, sino profundizando en la vivencia – y lo mismo ocurre con la mente –” (J. Arnau, 2017, p.254). Para seguir el pulso vital y no perder su mano, debemos aceptar con gratitud los estudios objetivos – los cuales han dado a luz el entendimiento del cerebro y las leyes físicas de la naturaleza – y seguir nuestro camino hacia saberes que hablen sobre la subjetividad del sujeto, pues sino lo hacemos corremos el riesgo de convertirnos en seres dependientes, sumisos y con una capacidad de percepción debilitada:

“El análisis con su reducción de la complejidad a la simplicidad es tradicionalmente un modo útil de practicar la ciencia. No obstante, sus desventajas se hacen aparentes cuando el análisis adopta la posición del nada más. Cuando la química es *nada más que la física de las moléculas*, un organismo es *nada más que su química constituyente* y la mente *nada*⁶ *más que células nerviosas y neuroquímicas en acción*, el resultado es la estrechez de perspectiva (M. Almendro, 2018, p 314).

Para entrar en el campo de la subjetividad necesitamos adentrarnos en una ciencia que acepte nuestra percepción de forma plena, tenemos que cambiar el foco de la abstracción y sustituirlo por la percepción. Buscar en nuestros mares subjetivos los grandes interrogantes y no en corrientes que congelan las respuestas en símbolos y lógica. Se debe, por tanto, hacer un reajuste interior para obtener una percepción capaz de captar los enigmas vitales. Sin embargo, de estas páginas se deriva una buena y una mala noticia: la primera es que los hechos empíricos contrastables no abarcan toda la

⁶ Quisiéramos aventurar, como curiosidad, la siguiente pregunta “¿Qué pasa con la nada” (Heidegger, 1970, p. 23) se pregunta el metafísico alemán. Critica a la ciencia que en su estudio sobre el ente siempre zanja sus explicaciones en lo objetivo y analítico, no quedando nada más que explicar. De esta forma la participación del investigador queda sumisa al objeto que estudia, pues éste tiene la última palabra. Aunque más que curiosidad, éste autor nos pone sobre aviso de una consecuencia muy importante que se deriva del estudio científico, nuestra existencia queda doblegada y desdignificada.

realidad, mientras que la segunda deriva de ésta y es que la subjetividad es llanamente la expresión de lo que no está ahí ¿Cómo la estudiamos entonces?

2. Aquello que no puede ser visto

¿Necesitará la ciencia echar mano del saber metafísico? Devolver la dignidad y validez epistémica y ontológica a esta materia trae consigo grandes consecuencias que quizá no gusten a las mentes más ingenuas, empero, aportará mucha conciencia a la humanidad y grandes alegrías a sus corazones. Por empezar, nos trae sabiduría sobre qué herramientas son necesarias para el empleo de la subjetividad ¿Qué es la vida? Esta es una de las preguntas vitales que rastreamos, pero es difícil estudiarla cuando nos encontramos inmersos en la vida misma. No hay una distancia desde la que podamos realizar una teoría, sino que existimos y somos en ella. De tal manera que vamos a buscar cómo acceder a un ámbito preteórico. En este encontraremos varias pistas: la importancia de la percepción, la verdad como dotadora de sentido, el ámbito de la sensibilidad, el conocimiento experiencial y nuestra relación con el mundo en términos de cuidado.

Estas pistas nos servirán como llaves maestras para comenzar a meternos de lleno en la subjetividad y, también, para avanzar en el rastreo de esos enigmas ancestrales. Pero antes de utilizar estas llaves, debemos seguir derribando esas fronteras binarias. No es tarea fácil que la ciencia valide a la metafísica, pues con ella latén estigmas como un ‘saber’ religioso, una mera creencia o pura irracionalidad, etc. De tal manera que debemos caminar paso a paso y seguir reflexionando sobre el dualismo epistemológico. Así pues, hablemos un poco de metafísica primero para recoger esas pistas y, más tarde, volveremos a meditar sobre la superación del dualismo.

Cierto es que aún nos parece apresurado adentrarnos ahora en el saber metafísico como esa gran primera ciencia que nos habla sobre el ser. Por eso justo en el punto que nos encontramos, nos gustaría echar mano del saber heideggeriano, porque al igual que en su obra *¿Qué es metafísica?*⁷, nosotros también dimitimos en meternos de lleno en este

⁷ “¿Qué es metafísica? La pregunta hace concebir la esperanza de que se va a hablar *acerca* de la metafísica. Renunciamos a ello. En su lugar vamos a dilucidar una determinada cuestión metafísica. De este modo nos sumergimos inmediatamente dentro de la metafísica misma” (Heidegger, 1970, p.15)

saber. No obstante, lo que si haremos es adentrarnos en interrogantes de índole metafísico, lo cual nos conducirá indirectamente a dicha disciplina: ¿Quiénes somos? ¿Por qué existimos? ¿Cuál es el sentido de la vida?

La sabiduría de la antigua Grecia, junto al alemán, postula una de las máximas filosóficas más importantes a lo largo de la historia: conócete a ti mismo. Antes de meterse en barros fangosos sobre cuestiones del ser, es imprescindible preguntarnos por quiénes somos y qué sentido tenemos. Aunque no podemos olvidar que estas preguntas conectarán, más tarde o más temprano, con la pregunta más mística de nuestros tiempos ¿Qué es el ser? En palabras del doctor José Manuel Chillón: “la pregunta por el ser que convoca el hombre no es una pregunta más que el hombre pudiera no hacerse, sino la pregunta que le constituye como aquél ente ocupado por el ser en cuya pregunta le va su propio ser” (J. M. Chillón, 2017, p. 749). Y es que, el saber metafísico, a pesar de ser la ciencia menos productiva, es la más provechosa para el hombre, pues no es solo una ciencia necesariamente intrínseca a la conciencia humana, sino que de ella dependerá el sentido y la autenticidad de su propia existencia⁸. Con Heidegger cambiamos, en términos literales, nuestro foco del pensamiento abstracto hacia nuestra percepción y sensibilidad, pues el método que éste propone busca orientar un camino por el que encontrar el sentido a estos enigmas ancestrales. Es justo por esto por lo que hemos decidido incluir a esta figura en el escrito, pues creemos que a través de su pensamiento podemos ubicar, al menos en este punto que nos encontramos, nuestro caminar hacia la intención de nuestro trabajo. Para ello acudiremos a cuatro de sus máximas metodológicas, a saber: la verdad como sentido, el ámbito de la sensibilidad, el conocimiento experiencial y nuestra relación con el mundo en términos de cuidado. Una vez hayamos resumido estos cuatro instrumentos, podremos seguir caminando, pues éstas resonarán una y otra vez, a partir de aquí, hasta el final de nuestro mensaje.

Podemos situar la metafísica heideggeriana como una corriente fenomenológica de la hermenéutica. Ésta consiste en reconducir la fenomenología – la cual ha estudiado de su maestro Husserl – al estudio de la experiencia humana y en utilizar la hermenéutica como herramienta para la interpretación de la existencia. Se considera, pues, la

⁸ Frente a la concepción de ciencia que hemos estado viendo hasta ahora, se presenta un saber que parece prometer un lugar legítimo para la humanidad, en el que no quede sublevado al conocimiento del ente.

existencia del ser humano como una fuente de sentido, la cual es capaz de significar toda esa realidad que le envuelve y en la cual se encuentra inmersa. Con esto nos hallamos ante un nivel de verdad, pero no el mismo nivel de una afirmación de tipo proposicional. Es decir ¿Cuál es el sentido de nuestra existencia? ¿Por qué estamos en el mundo? Responder estas preguntas supone adentrarse en la profundidad de la verdad como dotadora de sentido. Buscar la verdad como sentido implica buscar la razón de por qué las cosas son así, no una verdad que esté escrita la cual podamos verificar a través de la correspondencia con su objeto⁹. Este tipo de verdad, que el alemán recoge del pensamiento aristotélico, *aletheia*, es un nivel de autenticidad tan próximo a nosotros que pasa desapercibido. Así ocurre con la vida, la existencia y nuestra conciencia: son dimensiones en las que estamos inmersos. Heidegger sustenta aquí una de las razones por las que, dichas dimensiones, rechazan ser comprendidas por los cauces habituales: los instrumentos teóricos¹⁰ del pensar representativo, dando lugar a la verdad como correspondencia. No nos encontramos la vida como una cosa, y “el existir tampoco es cosa alguna – en sentido objetual – ni siquiera un compuesto de vivencias” (J. M. Chillón, 2019, 140). Nuestra vida es una existencia que es y que tiene que ser – reflexión que Heidegger recoge a través del término de vida fáctica –, por lo que su investigación no puede solventarse con un instrumental objetivo y una razón analítica, pues éstos fragmentan toda la realidad en la composición de sujeto y objeto¹¹, mientras que la existencia no es una cosa, ni la otra. Es una dimensión en la que nos hallamos inmersos, se nos da de forma inmediata, por lo que no podemos estudiarla desde la distancia, esa separación es inviable.

Por tanto, tenemos que dar de baja a los conceptos teóricos para poder captarla, pues éstos son los culpables de que se mantenga nuestra existencia tan lejana cuando en

⁹ Por ejemplo, cuando uno escribe “estoy viendo a dos hombres”, hay una verdad proposicional que se corresponde con el hecho de que hay dos hombres. No obstante, anterior a este enunciado, hay una verdad anterior y es el fenómeno de ver, un “estoy viendo”, por tanto el sentido por el que yo veo a dos hombres se debe a este fenómeno.

¹⁰ Estos instrumentos teóricos, de donde surge la verdad como correspondencia – la cual también procede de la teoría aristotélica –, son los que en su máximo esplendor culminan en la técnica contemporánea, la cual, para el alemán, es la metafísica consumada, pues en ella encontramos el olvido del ser.

¹¹ “Porque ¿Qué puede ser más evidente que el hecho de que un sujeto se relacione con un objeto y viceversa? Esta “relación-sujeto-objeto” se convierte en supuesto necesario. Pero todo esto no pasa de ser un supuesto que –aunque incuestionable en su facticidad – resulta, sin embargo, y precisamente por ello, enteramente fatal, si su necesidad ontológica y, sobre todo, su sentido ontológico son dejados en la oscuridad” (Heidegger, 1951, p. 85).

realidad es lo más cercano y lo más conocido para nosotros ¹². Acceder a un ámbito preteórico supone acceder al ámbito de la sensibilidad – lo que significa, en términos husserlianos, suspender nuestra actitud natural y ponernos en actitud fenomenológica –. Si nuestra percepción se encuentra tal y como las ciencias naturales ven el mundo, como una realidad compuesta exclusivamente por hechos cuantificables, no seremos capaces de captar la vida ni la existencia, las cuales no se dejan apresar por el corsé de las definiciones y los términos. Por tanto, debemos poner entre paréntesis este tipo de percepción y así reconducir nuestra sensibilidad interior para conectar con la vida. En otras palabras y parafraseando a J. M. Chillón, la existencia no es algo sobre lo que escribir, tampoco se puede cuantificar, sino que ésta misma es a partir de la cual nosotros escribimos y cuantificamos ¹³. Realizar una reducción fenomenológica, ó sea, este poner entre paréntesis – un método llamado hermenéutica de la facticidad – es como dar un paso atrás: nos dirige a conectarnos con dicho ámbito pre-teórico, es decir, el ámbito de lo afectivo. La sensibilidad necesaria para vivir la vida nos viene de género, pues el primer contacto que tiene el ser humano consigo mismo, con los demás y con el mundo se da en términos de cuidado – una relación hermenéutica –. Ese estar-en-el-mundo es la condición existencial del ser humano, así pues, su modo de ser en la vida, a través de su personalidad, se da de forma afectuosa.

Por tanto, el conocimiento experiencial y la esfera subjetiva abala su razón de ser en este pretexto, en esa conexión sensible y primera que relaciona a la persona consigo misma, con el mundo, con el resto de las cosas y personas que le rodean. Así pues, el alemán postula la necesidad del cuerpo físico y la conciencia para acceder a este ámbito cognitivo. A grosso modo, viene a significar que las matemáticas no tienen por qué ser vividas para comprenderlas y, en cambio, aquellos enigmas que buscan resolver cuestiones existenciales necesitan de la vivencia para entender el sentido de la cuestión. La vida no se comprende en su entera disposición ni en los libros, ni en las palabras, sino que se necesita vivir la vida y no apresarla en el razonamiento o el discurso. Con

¹² En palabras de Heidegger, el ser humano, ó sea, “el Dasein es para sí mismo ónticamente “cercanísimo”, ontológicamente lejanísimo y, sin embargo, preontológicamente no extraño” (Heidegger, 1951, pg. 40).

¹³ “La vida no es algo sobre lo que filosofar, sino desde lo que se debe hacer filosofía. Por eso, la vivencia de tal inmediatez y de tal singularidad irreductible al concepto no puede cobijarse bajo ningún patrón teórico” (J. M. Chillón, 2016, 143).

Heidegger nos adentramos entonces a ese conocimiento experiencial subjetivo y en este ámbito sucede que las ancestrales preguntas deben envolver y penetrar el corazón del humano que se interroga por ellas, pues sino es desde esta disposición, nos situaremos simplemente en esa actitud natural que Husserl define. El sujeto, por tanto, debe desvanecerse en este interrogar hasta que la distancia entre el objeto de estudio y el sujeto desaparezca.

Aunque ya estemos de lleno metidos en la subjetividad, nuestra intención no es seguir profundizando en ella, al menos por ahora. Por recordar un poco al lector nuestras sendas, en primera instancia hemos abolido esa dicotomía dualista a través de los laboratorios, pues hasta en las ciencias más abstractas la razón lógica necesita la participación de otras facultades humanas, como la imaginación. Hemos visto también cómo la construcción teórica de lo objetivo supone una utopía inalcanzable, pues siempre se hace ciencia desde un espacio, un tipo de metodología y una pasión. Nuestros pasos después se desviaron para seguir el pulso vital de la existencia, alejándonos de lo abstracto y acercándonos a la metafísica heideggeriana, como un ejemplo muy acertado de ese reajuste interior que necesitamos en nuestra percepción. Las herramientas que hemos decidido recoger de Heidegger han sido estas cinco: la importancia de la percepción, la verdad como sentido, el ámbito de la sensibilidad, el conocimiento experiencial y nuestra relación con el mundo en términos de cuidado.

Lo que acabamos de ver nos pone sobre aviso de los límites del estudio objetivo y cómo la ciencia no es capaz de abordar los centros subjetivos de la conciencia, por lo que necesitamos un paradigma científico que tenga en cuenta estos preceptos, pues si no lo hacemos no conseguiremos trazar un puente, tan urgente como necesario, entre metafísica y ciencia. Al igual que ocurre entre religión y ciencia o entre lo irracional y lo racional. Por tanto, es necesario antes de seguir moviéndonos dentro de los mares subjetivos, volver a ese dualismo¹⁴.

¹⁴ Al esclarecer estas dicotomías, buscamos más bien pintarlas como escalas de grises. Es decir, no hay objetividad sin subjetividad, ni razonamiento sin emoción. Quizá puedan separarse si nuestro interés es educativo o explicativo, pero no debemos olvidar su gran interrelación, pues si lo hacemos caeremos en el peligro de convertirnos en unos paralíticos vitales y dejar la puerta abierta al aislamiento y a la depresión.

3. Hacia el holismo

¿Es la ciencia la mejor forma de ver el mundo? Son muchas las ciencias y las corrientes de estudio que intentan dar respuesta desde su prisma a esos grandes misterios de la vida humana. Todas ellas se refieren a un mismo objeto, pero la realidad es que cada una, dentro de su campo de conocimiento, parece dedicarse a construir su propio lenguaje, como si no tuviera nada que ver con el resto de las disciplinas. Esta incomunicación conlleva creer que el objeto de estudio de cada disciplina es diferente y no pueden trazarse puentes entre ellas por la incompatibilidad existente. Sin embargo, si preguntas tan universales calan a diferentes saberes y especialidades ¿Por qué no buscan entre sí un saber cooperativo? ¿Por qué no utilizar la vista de un pájaro para apreciar todas las conexiones en vez de un microscopio que se especialice? La realidad es que hay tantas racionalidades como disciplinas, el problema es la excesiva complejidad de cada especialización científica que no les permite ver fuera de su camino, como si llevaran unas anteojeras de caballo. Sin embargo, esa vista de pájaro nos permite advertir dogmas, ver qué tipos de racionalidades existen y qué pueden aportar ¿Será la metafísica una de ellas? Creemos que sí. Pero antes de dar razones, debemos encaminar nuestros pasos hacia una lectura muy esclarecedora: el *Manifiesto por una ciencia post-materialista*. Éste es un texto que surge de un encuentro que tuvo lugar en febrero del 2014 en la Canyon Ranch¹⁵, donde numerosos científicos de diversos campos de la ciencia – como biólogos, psicólogos, neurocientíficos, médicos y psiquiatras –, mantuvieron un debate acerca de la necesidad de un cambio de cosmovisión que se acerque a una perspectiva holística. Su principal crítica, como la nuestra, es la dualidad que baña todo el panorama epistemológico. Así, proponen una visión del mundo donde se derriben las fronteras que atienden a los pares ciencia-religión, racional-irracional, materia-mente, conciencia-cuerpo, razón-sentimiento y objetividad-subjetividad. Adentrarse en ellas es ahora nuestro labor, ya que nos darán a conocer, entre otras cosas, dos de las más importantes: la espiritualidad pertenece a un ámbito cognitivo y la verdad como sentido conecta con la verdad participativa. Para seguir esa estela de los enigmas ancestrales necesitamos desarrollar estos temas, pues sin ellos no podríamos

¹⁵ Encuentro en Canyon Ranch. (2014). *Manifiesto por una ciencia postmaterialista*: https://www.takiwasi.com/docs/arti_esp/ManifiestoporunaCienciaPostmaterialista.pdf

meternos en un mar de subjetividad sin que las críticas se nos echaran encima. Por tanto, paso a paso. Y con buena letra.

3.1 Ciencia y religión

Son muchos los investigadores que condenan cualquier acercamiento entre ciencia y religión, sin embargo, hay entre ellas una relación tan estrecha que es imposible de romper, aunque sea posible de ignorar. Cuando hablamos de religión, no sólo hablamos de aquella institución que busca con sus dogmas y su saber doctrinal alumbrar al individuo en la verdad suprema y única. La palabra religión también viene de la raíz latina del verbo *religare*, o sea, «atar o unir» dos dimensiones del mundo, uno espiritual y otro material. Si partimos de esta definición de religión, podemos vislumbrar cómo cualquier institución religiosa se dedica a esa espiritualidad, aunque todas ellas con numerosas diferencias. Esa espiritualidad es la que nos interesa, como un ámbito cognitivo y un aspecto fundamental de la existencia humana. Los textos religiosos que derivan de ella pueden servirnos como guías para buscar en ellos la verdad que resuene con cada cual. Para el paradigma post-materialista, valga decir que para nosotros también, es de vital importancia el acercamiento entre espiritualidad y ciencia, “este pasaje puede ser incluso aún más crucial que la transición del geocentrismo al heliocentrismo ¹⁶” (Encuentro en Canyon Ranch, 2014, p. 3) en la evolución del ser humano.

La visión científica que se propone es holística por varias razones, apela a derribar la frontera entre lo racional e irracional y no en un sentido relativista en el que todo valga, sino en un sentido humilde en el que cada saber es consciente de sus limitaciones. Este derribar permitirá tener en cuenta la totalidad como algo más que la suma de sus partes y, por tanto, la espiritualidad, por ser un aspecto fundamental de la humanidad, será una faceta más a incluir en todas las dimensiones que componen al ser humano. Además, no sólo es que “el hombre sea ese extraño híbrido a medio camino entre la carne y el espíritu” (J. Arnau, 2017, p. 50), es que admitir esta reflexión y otorgarla un valor ontológico supone cambiar la noción antropológica del ser humano, devolviéndole la

¹⁶ Lo curioso de esta cita es que el acontecimiento de Galileo marca el comienzo de la ruptura entre ciencia y religión, mientras que justo ahora se trae a colación para marcar un puente entre ambos saberes.

dignidad y su lugar en el mundo. Derribar las fronteras entre ciencia y religión, entre racional e irracional, nos deriva de forma intrínseca a un nuevo paradigma de salud y enfermedad, bienestar y desdicha. Justo de esto tenemos mucho sobre lo que hablar, pero aún no ha llegado su hora. Basta con apelar a que la vivencia espiritual, por aguardar una comprensión transmaterial, puede ser la piedra angular o el toque de gracia de la salud humana. Para Juan Arnau, cualquier conocimiento que tache la espiritualidad, o que elimine el espíritu de los movimientos de la naturaleza, es una amenaza para el mundo. Y nosotros estamos en consonancia con esta reflexión, pues a pesar de que la espiritualidad no sea una prioridad científica en nuestros tiempos, los espacios divinos siempre están ahí, sólo hace falta devolver la salud al ojo del corazón y disponer de los medios perceptivos adecuados para sentir la divinidad que impregna cada rincón del mundo.

Como adujimos anteriormente en otros apartados, debemos dar gracias a los avances físicos y tecnológicos, aprender de ellos y seguir nuestro camino. Es decir, aprender el conocimiento de estas disciplinas y aceptar con gratitud los límites de sus paradigmas, pues éstos abren un camino directo hacia el estudio, desde otras disciplinas, del individuo, de la vida, de la realidad y del ser. En otras palabras, la ciencia es válida, pero no lo es todo. Por ello, concebimos de vital importancia un paradigma holístico de la ciencia, pues desde él se devuelve nobleza al saber metafísico y religioso – que no a sus dogmas, valga decir –, pues sus metodologías al uso permiten profundizar en los grandes misterios, mientras que “la ciencia y su racionalidad se ven limitadas en este ámbito” (M. Almendro, 2018, p. 315).

3.2 Mente y materia

Una ciencia holística ha de tener en cuenta que el mundo no puede entenderse sin hacer referencia a la mente. Ésta es un aspecto de la realidad y tiene la misma importancia y el mismo peso ontológico que el mundo material. La mente afecta tanto al cuerpo, como veremos más adelante, como al mundo material. Si nuestra mentalidad la concebimos únicamente como abstracta, lógica y analítica, entonces utilizaremos la naturaleza para manipularla, desmontarla, perforar montañas, talar bosques, utilizar seres vivos en experimentos científicos, etc. Sin embargo, si la sabiduría de la mente no va únicamente

en la búsqueda de poder, entonces podremos utilizar la naturaleza para observarla, admirarla y cuidarla. Entre la naturaleza y el ser humano también hay una conexión íntima, por lo que si la sociedad toma conciencia sobre su huella en el mundo, podrá utilizar esta conexión no sólo como dominio, sino también desde el respeto. Nuevamente, podemos separar mente y materia a fines explicativos, pero no podemos negar su relación tan honda, ni negar a la mente su peso ontológico. Derribar esta frontera conlleva intrínsecamente aceptar esa verdad como sentido de la que hablábamos en el pensamiento heideggeriano: nuestra relación con el mundo es en términos de cuidado. Y este tipo de verdad nos conecta de lleno con la verdad participativa de la que habla Juan Arnau. Si concebimos a la naturaleza como algo que someter, nos cuidaremos de hacer que así sea; sin embargo, si la reconocemos como un hogar, como un lugar que sostiene el crecimiento humano y que, por tanto, debe ser respetado, entonces nos cuidaremos de que la naturaleza esté protegida y atendida. El término del cuidado, recordemos, es una relación hermenéutica que conecta, en este caso que hemos expuesto, a un ser humano con la naturaleza. Es decir, una relación creadora de sentido, en la cual uno puede participar como buenamente se quiera: desde la destrucción o el respeto.

Páginas atrás, cuando hablamos de esa ruptura entre religión y ciencia en la historia, adujimos que esas mentes con frescas ideas no querían comprometerse con las metodologías al uso. Buscaban no quedarse de brazos cruzados y comprender la realidad a través de otras lentes – otros saberes – que no fueran tan limitantes. Con estas nuevas investigaciones el sentido de la verdad se limitó a la verdad como correspondencia. Sin embargo, ahora que nos hallamos justamente a la vuelta, en la conexión entre religión y ciencia, entre mente y materia, advirtiendo la existencia de la verdad como sentido, podemos ver cómo ésta deriva intrínsecamente en una verdad participativa. En otras palabras, la verdad del mundo dependerá de la utilidad que hagamos de ella. Los seres participan del mundo, están ahí desde que llegan a la tierra a través del nacimiento. Depende de ellos, de su guía, de su saber y su empatía, qué mundo tendrá lugar. No debemos esperar de brazos cruzados a que “las cosas en sí” nos cuenten la verdad sobre ellas – ese sometimiento del que tanto Heidegger como Arnau nos pusieron sobre aviso –, sino que hay que responsabilizarse y coger los raíles de la vida, hacer ruido subjetivo, para crear, si se quiere, un mundo en el que merezca la pena

vivir. Derribar las fronteras entre espiritualidad y ciencia, irracional y racional, mente y materia, es la razón por la que asentimos con el brillante objetivo de Juan Arnau al escribir su obra: “La fuga de Dios (...) se concibe como una entrega: Dios renuncia a ser soberano del mundo y se deshace en el mundo. Desde entonces, sólo puede vivir a merced de la evolución espiritual de los seres que lo habitan” (J. Arnau, 2017, p.14).

3.3 Mente y cuerpo, sentimiento y razón

El estudio sobre la relación mente y cuerpo quizá sea el quebradero de cabeza más antiguo. La postura materialista y mecanicista investiga cada parte por separado, pero ha chocado con sus límites sin haber resuelto el enigma de esta relación. Esta relación es objeto de estudio de muchas disciplinas y siempre ha sido considerada de vital importancia, pues arrojar luz sobre ella ayuda a la comprensión de todas esas áreas que se dedican a su estudio, pero no sólo eso, sino que también incumbe al entendimiento de la propia existencia, como también a nuestro conocimiento sobre la salud y la enfermedad.

Nuestra postura, como ya sabrá el lector, no reduce ni identifica la mente con el cerebro; ni si quiera con otras partes del cuerpo. Muchos de los investigadores que hemos estudiado, como los científicos participantes del paradigma post-materialista, como así también Soler Gil, Manuel Almendro, Fericgla y Juan Arnau, sostienen junto a nosotros que los sentimientos y pensamientos no gestionados son puertas abiertas hacia las enfermedades, tanto físicas, como mentales. Los estudios en psicología¹⁷ comprueban la gran influencia que tiene la actividad mental en el comportamiento, como por ejemplo los deseos, los miedos, las metas y las creencias. Nuestra mente, si la prestamos atención, no para de estar activa. Al igual que el proceso de respiración lo hacemos de forma inconsciente, como cualquier proceso biológico de índole vegetativo, con la actividad mental también ocurre lo mismo. El problema viene cuando “la máquina pensante, que muchas veces se entrapa en un juego neurótico de ping/pong, enajenado, se acaba proyectando en la conducta” (M. Almendro, 2018, p. 331). Estudios en psiconeuroinmunología¹⁸ descubren cómo los pensamientos y emociones influyen en

¹⁷ Encuentro en Canyon Ranch. (2014). *Manifiesto por una ciencia postmaterialista*. p. 2.

¹⁸ Ibid

la actividad física de los sistemas fisiológicos¹⁹ y en la actividad neuronal del cerebro: el miedo, junto al estrés hacen que las neuronas se encojan y tengan entre sí una conexión débil, incluso son capaces de destruirlas²⁰. Citamos estas pocas investigaciones y reflexiones que nos hemos encontrado, con la seguridad de que nos dejamos en el tintero muchas más. Todo esto nos lleva a concluir que las emociones hablan, a través de su correlato químico, de forma global: por lo que el mismo cuerpo, un compuesto de materia, vive las emociones literalmente.

Además, volviendo a la lectura heideggeriana, al ser el afecto nuestro primer contacto, no es de extrañar que las emociones, esa sensibilidad subjetiva del ser humano, afecten de manera directa a las relaciones que establece consigo mismo, con su cuerpo, con los demás, con el mundo material, natural y todas sus dimensiones. Siendo así que, lo que más nos acerca a los demás seres de nuestra especie, no es compartir un mismo idioma o habitar en un mismo territorio, sino ser cómplices sentimentales. Haciendo eco a Schopenhauer, el dolor es aquello que más nos une; pero superando su obra intelectual, son más bien todas las vivencias emocionales lo que más reafirman las conexiones con los distintos seres humanos. Así pues, ¿De qué nos sirve esta dicotomía que separa la actividad mental de la material o la sentimental de la racional? ¿Verdaderamente existe? Por otro lado, ¿De dónde surgen estas patologías? ¿Quizá éstas tengan su origen en el abandono de la vida interior? ¿Y este abandono tiene relación con ese afán de dominio del mundo exterior? Indudablemente, nosotros creemos que sí.

A pesar de todo, las emociones siguen siendo un problema esencial para cualquier disciplina, pues ¿Cómo damos el salto de lo objetivo a lo subjetivo? Aunque a éstas alturas ya comprendemos que lo objetivo necesita de lo subjetivo, sigue teniendo sentido preguntarse cómo realizar su estudio. Por tanto ¿Cómo observar hechos

¹⁹ “Por ejemplo, gracias al estudio de la mente y de la importancia que tiene en la construcción del mundo habitado por los humanos, cada día aparecen más datos que permiten afirmar, sin lugar a dudas, la existencia de profundas relaciones entre el cáncer y el sistema endocrino (donde residen principalmente las emociones); entre el estrés, las depresiones emocionales y el sistema inmunitario (a mayor estrés, menor eficacia inmunológica); entre las alergias físicas, hasta ahora atribuidas de forma genérica al polen primaveral, y las fobias o miedos psicológicos, y un largo etcétera más que hoy constituye el interesante objeto de estudio de la psicoimmunología” (Fericgla, 1994, p. 1)

²⁰ Puede buscarse la primera referencia sobre el impacto de las emociones en el cerebro, por un lado en la página 281 – respecto a la débil conexión entre neuronas – y, por otro lado, en la página 279 – respecto a la destrucción de las mismas – en la obra de Juan Arnau, (2017). *La fuga de dios: las ciencias y otras narraciones*. Atalanta, Ed. Girona, España.

invisibles e interpretables de forma subjetiva? Ya sabemos cómo hacerlo, como también sabemos que el empirismo puro no basta. Y ese paradigma post-científico también lo sabe, pues otra de sus pretensiones es investigar esos mares subjetivos de la experiencia humana, ya que el descuido de ello deviene en una concepción empobrecida de nosotros mismos, de nuestro lugar en la naturaleza y de numerosas patologías modernas que están al orden del día.

3.4 Hacia la participación

A través de este nuevo paradigma científico hemos visto cómo la espiritualidad es parte del ser humano, a la vez que un ámbito cognitivo y no de creencia. Por tanto, es fundamental que la visión científica acepte sus límites y comience a cultivarse de otros saberes: necesita comprender que hay diferentes tipos de racionalidades y conocimientos igual de válidos. Hemos hablado también de ese binomio entre mente y materia, conectándole con la verdad como sentido y su relación con la participación. Por tanto, uno de nuestros postulados en este trabajo es que la participación – entendida como esa capacidad subjetiva, o perceptiva, de una persona capaz de crear verdad – es un instrumento legítimo de cognición. Ésta, además, no debe ser un concepto asociado con la mente primitiva: tal y como Juan Arnau aduce en su obra, aunque muchas corrientes de pensamiento le han tachado como tal. La participación es necesaria en el proceso de obtener conocimiento, tanto en su dimensión subjetiva como en sus pretensiones de objetividad, ya que cuando uno ve los fenómenos con distancia, está ya de lleno en un tipo de participación y, por tanto, en un tipo de conocimiento.

Este par entre mente y materia nos ha llevado a hablar sobre la mente y el cuerpo, como también sobre la razón y el sentimiento. Estos tres binomios nos hacen entender lo siguiente: tal y como queremos que sea el mundo en el que vivimos, así será. Por tanto, tal y como queremos que sea el cuerpo en el que habitamos, así ocurrirá. Es decir, nosotros, al participar de la verdad, tenemos la potestad de crear aquello que queremos: un mundo amable, un cuerpo sano y un bienestar psicoemocional. Solo hace falta poner conciencia y presencia en nuestras acciones, pues a través de ellas saldrán a la luz unas consecuencias u otras. Con esta reflexión nos metemos de lleno en el problema de la salud y la enfermedad, pero esta parada es la última de nuestro escrito. Por ahora vamos

a seguir adentrándonos en el dualismo objetivo y subjetivo. Los hechos empíricos no bastan para dar cuenta sobre la extensión completa de la realidad, por tanto, nos vemos en la necesidad de echar mano del prisma subjetivo. El problema es que lo subjetivo es aquello que no podemos ver, pues ¿Cómo se palpa el sentido de nuestra existencia? Debemos encontrar una filosofía que nos ayude a educar nuestra mirada para seguir el pulso vital. Esta fue la razón por la que acudimos a la lectura del saber heideggeriano. En el siguiente punto vamos a ver su propuesta, como también la de Juan Arnau. Aunque ya adelantamos al lector que no escogeremos ninguna de ellas, nuestros pasos seguirán a través de las epistemologías antiguas. Creemos que éstas tienen un potencial subjetivo que nos llevan a participar del conocimiento de una forma muy liberadora. Y el saber liberador es la herramienta contraria al saber dominante: por ello, nuestro objetivo es regresar a la memoria de nuestros ancestros, a ver qué tienen que contarnos ¿O quizá sean mentes primitivas cuya subjetividad les llevó al campo de lo irracional?

4. La dimensión subjetiva a través de la participación

En este ámbito la objetividad no queda olvidada, simplemente la ponemos entre paréntesis, pues su función aquí es secundaria. Lo que nos interesa ahora es el ámbito pre-teórico: vivir para conocer la vida, observar la mente para comprender la conciencia. Es hora de participar de forma activa y dejar para después las reflexiones de índole intelectual que busquen dibujar un mapa general. Por tanto, nos olvidamos de la predicción, del cálculo y del estudio desde la distancia analítica, para pasar a realizar un acto de unión, es decir, inmiscuirnos a estudiar el objeto desde dentro.

Heidegger, gran conocedor de que los sentimientos humanos son lo primero que nos conecta con la existencia, propone tres templos de ánimo: la angustia, el tedio y la alegría por la existencia. Éstos conducen a la desconexión de los entes y, por ende, a la conexión con la realidad misma, pues en ellos hallamos una forma de encontrarnos, de sabernos existiendo. Por ejemplo, cuando uno se encuentra angustiado por la vida misma, suele conectar directamente con preguntas existenciales: para qué sirve la vida, cuál es el sentido de ésta, cuál se supone que es el lugar de uno en el mundo, etc. Nuestra opinión es que estos templos son como la primera escala o un primer nivel.

Pero éstos no parecen ser suficientes para ayudarnos a dar respuestas a nuestros enigmas ancestrales, ni parece que agoten la explicación sobre qué es la vida.

Juan Arnau también se pregunta por qué tipo de sensibilidad es la necesaria. Éste aduce que de forma imprescindible se necesita ampliar el constructo de percepción para ser capaces de atender nuestro interior, ó sea, a nuestra conciencia. Por tanto, propone al igual que el alemán, realizar un tipo de *epojé* para desconectarse de los entes y conectar con la vida. Así pues, si la humanidad se encuentra inmersa en la vida, hace falta una autoobservación de la misma a través de nuestra experiencia en el mundo. E igual ocurre con la conciencia, ésta deberá ser estudiada en tanto conciencia que percibe, es decir, como algo activo, por lo que para captarla habrá que poner conciencia sobre la conciencia. Arnau propone dos técnicas: la meditación y la atención. Éstas herramientas son prometedoras, pues además de permitir una comprensión, invitan a reconciliar al ser humano con lo que es. Por acercarnos brevemente a estas herramientas, hemos decidido dejar que el sacerdote Pablo D'Ors nos aproxime a su utilidad con sus propias palabras:

“Basta un año de meditación perseverante, o incluso medio, para percatarse de que se puede vivir de otra forma. La meditación nos concentra, nos devuelve a casa, nos enseña a convivir con nuestro ser, nos agrieta la estructura de nuestra personalidad hasta que, de tanto meditar, la grieta se ensancha y la vieja personalidad se rompe y, como una flor, comienza a nacer una nueva. Meditar es asistir a este fascinante y tremendo proceso de muerte y renacimiento. Gracias a la meditación he ido descubriendo que no hay un yo y un mundo, sino que mundo y yo son una misma y única cosa.” (P. D'Ors, 2017, p. 2).

Volviendo a Juan Arnau, éste se pregunta si la participación antigua, la que se da en los periodos de esplendor griego, renovaría el aire de conciencia de nuestra época. Su respuesta parece ser negativa. La nuestra, que ha acompañado y asentido a las reflexiones de toda su obra, en este momento se bifurca, pues creemos que si tendría la capacidad de ayudarnos a ello. En la Antigua Grecia, el máximo nivel de conocimiento era la contemplación, sin embargo, Francis Bacon no veía ninguna utilidad más que artística a este tipo de actividad. Y cierto es que a partir de la revolución científica la humanidad ha asistido a un sin fin de avances médicos, científicos y tecnológicos, pero

“la sabiduría no sólo puede ser la búsqueda de poder o la eficacia en la manipulación, el conocimiento real debe tener algo liberador” (J. Arnau, 2017, p. 272). Arnau propone la necesidad una filosofía integradora y espiritual que nos oriente y realice en nuestra mirada un reajuste interior. Nosotros planteamos la detenida lectura, reflexión y participación sobre las culturas antiguas. Arnau propone la meditación, la empatía y la atención para realizar ese trabajo con nuestra sensibilidad y así, devolver la salud y la alegría al corazón; nosotros presentamos otras tres herramientas, a través de las cuales podremos experimentar la sacralidad del mundo y de nuestra naturaleza más íntima: el éxtasis, la contemplación y el trance.

Hemos dado con un paradigma que concibe tanto al ser humano, al mundo, como a la ciencia de una forma holística, por lo que podemos dar por validadas las llaves maestras de la subjetividad. Entre ellas están: la importancia de la percepción, la verdad como sentido, el ámbito de la sensibilidad, el conocimiento experiencial y nuestra relación con el mundo en términos de cuidado. Por otro lado, Arnau nos puso sobre aviso de que la verdad como sentido conecta intrínsecamente con la verdad participativa. También nos ayudó, junto a otros pensadores de diversas corrientes científicas y filosóficas, a esclarecer la necesidad de superar la brecha epistemológica entre ciencia y religión, como el resto de brechas dualistas que hemos ido relatando. Ahora nos sumergimos en un ámbito pre-teórico para traer a colación estas tres herramientas: trance, contemplación y éxtasis, las cuales hemos ido descubriendo en un proceso de reflexión muy arduo y lento. Sin embargo, conocemos su potencial epistémico por ser puertas capaces de dotarnos de un conocimiento liberador.

Al ser herramientas subjetivas y participativas, nunca han tenido peso ni atención para la ciencia y si han tenido interés, ha sido para relegarlas al ámbito de la irracionalidad. Pero su actuación es completamente la antípoda: nos acercan a la realidad de una forma tan profunda que muchos ignorantes lo calificarían como una simple alucinación. Estas herramientas son dignas de un estudio por parte de la ciencia y otras disciplinas, siempre que se haga desde la humildad y el respeto. En nuestro interior hay un gran mundo que se esconde en lo más hondo de cada uno, incluso la capacidad de comprender la realidad está enraizada en nuestro ser. Para ello, debemos estudiar estas nociones y darlas un valor real, tanto ontológico como epistemológico.

4.1 Trance, éxtasis y contemplación

El antropólogo Santiago López Pavillard es el ejemplo perfecto como figura que experimenta el conocimiento a través de la participación. Esta participación la describe como investigar no investigando: a la hora de experimentar cualquier análisis queda pospuesto – así pues, exige esa actitud fenomenológica que vimos con Heidegger–. Uno de los chamanes con los que tuvo contacto califica a los académicos, entre otros, como ‘cocos con piernas’, pues centran su atención en la actividad mental y en el estudio de la razón, dejando así de lado la vida, su corazón y sus entrañas. Sin embargo, ahora que nos metemos con conceptos muy complicados de definir en un campo de reflexión teórico ¿Cómo hacer inteligible las tres herramientas propuestas? En nuestra cultura, la concepción de la racionalidad está fuertemente influida por la metodología y los avances de las ciencias. Nuevamente nos enfrentamos a la dualidad racional e irracional, donde salvaguardar el valor de categorías de tal calibre es difícil.

En la tesis doctoral de Pavillard²¹ encontramos descrito cómo enfrenta este problema, para él la clave está en prescindir del paradigma simbólico y poner en su lugar el paradigma experiencial. El primero rechaza conceptos tan subjetivos como trance, éxtasis y contemplación, pues la inconmensurabilidad de sus definiciones hace imposible entender en qué consiste su actividad. Por tanto, estos conceptos pasan de ser objetos de estudio analítico a algo que experimentar, pero en la experimentación nos encontramos con que la descripción de experiencias personales son «científicamente inaceptables», pues no son ni demostrables ni falsables. La academia científica postula que estos conceptos obstaculizan cualquier estudio que tengan que ver con ellos – rituales, espiritualidad, mente, conciencia, la vida y el universo entero –. Así pues, deben estudiarse como símbolos, desde las herramientas propias de las disciplinas artísticas, las cuales estudian las subjetividades, pero no pueden alcanzar la verdad como correspondencia²². De esta forma, la gente que utiliza el trance – o cualquiera de

²¹ Pavillard realiza este estudio a razón de la noción de trance, el cual puede encontrarse en los puntos 3.2.1 La participación chamánica desde el paradigma simbólico-ritual y 3.2.2 La práctica chamánica desde el paradigma experiencial. El lector puede encontrarlo en López Pavillard, Santiago. (2016), *“La vida como proceso de sanación: prácticas chamánicas del alto Amazonas en torno a la ayahuasca en España”* p. 87-103.

²² Denigrando de esta forma al saber artístico como merecedor de la verdad, pues su metodología no sería válida, o sería inferior, como método epistemológico.

los otros dos instrumentos –, lo hace simbólicamente, como quien hace teatro. Si no tuvieran esta cualidad teatral y se quisieran postular como real, esto no haría nada más que denotar un tipo de locura y una mente primitiva. Pavillard, ante esta postura, decide encaminarse a través del paradigma experiencial, noción que nosotros utilizaremos para hacer referencia a esa participación del sujeto en el estudio de la subjetividad – la cual no se asocia a la mente primitiva, tal y como vimos con Juan Arnau, ni mucho menos con un tipo de locura patológica –. Desde este paradigma se acepta la existencia de estas herramientas y se las toma como reales, con su valor ontológico y epistemológico, sin ponerlas en ningún momento en tela de juicio. La razón de ello es que son importantes para comprender muchos fenómenos, justo los mismos que mencionamos en el paradigma simbólico, aunque desde esta perspectiva, esos términos más bien lo que hacen es obstaculizar su estudio. Otro fenómeno que nos ayudan a comprender es la dimensión espiritual, pues a través de su práctica podemos acceder a estos espacios de gracia. Como decíamos en anteriores páginas, simplemente debemos trabajar con nuestra sensibilidad, atrevernos a ampliar las fronteras de nuestros cinco sentidos o, mejor dicho, a saber interiorizarlas.

Nuestra defensa parte de esta base y, una vez explicada, viene la gran pregunta ¿Cómo entender, entonces, estos instrumentos, si el lenguaje no es capaz de apresar su definición? No buscamos hacer una exposición correcta en todos sus términos, ni agotar su significatividad a través de las palabras, sino acercarnos poco a poco a su compleja comprensión. Por ahora nos vale con direccionar nuestros pasos: el éxtasis, de raíz griega *ek-stasis* se divide en el término *ek-* «de dentro hacia fuera», y *-stasis* «acción de estar», por lo que viene a significar un «estar fuera de sí». Por tanto, entendemos el éxtasis como un estado donde nuestro ser se encuentra en una sensibilidad interior plena y dirige su visión a las dimensiones subjetivas de sí mismo. El trance, cuya etimología viene del latín *transire* está compuesto de un prefijo *trans-* «al otro lado» y el verbo *-ire* «ir», ó sea, «ir más allá». Para acercarnos más a su significado, su comprensión viene a reflejar una puerta que nos lleva a transitar por esas dimensiones espirituales o inteligibles. Por último, la contemplación o en griego, *noesis* se entiende como una intuición intelectual. En la Antigua Grecia esta contemplación era el grado de máximo conocimiento. Un acercamiento a su significado más profundo refleja una consagración con la deidad, pues ya no una barrera que fragmente la percepción del sujeto con el

objeto percibido: cuando uno mira se identifica con lo visto. Todos estos estados son parte del conocimiento experiencial y para acercarnos más a su comprensión vamos a acudir a dos culturas que son gran conocedoras de estos tipos de percepción, a saber: la antigua Grecia y el Alto Amazonas. La razón de por qué acudimos a ellas es que no estudian la vida desde los laboratorios, sino desde los rituales, esos espacios que permiten al sujeto participar subjetivamente del conocimiento.

Empero, antes de zambullirnos en su conocimiento, necesitamos dar unas pinceladas más: situar estas tres herramientas como estados alterados de conciencia y hablar sobre una de las técnicas que nos llevan a esos estados: los enteógenos. Las dos culturas a las que proponemos acercarnos están compuestas por sociedades muy arraigadas tanto al mundo, como a la espiritualidad. Tienen una relación muy profunda con la naturaleza, pero su forma de ver el mundo es difícil de comprender a través de unos ojos occidentales y postmodernos. Hace falta adoptar una postura de intensa escucha antes de enjuiciar sus costumbres, ya que si pecamos de ello, corremos el riesgo de etiquetarlas bajo la irracionalidad o lo primitivo, corriendo un tupido velo para seguir con nuestros cauces epistemológicos habituales. Como hemos estado viendo, la realidad no es un cuadro pintado en blanco y negro en el que el dualismo tenga cabida. Hemos dibujado una gran escala de grises, derribado fronteras cada vez más profundas, quizá la que nos proponemos ahora derribar sea la más difícil de todas: racional e irracional. Si conseguimos disolverla, creemos que habremos conseguido seguir ese pulso vital y podremos obtener respuestas a esos enigmas ancestrales. Por ahora vamos a ir paso a paso, primero definiendo estas tres herramientas como estados mentales, segundo acercándonos a los enteógenos y en tercer lugar, cerrando este capítulo para dar paso al conocimiento sobre estas culturas.

4.2 Estados alterados de conciencia

Tanto el éxtasis, como el trance y la contemplación, más que herramientas, son estados mentales. Mientras que la ciencia en su laboratorio utiliza dispositivos ópticos como el microscopio o el telescopio, los psiconautas utilizan estados mentales no ordinarios o modificados – de aquí en adelante EAC o EMC –. Los EAC se definen por tener una condición cognitiva significativamente diferente al estado de vigilia, por tanto, cuando

uno duerme, o está entredormido, ya se encuentra en un EAC. Cuando uno se encuentra dentro de estos estados, puede acceder a ámbitos cognitivos más profundos, pues su conciencia está conectada de una forma fuera de lo habitual. La etnia amazónica de los Shuar, estudiada por el antropólogo Fericgla, conoce bien el provecho que pueden sacar de estos EAC, de ahí que el padre de familia decida, de vez en cuando, despertar a sus hijos de madrugada, aprovechando ese adormilamiento de la mente. Los despierta para educarles sobre su propio sistema de valores morales, emocionales y sociales, pues el aprendizaje que se da en estados de profunda relajación consciente permite que la enseñanza se de a niveles más hondos²³.

Nuestra intención es adentrarnos en aquellos estados modificados que conectan con las experiencias místicas, las cuales podríamos definir como aquella sensación de entrar en contacto directo con lo que uno vive, conoce y siente como sagrado, dando lugar a la visión de unidad. Los EAC permiten formas alternativas de percepción frente a los modelos corrientes, como la vista, el tacto, el gusto, el olfato y el oído. Estas formas alternativas también tienen su valor real, tanto ontológico como epistemológico, pues el saber que se desprende de ellas también procede de las capacidades perceptivas del cuerpo. Además, éstas se dan a través de vías no lógico-formales, por lo que son de gran interés para nuestro objetivo: navegar por la subjetividad y aprender de sus movimientos.

Desde los EAC el mundo ya no se ve de forma ordinaria, lo cual no significa que accedamos a otro mundo, sino que puede verse “la realidad como sería si no estuviésemos sometidos a nuestra necesidad de sobrevivir en ella” (S. E. Proa, 1999, p.7). Es decir, nuestra necesidad de desenvolvernó en el mundo y con los demás requiere de nuestras capacidades ordinarias, pues si viviéramos siempre desde lo modificado, no seríamos capaces de llevar nuestra vida tal y como la llevamos, ni de comer, conducir, estudiar o trabajar y un sin fin de tareas más. Sin embargo, cuando necesitamos la introspección para acudir a nuestro interior, entonces podemos alterar nuestra sensibilidad para acceder a estos estados más profundos de percepción. Esto no

²³ “Esto me hace pensar (*al antropólogo Fericgla*) en el método de aprendizaje descubierto y formalizado por G.Lozanov: ciertos estados modificados de la mente, en profunda relajación y en estado de somnolencia consciente, permiten aprender y memorizar mucho más material que en estado de vigilia cotidiano, por ejemplo, hasta quinientas nuevas palabras en un estudiante de idiomas” (Fericgla, 1994, p. 17).

significa que alucinemos con la realidad, sino que como Espinosa dice, la vemos plenamente. Por ejemplo, la capacidad humana auditiva se encuentra en un espectro de 20Hz a 20KHz: esto no significa que haya sonidos por debajo y por encima de estas frecuencias, ya que un perro, por ejemplo, es capaz de escuchar sonidos más allá del espectro que puede oír un humano. Por ello, los EAC permiten acceder al conocimiento de la realidad en su profundidad, tanto interior como exterior, ó sea, lo contrario a alucinar con ella, huir o sortearla. Al entrar en este ámbito de conocimiento, uno puede ver literalmente que la realidad no termina en el mundo físico: haciendo eco de ese dicho «ver para creer». Esta técnica permite también observar y aprender sobre el interior subjetivo de cada uno, ya que se accede a la autobservación y la amplificación mental y emocional. En palabras de Fericgla:

“La vivencia emocional es, en su mayor parte, una realidad cultural relacionada con EMC. Hoy son el cine y la televisión los mayores vehículos de formas de expresión emocional; a través de estos medios de comunicación de masas se difunden nuevos sentimientos y nuevas formas expresivas. El cine induce un ligero, pero claro EMC. El espectador – en especial si es una buena película – deja de vivir su contexto físico inmediato para vivir la realidad alternativa que hace suya. (Fericgla, 1994, p. 17).

Hay muchas herramientas para entrar en estos EAC, desde la privación de sentidos exteriores a actos comportamentales, la respiración, los ayunos, enteógenos... Nuestros pasos van a proseguir el camino de los enteógenos.

4.3 Enteógenos

El término enteógeno es un neologismo acuñado en el año 1979 por parte de cuatro investigadores: R. Gordon Wasson, J. Ott, A. Hofmann y C. Ruck, que se reunieron para crear la obra literaria *El Camino a Eleusis*. Este término hace referencia a aquellas sustancias que son utilizadas para entrar en contacto experiencial con la dimensión espiritual de la realidad. Se utilizan dentro de rituales sagrados y con una actitud de profundo respeto. Éstos inducen a un EAC, consiguiendo, entre otras muchas cosas, una unión con lo misterioso que hay en cada uno y con la realidad. En un sentido estricto, son aquellas sustancias de origen vegetal o fúngico que rodean a rituales religiosos y

chamánicos. En un sentido más amplio, podría aplicarse este término a otro tipo de sustancias más artificiales que inducen también a esos EAC. La etimología del término tiene raíz griega y viene a significar «dios dentro de mí»²⁴, por lo que suele ser un término más adecuado que psicodélico o alucinógeno. Éste último suele usarse con una profunda carga peyorativa, lo cual dificulta su estudio: si uno se queda en este sentido laxo de las sustancias, entonces se adentra en la dificultad en la que se hayan nuestros tiempos con el consumo de drogas y sus elevadas tasas de adicción. Sin embargo, no podemos meter a todas las sustancias en esta perspectiva, pues además de ser altamente reduccionista, pasa inadvertida una relación más trascendental. Es decir, si en nuestra época se da un consumo de enteógenos de forma más elevada, se debe a que éstos “están relacionados con la búsqueda, cada vez más extendida y comprometida, de nuevos valores de carácter espiritual que necesitan nuestras sociedades, en especial con la necesidad de reubicar al ser humano occidental en el mundo” (Fericgla, 1997 A, p. 1). Otra de las razones por las que cada vez están más extendidos es por el gran interés de la humanidad en las llamadas medicinas alternativas. No obstante, algo que ha menospreciado la comunidad científica es la importancia cultural y cognitiva que traen estas sustancias – como los EAC en general – durante toda la historia humana. Fericgla declara que estas prácticas se dan de forma cuasi universal en el ser humano²⁵: el 89% de las sociedades consumen algún tipo de enteógeno con diferentes finalidades religiosas, mientras que el 11% restante utiliza algún EAC con la misma orientación.

²⁴ Creemos importante hacer referencia a una nueva sugerencia sobre la etimología de enteógeno, M^a del Pilar García Arroyo ha sabido advertir con gran destreza. Ésta apunta a un toque significativo con nuevos aires que acerca a una comprensión con mayor precisión.: “Aunque en la presente obra utilizaremos el término enteógeno por ser la forma más utilizada y aceptada, sin embargo, siendo fieles a la etimología, una forma más correcta sería *entheogennós*, palabra derivada de la bien atestiguada *θεο-γεννής* («nacido de un dios» o «engendrado por un dios»), un participio pasado al que se le añadiría el adverbio *ἐν* como prefijo, y cuya traducción podría ser «provocar/situar dentro un nacimiento divino» o incluso si se quiere «acoger dentro a un dios». La diferencia es sustancial: «dios adentro» significa que el individuo no ha hecho nada para llevar a dios en su interior, mientras que esta traducción indicaría la voluntad del individuo de acoger a la divinidad.” (M^a. P. García Arroyo, 2019, p. 12).

²⁵ Se puede estudiar este tema a través de muchos de sus trabajos; Fericgla, Josep M^a (1999) “*El peso central de los enteógenos en la dinámica cultural*” en *Visión Chamánica*. p. 5 Revista de etnomedicina y chamanismo. Colombia: Bogotá. o Fericgla, Josep M^a (1994) “*Delirios, cultura y pruebas de realidad*” en *Revista de Psiquiatría*, Facultad de Medicina. España: Barcelona. p. 2

Erika Bourguignon²⁶ realizó un estudio con la misma finalidad y sus resultados dan lugar a un porcentaje parecido al que declara Fericgla: su uso es ancestral, pero resalta que el estudio sobre éstas actividades suele ser controvertido. Sin embargo, siempre hay investigadores que descartan las hipótesis al uso y se aventuran a estudiar estos territorios. Muchos de ellos no sólo descartan la carga peyorativa e irracional que sustenta la toma de enteógenos, sino que también proponen que éstos son una causa muy importante de la evolución de la conciencia y la aparición de un alto nivel saber espiritual – este es el caso de los cuatro investigadores citados de la obra *El camino a Eleusis* –. Además, hay otras hipótesis que sustentan su papel central en la evolución general de la especie humana, así como de su lenguaje, costumbres, formas de ser – ésta es sostenida por el filósofo Terence McKenna en su obra *Alimento de los dioses* –. Mentiríamos al lector si no le dijéramos que, este escrito, forma parte también de la defensa de estas perspectivas. Sin embargo, a pesar de que sabemos que estos enteógenos se utilizan en el Alto Amazonas, sobre la antigua Grecia no hay clarividencia al respecto. Dos cosas tenemos claras de estas dos culturas y es que ambas realizan rituales y utilizan EAC. En palabras de Ludwig²⁷:

“Las características de los EAC son muy interesantes y coinciden muchas veces con las características de los rituales chamánicos y teúrgicos, por lo que tal vez, estos rituales sean verdaderamente diferentes (historia, lugar y tiempo), pero estén enfocados en buscar cosas en común, como los EAC.” (Ludwig, 1966, p.35)

El Alto Amazonas, como seguro ocurrió también en otros lugares, mantuvo silencio acerca de sus costumbres, creencias, rituales sagrados y su uso de enteógenos por mucho tiempo. La llegada de nuevas sociedades a sus territorios supuso un gran desentendimiento hacia los oriundos, tachados de primitivos y arcaicos. Éstos siguieron manteniendo su cultura de puertas para adentro, pues el gran peso cultural que tenía ese consumo de sustancias sacras en sus rituales jugó a favor de que no cayeran en el olvido; pero el silencio hacia aquellos que no comprenden – ni querrían hacerlo seguramente, a causa de su etnocentrismo – era una herramienta necesaria para que

²⁶Citada en García Arroyo, María del Pilar. (2019). “*Enteógenos, ritual y psicoactivos en el mediterráneo antiguo: química entre dioses y hombres*”. Madrid, España. p. 220.

²⁷ Citado en García Arroyo, María del Pilar. (2019). “*Enteógenos, ritual y psicoactivos en el mediterráneo antiguo: química entre dioses y hombres*”. Madrid, España. p. 112.

podieran convivir con la mayor armonía posible, sin que vieran destruidas y perseguidas sus costumbres. La antigua Grecia no hablaba tampoco sobre sus rituales, aunque no por la misma razón. Esos rituales, llamados cultos místéricos – entre los que destacan los Misterios de Eleusis, los de Samatracia y los Dionisiacos – eran secretos muy bien guardados. Creemos que uno de los motivos posiblemente fuera que los misterios no hace falta escribirlos, sino más bien vivirlos. Quizá por eso, volviendo a la lectura heideggeriana, se le da tanta importancia a la necesidad de hacerse uno con los enigmas metafísicos: con ello se demanda a la persona que pusiera toda su atención en la pregunta, para acceder a la sabiduría que se escapa a las palabras.

Como decíamos, es curioso que las dos culturas mantengan sus reservas a la hora de hablar sobre sus prácticas, pero la verdad es que hay reservas académicas a la hora de avalar una hipótesis enteogénica sobre los cultos de la Antigua Grecia. No tenemos la menor intención de inmiscuirnos en que el lector conozca por nuestras palabras en qué se sustentan ambas hipótesis tan antagónicas²⁸, aunque nuestra postura es clara: nosotros optamos por la hipótesis enteogénica por los grandes y razonables parecidos que guardan con las prácticas amazónicas. No obstante, si algún día llega a comprobarse que en los cultos místéricos no se utilizaba ningún enteógeno, esto no dificulta nuestro estudio en lo más mínimo, únicamente dificulta nuestro prisma teórico. A partir de aquí nuestra postura consistiría en aceptar con humildad dichas posturas no enteogénicas y quedarnos con el primer parecido que hemos visto a través de las palabras de Ludwig: ese uso de EAC, de los cuales tenemos bibliografía suficiente para saber que su práctica estaba al uso en esta cultura. No sólo los enteógenos nos inducen a estos estados modificados, también la música y la danza frenética, la privacidad de ciertos comportamientos como una larga estancia en soledad, la larga marcha o el ayuno.

5. Hacia la teúrgia y el chamanismo

A través del recorrido sobre las brechas dualistas hemos estado viendo cómo se han ido oscureciendo términos, relaciones y cauces epistemológicos. De tal manera que nos han

²⁸ Si quiere puede acudir a la siguiente tesis, pues al final del capítulo 9 encontrará un resumen sobre la postura de ambas conjeturas: García Arroyo, María del Pilar. (2019). *“Enteógenos, ritual y psicoactivos en el mediterráneo antiguo: química entre dioses y hombres”*. Madrid, España.

conducido a la necesidad de un paradigma científico más holístico y humilde. Éste debe tener en cuenta que los hechos empíricos no lo son todo y que hay otras materias capaces de abordar los centros subjetivos de la conciencia de una forma más acertada, pues el prisma objetivo no logra responder los enigmas vitales. Estos enigmas son reflexionados por muchas materias y todas ellas son generadoras de un conocimiento, existiendo tantas racionalidades como disciplinas. Por tanto, debemos desprendernos de la idea de que sólo exista una forma de conocer el mundo, sino que hay muchas epistemologías comprometidas con el conocimiento. Entre ellas la participación, la cual no nos promete dominar la naturaleza ni una tecnología capaz de llevarnos a una comodidad mayor. Pero si nos propone unas vías por las que conseguir además de sabiduría, serenidad, vitalidad y liberación. Asimismo tenemos herramientas subjetivas que parecen acercarnos al estudio de la existencia y la conciencia. Este estudio es difícil porque no podemos palparlas, ni estudiarlas como unos objetos de los cuales tengamos distancia alguna. Por ello acudimos a la metafísica de Heidegger, pues ésta es capaz de realizar un reajuste interior en nuestra percepción. Su conocimiento nos dio llaves importantes, como el ámbito preteórico, la verdad como dotadora de sentido, el ámbito de la sensibilidad, el conocimiento experiencial y nuestra relación con el mundo en términos de cuidado. También es necesario tener en cuenta cómo la verdad como sentido conecta con la verdad participativa y a la espiritualidad como un ámbito cognitivo. Todas estas pistas, o estas llaves maestras, se proponen como instrumentos legítimos de cognición. De igual forma que los estados alterados de conciencia y las técnicas que nos llevan a ellos: éstos también tienen su validez ontológica y epistemológica. Por tanto, es necesario no vincular estos estados mentales con términos como mente primitiva o algún tipo de locura patológica. Sino como herramientas subjetivas y participativas capaces de reajustar nuestra percepción, dando lugar a un conocimiento introspectivo, a una experiencia con lo sagrado y a una visión de unidad. Así pues, nos alejamos de los laboratorios para adentrarnos a los rituales, esos espacios que dan la posibilidad al ser humano de participar de forma activa en el conocimiento a través de los EAC.

CAPÍTULO 2.

“Scire volunt omnes, mercedem solvere nemo.
Todos quieren saber, nadie pagar el precio.” (Juvenal,
Sátira, VII)

Antes de adentrarnos en estas grandes culturas debemos tener en cuenta que en las páginas siguientes van a derribarse nuevas fronteras, tal como racional e irracional, ciencia y religión o natural y sobrenatural. Superar estas brechas epistemológicas nos va a llevar indudablemente a superar el desequilibrio de ese dualismo en el que tanto la ciencia como la sociedad occidental reposan desde hace tanto tiempo. Nuestra forma de abordar estas grietas es a través de la subjetividad, la cual hemos escogido para seguir ese pulso vital, pues parece prometernos el acercamiento a esos enigmas ancestrales que venimos tratando desde el principio. Dar esta importancia a lo subjetivo, aceptar que es muy necesaria para el estudio y la comprensión de ciertos temas, no va a significar en ningún momento dejar a la objetividad a la deriva, como si ésta no tuviera nada que decirnos. Más bien, lo que buscamos es poner entre paréntesis esta facultad, o adentrarnos en una actitud fenomenológica si se quiere entender en palabras hursselianas. Vamos a sumergirnos en la participación, a pausar nuestras herramientas teóricas para coger a nuestra percepción como faro que guíe el camino y dejar que la razón, más tarde, ordene las vivencias y el conocimiento experiencial que ha obtenido de ellas. Todo esto nos conducirá finalmente a la importancia de la unidad, sin embargo, aún quedan algunos pasajes que esclarecer antes de llegar a su parada. Nuestros primeros pasos van a consistir en acercarnos a la cultura chamánica y teúrgica. A éstas se les puede considerar como técnicos de lo sagrado, capaces de enseñar a sus poblaciones técnicas del éxtasis para que accedan a un conocimiento experiencial e introspectivo a través de los rituales. Sin embargo, ambas culturas son muy lejanas

espacio-temporalmente. Por lo que si queremos buscar similitudes entre ellas, antes tenemos que asegurarnos de presentarlas como culturas distintas. Cada una tiene sus prácticas, como diferentes comprensiones sobre lo que es el mundo, el ser humano y diversas técnicas epistemológicas. Por ahora vamos a contemplar las diferencias, para después dar pie a declarar cuáles son nuestras intenciones al querer trazar puentes entre ellas.

1. ¿El chamanismo y la teúrgia son lo mismo?

Siendo sinceros con el lector, empezamos con una pregunta mal formulada, pues a decir verdad, deberíamos empezar por preguntarnos ¿Es la filosofía de la Grecia clásica, la teúrgia y el chamanismo una cosa misma o parten de una misma raíz? Son tres parecidos los que sonsacamos entre ellas: ambas tienen una función de curanderos, la capacidad de devolver a cada cual su identidad y una relación muy estrecha con lo sobrenatural. A través de sus actividades ayudan a aliviar los males del alma y los ocasionados en la vida rutinaria del ser humano. Por tanto, desde esta función sanadora buscan devolver a cada cual su identidad profundizando a través de la catarsis. Ésta es una purificación necesaria para esclarecer la naturaleza trascendente de cada ser humano, que no es más ni menos que su vínculo con la divinidad. De tal manera que la función sanadora tiene un vínculo indisociable con la práctica espiritual. Su tercer parecido es la estrecha relación que mantienen con la dimensión inteligible de la realidad. Esta profundidad de la realidad, la cual no acaba en el mundo sensible, es un hecho imprescindible del que ninguna de las dos culturas puede prescindir. Si no fuera por esta apertura a lo divino que nos brinda el mundo, el mismo ser humano no podría conocerla, sencillamente no habría nada que conocer. Sin embargo, la primera diferencia que hace descartar que la filosofía mantenga la misma actividad que las otras dos profesiones es la siguiente: el filósofo es el maestro capaz de devolver a cada cual su propio yo a través de la palabra, iluminando su entendimiento de tal forma que la sabiduría cale hasta lo más profundo de sí. La mayéutica de Sócrates consiste en realizar habilidosas preguntas, las cuales suelen conducir a callejones sin salida, con la intención de que éstas sirvan de impulso hacia la búsqueda personal e impregnar el deseo por transitar un camino de autoconocimiento. Es decir, que tomen la filosofía como una

guía interior en beneficio de su ayuda y su aspiración más íntima. Mientras que el chamanismo y la teúrgia no utilizan en sí la palabra, sino otras herramientas como canciones, danzas, símbolos y prácticas del éxtasis. Además, mientras la filosofía sirve su saber a través de un estado ordinario de conciencia, las otras dos buscan la disposición de cada participante a través de un estado no ordinario de conciencia. De esta forma ¿Son lo mismo el chamanismo y la teúrgia? Según Luis Gil²⁹, el chamán:

“Es un héroe religioso, cuyos milagros, aunque en contenido y forma puedan parecer magia, no son sino teúrgia y con frecuencia inmediato efluvio de la fuerza divina, que pasa a su través y en él se derrama como un recipiente.” (Luis Gil, 1996, p. 78)

A partir de esta exégesis podríamos aducir que tienen al menos una misma raíz, donde el chamán acaba subsumiendo la labor del teúrgo. Otros estudiosos sobre el tema mantienen una línea de argumentación parecida, aduciendo que la figura de Sócrates podríamos concebirla con trazas chamánicas. El retrato que sostienen de él pasa a ser una mixtura entre su quehacer racional, la filosofía, con su parte irracional, el chamanismo. Así pues, “¿Cómo es posible que el primero de los lógicos y el inventor de la dialéctica haya practicado la filosofía como una brujería? (...) ¿Qué relación hay entre el orden de la verdad y el de la creencia?” (E. Magoja, 2018, p. 152). Sin embargo, nuestra crítica hacia esta interpretación es la siguiente. Nosotros sostenemos tanto que no existe una brecha cognoscitiva entre el chamanismo³⁰ o la teúrgia³¹ – considerado como creencia – y la filosofía – considerada como la búsqueda de la verdad –; como también argumentamos que no podemos subsumir actividades tan distantes espacio-temporalmente como éstas, pues caeríamos en un reduccionismo fatal. El chamanismo

²⁹ Citado en Redondo, José Manuel. (2019) “*Cuestiones acerca de la teúrgia en Proclo: metafísica, eros y ritual en el platonismo de la antigüedad tardía*” en NOVA TELLVS, México. p. 33

³⁰ Los curanderos del Amazonas, o de otras partes del mundo que han recibido su formación a través del saber de esta cultura, suelen rechazar ser reconocidos como chamanes por su estigma irracional, por lo que si utilizamos este termino en nuestro escrito es a favor de la literatura académica. Sin embargo, ellos realizan trabajos que funcionan y no deben confundirse con fantasía. Por ejemplo, Ernesto, un Chamán de Perú aduce repetidas veces que sus trabajos son reales y son trabajos fuertes, por lo que es necesario una actitud responsable y humilde por parte de los asistentes en sus rituales: “Este es un trabajo real y hemos venido a trabajar” (Pavillard, 2016, p. 383)

³¹ “Los poderes de la teúrgia son auténticos” (Jámblico, Libro I.14).

tiene su cosmología, al igual que la tiene la teúrgia, sus costumbres y sus ritos. No podemos hacer una mezcla entre ellos porque pasaríamos por alto toda su dimensión histórica y cultural.

Existe, además, una cualidad que diferencia completamente el quehacer de uno y de otro, a saber: el chamán es aquella persona con capacidad instrumental para interactuar con las fuerzas divinas. El teúrgo acusaría a tal práctica de magia o brujería, pues los teúrgos no forman una actividad “que influyan en los dioses para aplacarlos o conseguir beneficios” (M^a J. Hermoso Félix, 2015, p. 30). Los teúrgos actúan en la mirada del ser humano, para que ésta sea capaz de abrirse a la iluminación de lo real. No buscan la manipulación de la divinidad porque la divinidad no puede ser sometida por la raza humana, la cuál es como “un juguete si se le compara con lo divino” (Jámblico, Libro III.19)

El lector puede y debe preguntarse ¿Cuál es la intención de la escritora entonces? Si nos encontramos ante prácticas tan diferentes y distantes, si la teúrgia tacharía al chamanismo de hechicería ¿Por qué buscar tender puentes entre ellos? La razón de por qué nos adentramos en una aventura tan ardua es porque, a pesar de las diferencias, creemos que comparten muchas similitudes que en nuestros tiempos podrían ayudarnos, entre otras muchas cosas, a buscar nuestro lugar en el mundo, a encontrar respuestas donde seguramente muchos de nosotros nunca hemos buscado antes, a disponer de nuestro cuerpo y nuestra percepción como principal herramienta, etc. A través de ambas prácticas, tanto teúrgicas como chamánicas, se ven ligadas de forma íntima reflexiones sobre la vida, el universo la conciencia y la introspección. Enigmas que pueden ser iluminados a través de estos saberes ancestrales³², pues son grandes conocedores de que la sabiduría, además de encontrarse en lo exterior, también puede encontrarse en nuestros interiores. En sus prácticas uno aprende a hablar con uno mismo y sacar a la luz un conocimiento liberador y sanador. Ese anhelo del filósofo Juan Arnau, que busca un conocimiento más allá de la dominación, tiene su hallazgo en muchas culturas

³² G. F. García Aguilar aduce que estos enigmas vitales tienen unas respuestas diferentes entre una y otra cultura. No obstante, nuestra intención está lejos de buscar unir sus respuestas, más bien lo que buscamos es trazar puentes entre sus claves epistemológicas por ser unas herramientas con gran potencial a la hora de adentrarnos en esos mares subjetivos de la conciencia. Su estudio puede seguirse en: García Aguilar, Ginna Fernanda. (2019) “*Chamanismo y los ejercicios espirituales en la Grecia clásica*”.

ancestrales. Nosotros simplemente nos limitamos a hacer un pequeño recorrido a través de estas dos prácticas milenarias. Por tanto, nuestra intención, en resumidas cuentas, es esclarecer cómo estos técnicos de lo sagrado acceden al conocimiento subjetivo y qué instrumentos utilizan para participar en la comprensión del mundo.

1.1 Cosmología del chamanismo y la teúrgia

De forma general podríamos aducir que la ontología chamánica se resume en que, siendo la realidad sólo una, consta de un plano espiritual inmaterial y un plano material espiritual. Las dos dimensiones son formas en las que se manifiesta la energía, siendo el mundo sensible una estructura materializada. La distinción entre ambas únicamente se cifra en cuestión de grado: mientras la dimensión material se percibe de forma tosca, la espiritual tiene una sutileza de percepción mucho mayor. A esta cosmovisión espiritual o energética de la realidad ha de añadirse un postulado animista³³, el cual consiste en “esas dimensiones de la realidad donde habitan seres invisibles, poderes, espíritus o ánimas³⁴ que actuarían con el mundo humano” (Fericgla, 1996, p. 5). Este plano, también denominado astral, está configurado por energías que Pavillard denomina de polaridad ética positiva y negativa. Las primeras tienen la cualidad de traer luz y sanar. El ser humano puede, a través de estas fuerzas, experimentar la paz y el bienestar, estimulando ideas y sentimientos elevados. Mientras que las de polaridad ética negativa son aquellas que traen oscuridad y enfermedad, llevando al ser humano a la experimentación de comportamientos poco saludables. También hay espíritus que se encarnan en la materia, como los que se encuentran en las plantas, dando lugar a las energías de polaridad ética neutra. Entre ellas se encuentran los enteógenos o “todas las plantas sagradas, sea ayahuasca, sea tabaco, las cuales siempre siguen la energía del que las convida, es decir, al ser neutrales van en la dirección que uno la imprima” (Pavillard, 2016, p. 403).

³³ Según Pavillard, esta cosmovisión “podría equivaler a la filosofía espiritualista denominada por Tylor (1871, vol. I:425): animismo, pero en un sentido amplio, incluyendo bajo este concepto tanto fuerzas personales como impersonales, y sin entender la noción de espíritu como una noción necesariamente derivada del alma” (Pavillard, 2016, p. 4).

³⁴ Pavillard nos advierte que estos conceptos, más los de fuerza o energía se utilizan en sinonimia, por lo que todos apuntan de forma común al plano espiritual. (Pavillard, 2016, p. 433).

La cosmovisión que envuelve a la teúrgia³⁵ parte del saber metafísico del neoplatonismo. Éstos proclamaban que la explicación de la realidad no podría reducirse a lo material, pues en ella se expresa algo: lo inteligible. Estos dos niveles conforman una misma y sola realidad en orden y armonía. Sobre lo inteligible cabe apuntar dos reflexiones: por un lado, allí es donde habitan seres incorpóreos – donde Jámblico les adjudica propiedades y cualidades³⁶ – y, por otro lado, es el “no-lugar” donde se encuentran los principios ontológicos que constituyen la naturaleza, o la causa no corpórea del plano material. Este “no-lugar” configura internamente la realidad y a cada cosa del mundo sensible, siendo incorpóreo y, por ello, invisible. También puede ser denominado como ‘el uno’, el cuál no está separado del mundo en modo alguno, pues “el principio divino se revela, así, a través de los seres, permaneciendo como no manifiesto, como no reducido al ente, adquiriendo la realidad una cualidad simbólica, infinitamente abierta al principio que la constituye” (M^a J. Hermoso Félix, 2015, p. 39-40). Preguntarnos, por tanto, qué es la realidad, implica movernos por lo inteligible, lo que deviene en interrogarnos por la unidad y la multiplicidad, es decir, por cómo se relacionan la unidad y la multiplicidad. La respuesta jambliqueana nos pone al tanto: es el vínculo unitivo, el cual se da a modo de unidad y es anterior a toda dualidad, donde se sostiene de forma amorosa el conjunto de lo real. Este punto de convergencia tiene el poder de hacer que prime la semejanza entre los semejantes, por lo que la multiplicidad del mundo sensible tienen en su interior un principio ontológico que les une a través de ese vínculo.

Como puede verse, la ontología de la que parte cada práctica espiritual es muy diferente. Sin embargo, de forma general, ambas explican cómo la realidad siendo solo una va más allá del mundo sensible y cómo en el plano inmaterial existen seres incorpóreos. Creemos que sería necesario un arduo estudio de la dimensión etérea³⁷ para

³⁵ Nuestro estudio se centra en la concepción de la teúrgia jambliqueana, el cual se encuentra en una cultura inmersa en la sabiduría neoplatónica.

³⁶ Para su estudio el lector puede acudir a la obra de Jámblico, *De Mysteriis*, Libro II, en ella se encuentra descrito cómo se reconocen “la presencia de un dios, de un ángel, de un arcángel, de un demon, de un arconte o de un alma” (Jámblico, Libro II.3)

³⁷ Pavillard en su tesis también muestra la inquietud sobre la posibilidad de investigar las fuerzas que existen en el plano astral. Éste aduce la necesidad del estudio en la dimensión chamánica, nosotros creemos que es necesario a un nivel transcultural mucho mayor. La razón de ello es que la manifestación de este plano varían según el contexto geográfico y sociocultural y, sin embargo, tienen una gran importancia para comprender cada práctica ancestral. Existen muchos estudios que afirman la racionalidad y funcionalidad terapéutica de un sin fin de

llegar a conocer, si se pudiera, una comprensión transcultural de lo que es el mundo. Sin embargo, este quehacer excede por mucho los límites de nuestro trabajo y si hemos traído a colación un gran resumen de ambas ontologías, es porque son necesarias para comprender el trabajo de cada práctica en cuestión. Por ejemplo, podemos adelantar una razón más por la que cada actividad es diferente: si el chamanismo utiliza el plano espiritual para llevar a cabo sus intenciones, es porque su ontología se lo permite. Es decir, ellos conciben que hay una relación bidireccional entre los dos planos del mundo. La teúrgia, en cambio, interviene únicamente en la transformación de la mirada humana, pues su ontología nos cuenta que los seres superiores no se someten a las intenciones de la humanidad. De tal manera que los griegos, en la actividad teúrgica, solo pueden, a través de la semejanza que se sostiene en el vínculo unitivo, contemplar el plano inteligible.

1.2 Antropología del ser humano

Pavillard se encarga de buscar una generalidad que explique la constitución del ser humano dentro de esta concepción del chamanismo³⁸. En esta constitución encontramos que el ser humano es visto como un conjunto de múltiples cuerpos. Estos son: cuerpo espiritual, emocional, psicológico y físico. El primero de ellos está constituido por una fuerza impersonal que se manifiesta como luz y, en ocasiones y desde un punto de vista energético, se identifica con Dios o con el Gran Espíritu. Hay chamanes que explican este cuerpo a través de afirmaciones como “el propio Dios vive en cada uno de nosotros” o “nosotros mismos no somos más que una manifestación del Gran Espíritu” o “el cuerpo espiritual es otra cosa que nada tiene que ver con los restantes cuerpos”³⁹. A través de este diálogo que Pavillard mantiene con los chamanes, se puede deducir que ellos mismos se hayan ante una paradoja: hay una espiritualidad que constituye al mismo ser humano, pero que, a su vez, es algo superior a la constitución humana. Por otra parte, el ser humano está constituido por fuerzas personales: el cuerpo emocional y el psicológico. Éstos no serían más que otros cuerpos energéticos con una dimensión

actividades espirituales, por lo que un estudio acerca de la comprensión ontológica y transcultural del cosmos arrojaría aún mucha más luz sobre este enigma.

³⁸ Para proseguir su estudio (Pavillard, 2016, p. 383-390).

³⁹ *Ibid.*

menos sutil que la primera, ya que tanto los sentimientos como los pensamientos son formas de energía. Por último, estaría el cuerpo físico, el cual ataría o serviría de centro al resto de cuerpos ya explicados⁴⁰.

Para la teúrgia, nuevamente apoyada en la metafísica neoplatónica, el ser humano tiene una naturaleza primera y divina que constituye el fundamento mismo del alma, su esencia. El alma humana y lo divino tienen una relación central, la cual no se da como dos entes que se relacionan el uno con el otro, como pudieran hacerlo dos seres particulares en el ámbito fenoménico. Jámblico establece una conexión íntima del alma con lo divino en la que permanece su ser como la condición misma de su existencia. Esta conexión íntima es una unión simple a lo divino y constituye la identidad más honda de lo humano. Dicha unión es increada y no puede ser separada del alma humana, pues constituye lo más íntimo de sí, antes de toda fragmentación. Poseemos en nosotros mismos un principio ontológico, siendo semejante a los principios ontológicos del mundo divino. La razón de ello es que esta naturaleza primera permanece en el vínculo unitivo. “Dicho de otra manera, «todo está en todo, pero en cada caso a la manera propia», divisa que llegó a ser una especie de dogma del neoplatonismo” (J. M. Ayala, 2012, p. 52).

Nuevamente la antropología del ser humano tiene su diferente explicación en cada cultura, empero, ambas concuerdan en que la humanidad está compuesta de seres a medio camino entre la materia y el espíritu. Nos reiteramos en que un estudio transcultural que busque esclarecer la identidad del ser humano sería de gran utilidad para comprender cuál es nuestra constitución. La razón de ello es que muchas culturas, entre ellas estas dos, afirman que en nuestro ser alberga una dimensión metafísica, por la cual somos capaces de conocer esa apertura a lo incorpóreo de la realidad.

2. Epistemología

Una vez vistas las diferencias entre las concepciones ontológicas y antropológicas de la teúrgia y el chamanismo, vamos a pasar a ver sus formas de conocimiento. Con esto

⁴⁰ La relación que se dan entre todos ellos se centra en “una estructura configurada a través de un sistema nervioso, energético y espiritual, que los interconecta entre sí y que pueden describirse como cuerpos que poseen como una superficie con poros – de la misma forma que el cuerpo físico tiene una superficie formada por piel, que a su vez es porosa –.” (Pavillard, 2016, 390).

llegamos a nuestro gran punto de interés, donde podemos conocer cómo funcionan esos estados alterados de conciencia. Ambas utilizan el éxtasis, esa capacidad que permite “percibir como exógeno aquello que en principio es endógeno, ver en lo exterior aquello que está sucediendo en el mundo interno” (Fericgla, 1999, p. 8). No obstante, puesto que cada cual tiene una cosmología diferente, es de esperar que sus técnicas del éxtasis les lleven a cauces epistemológicos diversos. Para la teúrgia el éxtasis será el ojo del alma, aquél capaz de llevarnos a la contemplación del reino divino; para el chamanismo será la puerta de entrada para conocer el espíritu de las plantas y llevarnos al trance. Nosotros creemos que estas epistemologías no se reducen a ser técnicas únicas y propias de cada cultura, sino que todos los seres humanos tenemos estas capacidades en nuestro interior. Es decir, todas sus formas de conocer forman parte de la cognición humana, por lo que cualquier persona sería capaz de aprenderlas. Primero vamos a pasar a ver tanto la epistemología chamánica como la teúrgia y luego hablaremos sobre nuestra hipótesis.

2.1 Epistemología chamánica

La cultura chamánica busca, en primer lugar, un saber que sea eficaz en la vida⁴¹, por lo que podríamos resumir su epistemología como vivencial. El conocimiento, por tanto, debe funcionar como una manera de encontrar una forma de ser, de estar y de experimentar el mundo. Para actualizar esta finalidad echan mano del trance y el éxtasis. Éstas actúan como portales que permiten agudizar su percepción para obtener un saber profundo acerca de la realidad, de la vida, de uno mismo, etc. A través de ellas podemos acceder a tres formas de conocimiento: el aprendizaje vegetal, la disociación y el dialogismo mental.

Con el primero de ellos no nos referimos a la sabiduría de los libros, sino que cuando buscan conocer cuál es el espíritu y las propiedades de una planta, deben dietarlas⁴². Por

⁴¹ El chamanismo busca “la eficacia en la vida por encima del conocimiento o, en todo caso, el conocimiento en función de la eficacia.”(Fericgla, 1996, p.4)

⁴² Estas dietas requieren de un cuerpo sano para que la mente sea capaz de aumentar su capacidad de concentración, para ello se necesitan condiciones de aislamiento, restricciones alimentarias y conductuales. O sea, estamos ante otro tipo de educación, en el que el poder o conocimiento del vegetalista depende de la duración de las dietas y la variedad de las plantas

ejemplo, “si se quiere conocer las propiedades de un árbol, debe introducirse un trozo de madera en la boca” (Pavillard, 2016, p.183) y mantenerlo hasta conocer de forma experiencial sus cualidades. De esta forma ponen de manifiesto la centralidad del cuerpo, pues a través de las sensaciones podemos aprender sobre cualquier planta, desde el tabaco, o gajos como el ajo, hasta los enteógenos. Por tanto, el aprendizaje vegetal, según el chamán shuar Ricardo:

“Es una educación primordial, una escuela de formación, un conocimiento que se va enseñando de manera oral todo y no está escrito⁴³. Como se enseña y se educa a nuestros hijos es dando ayahuasca, y puedes enseñar y hablar de cosas realmente muy bonitas para que ellos puedan conducirse hacia un camino de vida sana” (Pavillard, 2016, p. 205)

La disociación mental es una cualidad del trance que se da como una búsqueda voluntaria en la que se divide la mente en dos mitades funcionales. Existen muchos tipos de trance donde se da esta cualidad, pero nos limitamos a describir dos: un trance no chamánico que se da en los participantes de rituales sagrados y el trance chamánico. Éste último es un elemento determinante de su estilo cognitivo⁴⁴, pues es su fuente de conocimiento y es desde donde aprenden a moverse de forma subjetiva en la realidad. Éste tipo de trance permite la interacción con los espíritus, a través del cual se entra en contacto con las fuerzas impersonales y se usan según una intencionalidad. Por tanto, aquí damos con una racionalidad instrumental, pues el chamán es el responsable de domesticar las energías para disponer de ellas a voluntad⁴⁵.

En el otro lado, tenemos ese trance no chamánico, el cual permite conectar y conocer la faceta espiritual de la realidad. A través de esa disociación mental, la persona, siendo

dietadas: “cuanta más dieta se hace, más ciencia se adquiere: es como asistir a la universidad, un proceso de aprendizaje que nunca termina” (Pavillard, 2016, p.182).

⁴³ Una mirada etnocéntrica aduciría del chamanismo, de forma peyorativa, que no tienen un saber escrito que muestre toda la grandeza de su saber. Sin embargo, una mirada humilde vería un tipo de racionalidad que nunca antes nos habían enseñado, ni las escuelas, ni nuestra cultura.

⁴⁴ “Entra en un trance profundo o estado modificado de la mente sin perder la consciencia despierta de lo que está viviendo; durante la disociación mental, su ego soñador establece relaciones con entidades que el chamán vivencia como de carácter inmaterial y puede, hasta cierto punto que depende de su propio poder personal, modificar el orden del cosmos invisible de acuerdo a su interés o al de su colectividad.” (Fericgla, 1996, p. 1)

⁴⁵ Dando lugar a brujos o curanderos, pues depende de la ética de la persona lo que quiera hacer con este conocimiento.

plenamente consciente de sí misma, puede transitar en esa dimensión astral y acceder a su conocimiento. Este trance permite también el dialogismo mental: se trata de una conversación con uno mismo, donde uno observa su propia mente y ve, como desde afuera, sus representaciones mentales y emocionales. Este recurso psíquico se da de forma responsable y consciente, siendo así una técnica muy alejada de las conocidas patologías mentales⁴⁶. La mente busca “hablar consigo misma, se auto-observa, reelabora sus contenidos emocionales recientes y lejanos, y toma conciencia de sí misma” (Fericgla, 1999, p. 8). Es decir, la finalidad del dialogismo se sustenta en aprender cómo aprendemos – un deuteroaprendizaje – y para ello la mente piensa sobre el propio pensamiento, observando patrones mentales y emocionales, actualizando su conocimiento y preguntándose cómo ha aprendido esos patrones que dirigen su pensamiento cotidiano de forma inconsciente.

2.2 Epistemología de la Antigua Grecia

En la metafísica neoplatónica encontramos tres facultades que se alternan, sin estar desconectadas las unas de las otras, pues no son compartimentos estancos que desarrollen su actividad de modo aislado⁴⁷. La facultad sensitiva y la dianoética están en contacto directo con lo sensible, la primera de ellas hace referencia a la percepción exterior, mientras que la segunda se refiere al conocimiento propiamente humano. Ambas están distanciadas del conocimiento de lo inteligible, ya que éste, al no ser cosa alguna, no puede ser captado por un pensar, ni tocado a través del tacto. Necesitamos una facultad que no requiera de una distancia entre el objeto y el sujeto. Damos por tanto con la tercera facultad: el ámbito noético. Éste aparece aquella capacidad divina

⁴⁶ “Esta conciencia dialógica es la que, en forma incontrolada y patológica, está en la base de los estados esquizoides. Por ello se puede afirmar que el chamán juega literalmente con la locura y que una persona realmente entrenada a moverse en estos procesos y estados mentales dialógicos no deviene en esquizofrénica ya que, por así decir, conoce la teoría y la práctica de dicho estado mental” (Fericgla, 1999, p. 17). Hablar sobre esta distinción entre las patologías mentales y los recursos psíquicos que se buscan en un EAC es un tema que excede nuestros límites de trabajo. No obstante el lector puede acudir al texto que acabamos de citar u otros del mismo autor, como por ejemplo, *Delirios, cultura y pruebas de realidad* de 1993, en el que se dedica un estudio exclusivo acerca de esta disyuntiva.

⁴⁷ “No hay en el alma compartimentos estancos cada uno de los cuales desarrolle su actividad de modo aislado. Ésta constituye un todo articulado y bien trabado donde cada facultad moviliza a todas las demás” (M^a J. Hermoso Félix, 2012, p. 31)

del ser humano que no responde a la fragmentación del sujeto y el objeto. La facultad de la noésis es la conciencia más alta de la razón humana, capaz de contemplar y comprender lo inteligible.

De forma general podríamos aducir que esta es la epistemología del neoplatonismo, pero en ella se albergan muchos matices que la enriquecen. Por ejemplo, Plotino advierte que la facultad sensitiva conecta de forma indirecta con lo inteligible, de tal forma que estará “lejos de vislumbrar el mundo inteligible quien no mire a lo sensible” (M^a J. Hermoso Félix, 2019, p. 21), alejándose así de la comprensión gnóstica. En el mundo se puede seguir la huella divina, sin embargo, se corre el peligro de perderse en lo múltiple, sentirse confuso ante un mundo con tantos matices diferentes; olvidando así lo semejante que une a cada cosa a través del vínculo unitivo. Por otro lado, Jámblico desdobra el ámbito noético para introducir un ajuste en la comprensión de la contemplación. Y es que “si hay que decir verdad, ni si quiera es conocimiento el contacto con la divinidad” (Jámblico, Libro I. 3), por lo que la contemplación es una unión simple y directa que liga al ser humano con las deidades, pero no un conocimiento propiamente. Así pues, la noesis como contemplación ha de diferenciarse del saber intelectual, un nivel que no se da en la dualidad entre sujeto y objeto, pero que es inferior a la contemplación por ser aún conocimiento, el cual podemos entenderle como una intuición unitiva.

La epistemología neoplatónica ofrece una facultad divina, por lo que la facultad sensitiva y la discursiva no agotan la potencia epistémica del alma, sino que sirven como propedéuticos hacia la contemplación, lugar donde se trasciende a las categorías duales propias del mundo sensible. Por tanto, es de vital importancia que cada facultad ocupe el lugar que le es propio, ya que si no fuera así, entonces cada potencia se cerraría sobre sí misma, dando lugar a un desequilibrio epistémico y ocultando la naturaleza divina del ser humano. Cada facultad tiene su valor, pero han de ocupar su lugar para que de ellas surja la apertura a espacios más hondos de experiencia: la contemplación. Es la noesis la experiencia activa de lo divino, la cual tiene la capacidad de transformar al ser humano, pues tiene un poder sanador capaz de equilibrar y devolver la armonía allí donde se hubiera perdido. En ella la mirada se ha alquimizado, ha sufrido una transmutación interior en la que el ser humano encuentra que su conciencia no está desdoblada. En la contemplación se produce una sinestesia, una conciencia que no

distingue ni fondo ni forma, ni la visión de lo percibido. En este estado alterado de conciencia es donde uno experimenta la noción de unión, en el cual uno no conoce otra cosa, sino que se reconoce en todas esas otras cosas.

2.3 Conclusiones de la epistemología

A través de estas dos culturas hemos visto cómo la dimensión espiritual que envuelve tanto a la constitución del ser humano como a la ontología del mundo, permite dar a conocer una capacidad de experiencia y una racionalidad más amplia de lo que envuelve a las ciencias de hoy en día. Así pues, con ellos asentimos en que:

“Las formas de justificación lógica y epistémica no pueden ser usadas de modo homogéneo para investigar toda la realidad. Los límites cognitivos y teóricos de las ciencias demostrativas no sirven para acceder y conocer realidades supraracionales” (J. Ganem, 2012, p. 282).

Hace falta utilizar el saber participativo, sumergirse en los EAC para acceder a un ámbito de conocimiento que se mantiene escondido. Éstos instrumentos, tan alejados de los cauces habituales en los que se sustenta el conocimiento lógico y formal, parecen resistirse a ser validados por los ámbitos intelectuales más rigurosos. No obstante, creemos haber hecho frente a esta dificultad a lo largo de nuestro trabajo para poder argumentar con razones de sobra que son ámbitos cognitivos igual de valiosos. Éstas culturas, tan conscientes de su relación con los demás y con la naturaleza, han buscado su conocimiento a través de la experiencia, en pos de que éste fuera eficaz en sus vidas. Sin embargo, nuestra cultura, tan evolucionada en muchos ámbitos, es muy ingenua a la hora de comprender que el conocimiento racional y abstracto no capta el pulso vital. Por tanto, no podemos dejar en el ámbito de la fe y de las creencias a estas herramientas ancestrales, pues son ámbitos que conducen a la sabiduría, a una comprensión profunda de la realidad, de nosotros y del mundo sensible que nos rodea.

Nuestra pretensión en todo momento, tal y como adujimos al principio del capítulo, era establecer un equilibrio entre la facultad objetiva y la subjetiva. Sin embargo, hay ámbitos de estudio en los que se requiere dar rienda suelta a la participación subjetiva, poniendo entre paréntesis a la razón discursiva. La razón de ello es que, en términos

jambliqueanos, la mente humana no es apta para captar conceptualmente a la deidad o a la unión con ella, por lo que el conocimiento de lo inteligible no puede darse de la misma forma de la que conocemos que el fuego quema o cómo funcionan las leyes mecanicistas de la naturaleza. Por tanto, “la verdad religiosa no puede ser conocida como la verdad de la ciencia; en ese caso, tal vez la religión debería dejar de ser religión” (J. M. Ayala, 2012, p. 279).

Ambas culturas buscan la educación del ser humano, el chamanismo a través del trance y del aprendizaje vegetal, la teúrgia a través de la alquimia de la mirada del hombre. No son técnicas irracionales, tampoco son representaciones teatrales, ni hechicería. Son prácticas reales que funcionan: cualquier valiente que se atreva a introducirse en ellas obtendrá un conocimiento liberador, amoroso y lleno de vitalidad. Michael Winkelman⁴⁸, un investigador que se centra en la enseñanza del chamanismo y la medicina psicodélica, aduce en su libro *Shamanism and Cognitive evolution* que cualquier ser humano tiene la capacidad potencial de experimentar el trance y sus diferentes tipos. Es decir, que es una facultad intrínseca del ser humano ligada a su biología⁴⁹, por lo que no queda circunscrita a ningún individuo ni a ninguna cultura determinada. Lo mismo ocurre con la contemplación, ésta no queda reducida a una experiencia a la que sólo pudieran acceder los antiguos griegos, sino que es un EAC que también se da en otras culturas, como también la chamánica. La contemplación, por tanto, también pasa a ser una facultad intrínseca del ser humano.

Pavillard relata tres modalidades chamánicas que se dan en el Amazonas, a saber: indígena, vegetalista y religiosa. En las prácticas chamánicas indígenas se da lo que el antropólogo denomina la experiencia de la totalidad, la cual colapsa tanto lo individual como lo social, lo uno y lo otro, quebrantando las barreras entre el objeto y el sujeto. En sus rituales, la toma de ayahuasca “se experimenta como un regreso al útero cósmico, en el que se ve con los propios ojos el origen del universo y la humanidad” (Pavillard, 2016, p.177). Mientras que en la modalidad religiosa – un culto chamánico que se da a partir de los años 30, cuyas iglesias ayahuasqueras principales son el Santo Daime y la União do Vegetal – también se da la mirada unitiva. Podemos acudir a sus evangelios

⁴⁸ (Pavillard, 2016, p. 320).

⁴⁹ Esta es la razón por la que el chamanismo puede comprenderse desde una óptica transcultural, pues su estilo cognitivo, el trance chamánico, es “producto de una base neuropsicológica común, estando el chamanismo en el origen de la evolución cognitiva del ser humano y de la experiencia espiritual” (Pavillard, 2016, p. 93).

para contrastarlo, como también a sus himnos⁵⁰ y a las técnicas de sus rituales, tales como las concentraciones. En ambas iglesias se da un contenido doctrinal y una estructura jerarquizada. Por ejemplo, la persona que dirige el ritual recibe el nombre de Comandante o Mestre y el resto de participantes – que suelen ser miembros estables – debe ajustarse a las normas y a la ritualización de las ceremonias. Lo más interesante que podemos destacar de ellos es que se establecen en forma de organización eclesial y son capaces de orientar, de forma colectiva, su práctica espiritual y curativa. Es decir, sus rituales están organizados de forma grupal, donde los miembros más expertos son los que guían, pero todos los participantes buscan de forma colectiva abrirse a la contemplación. En éstos desaparecen también las individualidades, pues todos se suman en un coro eclesial que busca la comunión con el resto de participantes para así poder llegar a la comunión con la deidad.

Es bastante interesante que Jámblico justamente aduzca que para realizar esta unión con el cosmos, es necesario unirse también a otras almas. Es decir, que la contemplación ha de darse de forma conjunta, por lo que la teúrgia también comparte este carácter comunitario con la modalidad religiosa del chamanismo, además de la indígena. La razón de ello se debe, en palabras de Ayala: “En el pensamiento de Jámblico aparece claro, la teúrgia implica también que el ascenso hacia el uno no puede ser individual, sino que debe ser colectivo; se muestra como la idea de “coro” se eleva de manera intelectualmente armónica.” (J. M. Ayala, 2010, p. 144). Con este coro se refiere a los seres superiores. Pero otros textos griegos como los de Proclo y Libiano hacen referencia a los grandes filósofos como un coro divino, donde también se encuentra Jámblico. Por tanto, parece que este carácter comunitario se trata de una estructura ordenada jerárquicamente, la cuál sabe de la necesidad de consagrarse con el alma de los demás para trascender y llegar a la comunión con lo uno.

3. Chamanismo, teúrgia y filosofía

La distinción entre fe y razón, entre lo racional e irracional, ha devenido en que perdamos el hilo de los enigmas vitales. Una vez se asentó el conocimiento en la

⁵⁰ “Vai aquietando sua mente, faça tudo silenciar. Pois se a mente, não se cala. Não poderás Deus escutar”(Bem Vindo, Léo Artese) “Voando eu sigo em frente, com deus a voar. Por cima das nuvens, a alma se eleva com Deus a voar” (Sigo a voar, Léo Artese) “Libertando a mente para alcançar e ver o mundo exatamente como é” (Buda, Léo Artese)

dominación de lo exterior, empezó a perder importancia el autoconocimiento interior, dejando ámbitos como los EAC que hemos visto en prácticas disparatadas que no conducían hacia ningún lugar. Sin embargo, el estudio de lo objetivo no ha arrojado luz a estos misterios universales. Hemos logrado un sin fin de conocimientos especializados, pero lo que nuestra sociedad promulga como bandera de éxito – tener un buen puesto de trabajo, ser un ser humano funcional y trabajador, vivir rápido para que a uno le de tiempo a terminar las tareas diarias, etc. – no llena el vacío de nuestro interior. El anhelo del alma busca una paz interior, saber cuál es el sentido de su existencia, no vivir fustigado por los pensamientos, ni verse arrastrado por las emociones. Perdernos por el mundo a veces implica encontrar sentimientos de falta de significado, sentir la soledad, estancarse interiormente... El problema viene cuando no sabemos salir de esos barrotes fangosos y nos invade de forma crónica los problemas psicoemocionales. Entonces uno comienza a sentirse únicamente desde su condición de parte: un ser frente a otros seres, perdiéndose así en un mar de multitud y desconcierto. De tal manera que comienza a andar por el mundo de forma ciega, cifrando su vida y su identidad en cosas vanas y frágiles, como por ejemplo sus circunstancias sociales. Esta precariedad de vida en la que puede perderse el hombre si olvida su ser espiritual es bien conocida desde hace mucho tiempo por la cultura de la Antigua Grecia. El ser humano, al vincularse al cuerpo, adquiere una vida terrenal, pero si olvida que también es capaz de una vida divina, entonces quedará prisionero de su situación de indigencia, encontrándose como un ser arrojado a la existencia sin saber muy bien qué hacer con ella. La teúrgia y la filosofía sirven como faro al hombre para que no se pierda en las aguas de la multitud, para que reconozca en ellas la fuente de semejanza que envuelve de forma incorpórea a todo el mundo sensible y, finalmente, para recordarle su identidad originaria, aquella naturaleza divina semejante a la divinidad del cosmos. De tal manera que ambas actividades han de trabajar a través de un camino epistémico en la transformación de su mirada y, para ello, tendrán que purificar el cuerpo humano de toda la oscuridad y toda sombra que le ha conseguido perturbar hasta perderse. Ambas profesiones saben que este camino es largo y dificultoso, pero también conocen la valía epistémica de la dialéctica, del éxtasis y la contemplación como senderos de autoconocimiento que recuerdan al hombre su lugar en el mundo. A fin de cuentas, una

mirada fragmentada puede dominar el mundo, pero no puede encontrar la serenidad del espíritu.

La cultura chamánica también atiende a los problemas humanos que acabamos de explicar, asimismo busca que las personas sean conscientes de su naturaleza divina. Si recordamos, la teúrgia y el chamanismo como técnicas del éxtasis comparten una función curandera, una relación muy estrecha con la divinidad y la capacidad de devolver a cada cual su identidad. Sabemos por los textos de la teúrgia, como el de Jámblico, tanto por palabra de los curanderos del amazonas, como las relatadas en los trabajos de los antropólogos Fericgla y Pavillard, que sus trabajos funcionan y son reales. Ambos conducen al autoconocimiento, a la expansión de conciencia, a la preocupación por la salud, etc. Asimismo ambos comparten el gran objeto de estudio que baña todos los tiempos de la humanidad: los enigmas vitales. Por tanto, nos preguntamos: si nuestra intención ha sido trazar puentes entre ambas técnicas de lo sagrado, siendo la teúrgia una actividad tan arraigada a la filosofía antigua ¿No es necesario también que el quehacer filosófico de nuestros tiempos atienda a la cultura chamánica y busque trazar alianzas? Muchos chamanes españoles con formación en psicología se consideran como ‘hombres puente’ por intentar unir las enseñanzas de las dos disciplinas en un mismo objetivo: sanar al ser humano. De la misma forma sería una labor interesante presentar puentes entre la filosofía y chamanismo. Así pues, esta es la razón principal por la que comenzamos a estudiar y escribir todo este trabajo. Pues nuestra intención siempre fue esta, empezar a trazar alianzas entre la teúrgia y el chamanismo a través de una mirada filosófica. Creemos que esta es la verdadera medicina que necesitan nuestros tiempos modernos, a saber: superar la brecha epistemológica entre ciencia y religión para no perder de vista la solución a nuestros problemas más profundos y dolorosos. Por lo que retornar a la memoria de nuestros antepasados, significa devolver la validez cognitiva a los saberes que tratan con la divinidad.

Religión y hombre es la vinculación más profunda de la realidad y ésta promete devolver la salud tanto al ojo del alma, como a su tormenta pasional y mental. Sin embargo, Jámblico nos advierte que restaurar el bienestar emocional y psicológico del ser humano es un desiderátum, “pero también cabría el riesgo de falsear los verdaderos objetivos de la religión, la cual no debe asumirse como mero instrumento del obrar

moral correcto, pues por la religión, el ser humano se vincula con la esfera superior” (J. M. Ayala, 2012, p.280). Creemos importante no perder de vista esta reflexión, ya que profesiones como la teúrgia y el chamanismo trabajan de forma tan fuerte la psicoemocionalidad del ser humano que el peligro que acontece a ellas es olvidar que su razón de ser última es el estudio de las deidades.

La modalidad indígena y religiosa del chamanismo mantienen este vínculo, sin embargo la práctica vegetalista parece desatender la relación con la divinidad de la que Jámblico nos pone al tanto. Esta modalidad, la cual surge alrededor de 1880, supone una simplificación del fenómeno chamánico: se orienta simplemente a procesos de sanación. No por ello olvida su dimensión indisociable con la espiritualidad, pero en sus rituales no se practica el estudio de la divinidad como tal. No obstante, de estas prácticas se puede sonsacar un estudio sobre la psicoterapia que se produce en estos rituales. Es decir, esta psicoterapia se da en todos los rituales que hemos visto, tanto los teúrgicos, como también en las tres modalidades chamánicas. Pero al ser la curación la finalidad primera del ritual vegetalista puede estudiarse de una forma más clara cómo funciona esta psicoterapia. Nosotros creemos que su estudio cabe perfectamente bajo una lectura platónica. Es decir, el camino epistémico que Platón propone a través de la belleza y que Jámblico lo acoge a través de los símbolos, creemos que también se da en los rituales chamánicos a través de lo unitivo. Antes de adentrarnos a aclarar nuestra hipótesis, vamos a recoger qué tienen en común los rituales de la cultura griega y la chamánica. Este paso previo es importante para aclarar la importancia de los estados alterados de conciencia, como también es necesario entenderlo para conocer cómo se da esa psicoterapia de la que hablamos.

3.1 Rituales

Como decíamos en el primer capítulo, hay dos cosas que tenemos claras sobre el Alto Amazonas y la Antigua Grecia: el uso de los estados alterados de conciencia (EAC) y los espacios rituales. En la Grecia clásica existían variados cultos, nosotros nos vamos a centrar en los misterios Eleusinos. La peregrinación a Eleusis era parte central de la vida anual. En el mes de febrero se daban los misterios menores y durante el mes de octubre los misterios mayores, siendo los primeros como un preparatorio para la visión de los

segundos. Las modalidades del Alto Amazonas acabamos de verlas, por recordar: indígena, vegetalista y religiosa.

Los misterios se mantuvieron durante más de mil años, mientras que los del Alto Amazonas han sobrevivido hasta nuestros días. Por tanto, no es difícil sonsacar de ellos la gran centralidad e importancia que ocupaban, y ocupan, estos rituales en sus vidas. Ceremonias que, además, se diferencian mucho de la religión cívica, pues su foco no era la adoración de dioses, tal y como parece que se celebran las misas en nuestros días, sino las necesidades de los participantes y la búsqueda de su introspección. En ambas culturas se da también una experiencia mística, la cual responde a sus necesidades espirituales y anhelos del alma⁵¹. Son lugares que permiten la educación sobre deidades y sobre uno mismo, pues ayudan a buscar una mejor comprensión tanto del mundo exterior como el mundo interior personal⁵². Una reflexión muy importante a tener en cuenta es el término que utiliza el Santo Daime para designar sus rituales: *trabalho*. Es decir, uno no va allí a huir de sus problemas, sino a afrontarlos, a adentrarse en su mundo interior, trabajar su introspección y sus ámbitos existenciales. Al fin y al cabo, deben ser lugares acordes con la espiritualidad, pues los EAC –ya sea a través de los enteógenos u otro tipo de técnicas del éxtasis– deben realizarse siempre desde el respeto y la sacralidad. Por esta razón, la significatividad que aporta este término es tan esclarecedora, pues pasamos de ver en ellos una carga peyorativa –que bien puede acabar en opiniones como “esto es irracional”, “son lugares sectarios”, o “es como ir de fiesta”– a entenderlos como espacios seguros y sagrados donde ponemos cara a nuestras propias sombras. También podríamos denominarlas como remedios, tal y como lo hace Heráclito. Jámblico, por su parte, aduce que estos ritos son necesarios “para curar nuestra alma, para moderar los males que le son connaturales por el hecho de la generación, para liberarla y librarla de las ataduras” (Jámblico, Libro I.11).

⁵¹ (Camino a Eleusis, 2008, p. 205)

⁵² “En Eleusis los iniciados viajaban más allá de este mundo, a un lugar que cualquiera que no hubiera estado antes ahí llamaría mítico, y no la confirmación definitiva de la realidad (Camino a Eleusis, p. 21). Mientras que en los rituales chamánicos “se distingue una realidad ordinaria y una no ordinaria, donde la diferencia depende exclusivamente del estado de conciencia en el que se encuentra la persona. El trance inducido por la ayahuasca daría esa capacidad para percibir lo sutil, concibiendo la distinción entre lo visible y lo invisible, efectivamente, como una cuestión de grado de percepción” (Pavillard, 2016, p. 383).

Estos rituales actúan como vasijas espirituales, emocionales y sociales⁵³, pues facilitan la vivencia de emociones, haciendo posible la educación de las mismas y empujando al participante hacia la transformación. La posibilidad de ello es que se vive de forma práctica la psicología y la filosofía, ya que suelen encontrarse respuesta a las inquietudes intelectuales, emocionales, espirituales y de curación. En estos lugares uno puede revisar el sentido de su vida, saber en qué cosas cifra su identidad y qué lugar quiere ocupar en el mundo. Estas respuestas de las que hablamos se dan como visiones cognitivas y son capaces de provocar alteraciones en el alma de los iniciados. Esas visiones reciben el nombre de miraciones en el chamanismo, a ser concretos es un término proporcionado por la modalidad religiosa; mientras que en la teúrgia se denominan epoptías. Todas esas visiones, a decir verdad, son mensajes supraracionales que no son comprendidas a través de los cauces habituales de la razón, pero pueden intuirse y también pueden experimentarse. De tal manera que, cuando hablamos tanto de la teúrgia como del chamanismo, hablamos de profesiones que realizan los seres humanos, pero que en un sentido primario, son ciencias que envían los dioses. Es decir, ambos como técnicos de lo sagrado, como personas que saben moverse por esos EAC, deben tener en su mano un saber técnico para guiar a los participantes: los teúrgos en cómo educar la mirada de los iniciados, los chamanes en cómo invocar a las energías de polaridad ética positiva y expulsar a las de polaridad ética negativa. Pero este saber técnico no lo es todo, no toda la fuerza de la acción ritual procede de ellos, solo es la vasija que crean para recibir tanto a las deidades como a sus visiones o mensajes.

3.2 Epophtías:

A través de este término griego es como se designan las visiones de los misterios, las cuales, “provocaban en ellos una impronta permanente y definitiva, pues marcan la transición de un estado a otro en la vida de una persona”⁵⁴. La teúrgia implica, por tanto, una iniciación vivencial y una transformación ontológica, ya que a través de las visiones comienza a vivir el conocimiento de su naturaleza originaria. Cuando se alcanzaba ese cambio interior a través de la visión, el principiante pasaba de llamarse

⁵³ García Arroyo, María del Pilar. (2019). “*Enteógenos, ritual y psicoactivos en el mediterráneo antiguo: química entre dioses y hombres*”. Madrid, España. p. 144

⁵⁴ *Ibid*

mystai a ser conocido como un iniciado, un *epoptai*. La diferencia estriba en el grado de conocimiento que ha obtenido la persona⁵⁵ y cómo pasa a participar en los rituales: pues los principiantes mantenían silencio y los ojos cerrados en los misterios, mientras que los iniciados no, pues ellos ya habían visto⁵⁶. Como comentábamos a lo largo de nuestro escrito, la importancia del dicho «ver para creer» es suprema, pues el verbo “ver” es el que utilizan en los misterios para expresar este tipo de conocimiento: ellos saben porque han visto. La sabiduría que se alcanzaba en estos cultos es expresada por Platón como la locura divina, pues las visiones no se alcanzaban a través de la razón, sino que implicaba un estado mental excitado, un EAC o una manía divina⁵⁷.

3.3 Miraciones:

La miración alude a un mensaje supraracional, que puede ser transmitido de forma visual, a través de la intuición, símbolos o metáforas. Este término proviene del verbo mirar, por lo que nuevamente nos hallamos ante la importancia de recibir un conocimiento por encima del entendimiento, además de remitirnos otra vez a ese dicho que llevamos tanto tiempo repitiendo. Es un término procedente del Santo Daime, no obstante esto no significa que no se den en el resto de modalidades amazónicas⁵⁸ y chamánicas. En esta religión se consagra la ayahuasca como medicina, la cual tiene la capacidad de intensificar temporalmente la capacidad natural del ser humano para entrar en un EAC. Las visiones son actividades mentales muy diferentes a las propias de una alucinación. Éstas últimas emanan la distorsión de los sentidos y de la capacidad racional, carecen de significado y de sentido, sin dejar rasgos de trascendencia en la conciencia humana. Las visiones traen consigo un sentido de confianza y de certeza cognitiva para aquél que las vive. La ayahuasca actúa entonces como un visiígeno, es

⁵⁵ En los misterios se experimentaba “una visión que proporcionaba un conocimiento absolutamente nuevo, asombroso y que no podía ser aprendido por vía de la razón” (C. G. Wagner, 1894, p. 40).

⁵⁶ García Arroyo, María del Pilar. (2019). “*Enteógenos, ritual y psicoactivos en el mediterráneo antiguo: química entre dioses y hombres*”. Madrid, España. p. 345

⁵⁷ *Ibid*

⁵⁸ Algunos de los rituales de la etnia indígena de los shuar, son dedicados para transformar al niño en adulto a través de la visión, éstos buscan atrapar el espíritu del arútam, es decir, “atrapar la visión producida por el enteógeno consumido en un ritual que le hará adulto” (Fericgla, 1994, p. 7). Estas visiones también se dan en la modalidad vegetalista, pues a través de ellas es como los participantes obtienen conocimiento que pueden utilizar para su curación.

decir, como una herramienta para traer entendimiento. Son lecciones para el alma, pues se comunica con el espíritu de cada participante.

4. La psicoterapia de la ayahuasca

Ya hemos terminado nuestro largo recorrido sobre las diferencias y similitudes entre la teúrgia y el chamanismo, desde sus cosmovisiones a sus diferentes técnicas epistemológicas. Hemos hecho alusión también a la importancia de trazar puentes entre estas dos culturas para enriquecer la sabiduría que proporciona la participación del ser humano en el conocimiento. También hemos definido la importancia de la relación que hay entre la filosofía y cualquier técnica sagrada del éxtasis. Ahora, como última parada, queremos centrarnos en la siguiente pregunta ¿Qué tiene el conocimiento de liberador y cómo conecta con los enigmas ancestrales? Para ello vamos a centrarnos en la psicoterapia de la ayahuasca, la cual parece que recorre un camino epistémico parecido al de Platón y Jámblico, aunque ésta a través de la unión. Sin embargo, es necesario preguntarnos antes qué es la ayahuasca y cuál es su contexto.

4.1 Contexto

La ayahuasca⁵⁹ es una planta más dentro del sistema de curación de los pueblos amazónicos, los cuales atesoran un conocimiento altamente sofisticado sobre sus ecosistemas, siendo unos botánicos expertos cuya sabiduría utilizan para aplicaciones médicas. La medicina tradicional amazónica está inmersa en su cultura, por lo que ni la ayahuasca ni cualquiera del resto de sus preparados terapéuticos aparecen aislados de su cultura⁶⁰. El término ayahuasca proviene del lenguaje quechua y viene a significar «la

⁵⁹ “Es tal el peso que tiene en su mundo cultural que, hasta ahora, el consumo de ayahuasca ha sobrevivido a cualquier proceso de aculturación, por intenso que haya sido” (Fericgla, 1997, p.1).

⁶⁰ En ese sentido ocurre algo muy distante con la medicina europea, pues ésta siempre ha buscado, en pos de la frialdad del ensayo clínico, desligar a la medicina – sobretudo los medicamentos antibióticos y antivirales – de cualquier tipo de contaminante cultural. En realidad, aunque hablemos del sistema médico amazónico, se trata de sistemas que trascienden lo que entendemos en el mundo occidental por medicina, que es la mera acción sobre el cuerpo para curar un daño. La medicina tradicional amazónica trabaja en todos los planos a la vez por medio de rituales de una sofisticación tan impresionante que al observador lego occidental le parece simple folclore” (ICEERS, 2020, p.14).

liana de los muertos» o «la enredadera del alma». Su preparación tiene diferentes formas, depende de qué trabajo curandero se vaya a realizar se prepara de una u otra forma. Nosotros vamos a centrarnos en aquella que contiene DMT, ya que nos interesa conocer los efectos enteogénicos de la planta. Sin embargo, la farmacología moderna clasifica la DMT como alucinógena, explicando que sus efectos se asocian en algunos casos a los mismos efectos que se dan en las patologías psicológicas. Pero esta molécula también es conocida en algunos ámbitos como «la molécula de dios», por lo que creemos que la connotación peyorativa de la ciencia de nuestros días pasa inadvertida una comprensión más trascendental: su significado etimológico, el cual viene a expresar que su efecto es como un «vagar a través del alma» o «caminar por la luz». Sus efectos suelen describirse como un soñar estando despierto, siendo plenamente consciente de las sensaciones.

Es curioso, además, que esta “potente sustancia a la que se deben sus efectos psicoactivos, es también una sustancia que segrega nuestro propio cuerpo y que es la responsable de los sueños nocturnos” (Fericgla, 1997 B, p. 3). Esas miraciones de las que hablábamos no sólo se dan en el propio ámbito del trabajo o del ritual, sino también a través de los sueños. Como decíamos antes, a la ayahuasca también se la conoce como un visiógono y es a partir de sus enseñanzas cómo los chamanes de modalidad religiosa crean sus líneas de trabajo para detenerse en el estudio de la divinidad. Lo mismo ocurre con las epoptías en la cultura de la Antigua Grecia, por lo que más curioso aún es que Jámblico aduzca en sus tiempos que “la ciencia médica se ha construido a partir de sueños sagrados” (Jámblico, Libro III.3).

4.2 Farmacología

Antes de seguir recorriendo el contexto y la cultura de la ayahuasca creemos necesario hablar sobre los datos científicos que se han obtenido a través del laboratorio como también gracias a estudios participativos. La fundación ICEERS, una plataforma que fomenta las investigaciones terapéuticas de los enteógenos ha reunido, a través de su última investigación *La ayahuasca en España*, numerosos estudios que han demostrado

desde su efectivo uso en el campo de las drogodependencias ⁶¹, como para la regulación psicoemocional para trastornos de personalidad o de estrés postraumático. También se encuentran estudios de cómo es capaz de regenerar vías y conexiones neuronales, además de tener eficacia tanto en enfermedades crónicas, médicas – por ejemplo en procesos bacterianos y virales –, como también psiquiátricas, incluso en aquellas en las que se resisten a los tratamientos convencionales. Vale la pena destacar y hacer hincapié en la importancia de este enteógeno por sus efectos en la química cerebral, pues se manifiestan en beneficios psicológicos muy prometedores. La ayahuasca tiene un efecto ansiolítico y antidepresivo ⁶² por lo que regula la actividad emocional y ayuda a procesos de duelo, traumas, ansiedad, pánico, etc. Las ceremonias de ayahuasca se presentan entonces como un gran potenciador de la toma de conciencia ya que los participantes comienzan a mirar con otros ojos su propia existencia. Además, estas consecuencias se alargan en su vida rutinaria, en la cual comienzan a autoresponsabilizarse de ella, buscando metas y objetivos vitales, comienzan a poner en práctica valores éticos, hábitos de vida saludables, búsqueda de prácticas de autocuidado e introspección, un inicio o un desarrollo de profundidad espiritual, indagación por el sentido de la existencia ⁶³, enriquecimiento y crecimiento personal y un gran etcétera que no sabríamos resumir.

Creemos que no es necesario advertirle al lector de que las explicaciones científicas de los mecanismos de curación de la ayahuasca son vistas como altamente reduccionistas para la epistemología amazónica. No obstante, el potencial terapéutico que ha demostrado tener a través de dichas investigaciones es bastante prometedor como para que la curiosidad nos haga querer saber más sobre sus efectos. Sin embargo, para ello debemos alejarnos de los laboratorios y los estudios participativos para adentrarnos de lleno a las explicaciones del amazonas. Su medicina está asentada en una dimensión

⁶¹ Esta es una de las principales labores de un centro asociado sin ánimo de lucro en Perú, el cual conduce su labor a través de terapias amazónicas contra las adicciones. Su trabajo se puede seguir en: <https://www.takiwasi.com/>

⁶² “El 56% de la muestra reconoció haber reducido o sustituido el uso de medicamentos, principalmente analgésicos, ansiolíticos y antidepresivos, desde su involucración en las ceremonias de ayahuasca, lo cual abre un abanico de posibilidades terapéuticas en unas sociedades en las que una parte importante de la población toma diariamente alguno de estos medicamentos” (ICEERS, 2020, p.7).

⁶³ Los niños de la tradición shuar, aducen que “van a tomar ayahuasca para intentar conseguir una larga vida, mientras que el anciano que guía el rito de paso (*de adolescente a adulto*) les repite: ve a buscar tu propio camino” (Fericgla, 1993, p. 7)

espiritual, por lo que si no atendemos a este aspecto, pasaremos por alto todo su potencial psicoterapéutico.

4.3 La espiritualidad

Para los amazónicos, cuya medicina tradicional se asienta en una naturaleza espiritual, lo relevante de la ayahuasca es su espíritu. Es, además, una medicina holística que no entiende ni de fondo ni de forma, pues trasciende los conceptos de mente y cuerpo para operar en el equilibrio⁶⁴ de la persona. Esta medicina trabaja tanto a nivel energético y espiritual, como en el cuerpo físico y psicoemocional⁶⁵. Por otro lado, la ayahuasca llega a mostrar incluso cualidades humanas como la de tener conciencia, comprensión y voluntad propia, dando a cada persona lo que necesita en cada momento, de ahí que se denominen plantas maestras, pues esta razón sustenta uno de los argumentos de la valía en su aprendizaje vegetal. La planta pone orden allí donde hay caos, produce una intensa y profunda experiencia espiritual y conduce a caminos de curación y de una vida sana. De tal manera que esta planta recibe muchos nombres, como el de abuela por su capacidad de enseñanza, como el de doctor o medicina, plantas sagradas, sacramentos, etc.

La psicoterapia de la ayahuasca se debe a la combinación de la medicina junto a los poderes catárticos del ritual y el trabajo del chamán. Si hay curación es gracias a la mezcla de todos estos componentes, siendo de vital importancia que el chamán sea el que guíe la ceremonia. Al principio del capítulo adjuntemos cuál es la ontología de la que

⁶⁴ Incluido el equilibrio de su comunidad y ecosistema. Una reflexión que excede el límite de nuestro estudio, pero que creemos importante reflejar es que un chamán más que tener pacientes individuales, tiene una tarea de equilibrar una disfunción social u ontológica y, de esta forma, como consecuencia intrínseca llega la cura de la persona. El diagnóstico del chamán busca responder a cuál es la razón por la que una persona concreta se convirtió en víctima de la enfermedad o por qué fue vulnerable a ella. Estas preguntas son de vital importancia porque busca identificar las causas últimas de su enfermedad, ya que curar individualmente supondría simple y llanamente una tirita “Es decir, en el proceso diagnóstico el chamán está interesado en la enfermedad del paciente pero no en tanto que aspecto biológico individual, sino más bien como síntoma de un desorden en el flujo vital del cosmos que le rodea y en el que él está sumergido: reparar la enfermedad es, en cierta forma, restablecer el orden cosmogónico.” (Fericgla, 1999, p. 6).

⁶⁵ En el Amazonas el uso de ayahuasca “es central para amplificar los estados emocionales y crear sentimientos de complicitad, tristeza o alegría (...) lo cual permite a las personas educar sus emociones por el proceso de vivirlas intensamente” (Fericgla, 1994, p.15).

parte el chamanismo del Alto Amazonas, por lo que si recuerda el lector, el chamán juega con fuerzas espirituales para invocar aquellas que traen curación y expulsar a las que traen oscuridad. Por tanto, la gran significación del papel que desenvuelve el chamán no puede pasar inadvertida, pues sin él podríamos adentrarnos en un ritual caótico y oscuro en el que uno, más que salud, saldrá de allí más confuso que nunca. Una vez tenemos en cuenta esto, vamos a centrar nuestros pasos en la psicoterapia que produce el brebaje de la ayahuasca. Consideramos, nuevamente, que hay una relación bastante profunda entre la terapia propuesta por la teúrgia y el consumo de éste enteógeno. Ahora si, hemos llegado a nuestra última parada ¿Qué tiene este enteógeno para provocar salud? ¿Por qué se le considera holístico y unitivo?

4.4 La sanación

Cada vez es más común que las personas se acerquen a los rituales chamánicos, como también a otro tipo de medicinas alternativas, en búsqueda de alcanzar una percepción más profunda de la realidad y lograr así la experiencia sanadora de un todo. Es junto a la obra de *El camino a Eleusis* cómo hemos descubierto que estos investigadores apuestan por la experiencia de la unidad como una actividad sanadora y enriquecedora del crecimiento personal. De esta forma abogan por la superación de la cosmovisión dualista de la medicina, la cual “constituye un paso fundamental en el proceso de sanación y renovación espiritual de la civilización” (Camino a Eleusis, 2008, p. 209). Existen innumerables prácticas espirituales cuya finalidad es expandir el nivel de conciencia de sus participantes, nosotros ahora nos centramos en los rituales chamánicos. La finalidad consiste en que cada persona, a través del éxtasis, vea su sombra de frente, que utilice el trance como vía de comprensión y que vaya siendo capaz de detener ese funcionamiento dualista de la mente a través de la contemplación, la cual necesita ser “entrenada para realizar una integración no conflictiva de elementos opuestos” (Fericgla, 1999, p. 8). El Santo Daime conoce bien la actividad unitiva que procura su medicina, de ahí que la consagren en sus rituales y dejen escritos en sus himnarios el poder de esta cualidad ⁶⁶. La metafísica de la Antigua Grecia estudiaba

⁶⁶ “A unio sagrada para estudar” (Boa Estrada, Léo Artese), “A palavra é o amor, que atrai os corações. Juntos todos meus irmãos, reforçando a união” (Siete flechas, Léo Artese)

también lo cualidad de lo unitivo. Jámblico conocía como actúa ese vínculo unitivo que sostiene todas las dimensiones de la realidad y la misma naturaleza del ser humano. De ahí que trabajara con símbolos unitivos para provocar en los participantes un giro del alma: para que entraran en esos estados excitados, o EAC, o la manía divina. El vínculo unitivo tiene la capacidad de poner en proceso la liberación del alma, ya que sustrae todos sus males y, en general, “todo cuanto le es ajeno, todo cuanto le ha sido añadido en la constitución misma de su estructura personal” (M^a J. Hermoso Félix, 2011, p. 407). Los símbolos unitivos que utilizan los teúrgos, por tanto, no añaden nada nuevo al alma del participante, sino que la liberan de su situación de indigencia para que cobren salud todos los niveles de su estructura como ser humano. También para entrenar la experiencia cumbre, pues a través del entrenamiento, el iniciado es capaz de abrirse a la experiencia contemplativa de lo real. Como decíamos, muchas prácticas espirituales afirman junto a nosotros que el ser humano tiene dos vidas, la terrenal y la divina, por lo que es necesario que haya prácticas encaminadas hacia la experiencia de la unión mística. El ser humano, por tener esa condición intermedia y doble, a medio camino de la materia y a medio camino del espíritu, es connatural a é que practique estas ciencias. El camino epistémico que propone Platón hacia esa experiencia unitiva se da en tres niveles: un proceso de purificación, de reminiscencia y de muerte. Platón utiliza la belleza como herramienta capaz de acompañar el caminar del ser humano, Jámblico los símbolos, mientras que el chamanismo utiliza los enteógenos. En la tesis doctoral de Pavillard no se dedica en sí un espacio concreto a la psicoterapia de la ayahuasca, pero sí incluye las explicaciones de los participantes. Después de una detenida lectura de éstas, hemos reflexionado que todas y cada una de las explicaciones encajan tanto con el camino epistémico neoplatónico, como con su última meta: esa experiencia unitiva. Pavillard contrastó⁶⁷ cómo esa unión se da a nivel personal, una unión de uno consigo mismo, a nivel de hermandad: donde prima la unión entre los semejantes. También ésta se da en el nivel de la naturaleza, en la que la conciencia de unión les ha llevado a buscar herramientas ecológicas para su cuidado y, finalmente, a la unión espiritual: donde la unión resuena en su conciencia trascendental. Así pues, recordando la cita de

⁶⁷ El antropólogo empleó “un cuestionario cerrado con cuarenta preguntas abiertas, cuyo ítem 19 era: ¿En qué cambio tu vida – si la cambió en algo – haber tomado ayahuasca? Analizando las respuestas de los informantes se observa que en todas ellas aflora una idea común que gira entorno a la noción de unión, manifestada de muy variadas maneras” (Pavillard, 2016, p.438).

Juan Arnau con la que comenzamos el primer capítulo, parece verdaderamente que Dios renunció a su soberanía para ceder a la humanidad la responsabilidad de su evolución espiritual. Sin embargo, ahora ya sí, incardinando la cita con la que comenzamos este segundo capítulo, la pena es que muy pocas personas quieren pagar el precio que supone atraer a sus vidas un conocimiento liberador. Pues este supone procesos tan fuertes que poca gente acaban afrontando. Veamos cuáles son estos procesos, los cuales no se dan de forma escalonada, sino que son niveles en los que la ayahuasca incide a través del tiempo que dura el ritual.

El proceso de purificación más visible que puede darse son los vómitos. Éstos no son un resultado de una intoxicación, sino que han de entenderse de una perspectiva holística: son una limpieza que trata de liberar a la persona de todo el estancamiento energético que albergaba en su interior⁶⁸. Los vómitos pueden darse por diversas causas, como una sensibilidad enjaulada, una voluntad enfermiza, un estado anímico débil o un entendimiento pobre. Todo ello son formas de energía que si no están ordenadas y equilibradas, conllevan estancamientos que llegan a incidir en el cuerpo físico causando enfermedades ¿Cómo liberarse entonces? Purificándose en todos estos niveles que acabamos de mentar: sensibilidad, voluntad y deseo, estado anímico y entendimiento.

Primero vamos a empezar con el ámbito de la sensibilidad, el cual conecta con la reminiscencia: esa experiencia dialógica de la epistemología chamánica es vivida por la persona como una revelación de su ser más íntimo. Josep, un chamán español entrevistado por Pavillard, nos advierte de esto mismo: ‘la abuela’ tiene el poder de conectar de forma directa a uno con su sanador y sabio interno, esas visiones y entendimientos provienen de la conciencia más profunda, del alma. Es entonces cuando los participantes van percibiendo que el ritual no consiste en buscar fuera ninguna respuesta, sino que deben buscar dentro. Por tanto, es necesario que se de una sensibilidad interior para llegar a dar con su fuerza espiritual y, entonces, llegar a una visión que se da de forma muy común entre los participantes: ver como el alma de cada uno resurge dentro de sí.

Este resurgimiento, el cual proviene de la sensibilidad interior o, si se quiere, de ese giro del alma, constituye una reminiscencia. La persona no siente extraña esa voz interior: la ayahuasca no enseña nada nuevo. Uno se encuentra consigo mismo, no con un

⁶⁸ El precio de la transformación personal es esta liberación, eso sí, jalonada de vómitos.

desconocido, de ahí que salga del ritual habiendo recobrado la confianza y tenga la voluntad de volver a coger las riendas de su vida. Es más, este proceso ocurre justamente porque, seguramente, antes de que alguna persona haya asistido a cualquier ritual, ya sabía en el interior de sí mismo que las cosas, comportamientos e identidades en las que cifraba su vida no eran suficientes. Echaba de menos ese *algo* y ese *algo* era a sí mismo. Ciertamente puede resultar el proceso contrario: una persona que quiera asistir a la ceremonia para resolver cierto aspecto de su vida y se encuentre con un proceso tan fuerte de catarsis que éste mismo se resuelva en una aporía, sabiendo únicamente que no sabe quien es, introduciéndole en una duda existencial. En cambio, como muchas filosofías ancestrales mentan, esto es solo un resultado de cuán enajenada estaba la persona de sí misma.

Visto ya ese proceso en el que uno se reencuentra consigo mismo y la purificación de la sensibilidad, vamos a pasar a ver el nivel del deseo, la voluntad y del ánimo al unísono. En este ámbito es donde se da una búsqueda de una realidad con mayor sentido y trascendencia, un interrogar a la planta por aquellos enigmas vitales, una toma de conciencia a nivel espiritual, emocional y existencial. Aquí se vuelve a poner de manifiesto cómo estas ceremonias no son una huida, sino una búsqueda de procesos de aprendizaje – y, también, de desaprendizaje – de patrones mentales, emocionales, energéticos, cosmológicos... Una indagación en saber cómo vivir, pues estamos obligados a hacerlo⁶⁹. Aquí se vive cierta parte de la epistemología chamánica, pues las personas pueden vivir fuertemente sus emociones. Éste ámbito afectivo, alejado de esa racionalidad lógico-formal, es donde cifra el chamanismo su conocimiento en pos de la eficacia en la vida. Uno cuando vive y se afronta al mundo lo hace desde su sentir. Su primer contacto es justo este: una relación de sensibilidad, de afecto. Esa relación hermenéutica heideggeriana.

La ayahuasca, al actuar como canal para ampliar su estado emocional, lo hace a través del ámbito émico, es decir, la conducta interior de nuestras emociones. La persona entra en un estado de introspección para tomar conciencia de sus apegos y dependencias emocionales, para limpiarse y sanar emociones mal gestionadas y así recuperar la alegría, tener el deseo de liberarse de sus propias cadenas, la voluntad de mejorar su día

⁶⁹ Somos ese ser arrojado a la existencia del que habla Heidegger, aquél ser que no eligió vivir pero debe hacerlo. Reflexión que recogía a través del término vida fáctica.

a día, así como su autoestima. Todo ello tiene una importante relación con la ética, pero no en el sentido de unas normas sociales que han de seguirse para ser un buen ciudadano, sino en el sentido de los requisitos personales que han de tenerse para ser una buena persona. Ayuda, por tanto, a romper patrones emocionales, de pensamiento y comportamiento. De forma indisociable, esta purificación acaba dando su correlato en el cuerpo, pues toda enfermedad, en mayor o menor medida, tiene su dimensión emocional y comportamental. Todo ello se debe a que el enteógeno, por ser “una sustancia visionaria que estimula el imaginario humano (...) actúa como potenciador emocional, ampliando el aparato sensorial e perceptivo” (Fericgla, el peyote y la ayahuasca, p. 8). Por tanto, a la noción de planta visionaria se le une la estimulación del imaginario mental, el cual, junto al dialogismo mental que vimos anteriormente, “implica al sujeto adentrarse en un territorio espiritual en el que puede «ver» las dinámicas que cursan su enfermedad y su proceso de curación” (ICEERS, 2020, p. 13). La ayahuasca implica la toma de conciencia y enseña a uno cómo prevenir enfermedades que podrían dañar su salud en un futuro. Este es uno de los puntos más importantes, cuando el participante atiende a la sabiduría de la planta, a esas miraciones, descubre cómo su conciencia se manifiesta como un testigo interior. De tal manera que se van desvelando las incógnitas existenciales que la persona traía consigo para que comience a hacer cambios en sus comportamientos.

Estas ceremonias tienen, por tanto, un gran valor preventivo para la salud y el bienestar, pues si los participantes toman conciencia de sus patrones enfermizos, serán capaces de cambiarlos antes de que ninguna enfermedad se materialice en el cuerpo físico. Así pues, la persona que ha recibido estas visiones, busca transformarse, desea empoderar su propia vida a través de la confianza y la fuerza que le ha dado. Sin embargo, uniéndonos a la voz de tantos chamanes, el trabajo de verdad empieza al día siguiente del ritual, por lo que si quiere verdaderamente sanarse, ha de cultivar su constancia y disciplina, poner en marcha esas herramientas adquiridas para obrar cambios en sus vidas.

Los rituales con enteógenos ayudan a la persona a que *baje* de la cabeza y se conecte con el cuerpo, conectado con el aquí y el ahora. Por tanto, nos introducimos ahora en la purificación del ámbito cognitivo. Una vez parado el diálogo interno – con éste, no nos referimos al dialogismo mental, sino a esos pensamientos repetitivos que en la vida

rutinaria nos afloran, ya que la mente rara vez está en silencio –, podemos pasar a estar pendiente de las sensaciones que invaden el cuerpo y el corazón. Ese diálogo interno, es justo el que nos impide sentir y percibir. La ayahuasca pone entre paréntesis a esa mente analítica que organiza y controla la situación. El problema viene cuando vivimos siempre desde este nivel y no adecuamos un equilibrio armonioso entre las dos partes.

Leopoldo: Después de muchas peleas me di cuenta que la razón es una parte muy valiosa de nuestro ser, el problema suele ser que termina tiranizando a todo el ser y se instala como el tirano. Se pueden trabajar otras cosas, hay otra inteligencia distinta a la mental, enfocarse en el corazón, buscar un equilibrio, no se trata de entrar en una pelea con la parte racional, sólo no prestarle atención y centrarse en otros aspectos. (Pavillard, 2016, p. 272).

Todos estos niveles de purificación que se dan acaban en un proceso de muerte. De forma más suave o brusca, el ser humano se ve conducido a un callejón sin salida, sin saber muy bien dónde agarrarse para cifrar su personalidad. La personalidad conecta de lleno con ese contacto afectivo con el mundo, con los demás y con uno mismo. Si entendemos la personalidad como un comportamiento amplio que se construye para andar “sobre seguro” en el mundo, ésta depende de cómo nos enfrentemos al mundo o qué herramientas acojamos para adaptarnos al medio en el que vivimos. El problema viene cuando la personalidad está mal adaptada y cifra su identidad en circunstancias frágiles. El proceso catártico del ritual se encarga entonces de dejar a la persona desorientada. Si ésta no tiene un referente fuerte consigo misma, descubrirá que no sabe quién es. He aquí un primer sentido de muerte, pues ha quedado un vacío en el que uno no sabe muy bien con qué llenarlo. Si nos dejamos llevar por las prisas que marcan la vida sin poner atención en qué ámbitos ciframos nuestra identidad: entonces el día que entremos a un ritual con enteógenos a preguntarnos por nosotros mismos, nos encontraremos sin saber donde aferrarnos. En este momento es probable que la persona reaccione de forma grosera, pues está viendo cómo una parte que ella consideraba importante de sí, se disuelve como si su significatividad nunca hubiera existido. Entonces viene el vacío, esa sensación de vacío que, nos atrevemos a decir, la humanidad en general no sabemos tratar muy bien. Sin embargo, es el espacio perfecto para la reconstrucción y el reajuste de la personalidad. Éste silencia el ruido mental para

que podamos preguntarnos realmente quienes somos y cuál es el lugar que queremos ocupar en el mundo de forma consciente – y no a través de comportamientos automáticos –. La personalidad se identifica normalmente con el ego, una forma de ser humana muy importante para saber relacionarnos con nuestro entorno, no obstante, el enteógeno nos recuerda, a través de visiones, que hemos de construir a este ego de una forma consciente para no perdernos en los laberintos intrínsecos de la vida.

Mujer participante: “Esa mirada nueva puede causar un sentimiento de sufrimiento, o de desorientación”. La mujer, sollozando, afirma tras la ceremonia que “yo ahora mismo sólo sé que no sé quién soy”. Josep le responde “esto es el principio de enterarte quién eres: tu alma lo sabe, tu personalidad no lo sabe” (Pavillard, 2016, p. 349)

Este es el tipo de muerte que el participante experimenta a través de la ayahuasca. En esta muerte se da una ruptura con lo conocido, pues dejamos de cifrar la vida en lo circunstancial, pasando a reorganizar nuestra visión interior y dando espacio a la posibilidad de resignificación. Llegamos en este punto a un conocerse o, mejor dicho, a un reconocerse. La dimensión espiritual florece y se toma conciencia de esta naturaleza interior que antes estaba oscurecida. Aquí aparece de nuevo la noción de unión, pues uno toma conciencia de estar unido consigo mismo, dando lugar por tanto al resto de dimensiones unitivas. Otro tipo de muerte florece entonces, la muerte del mundo físico. Más que muerte, es la necesidad agudizar nuestra mirada para ver en lo sensible los hilos trascendentales que unen toda la realidad y a cada uno de sus seres.

5. Todos quieren saber, nadie pagar el precio

La ayahuasca tiene un poder curativo realmente extraordinario por ser una medicina holística que conduce a la experiencia de la unidad. Hemos visto cómo recorre punto por punto el camino epistémico propuesto por el filósofo de la Antigua Grecia, sin embargo ¿Quién quiere pagar el precio de afrontarse a sus propias sombras aunque la recompensa sea una liberación? ¿Cuántos son los valientes que no encierran su dolor bajo siete llaves bien guardadito en una caja? ¿Cuántos pagarían el precio por adentrarse en sus mares interiores y conocerse a sí mismos? El conocimiento es liberador, sí. Pero

tiene un precio. El precio es el dolor de conocerse y tener la valentía de afrontarse a la vida. Sin embargo, es más fácil no responsabilizarse de la propia salud y dejar ésta al cuidado de otras personas, aunque ésta suponga la muerte psíquica – ya que si no nos atrevemos a superar y enfrentar nuestros malestares, provocaremos un miedo al cambio y, con ello, una adaptación patológica al medio –.

El psicólogo Manuel Almendro entiende la patología psicológica como una crisis emergente que ha brotado de un suceso vital. La patología irrumpe en la normalidad y la desajusta, de forma que el cuerpo del ser humano genera nuevas estructuras de cara a crear un mejor acoplamiento con el entorno, es decir, da lugar a los síntomas de la enfermedad. Si a ésta no se la atiende, entonces darán lugar a nuevos acoplamientos físicos creando enfermedades en el cuerpo. Pero si la medicina está sustentada en un paradigma dualista no será capaz de comprender cómo los mares subjetivos de la conciencia han materializado una enfermedad. Ahora, si derribamos este dualismo podemos utilizar el síntoma como mensajero. Es decir, el síntoma como paradoja, pues a la vez que es productor de la inestabilidad va a permitir también la posibilidad de su curación. Éste actúa como palanca⁷⁰, por lo que “no podemos cortar la cabeza al mensajero, pues éste se muestra como una puerta abierta a la transformación vital” (M. Almendro, 2018, p. 320). Por tanto, una cosa tenemos clara: sin dolor no hay mejora y ésta forma parte de nuestra naturaleza, un fenómeno que Skolimowski⁷¹ llama «dolor del devenir». Es decir, participar en el devenir de la vida supone enfrentarse a esas crisis emergentes que Almendro explica y, así, ir creciendo como persona, pues crecer “supone despojarse de viejos caparazones, reconstruir continuamente la propia identidad (...), la liberación ininterrumpida de los grilletes del antiguo yo” (J. Arnau, 2017, p. 260-261).

⁷⁰ Aquí hay un nuevo paradigma holístico de salud y enfermedad. Por ejemplo, un individuo que se encuentra ante un suceso vital que no sabe mediar, le hará mella psicológicamente y si esta mella es tal que supone un trauma para el individuo, su organismo se reajustará sintomáticamente para establecer un mejor acoplamiento con el entorno. Piénsese, por ejemplo, en un suceso vital que cause angustia e impotencia. Si uno no logra hacer frente a esa angustia, entonces probablemente su estómago quedará dañado – relación ésta que es bien conocida por la medicina tradicional china –. Ahora, desde un paradigma holístico, se propone no medicar al estómago dañado como este organismo estuviera enfermo de forma aislada. Hay que considerar al estómago en la complejidad de la persona y tomar ese síntoma como mensajero de una carencia, pues probablemente esa dolencia haya sido originada por la experiencia subjetiva de la persona.

⁷¹ Citado en Arnau, Juan (2017). *La fuga de dios: las ciencias y otras narraciones*. Atalanta, Ed. Girona, España. p. 263

Otra enseñanza que nos traen los chamanes culturizados en la sabiduría de la medicina tradicional del Amazonas es que el verdadero trabajo comienza al día siguiente del ritual. En éstos uno puede conocer sus dinámicas vitales, conocer sus enigmas, entender cuál es su lugar en el mundo, conocer el sentido de su vida. No obstante, es en el día a día donde debe ser consecuente. Nuestro estado ordinario es la vigilia, nosotros vivimos en el mundo sensible. No perder de vista nuestra naturaleza espiritual es un deber muy enriquecedor, pero nuestro desarrollo vital está aquí en la tierra. Acudir a rituales en los que se den estados alterados de conciencia es realmente una parte necesaria de nuestras vidas y trae consigo curación y alegría vital, pero seguir nuestro día a día sin dejar de lado la espiritualidad y la autorresponsabilidad es el verdadero reto.

Mónica Cavallé, junto a Ken Wilber y otros autores que se dedican a estas sabidurías trascendentales, reflexiona también sobre este reto diferenciando entre los estados de conciencia y los estadios de conciencia. Los primeros son temporales, son momentos en los que por ejemplo uno puede experimentar un estado alterado de conciencia y obtener comprensión. Pero éstos tal y como aparecen también desaparecen. En cambio los estadios de conciencia son permanentes y traen consigo la ganancia del saber liberador, un vivir un conocimiento de forma que sea eficaz en la vida. Es decir, en un estado alterado de conciencia uno puede ser consciente de sus estructuras psicológicas y cómo tiende a identificarse con ellas, pero esto no significa que en su vida rutinaria haya disuelto el malestar y haya integrado la comprensión en su vida⁷². Así pues, la espiritualidad también se da en el presente, en nuestras actividades rutinarias. También Pavillard se da cuenta de esta preocupación, por ello propone hacer de la vida una ceremonia, es decir, tomar la vida misma en su sacralidad plena. Bajo este paraguas, entre estados y estadios de conciencia, alude al metaproceso de espiritualización, el cual no acaba en una experiencia cumbre, sino en la realización de una vida consciente y que merezca la pena ser vivida:

⁷² “Un estado o experiencia cumbre, por muy nutrido que esté de comprensión y de revelación, no convierte a nadie en sabio. Muchas personas tienen experiencias cumbres, pero esto no significa que esos estados se correspondan en ellos, necesariamente, con un estadio de conciencia estable, es decir, que la comprensión pasada se siga recreando en el presente. Esto último puede ser una fuente notable de confusión; pues esa persona tendrá elocuencia, pero no estará de forma habitual a la altura de sus palabras” (M. Cavallé, 2017, p. 510).

“La verdad es que de nada se aprovecha uno al decir: «Mira a Dios», sino se nos enseña además cómo mirar a Dios ¿Qué me impide – dirá alguno – mirar a Dios y no abstenerme de ningún placer, ni frenar la cólera, acordándome, eso sí, del nombre de Dios, pero siendo presa de todas las pasiones sin esforzarme por desarraigar ninguna de ellas? Pues bien, es la virtud la que, avanzando hacia su perfeccionamiento e implantada en el alma con sabiduría, nos muestra a Dios. Pero la mención de Dios sin la virtud verdadera no es más que un nombre.” (Plotino, En II. 9-15-35).

CONCLUSIONES:

Tras la investigación llevada a cabo, la cual ha relacionado la teúrgia y el chamanismo por un lado y, por otro, ambas técnicas de lo sagrado con la ciencia, podemos exponer cinco conclusiones centrales que se derivan de todos los bloques que hemos tratado, a saber: la necesidad de apreciar las antiguas formas epistemológicas por ser formas de conocimiento participativas cuyo efecto directo es la sanación. La segunda conclusión viene a delatarnos la importancia de que los enigmas vitales no se pueden estudiar plenamente desde los laboratorios, sino que son preguntas que deben vivirse, siendo los rituales unos espacios fundamentales para su investigación. En tercer lugar, la lectura platónica sobre la psicoterapia del enteógeno de la ayahuasca nos lleva a interrogarnos sobre la necesidad de reflexionar acerca de la salud y la enfermedad. Es decir, si la experiencia de la unión, la cual siempre ha sido relegada al ámbito de lo místico, es capaz de librar al ser humano de enfermedades e impulsarle a un crecimiento tanto personal como físico, es inevitable comenzar a entender la salud y la enfermedad sobre una perspectiva holística y, por ende, no dualista. Por tanto, la cuarta conclusión se centra en la crítica dualista en la que se asienta el quehacer científico y ofrece un nuevo paradigma científico que tenga en cuenta una noción más amplia de realidad, de la antropología del ser humano, de su capacidad de experiencia y de su racionalidad. Por último, la quinta conclusión consiste inevitablemente en devolver la dignidad a los saberes metafísicos que tratan con la divinidad.

No obstante, como son muchas más las conclusiones que se derivan de nuestro trabajo, las cuales conectan directamente con estas cinco principales, vamos a pasar a tratarlas por orden, bloque a bloque, intentando dar una visión gráfica de toda nuestra investigación.

PRIMER CAPÍTULO

1.Los límites de la ciencia

En primer lugar nos centramos en exponer la crítica dualista, pues la ciencia hegemónica respira y emana dualidad en todo su quehacer: la primera conclusión que

se deriva es que esta aspiración de la ciencia a investigar desde ninguna parte es una quimera, pues la ciencia es una acción humana. Es decir, el lugar histórico desde donde se realizan los estudios es en sí ya una subjetividad, además que la ciencia necesita de todas las facultades humanas, no sólo de las más abstractas. Por tanto, comienza a comprenderse que el binarismo entre objetivo y subjetivo, como entre sentimiento y razón, es una construcción teórica que en sus aras de practicidad se diluye. La segunda conclusión se halla vinculada a que el estudio científico: en sus pretensiones de objetividad, torna el mundo sensible como un lugar frío e insensible, en el que cada cosa se da de forma aislada y fragmentada. La tercera conclusión es que el prisma objetivo no es capaz de estudiar todos los ámbitos de la realidad. Es decir, los hechos empíricos contrastables no abarcan toda la realidad, pues el estudio sobre la vida, la conciencia y la existencia no puede realizarse tratando a éstas como si fueran un objeto. Por tanto, tampoco pueden estudiarse desde el mecanicismo, ya que la vida es algo más que la suma de sus partes. Se dibuja así un estudio complicado, porque estos “objetos” de estudio son lo más íntimo y lo más lejano, ó sea, no podemos estudiar la vida porque cualquier estudio que hagamos parte ya de la vida misma. La cuarta conclusión es la necesidad de cambiar el foco objetivo por uno subjetivo, por tanto tenemos que realizar un reajuste interior en nuestra percepción para captar esos enigmas vitales que acompañan a la humanidad desde tiempos tan remotos. Bajo este paraguas una pregunta queda abierta ¿Cuál será el saber que acepte nuestra percepción, siendo esta subjetiva, de una forma plena? ¿Cómo estudiar la vida desde la subjetividad si ésta es la misma expresión de lo que no está ahí?

2. Aquello que no puede ser visto

En este bloque es necesaria la reflexión sobre las metodologías subjetivas de la metafísica, su punto a favor es que conectan con estos enigmas ancestrales, el problema es devolverla su validez ontológica y epistémica. La primera conclusión deriva del saber metafísico de Heidegger, el cual nos ha ayudado a cambiar el foco del pensamiento objetivo hacia la percepción. Por tanto, hay cinco pistas importantes a la hora de emprender un estudio subjetivo: la importancia de la percepción, la verdad como sentido, el ámbito de la sensibilidad o preteórico, el conocimiento experiencial y nuestra relación con el mundo en términos de cuidado. La segunda conclusión deriva de la

primera, es decir: la necesidad de formar una metodología subjetiva nos pone en cuenta de los límites del estudio objetivo, ya que ésta no es capaz de abordar los centros subjetivos de la conciencia. La tercera conclusión, relacionada con la primera del primer bloque es que la participación no puede ser asociada al estigma de una mente primitiva. Finalmente, otra pregunta queda abierta ¿Qué paradigma científico es capaz de aceptar una metodología subjetiva si ésta requiere reflexionar y resignificar el binarismo entre ciencia y metafísica, conocimiento y creencia, racional e irracional?

3. Holismo

En este espacio nos preguntamos por otros pares binarios como ciencia y religión, mente y materia, mente y cuerpo, razón y sentimiento. La primera conclusión, que deriva de la pregunta abierta del segundo bloque, es la necesidad de un nuevo paradigma científico con una perspectiva holística, capaz de aceptar tanto los límites cognitivos de cada metodología, como los diferentes tipos de racionalidades existentes; y, por último, que devuelva la validez epistemológica a saberes como la metafísica y la religión. La segunda conclusión hace referencia a la conexión que existe entre la verdad como sentido y la verdad participativa, haciendo alusión a dos referencias: por un lado, a la resignificación de la salud y la enfermedad, ya que tanto los sentimientos como los pensamientos no gestionados son puertas abiertas hacia las enfermedades mentales y físicas. Y, por otro lado, a la cita de Juan Arnau con la que comenzamos el primer capítulo, la cual aduce que la evolución espiritual del ser humano está a su merced. La tercera conclusión es la necesidad de investigar los mares subjetivos de la experiencia humana, pues el descuido de este estudio deviene en la aparición de numerosas patologías modernas. Para ello se propone encontrar una filosofía capaz de realizar un reajuste interior en nuestra percepción. Varias preguntas vuelven a quedar abiertas: se da la necesidad de aceptar la espiritual tanto en su dimensión ontológica y epistemológica, pero ¿Existen argumentos que lo validen? ¿Cómo se entendería, entonces, un paradigma que trace puentes entre ciencia y religión, cuando una es conocimiento y la otra es un ámbito de creencia? ¿Qué relación tiene la espiritualidad con la sanación? Y, por último ¿Cómo proseguir el estudio de la subjetividad?

4. La dimensión subjetiva a través de la participación

Aunque sean varias las preguntas que hemos dejado abiertas, vamos a partir de la hipótesis de que se necesita un paradigma científico holístico, más tarde conseguiremos dar respuesta a éstas preguntas y entender esta hipótesis como una conclusión: la cuál es la cuarta conclusión general más importante de nuestro trabajo, como hemos relatado al principio. La primera conclusión que se deriva de este paradigma holístico es la validez de las cinco pistas de la metafísica heideggeriana para la construcción de una metodología subjetiva, por lo que la objetividad queda puesta entre paréntesis para realizar un acto de unión, es decir, inmiscuirnos a estudiar a los “objetos” desde dentro. La segunda conclusión es que dejamos a un lado las propuestas epistemológicas de Heidegger, los sentimientos, como también las de Juan Arnau, la atención y la meditación, para pasar a centrarnos en tres epistemologías ancestrales que recogen tanto el ámbito emocional como el ámbito de la autoobservación propuesto por los dos autores anteriores. Las tres nociones epistemológicas propuestas son el trance, el éxtasis y la contemplación, por tener un gran potencial epistémico capaz de conducir a la sanación, es decir, a un conocimiento liberador. Con ello respondemos a la pregunta del apartado tres, es decir: las tres herramientas propuestas son el camino a seguir en el estudio de la subjetividad. La tercera conclusión es que para dar a éstas una validez epistémica y ontológica tenemos que partir del estudio de Pavillard en su tesis, es decir, el paradigma experiencial, por lo que los estigmas de nociones irracionales o propias del ámbito de la alucinación comienzan a caer por su propio peso. La cuarta conclusión, a colación de estos dos últimos estigmas, es la explicación de los estados alterados de conciencia como unas herramientas experienciales que nos permiten conocer la realidad tal y como sería si no tuviéramos la necesidad de sobrevivir en ella. Y además, en concreto estas tres herramientas epistemológicas son las que nos permiten conectar con la dimensión sagrada de la realidad. La quinta conclusión es que la utilización de enteógenos, término que tiene en cuenta la dimensión espiritual del mundo sensible, por ser herramientas que suscitan esos EAC, son utilizados de forma cuasi universal en toda la historia de la humanidad. La sexta conclusión sostiene, junto a los autores de la obra *El camino a Eleusis* y a Terence McKenna, que la toma de enteógenos tiene una importante relación con la evolución de la conciencia y la aparición del crecimiento espiritual. La séptima

conclusión aduce que, a pesar de la existencia de hipótesis no enteogénicas en el ámbito de la teúrgia, tanto ella como el chamanismo utilizan rituales en los que desarrollan EAC. Varias preguntas quedan abiertas, aunque ya han comenzado a argumentarse ¿Por qué existe en la actualidad un aumento del uso de los enteógenos? Se debe a la extensión de las medicinas alternativas ¿Por qué los enteógenos y los EAC están relacionados a la alucinación y la irracionalidad? No deben considerarse bajo estos estigmas, pues tienen el potencial de hacernos ver la realidad en su profundidad plena ¿Cuál es el potencial epistémico de los EAC para ser considerados como capaces de dotarnos de un conocimiento liberador? En este punto es importante la relación con las medicinas alternativas. Aun así, estas preguntas seguirán teniendo más argumentaciones a través del capítulo 2.

5. Hacia la teúrgia y el chamanismo

La primera conclusión deriva de los cuatro bloques del primer capítulo: las brechas dualistas oscurecen términos, relaciones y cauces epistemológicos. Toda esta crítica conduce a responder con un argumento más a la necesidad de un nuevo paradigma científico holístico, que por ahora sigue siendo nuestra hipótesis del bloque 4. La segunda hipótesis es, que a través de la explicación de las epistemologías ancestrales, debemos desprenderlos de la idea de que sólo exista una forma de conocer el mundo, pues hay muchas epistemologías comprometidas con el conocimiento.

SEGUNDO CAPÍTULO

1. ¿El chamanismo y la teúrgia son lo mismo?

La primera conclusión sostiene que son tres los parecidos que se dan en la filosofía de la Grecia clásica, la teúrgia y el chamanismo: función curandera, la capacidad de devolver a cada cual su identidad y una relación estrecha con la divinidad. Por tanto, estas tres actividades sostienen la existencia de una dimensión metafísica tanto del mundo como el ser humano. Este argumento que responde a la pregunta del apartado 3 del primer capítulo acerca de aceptar la espiritualidad tanto en su dimensión ontológica como epistemológica. También responde a la relación que existe entre la espiritualidad y la sanación. Y, por último, responde a la necesidad de validar la hipótesis del paradigma científico holístico del apartado 4. La segunda conclusión relata que la filosofía busca

actualizar estas finalidades a través de la mayéutica de Sócrates y en un estado ordinario de conciencia, mientras que la teúrgia y el chamanismo utiliza otras herramientas y se dan en un EAC. La tercera conclusión es que la teúrgia y el chamanismo no son lo mismo, pues el primero actúa únicamente en la educación de la mirada del ser humano y no utiliza los poderes divinos a la merced del teúrgo, pues es imposible; mientras que el chamanismo actúa tanto en la mirada del ser humano como también utiliza los poderes divinos en pos de su intención. La tercera conclusión es que tanto los chamanes como los teúrgos declaran la efectividad y la realidad de sus trabajos, por lo que no nos encontramos ante prácticas irracionales. Con ello respondemos a la presunta irracionalidad que se dejó como pregunta abierta en el bloque 3 y también a la hipótesis del bloque 5: existen otros cauces epistemológicos a través de los cuales conocer el mundo que no pueden quedar acorralados en el ámbito de la creencia. La cuarta conclusión es la razón por la que la autora decide trazar puentes entre culturas distintas: ambos aportan claves epistemológicas para adentrarnos en una metodología subjetiva. La quinta conclusión sostiene que la teúrgia y el chamanismo parten de ontologías diferentes pero que, sin embargo, ambos postulan que la investigación de la realidad no puede reducirse a la explicación de lo material, por lo que es necesario postular una apertura metafísica. La sexta conclusión sostiene las diferencias entre ambas culturas a la hora de explicar la antropología del ser humano, pero ambas coinciden en que el humano alberga dentro de sí una dimensión metafísica. Estas dos últimas conclusiones responden a las preguntas abiertas del bloque 3: su concepción cosmológica y antropológica recalcan la necesidad de aceptar la dimensión espiritual de la realidad y del ser humano. También son dos argumentos más a la necesidad de postular un paradigma científico holístico (Bloque 4).

2. Epistemología

La primera conclusión es que estas técnicas de lo sagrado son en verdad técnicas del éxtasis, donde la teúrgia la desarrolló a través de la contemplación, mientras que el chamanismo la desarrolló a través del trance. La segunda conclusión es que ambas actividades postulan una epistemología en la que, tanto la capacidad de experiencia, como la racionalidad del ser humano son facultades más amplias que las que se dan en lo relativo a los estados ordinarios de conciencia. Con esto, terminamos de argumentar

la hipótesis del bloque 4: la necesidad de un paradigma científico holístico (aunque a decir verdad, encontraremos más argumentos en el bloque 4 y 5 de este segundo capítulo). Asimismo, hemos encontrado la posibilidad de conocimiento a través de epistemologías subjetivas, por lo que damos por argumentada la hipótesis del bloque 5: hay muchas formas de conocer el mundo y éste no solo se conoce a través de las formas de justificación lógica y los instrumentos teóricos de las ciencias demostrativas. La tercera conclusión es que la realidad metafísica no puede ser apresada por la ciencia, por lo que es necesario validar el conocimiento metafísico para que ésta sea capaz de captar las dimensiones supraracionales. Razón por la que es necesaria tender puentes entre ciencia y metafísica (Bloque 3 del primer capítulo). La cuarta conclusión es que el éxtasis, el trance y la contemplación son facultades intrínsecas del ser humano ligadas a su biología.

3. Chamanismo, teúrgia y filosofía

La primera conclusión sostiene que si la filosofía de la Grecia clásica ha tenido lazos tan fuertes con la teúrgia, es necesario que la filosofía los mantenga con el chamanismo. La razón de ello se debe a los tres parecidos que se dan en estas actividades, los cuales relatamos en el bloque 1 de este segundo capítulo. La segunda conclusión trae a colación el título de este TFG: la necesidad de recuperar sus epistemologías recalca la importancia de trazar puentes entre ambas técnicas del éxtasis, ya que actúan como un conocimiento liberador y sanador (las razones de ello se ven en el siguiente bloque). La tercera conclusión es que las prácticas espirituales no deben nublarse por su potencial terapéutico y quedarse estancadas en este nivel, pues éstas nos conducen al estudio sobre las deidades, tal y como Jámblico relata. La cuarta conclusión relata la importancia de los rituales en las dos culturas como actividades educativas, donde se vive de forma práctica una filosofía, una metafísica y una psicología. La quinta conclusión viene de los nombres que reciben esos trabajos: Heráclito los denomina remedios y el chamanismo de la modalidad religiosa del Santo Daime los denomina trabalhos. La importancia de la significatividad de éstos términos que relacionan con los rituales nos da a conocer, nuevamente, su nula relación con las alucinaciones o con el ámbito de la irracionalidad (Pregunta abierta del bloque 4 en el primer capítulo). Otro argumento para romper este estigma viene de la sexta conclusión: en sus rituales se

reciben mensajes supraracionales capaz de ordenar el entendimiento humano (epoptías en la teúrgia, miraciones en el santo Daime). En este bloque abrimos nuestra última hipótesis: el potencial terapéutico y cognitivo capaz de traer sanación de los rituales chamánicos responde al camino epistémico que Platón propone a través de la belleza (en el ámbito de la filosofía) y que Jámblico recoge a través de los símbolos unitivos (en el ámbito de la teúrgia).

4. La psicoterapia de la ayahuasca

La primera conclusión es que las explicaciones farmacológicas de este enteógeno son vistas como altamente reduccionistas por las epistemologías chamánicas del amazonas, ya que obvian la parte espiritual de la planta. Siendo esta una razón más para admitir los límites cognitivos de la ciencia y la necesidad de contemplar más tipos de conocimientos que logren captar la parte no visible del mundo sensible. La segunda conclusión responde a la hipótesis planteada en el anterior apartado: la psicoterapia de la ayahuasca cumple punto por punto el camino epistémico propuesto por Platón, es decir, la purificación, la reminiscencia y la muerte. Ésta psicoterapia debe su poder terapéutico a la experiencia de la unión, la cual también sostienen los investigadores de la obra *El camino a Eleusis* (Pavillard también pudo ver la importancia de esta experiencia a través de sus cuestionarios de investigación). Con ello respondemos a la pregunta abierta del bloque 3 del primer capítulo: existe una relación entre la espiritualidad y la sanación. Asimismo respondemos a las preguntas del bloque 4 del primer capítulo: existe una necesidad de postular un nuevo paradigma científico, además de ser una razón por la que se está dando un aumento el uso de enteógenos en nuestros tiempos; y, por último, vemos como estos EAC son capaces de dotarnos de un conocimiento liberador.

5. Todos quieren saber, nadie pagar el precio

En este apartado cerramos la importancia de los EAC, del uso de enteógenos y de su potencial psicoterapéutico, como también epistemológico. Como primera y última conclusión del TFG aducimos la necesidad de contemplar la diferencia entre los estadios de conciencia y los estados de conciencia, pues a través de su reflexión se

sustentan varias críticas, entre ellas la más importante es la siguiente: se precisa una mirada nueva en la humanidad capaz de ver la sacralidad del mundo.

Bibliografía

Obras Antiguas

Jámblico. (1997) *De Mysteriis*. Gredos, Ed. Introd., y trad. de G. G. Carlos. España: Madrid.

Plotino. (1982-1998) *Enéadas I-VI*, 3 vols. Gredos, Ed. Introd., trad. y notas de J. Igal, España: Madrid.

Himnarios

• **Artese, Léo.** (1992) *Céu Da Lua Cheia*. Bradil. En www.xamanismo.com.br

Textos

• **Arnau, Juan** (2017). *La fuga de dios: las ciencias y otras narraciones*. Atalanta, Ed. Girona, España.

• **Cavallé, Mónica.** (2017). “El arte de ser: filosofía sapiencial para el autoconocimiento y la transformación” Kairós, Ed. España: Barcelona.

• **Chillón, José Manuel.** (2016) “El pensar y la distancia.” Sígueme, Ed. España: Valladolid.

–. (2019) “Heidegger y la prudencia aristotélica como protofenomenología.” En Ideas y valores 68.169. España: Valladolid,

–. (2017) *Superar la hybris del humanismo. Tesis para un posthumanismo de la kénosis después de Heidegger*. España: Valladolid. En: <https://www.scielo.br/j/kr/a/9VLvhKW6g5wVRvx6CPYPdgN/?format=html>

• **D’Ors, Pablo.** (2017). “Biografía del silencio: breve ensayo sobre meditación”. ePub Ed. Madrid, España.

• **Encuentro en Canyon Ranch.** (2014). “Manifiesto por una ciencia postmaterialista”: https://www.takiwasi.com/docs/arti_esp/ManifiestoporunaCienciaPostmaterialista.pdf

• **Espinosa Proa, Sergio** (1999) “Dos aproximaciones al chamanismo” en Aparterei. En: <http://serbal.pntic.mec.es/~cmunoz11/chaman.pdf>

• **Esteban Magoja, Eduardo.** (2018) “Sócrates: entre filosofía y chamanismo” en Aparterei.

• **Fericgla, Josep M^a.** (1994) “Cultura, enteógenos y emociones: despejando el camino hacia una antropología de las emociones” en Visión chamánica. Revista de etnomedicina y chamanismo. Colombia: Bogotá.

–. (1994) A “Delirios, cultura y pruebas de realidad” en Revista de Psiquiatría, Facultad de Medicina. España: Barcelona

- . (1994) B Prefacio “*Plantas, chamanismo y estados de consciencia*” . Libros de la Liebre de Marzo, Ed. Barcelona.
- . (1996) “*El chamanismo como sistema adaptante*” en Revista de Antropología Social. España: Madrid.
- . (1997) A “*Cultura, teoría y aplicaciones de la imagería generada por la ayahuasca*” en Revista de etnomedicina y chamanismo. Colombia: Bogotá
- . (1997) B “*Breve informe sobre la ayahuasca*” en Revista de Antropología Social. España: Madrid
- . (1998) “*El peyote y la ayahuasca en las nuevas religiones místicas americanas*” en el Instituto de Investigaciones Antropológicas de Casilla y León. Espina, Ángel Ed. España: Salamanca
- . (1999) “*El peso central de los enteógenos en la dinámica cultural*” en Visión Chamánica. Revista de etnomedicina y chamanismo. Colombia: Bogotá.
- **García Arroyo, María del Pilar.** (2019). Tesis “*Enteógenos, ritual y psicoactivos en el mediterráneo antiguo: química entre dioses y hombres*”. Madrid, España. En: http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/tesisuned:ED-Pg-HHAT-Mpgarcia/GARCIA_ARROYO_Maria_del_Pilar_Tesis.pdf
- **Ganem Gutiérrez, José Alfonso.** (2015) Prefacio a “*Racionalidad y religión en la antigüedad tardía. Una introducción a Jámblico y a su tratado “Acerca de los misterios de Egipto”*”. En Tópicos, Revista de filosofía, nº 48, pg 270-282. México: UNAM.
- **González Wagner, Carlos.** (1984) “*Psicoactivos, misticismo y religión en el mundo antiguo*”.
- **García Aguilar, Ginna Fernanda.** (2019) “*Chamanismo y los ejercicios espirituales en la Grecia clásica*”.
- **Hermoso Félix, María Jesús.** (2011). Tesis “*El símbolo en el De Mysteriis de Jámblico: la mediación entre el hombre y lo divino*”. En <https://eprints.ucm.es/id/eprint/14087/>
- . “*Símbolo e intelecto en la filosofía de Jámblico: en torno a De Mysterris 2.11.20-41*” en LOGOS. Anales del Seminario de Metafísica. Vol. 47 (2014).
- . (2012) “*Saber y razón en el Neoplatonismo: hacia una nueva comprensión de la filosofía de Jámblico*” en Anales del seminario de Historia de la Filosofía. UCM., nº 1 Vol. 29 p. 27-44. Valladolid: España.
- . (2019) “*La percepción en Plotino. Contemplación de solas formas*” en Anuario Filosófico: 52/3. Valladolid: España.
- . (2015). “*El filósofo y el teurgo en el pensamiento de Jámblico: una metafísica del símbolo*” en ÉNDOXA: Series Filosóficas, nº35. Valladolid: España.
- **International Center for Ethnobotanical Education, Research and Service (ICEERS),** (2020). “*Informa técnico: La ayahuasca en España.*” Coordinador del proyecto: Dr. José Carlos Bouso.
- **López Pavillard, Santiago.** (2016). Tesis “*La vida como proceso de sanación: prácticas chamánicas del alto Amazonas en torno a la ayahuasca en España*” Madrid, España. En: <https://eprints.ucm.es/id/eprint/37817/1/T37287.pdf>

- Heidegger, Martin.** (1951) *Ser y Tiempo*. Trad. de José Gaos, Fondo de cultura Económica, Ed. México.
- . (1970) “¿Qué es metafísica?” Fondo de Cultura Económica, Ed. México.
- Marcos, Alfredo y Castro, Sixto José.** (2010). *Arte y ciencia: mundos convergentes* (I ed). Plaza y Valdés, Ed. Madrid, España.
- Molina Ayala, José.** (2012). “Racionalidad y religión en la antigüedad tardía. Una introducción a Jámblico y a su tratado “Acerca de los misterios de Egipto” Unam, Ed. México.
- . (2010) “Teúrgia: camino de Jámblico a lo inefable” en *Diánoia*, nº 65, México. pp.125-149.
- Ministerio de sanidad, consumo y bienestar social.** (2018). “Plan para la protección de la salud frente a las pseudoterapias”. España. En:
<https://www.mscbs.gob.es/gabinetePrensa/notaPrensa/pdf/20181141118135247771.pdf>
- Almendro, Manuel.** (2018). “No pienso luego existo: un reto para la nueva buena ciencia”. UNED, Éndoxa: series filosóficas, nº 42. España: Madrid
- Redondo, José Manuel.** (2019) “Cuestiones acerca de la teúrgia en Proclo: metafísica, eros y ritual en el platonismo de la antigüedad tardía” en *NOVA TELLVS*, México.
- Gordon Wasson, Robert; Hofmann, Albert; A. P. Ruck, Carl.** (2008). “El Camino a Eleusis”. Trad. Felipe Garrido, Fondo de cultura Económica, Ed. México.
- Soler Gil, Francisco José** (2013). *Mitología materialista de la ciencia*. Encuentro, Ed. Madrid, España



FORO

ARTÍCULOS

GRUPOS

BIBLIA VARIEDADES

CHAT

CONTACTENOS

Nuevos Temas

Mensajes de Hoy

Calendario

Correo Socios

 > Foro > No solo cannabis > Enteógenos y Psicoactivos

Bienvenid@ a cannabiscafe.net! Si esta es tu primera visita a nuestro foro, te recomendamos que visites nuestro [FAQ](#). Tendrás que [registrarte](#) en el foro antes de poder publicar mensajes. Para registrarte solo has de pulsar en el enlace anterior y proporcionar un par de datos para poder tener una cuenta en el foro. Recuerda usar una dirección de correo electrónico válida para registrarte ya que tendrás que activar tu cuenta pulsando en un enlace que llegará a tu correo una vez te hayas registrado. Esperamos que disfrutes de este foro y te damos la bienvenida a cannabiscafe.net

-AICC- Asociación de Internautas CannabisCafe.

Utilizamos cookies para promocionar la mejor experiencia a nuestros visitantes. Sí, sabemos que es la millonésima vez que la lees... [Explicámelos una vez mas.](#)



Extracto de Lactuca virosa.

MENSAJES

ÚLTIMA ACTIVIDAD



Gnomido

Marihuan@ Senior



Fecha de Ingreso: 15
ene, 09

Mensajes: 204

Compartir

Tweet

Extracto de Lactuca virosa.

02/11/2010, 21:53

#1

Desconozco si este lugar será el más adecuado pero, puesto que no he dado con ningún otro lugar que me pareciese más adecuado, he decidido colocarlo aquí.

He estado traginando últimamente con Lactuca virosa, la lechuga silvestre.

Tras una recolección generosa (a pesar de la estación en que nos encontramos en el sur de España) y el secado de sus hojas, me dispuse a hervirlas con el fin de hallar una concentración de lo que supongo será la savia de la planta disuelta en el agua.

Tras retirar las hojas (que han desprendido esta supuesta savia en el agua) y, habiendo una cantidad considerable de agua sin ser esta mucha, queda una tonalidad marrón-negruzco que, una vez desciende el agua en su hervor, se va tornando cada vez más viscoso.

El resultado ha sido, en efecto, una pasta viscosa que contenía una leve cantidad de agua para poder llegar a volcarlo sobre un plato con el fin de que se evapore y amasar el producto deseado.

El producto, unos pocos días después, es una bola un tanto maleable aún (supongo que debe quedar bastante dura para considerarse lista) y que desprende un aceite al tacto de un olor ligeramente avinagrado.

Ahora pues, me gustaría saber si alguien de por aquí ha probado alguna vez este sistema, y qué ha hecho con el resultado, además de sus efectos.

En cuanto a mí, he probado esta substancia en infusión tras hervir unos pocos gramos de hojas. El resultado ha sido algo anestésico, similar a algunas pastillas sedantes aunque, debido a la leve cantidad, poco fuerte efecto.

De ahí ha venido la idea de hacer este experimento, pues no es más que eso.

La finalidad de hacerlo así es para obtener una mayor concentración de los alcaloides y, el método de consumo inicial es el de tratar de fumarlo, aunque podría emplearlo igualmente en infusión (al igual que el extracto de kratom que se disuelve en agua).

Pues es todo, no quiero ser cargante. Si alguien tiene algo que aportar que, por favor, escriba.

Saludos.

Etiquetas: Ninguno



ojo

Marihuan@ Senior



Fecha de Ingreso: 13
ago, 08

Mensajes: 841

Compartir

02/11/2010, 23:37

#2

Re: Extracto de Lactuca virosa.

podrias poner alguna foto de las plantas que has recolectado? Yo he tratado de buscar información sobre esta planta y siempre me asalta la misma duda. El caso es que la información que encuentro por internet no es muy precisa, en cuanto a la planta en concreto. He visto muchas fotos de plantas diferentes catalogadas como lactuca virosa y ya no se que creer. pero es un tema que siempre me ha atraído por su supuesta facilidad de encontrar plantas.

saludos!

 Tweet

...Fumar hierva es ilegal, también antisocial pero nos gusta más... (Fernando Madina)

sigpic



Gnomido

Marihuan@ Senior



Fecha de Ingreso: 15
ene, 09

Mensajes: 204

 Compartir

 Tweet

03/11/2010, 00:44

#3

Re: Extracto de Lactuca virosa.

Podría hacer una foto a las hojas cortadas en pequeños trozos y ya hervidas, lo cuál no creo que sirva para resolver tus dudas. Sin embargo, la próxima vez podría hacerle fotos y colgarlas (en los próximos días).

Sé cuán dices, si buscas imágenes de la lechuga silvestre, te saldrán varias fotos que confunden. Realmente, es sencilla de encontrar. Aunque fácilmente confundible con el diente de león, es improbable que se trate de este según creo.

Diríase que una planta con las características de las fotos de Lactuca virosa debe tratarse casi con toda certeza de lechuga silvestre.

Estas plantas crecen por doquier. Cuando son pequeñas tienen hojas tiernas y crecen muy pegadas al suelo; cuando son adultas y ya han adquirido un gran tamaño (aproximadamente medio metro diría yo, tal vez un poco más incluso), son característicos por los "abuelillos", las esporas que conforman una bola de pelusa blanca.

Si ha surgido efecto el tomar un poción de unas pocas hojas y he podido extraer una especie de resina gomosa, debe tratarse de Lactuca virosa.

Creo que observando algunas fotos en google podrás identificarla por tu área, y solo sería cuestión de hacerse con unos gramos de hojas, dejarlas secar (tiernas pienso que también surge efecto), hervirlas unos minutos y beber dicha infusión.

No creo que haya confusión dañina y aún menos grave posible, aunque exhibiré fotos cuando vuelva a recolectar algunas.

Un dato curioso es que en mi casa crecen silvestres siempre, y algunas parecen poseer una forma distinta en sus inicios al menos. Quizá esto se deba a que se tratan de dos tipos distintos de Lactuca, pues algunas presentan hojas aserradas, y otras muy poco o incluso nada.

Algunas plantas se le parecen, pero son fáciles de identificar a mi parecer. Además éstas no sangran savia alguna, mientras que la planta que recolecto en el campo expulsan una savia blanquecina tras el corte.



el_kobaya

Game Over



03/11/2010, 08:17

#4

Re: Extracto de Lactuca virosa.

Yo hace años estuve haciendo experimentos con *Lactuca virosa*. Lo que hice fue recolectar muchas plantas enteras (como bien dices, las hay por doquier, al menos en Sevilla y Cáceres que es dónde las he visto por todos lados) y con las plantas aún frescas arrancar del tallo principal las ramificaciones pues es cuando más "sangran" y también al arrancar las hojas del tallo exhuda mucho látex (es decir, que la forma en la que más profusamente exhuda es arrancando del tallo principal ramificaciones y hojas). Dejé que el látex (llamado *lactucario*) tomara cierta solidez sobre el tallo y cuando estuvo algo endurecido arranqué todos los pegotes de látex e hice una bola de lactucario como de 1 cm. de diámetro y me la tragué entera con un trago de agua como si fuera opio: el resultado fue decepcionante, el lactucario no hace nada que no hagan la valeriana, la pasiflora o el azahar, es un sedante vegetal muy suave. Antes de la recolección de lactucario lo que hacía era arrancar una parte

Fecha de Ingreso: 04
ago, 06
Mensajes: 7488

 [Compartir](#)

 [Tweet](#)

aérea del tallo principal y empapar un cigarro en el látex blanco para después fumarlo cuando se secaba, resultado: ninguno, por eso me puse a la recolección de lactucario (que tampoco resultó en nada que mereciera la pena). Si con más de un gramo de lactucario obtenido de la forma tradicional (haciendo "heridas" a la planta) y tomado entero no obtuve nada remarcable no creo que haciendo un lactucario por cocción vayas a conseguir nada que merezca la pena. En mi opinión (después de haber fumado hojas, fumado látex y tomado una buena dosis de látex por vía oral) considero que esta planta no tiene nada parecido al opio (ni de lejos) y lo que se pueda obtener gastando tiempo y trabajo en recolectar lactucario se puede conseguir más fácilmente yendo a un herbolario y comprando cualquier hierba o mezcla de hierbas tranquilizantes para infusión (melisa, valeriana, pasiflora, tila, tila alpina, azahar, espino albar).

Si de cualquier forma alguien quiere hacer la prueba la planta es muy fácil de identificar (al menos para mí que llevo fijándome en ella años cada vez que la veo): tiene una base de hojas a ras de suelo del que sale un tallo central con tonos violetas y algunas espinas y de ese tallo salen hojas en la parte baja y media y ramificaciones finas en la parte alta que culminan en esa especie de "pelusilla" que han mencionado más arriba; si todo esto encaja y al arrancarle alguna parte aérea exhuda un látex blanco, lechoso y amargo lo más seguro es que sea *Lactuca virosa*

.....



gabion
Convencional



Fecha de Ingreso: 07
dic, 01
Mensajes: 6392

 [Compartir](#)

 [Tweet](#)

03/11/2010, 09:57

#5

Re: Extracto de Lactuca virosa.

el efecto se nota „sobre todo si no tomas de referencia los opiaceos...tal vez esta relacion fue creada para vender mejor lactuca..no lo se... pero cierto es, ke el efecto es mayor al de una tila o una valeriana. ...

.....

- "La razón de la sinrazón que a mi razón se hace, de tal manera mi razón enflaquece, que con razón me quejo de la vuestra fermosura."

.....



anfetamigo

03/11/2010, 10:52

#6

Re: Extracto de Lactuca virosa.

Donde yo vivo, en el sur, las hay por todos lados en el campo. Cuando le cortas el tallo, sale una savia de color blanquecino y de textura gomosa-pegajosa con un olor peculiar. Sus flores amarillas y sobre todo, el fruto y sus semillas son muy característicos, es de color blanco y se dispersan fácilmente con el viento.

..o0 ShuLgiNaDiCto
0o..



Fecha de Ingreso: 13
jul, 10
Mensajes: 498

 **Compartir**

 **Tweet**

Foto del libro de Botánica: *Lactuca Virosa* (izquierda) y *Lactuca Scariola* (derecha)

Ambas especies tienen propiedades y alcaloides similares. Sus efectos son sedantes y analgésicos. Aunque en menor medida y potencia en comparación con la adormidera y su apreciado opio.

Ejemplar de *Lactuca Virosa*, tienen las hojas más anchas y menos aserradas (con forma de sierra). También suelen tener el tallo de color morado (aunque en esta foto no lo tenga de dicho color):



Plántula de Lactuca Scariola:

Tallo violáceo de Lactuca Virosa, observamos una gota se sabia blanca saliendo del corte:

Plantita de Lactuca Virosa:



Sus Flores:



Detalle del fruto y sus semillas:

INFORMACIÓN: La infusión de Lechuga silvestre (Lactuca Virosa) es una tradición que todavía perdura en zonas rurales hispano-francesas. Contiene alcaloides sedantes similares al opio, aunque menos potentes. Son legales, pero de venta exclusiva en farmacias y no generan tanto hábito (adicción) como el que producen los opioides.

CULTIVO: Prefiere suelos ricos, sueltos, bien drenados, pero puede crecer casi en cualquier sitio, siempre que se riegue frecuentemente.

Debe sembrarse muy densamente, en hileras, empleando bandejas como semillero, preferentemente a principios de Primavera. Luego hay que trasplantarla con mucho cuidado, ya que su tallo, raíces y hojas son muy frágiles.

EFFECTOS: La lechuga silvestre calma la excitación nerviosa moderada, combate el insomnio leve y además es onírógena (produce muchos sueños), mitiga los accesos agudos de tos, especialmente en el tratamiento de la tosferina. Y a diferencia de la mayoría de los medicamentos opiáceos de venta en farmacias, según el doctor Leclerc, su administración prolongada, no va seguida de depresión, tampoco produce acción nociva sobre el tubo digestivo, ni sobre el aparato circulatorio.

No genera, al contrario que el opio y sus derivados químicos: estreñimiento, inapetencia o trastornos vasomotores. Su uso moderado, aunque sea durante mucho tiempo, es completamente inofensivo. **Pero, una cosa es uso y otra abuso. El abuso de Lactuca virosa puede ser tóxico**, y tiene efectos anafrodisíacos (no se te empina, ni de coña).

MODO DE CONSUMO: Los viejos campesinos que todavía hoy hacen infusiones con esta planta, echan un puñado de hojas y/o tallos troceados en un cacharro con agua, calentándolo hasta que hierve. Apagan, dejan reposar tapado diez minutos, lo cuelean y se lo beben con miel.

El extracto sólido fumable, llamado "opio de lechuga" ó lactucario, se hace calentando al baño maría 50 gramos de hojas y/o tallos troceados, en medio litro de agua, durante al menos 8 horas y sin que hierva el agua (del recipiente donde esté la lechuga). Después se filtra, desechando la materia vegetal y volviendo a poner el líquido, ahora oscuro y filtrado, al baño maría, sin que hierva (el líquido interior del extracto), hasta que se obtenga un residuo gomoso de color oscuro.

Puede fumarse en pipa o cigarro, pero no debería aplicarse directamente a la llama, así se pierden muchas de sus cualidades. Para evitar eso, algunos raspan ó liman la piedra de extracto de lactuca, para liarlo con tabaco, hachís o marihuana, como un porro o un cigarrillo. También usan pipas metálicas de cazoleta pequeña. Colocan un trocito de resina de lactuca en la diminuta cazoleta, la calientan sobre un mechero, inclinando un poco el tubo de la pipa, hacia arriba para que la sustancia gomosa no se cuele por el tubo; hasta que burbujea y comienza a despedir un humo blanco. Entonces dan una calada a la pipa y la retienen unos segundos en los pulmones.

IDENTIFICACION BOTANICA: La lechuga silvestre (*Lactuca virosa*) puede confundirse con la común Cerraja (*Sonchus oleraceus*), que tiene las hojas divididas en gajos. Además, mientras la Cerraja se levanta sólo cuatro palmos del suelo, la Lechuga silvestre puede alcanzar más altura que un hombre y florece a partir de finales de junio. Mientras que la Cerraja muestra flores casi todo el año. Podéis ver una amplia descripción botánica de ambas plantas en las páginas 870-871 del libro "Plantas Medicinales", Pío Font Quer, Ediciones Península, Barcelona, 2000.

Foto de las hojas de la planta llamada "Cerraja" (*Sonchus oleraceus*):

Planta de Cerraja:

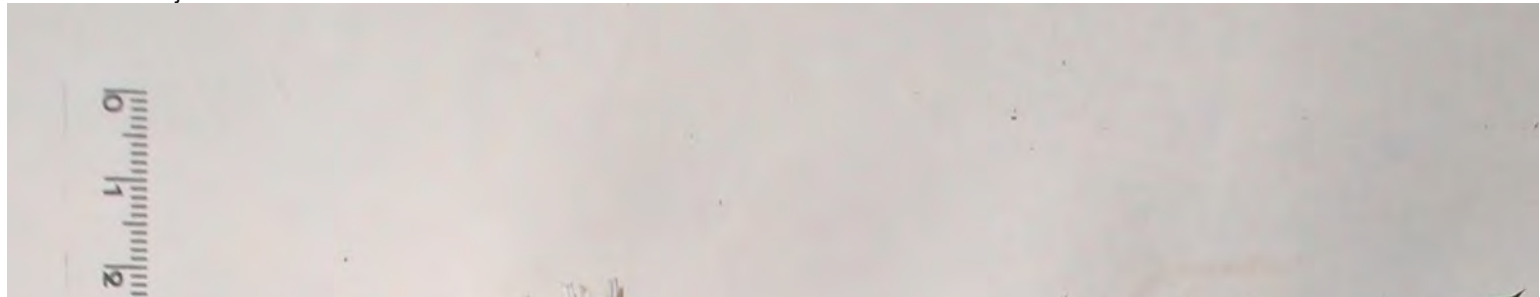






Foto de las flores de Cerraja: Se aprecia una gran diferencia (respecto a la familia Lactuca) en la forma de la flor y el número de sus pétalos (mucho más numerosos, en este caso). Otra diferencia evidente, la observamos en el fruto y sus semillas. En la Cerraja tiene una forma esférica completa, en cambio en la Lactuca Virosa presenta una forma semi-esférica (sólo presentes en la parte superior).

Información obtenida de la página web: <http://www.euskalnet.net/loalv/plantasweb/lechuga.htm>

Más Información, en Inglés: (Wikipedia)

http://en.wikipedia.org/wiki/Lactuca_virosa

IMPORTANTE, otro documento aconseja **tomar el extracto con mucha precaución**:

Toxicidad (Lactuca virosa):

La lechuga cultivada y normal de toda la vida (Lactuca sativa) y su variedad montés (Lactuca scariola) no presentan toxicidad. Aunque la segunda, se utiliza poco en alimentación, también es comestible y sus propiedades son similares a la variedad cultivada, aunque presenta mayores porcentajes en sus componentes. Esta última (L. Scariola), resulta inconfundible, pero la lechuga "montés" puede confundirse con lechuga silvestre (Lactuca virosa) que sí presenta alcaloides tóxicos.

Para distinguir las dos especies silvestres, debemos que tener en cuenta que la lechuga montés dispone las hojas sobre el tallo en posición vertical y el látex que se desprende al cortar sus hojas, es blanco con tonalidades amarillas. La lechuga silvestre dispone las hojas horizontalmente al tallo y su látex es blanco. La forma de sus hojas, también es distinta.

La Lactuca virosa se ha utilizado como sustitutivo del opio, como antiespasmódica e hinóptica.

La resina o "Lactucarium" : Está formada por los alcaloides: lactucina, junto con el lactucero y el ácido láctico, que constituyen la base del lactucarium, que tiene propiedades sedativas, diuréticas e hinópticas. Utilizado en algunas ocasiones como sustitutivo del opio, al presentar

efectos similares, aunque sin valores adictivos. Aparece tanto en la *Lactuca virosa* como en la planta *Achicoria*, pero se ha utilizado generalmente, la lechuga silvestre. Este jugo, fué un brebaje muy conocido durante el siglo XIX, cuando los adictos al opio no disponían de esta droga. Se obtenía a partir del látex que segregaba la planta al cortarla, luego podía tomarse bebido si se diluía en agua caliente o si se hervía el líquido hasta evaporar toda el agua, se formaba una pasta, que, una vez seca, podía fumarse (*Lactucarium*).

Este producto **se puede tomar en dosis no superiores a una cucharadita de café**, o en forma de jarabes.

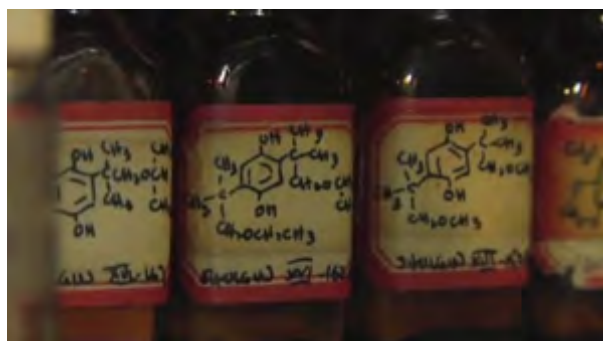
Dada su toxicidad, este tipo de lechuga no debería utilizarse en extractos caseros (sin tener conocimientos previos y bastante sensatez).

Fuente: www.botanical-online.com

<http://www.botanical-online.com/medi...tucasativa.htm>

Espero que os sirva de ayuda,
Saludos!!!

Editado por última vez por anfetamigo; <https://www.cannabiscave.net/foros/member/94496-anfetamigo> en 03/11/2010, 18:24 .



gabion
Convencional



03/11/2010, 14:05

#7

Re: Extracto de *Lactuca virosa*.

muchas gracias anfetamigo ,por tan buen esclarecimiento .

no hay confusion alguna.

me gustaria remarcar el tema de la comparacion con opio ,...donde mas se parece la lactuca al opio es en el formato de lactucario , el sabor

Fecha de Ingreso: 07
dic, 01
Mensajes: 6392

 Compartir

 Tweet

amargo ke tienen uno y otro en fresco recién sangrado es casi idéntico...al secar también, si mezclas 50 gramos de opio con 50 de lactucario, fijo, ke muy pocos se darían cuenta. tan solo notarías un opio un poco flojo..

.....
▪ "La razón de la sinrazón que a mi razón se hace, de tal manera mi razón enflaquece, que con razón me quejo de la vuestra fermosura."
.....



anfetamigo
..o0 ShuLgiNaDiCto
0o..



Fecha de Ingreso: 13
jul, 10
Mensajes: 498

 Compartir

 Tweet

03/11/2010, 15:31

#8

Re: Extracto de Lactuca virosa.

A mí, particularmente, me parece una planta muy interesante. Ya que hoy en día, con el ritmo de vida que llevamos y el insoportable nivel de ruido que sufrimos en nuestros propios hogares. Una sustancia con propiedades sedantes como el extracto de Lactuca virosa, es bien acogida.

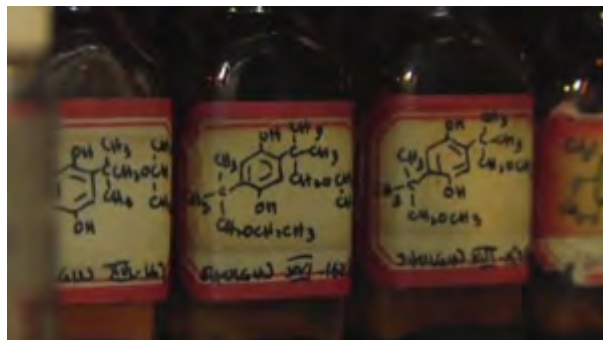
Pero además con la ventaja de no padecer los riesgos del terrible síndrome de abstinencia que producen los opiáceos. Me parece una alternativa natural mucho más segura que el opio (aunque sea menos potente y adictiva). Siempre y cuando se utilice con lucidez, ya sabemos que un abuso puede desencadenar una intoxicación grave. (CUIDADITO CON LO QUE HACEMOS POR FAVOR...)

¿Quién no ha sufrido de insomnio alguna vez en su vida? Te haces una infusión con unas pocas hojitas y tallos, le añades miel o hiervabuena para mejorar el sabor (sino te sabrá a rayos, te lo aseguro). ¡Y a dormir como un niño!

¡Qué buen remedio!!! Sin tener que tomar las porquerías de pastillas y somníferos que nos venden en la farmacia. Que en definitiva, son química pura. Y no sé yo, si es peor el remedio que la enfermedad... La prueba la tienes, en cuanto dejas de tomar las dichas pastillitas... verás el monazo que te entra... A ver si eres capaz de dormirte otra vez...

Salud y saludos!!!

Editado por última vez por anfetamigo; <https://www.cannabiscave.net/foros/member/94496-anfetamigo> en 03/11/2010, 15:41 .



Gnomido

Marihuan@ Senior



Fecha de Ingreso: 15
ene, 09
Mensajes: 204

Compartir

Tweet

03/11/2010, 19:37

#9

Re: Extracto de Lactuca virosa.

Es posible, **el_kobaya**, que no fuera exactamente lactuca virosa, sino diente de león o cerraja, pues me parece que existen unas cuantas plantas de idéntico aspecto aparentemente. Pienso que es difícil identificar la Lactuca virosa, pues a mi me resulta idéntica a la cerraja, y estoy seguro de que crece conjunto a la lechuga silvestre.

Incluso he llegado a plantearme el conseguir semillas, las cuales seguramente buscaré, con el fin de cultivar alguna en casa observando todo su crecimiento y sabiendo con toda certeza que se trata de Lactuca virosa.

Respecto al líquido espeso que he preparado, da un cierto relax, aunque muy leve. Físicamente diría que no he percibido ningún efecto, es decir, no se relajan mis músculos ni nada por el estilo. Sin embargo he percibido un cierto efecto mental muy leve.

El resultado gomoso es aceitoso, pues en el agua queda el aceite flotando y, una vez amasado y sólido, no deja de desprender este aceite ligeramente avinagrado.

La próxima vez que salga en su búsqueda, haré un seguimiento más detallado con fotos, para que así sea mejor juzgado.

Editado por última vez por Gnomido; <https://www.cannabiscave.net/foros/member/49605-gnomido> en 03/11/2010, 19:53 .



ojo

Marihuan@ Senior

03/11/2010, 23:08

#10

Re: Extracto de Lactuca virosa.

A eso iba gnomido. Al principio parece que que esta planta la tenemos todos a mano, pero luego te pones a investigar y a buscarla por el campo y te das cuenta de que hay muchas parecidas o casi iguales. Yo ya me he interesado por estos temas un par de veces y al final siempre abandono o lo dejo para más adelante. Puede que sea este otro "empujón" para que me anime a buscarla.



Fecha de Ingreso: 13
ago, 08
Mensajes: 841

Compartir

Tweet

Y con respecto a lo que cuenta el_kobaya. Pues sí, tal vez no se note much relajación. Pero de todas formas, según le he leído (en otros hilos) esta acostumbrado a sedantes mucho más contundentes 😊

🌿...Fumar hierva es ilegal, también antisocial pero nos gusta más... 🌿(Fernando Madina)

sigpic



Gnomido

Marihuan@ Senior



Fecha de Ingreso: 15
ene, 09
Mensajes: 204

Compartir

Tweet

04/11/2010, 02:27

#11

Re: Extracto de Lactuca virosa.

Jajajaja, sí, yo también estoy acostumbrado a sedantes más contundentes, pero esto no quita que uno no pueda adquirir sedación usando esta planta.

Es cierto que resulta difícil encontrar lechuga silvestre tras haber visto imágenes de diente de león e incluso del Sonchus oleraceus. Aún parece más probable confundirse en esta época en la que todas las plantas son jóvenes y parecen todavía más similares por ello.

Sugiero adquirir semillas de Lactuca virosa y, teniendo toda garantía de que planta es, cultivarla, observarla, e incluso usarla. Por lo menos lo veo lo más sensato posible, para evitar cualquier confusión.

Por lo que a mi respecta, las quiero conseguir y, no os debe extrañar si veis algún comentario en el que busco sus semillas. Y, si alguien quiere sus semillas próximamente, podrá recurrir a mí que, siempre y cuando disponga de éstas, podré hacer con sumo gusto un intercambio o algo por el estilo.

Saludos y suerte con el asunto.



gabion

Convencional

04/11/2010, 07:23

#12

Re: Extracto de Lactuca virosa.

es muy difícil confundirla con diente de león „solo en el primer estadio, al estar a ras del suelo ..pero el likido blanco „no lo supura el diente de león y tampoco crece mas de 40 cm. ...por otro lado cuando es adulta (la lactuca) ke es cuando mas lactucario tiene y se utiliza...las hojas no tienen dientes...son redondeadas.



Fecha de Ingreso: 07
dic, 01
Mensajes: 6392

 Compartir

 Tweet



▪ "La razón de la sinrazón que a mi razón se hace, de tal manera mi razón enflaquece, que con razón me quejo de la vuestra fermosura."



el_kobaya
Game Over



Fecha de Ingreso: 04
ago, 06
Mensajes: 7488

 Compartir

 Tweet



04/11/2010, 08:10

#13

Re: Extracto de *Lactuca virosa*.

Las plantas que usé en todos mis experimentos fue *Lactuca virosa*, no sé, será raro pero para mí es fácil de identificar después de años de fijarme en ella y en otras parecidas que no son *L. virosa* además de que encaja perfectamente con las imágenes que ha puesto anfetamigo: conozco la planta, estoy seguro al 100% de que era la correcta y lo confirma el suave efecto sedante que noté al comerme la bola de lactucario. Lo que me asombra es que alguien se atreva a compararla con la adormidera ya que la *L. virosa* es un sedante vegetal suave, repito, de la misma potencia que los que venden los herbolarios. Lo que pasa es que como la planta segrega un látex sedante y antitusivo que se puede fumar pues ¡hala! "opio de lechuga" jajajaj, eso no es más que una estrategia de los smart-shops para dar publicidad y salida comercial a un producto que de por sí tiene el mismo interés que la valeriana. Claro, suena muy sugerente decir que tiene las propiedades del opio pero más suaves (gran mentira, no tiene nada que ver con el opio a nivel de efectos psicoactivos) y eso de que los opiómanos tomaran lactucario cuando faltaba opio puede ser por dos cosas:

a) una mentira más para promocionar este producto de smart

b) cuando a un opiómano le falta el opio está desesperado y fácilmente puede buscar alivio (que no encontrará) en el lactucario. Es como los heroínómanos cuando no hay jaco y toman benzos, ¿son los efectos de las benzos siquiera parecidos a los de la heroína?

La *Lactuca virosa* es una planta fácil de identificar si la conoces que consumida tiene efectos sedantes no superiores a los de los sedantes herbales de herbolario. ¿Creéis que si esta planta tuviera una efectividad superior a los demás sedantes herbales no sería muy vendida en herbolarios y nadie compraría valeriana, pasiflora, melisa o espino albar? Lo que pasa es que esta planta exhuda un látex suavemente sedante y antitusivo que se puede fumar y en eso los smart-shops han visto una oportunidad para promocionar su "lechuga opiácea" (la simple unión de esas dos palabras me da risa) pero éstas son las únicas coincidencias entre la adormidera y la *L. virosa*:

1) exhuda un látex que se torna sólido y oscuro al contacto con el aire

2) el látex es sedante y antitusivo (con una diferencia de años luz en cuanto a potencia y efectividad)

Sí, el opio puede causar adicción (sólo si se usa a diario) pero a cambio te otorga unos "beneficios psicoactivos" a los que la *L. virosa* no puede ni pretender querer imitar.

Y gabion, dame opio y lactucario que yo te los disitngo rápido en cuanto los cate igual que disitngo un "Tranxilium" de una valeriana

04/11/2010, 08:37

#14



gabion
Convencional



Fecha de Ingreso: 07
dic, 01
Mensajes: 6392

Compartir

Tweet

Re: Extracto de Lactuca virosa.

.donde mas se parece la lactuca al opio es en el formato de lactucario , el sabor amargo ke tienen uno y otro en fresco recién sangrado es casi idéntico...al secar también , si mezclas 50 gramos de opio con 50 de lactucario ,fijo, ke muy pocos se darían cuenta. tan solo notarías un opio un poco flojo..

“ Originalmente publicado por **el_kobaya**

Y gabion, dame opio y lactucario que yo te los disitngo rápido en cuanto los cate igual que disitngo un "Tranxilium" de una valeriana

no se donde lees ,ke diga ,lo ke tu afirmas.....pero te lo extrapolo kon tu ejemplo:
si encapsulo un tramxilium ,con valeriana en polvo. y tu te lo tomas la capsula....sabes ke tiene valeriana?

.....
▪ "La razón de la sinrazón que a mi razón se hace, de tal manera mi razón enflaquece, que con razón me quejo de la vuestra fermosura."
.....



el_kobaya
Game Over



Fecha de Ingreso: 04
ago, 06
Mensajes: 7488

Compartir

Tweet

04/11/2010, 08:59

#15

Re: Extracto de Lactuca virosa.

“ Originalmente publicado por **gabion**

.donde mas se parece la lactuca al opio es en el formato de lactucario , el sabor amargo ke tienen uno y otro en fresco recién sangrado es casi idéntico...al secar también , si mezclas 50 gramos de opio con 50 de lactucario ,fijo, ke muy pocos se darían cuenta. tan solo notarías un opio un poco flojo..

*no se donde lees ,ke diga ,lo ke tu afirmas.....pero te lo extrapolo kon tu ejemplo:
si encapsulo un tramxilium ,con valeriana en polvo. y tu te lo tomas la capsula....sabes ke tiene valeriana?*

Lógicamente si me das una cápsula sin decirme lo que contiene yo no soy adivino para saberlo pero si me la tomo y las opciones son valeriana o clorazepato te diré en cuanto me haga efecto la cápsula si es una cosa o la otra

1

2

Próximo

Blue Green ▼

Spanish ▼

[CONTÁCTENOS](#) | [CANNABISCAFÉ - AICC](#) | [DECLARACIÓN DE PRIVACIDAD](#) | [TÉRMINOS DE SERVICIO](#) | [IR AL INICIO](#)

AICC © 2001-2020

Impulsado por [vBulletin™](#) Versión 5.5.5

Derechos de Autor © 2022 vBulletin Solutions, Inc. Todos los derechos reservados.

Todas las horas son GMT +1. Esta página fue generada en 20:12 .

RECENT POSTS

Presurgical MappingAndrew C. Papanicolaou, Roozbeh Rezaie, Shalini Narayana, Marina Kilintari, Asim F. Choudhri, Frederick A. Boop, and James W. Wheless

the Child With SeizureDon K. Mathew and Lawrence D. Morton

and Pharmacologic Consequences of SeizuresShilpa D. Kadam and Michael V. Johnston

Self-Limited EpilepsiesDouglas R. Nordli, Jr., Colin D. Ferrie, and Chrysostomos P. Panayiotopoulos in Epilepsy: A Network and Neurodevelopmental PerspectiveRaman Sankar and Edward C. Cooper



Search Engine

History of Herbal Medicines for Women

Published on 22/06/2015 by admin
Filed under [Complementary Medicine](#)
Last modified 22/06/2015
 [Print this page](#)

Rate this post :
This article have been viewed 1242 times

[Tweet](#)



CHAPTER 2

History of Herbal Medicines for Women

Botanical Medicine for Womens Health E-Book [m, David Winston](#)

[Register](#)[Log in](#)[Entries](#) [RSS](#)[Comments](#) [RSS](#)[WordPress.org](#)

■ CATEGORIES

[Allergy and Immunology](#)[Anesthesiology](#)[Basic Science](#)[Cardiothoracic Surgery](#)[Cardiovascular](#)[Complementary Medicine](#)[Critical Care Medicine](#)[Dermatology](#)[Emergency Medicine](#)[Endocrinology, Diabetes and](#)[Metabolism](#)[Gastroenterology and Hepatology](#)[Hematology, Oncology and](#)[Palliative Medicine](#)[Internal Medicine](#)[Neonatal – Perinatal Medicine](#)

WOMEN, HERBS, AND HEALTH REFORM: A HISTORICAL SUMMARY

Aviva Romm

Such “fathers of herbal medicine” as Dioscorides did not simply pull their therapeutic theories out of the air. His herbal was the human, largely female heritage finally recorded by a man interested enough in the subject and literate enough to be able to write it down. Ironically, the early records of women’s knowledge could be read by very few women.²

—Jennifer Bennett, *Lilies of the Hearth: The Historical Relationship between Women and Plants*

Women’s history has always been woven with plants and the healing arts, particularly botanical medicine and midwifery. ^{1 2 3 4} In virtually every culture, without exception, women maintained knowledge of herbal healing for the prevention and treatment of common maladies that afflicted their communities, including herbal treatments for women’s complaints. A textbook on botanical medicine for women would not be complete without recognition of the historical role of women healers.

Few records exist to tell us the stories of ancient women healers: their training, their successes, the clinical challenges they faced, or their experiences as women with medical careers.¹ The limited historical records that do exist, however, give us a glimpse of some of the remarkable women healers in ancient times. Given the pharmacy of their day, it is clear that many of these women were highly skilled herbalists.^{3,5} Modern history leaves no doubt as to the important role women have played in the resurgence of herbal medicine and traditional healing practices in present-day medicine.

WOMEN HEALERS THROUGHOUT HISTORY

There is a remarkable absence of women healers in the archives of medicine. Information on the practices of women healers must be “carefully teased out of a few surviving works written by women healers, from relics and artifacts, from myth and song, and from what was written about women.”¹ Although women have long handed herbal knowledge down to their daughters, both orally and in the form of “stillroom” books—the herbal equivalent of family recipe books—only a minority of women from the most privileged, educated backgrounds managed to keep comprehensive records or

Botanical Medicine for Womens Health E-Book

Nephrology
Neurology
Neurosurgery
Nursing & Midwifery & Medical Assistant
Obstetrics & Gynecology
Ophthalmology
Orthopaedics
Otolaryngology
Pathology
Pediatrics
Physical Medicine and Rehabilitation
Plastic Reconstructive Surgery
Psychiatry
Pulmonary and Respiratory
Radiology
Rheumatology
Surgery



documentation of herbal “recipes.” Negligibly few women published serious medical works. On the rare occasion one did, it was frequently under a male pseudonym. Jeanne Achterberg states:

*The experience of women healers, like the experience of women in general, is a shadow throughout the record of the world that must be sought at the interface of many disciplines: history, anthropology, botany, archaeology, and the behavioral sciences. ... The available information on woman as healer in the western tradition spans several thousand years, stretching far back into prehistory when conditions were likely to support women as independent and honored healers. During and following those very early years, the role of women healers has been inexorably married to shifts in the ecology, the economy, and the politics in the area in which they lived.*¹

Women Healers of Ancient Egypt and Ancient Greece

The oldest report of a woman physician dates to circa 3000 bce. Records from this time indicate that a well-known practicing female physician lived in the city of Sais, where later there was a medical school. One of the earliest known medical documents, the Kahun papyrus (circa 1900 bce) from Egypt, addresses the diseases of women and children. It has been suggested that this papyrus was written for women practitioners, as in ancient Egypt only women treated women's diseases.³ Egyptian queens, including Queen Hatshepsut (who reigned from 1503–1482 bce), encouraged women to become physicians. Hatshepsut herself set up three medical schools as well as botanical gardens. Women healers were responsible for planting medicinal herb gardens and maintaining pharmacies.

Egyptian belief in the afterlife led to the practice of burying with the dead those things that were important to them in life and that would be needed in their next existence. At least one Egyptian Queen, Mentuhotep, is purported to have been found buried with alabaster ointment jars, vessels for tinctured herbs, dried herbs, and spoons for measurement. Polydamna, also a queen and physician of Egypt, was reputed to have given knowledge of the healing properties of the opium poppy, one of the possible ingredients in the famous sedative nepenthe. She was also alleged to have trained Helen of Troy (circa 2000 bce), who is thought to have brought herbal knowledge from ancient Egypt to ancient Greece.³

The role of women healers was well established in ancient Greece, whereas in Egypt priestesses were often physicians and keepers of healing traditions. Their practices represented a synthesis of the physical and spiritual aspects of healing. One

Botanical Medicine for Womens Health E-Book

ancient Egypt was the goddess Isis, to whom supplicants directed

their prayers for healing. The medical practices of ancient Greece led to the development of later Western medical healing practices, including surgery. It has been suggested by scholars that women may have been largely responsible for the initial development of surgical techniques and therapeutics. Leto was the goddess of surgery.

Hygiea, an important goddess in the Greek pantheon and daughter of Asclepias, the legendary father of medicine (circa 900 bce), is still a part of medicine today. Her statue is found on the fronts of hospitals and her name is invoked daily in our word hygiene, as is her sister's—Panacea—often mentioned in medicine. Both sisters were invoked for the restoration of good health—the practice of hygiene now considered central to preventive medicine. Hundreds of shrines dedicated to this family were erected in ancient Greece. Each woman in the family of Asclepias had her own staff, much like Asclepias', with a snake winding around it—a symbol that has persisted for thousands of years as emblematic of healers—and that is still used today as the symbol of Western medicine.

By the time of Hippocrates (400 bce), women's role in society had been minimized to that of servants; their role in the healing arts was likewise marginalized. Nonetheless, the contributions of several women healers were recorded. Aristotle's wife Pythias was known to "assist" Aristotle in his work; together they wrote a text of their observations of the flora and fauna of one of the Greek islands. She was also involved in the study of anatomy and left detailed illustrations of chick and human embryologic studies. Queen Artemisia of Caria (350 bce) has been praised by Pliny the Elder and Theophrastus for her healing abilities, and is credited by them for introducing wormwood (*Artemisia* spp.) as a cure for numerous ailments, although there is some debate over the attribution of the botanical name for the *Artemisia* species to Queen Artemisia as opposed to the goddess Artemis. Pliny (c. 50 ce) wrote of several women who authored medical books, including Elephantis and Lais.³

A famed ancient Athenian woman healer, Agnodice, left an extraordinary legacy. At the time of her birth in Greece, women were forbidden to study medicine; the penalty for doing so was death. Women throughout the entire Greek empire recognized her as having started a female medical revolution in Athens, which eventually influenced the practice of medicine. It is said that Agnodice felt so called to practice medicine as a response to the number of women dying as a result of refusal by medical doctors to treat them that she dressed as a man and enrolled at the medical school in Alexandria. Upon graduating, she established her practice, still disguised as a man, but upon being discovered to be a woman, local women flooded to her practice. When authorities discovered her proper identity, she was arrested and put on trial. It is purported that when her patients discovered her plight they threatened to rebuke their husbands by withholding

“marital favors” if they did not support Agnodice’s liberation. Congregating at the courthouse, they threatened to commit suicide en masse if she was not released. Successful in their efforts, Agnodice was freed and permitted to practice—in any manner of clothing she pleased. More significantly, women, with the exception of slaves, were permitted to openly study and practice medicine, treating only the diseases of women and children. This led to a new avenue of social and economic freedom for women in Greece. Numerous famed female physicians followed in Agnodice’s footsteps: Theano, Aspsasia, Antiochis, and Cleopatra, a physician practicing at the time of Galen (second century ce). These women specialized in gynecologic and obstetric complaints, wrote extensively, and were renowned for their work.

At the University of Athens there is a fresco of the famed woman physician Aspasia in the company of such leaders as Socrates, Plato, and Sophocles. Her writings remained the standard textbook of gynecology until the time of Trotula. Aspasia employed treatments for problems as diverse as difficult labor, retained placenta, uterine tumors, and peritonitis, for which she performed successful surgeries. Cleopatra also wrote an extensive gynecology text that was distributed throughout Greece and Rome, and used as a standard treatise by doctors and midwives well into the sixteenth century. However, her work had been falsely attributed to a male writer of the sixth century ce. Soranus is later thought to have plagiarized her work extensively in his famed text, *Gynaecology*. This was not uncommon: What is believed to be the oldest medical treatise, written by a woman named Metrodora, was attributed to a man named Metrodorus. The original manuscript written by Metrodora still survives in Italy.

Women Healers in Ancient Rome

Prior to Greek influence in Rome, physicians were disparaged. Families were expected to tend to their own health needs. The spiritual attributions of health and disease received more recognition than the physical, with goddesses such as Diana, Minerva, and Mater Matuta presiding over women’s reproductive concerns. Women had better social status in ancient Rome than in ancient Greece, and Roman women met the arrival of female physicians from Greece with great receptivity. It may be that Roman male rulers were less pleased. Pliny the Elder is quoted as having said that women healers should practice inconspicuously “so that after they were dead, no one would know that they have lived.”¹ Nonetheless, women healers, mostly from aristocratic families, were busily practicing by the first century ce, being greatly sought after and handsomely paid for their work

Botanical Medicine for Womens Health E-Book



Two successful practitioners were Leopolda and Victoria, both of whom are mentioned in medical writings of the day, with Victoria receiving the dedication to a medical book. In the preface of the book, *Rerum Medicarum*, she is recognized as being a knowledgeable and experienced physician. Inscriptions of tombstones of women physicians from Rome include such accolades as “mistress of medical sciences” and “excellent physician.”³ Several celebrated women physicians include Olympias, Octavia, Origenia, Margareta (an army surgeon), and Fabiola. The former two wrote books of prescriptions, and the latter was considered to possess remarkable intellectual ability as well as unusual charity. Fabiola opened a hospital for the poor in Rome—the first civil hospital ever founded and thought to be one of the best in Europe at the time. It is said that when she died thousands attended her funeral procession.

Western Europe: The Middle Ages

The Middle Ages were an ambivalent time for women healers. Emerging from the early Middle Ages, during which women healers were considered to be diabolic, little respect was left for ancient traditions deifying women, their bodies, and their connection to nature. St. Jerome, ironically a dear friend and supporter of the healer Fabiola, is quoted as having said that “woman is the gate of the devil, the path of wickedness, the sting of the serpent, in a word, a perilous object.”¹

By the Middle Ages, women healers appeared to take two divergent paths: Although midwives were well respected as skilled practitioners within their communities, many so-called cunning women, who were often poor and illiterate, were accused of and tried for witchcraft. Cunning women were thought to be dabbling in sorcery and bewitchment; midwives were often called as witnesses to testify against them at witchcraft trials.⁶ Midwives were seen as protectors of the expectant mother; a midwife was “the key figure in preventing harm...who guaranteed and subtended the order threatened by the witch.”⁷

Midwives were not impervious to accusations of witchcraft. There are notable cases, such as Walpurga Haussman of Dillenge, who was tried as a witch and executed.⁶ However, they are mainly notable because they are anomalous cases; some prosecutions were a result of political positioning, whereas others were of previously respectable midwives who slipped into “irregular healing methods.”⁶

Overall, midwives tended to be well respected in their communities; however, their skills and expertise varied tremendously. P
Botanical Medicine for Womens Health E-Book
tion programs for midwives, nor standards of practice, the quality of care and skill a midwife possessed was largely individual. Nonetheless, there are impressive, if few, records of women



from both the Middle Ages who dedicated themselves to healing and medicine. Empress Eudoxia (420 ce) is attributed with the founding of two medical schools and a hospital in Syria, Jerusalem, and the land that eventually became Mesopotamia. Princess Radegonde of Burgundy studied medicine and opened a hospital for lepers, and Hilda of Whitley was an Anglo-Saxon princess who became a physician and in 657 ce built an abbey where she practiced medicine and taught many classical academic subjects.

Jacoba Felicie is an example of one tried for the practicing medicine without a license. Brought to trial in 1322 by the Faculty of Medicine at the University of Paris, she was a literate woman from an affluent family. Jacoba, with unspecified medical training, had successfully treated numerous patients who testified at her trial. Yet, the testimonies were used against her as proof that she had committed the cardinal crime, not of healing, but of attempting to cure. In fourteenth-century England, educated women practitioners were likewise the target of campaigns by English physicians seeking to rid themselves of “worthless and presumptuous women who usurped the profession” seeking fines and long imprisonment for women who attempted the “practyse of Fisyk.”⁴ Women practitioners who spared their lives had enough fear instilled in them to practice their crafts extremely covertly, if at all.

Although volumes of women’s herbal healing traditions were lost during this time, Europeans still depended on plants for medicine, so common household cures persisted. Numerous lay books on herbal medicinal cures were sold for the “gentlewoman” to use for keeping her family well, and ironically these books offered much of the same materia medica in use by physicians during that time. However, the revered place of women healers in their communities had been dramatically altered. Attitudes about nature, women, and their bodies also changed considerably, with the Baconian belief that all three were conquerable by medicine and technology.⁸

When the Moors conquered Spain, Spanish women trained in the healing arts of midwifery and alchemy alongside men, with an emphasis on the treatment of gynecologic and obstetric conditions. The renowned Arabic physician Rhazes is said to have learned many new remedies from women, and to have admitted jealousy of women healers, whom he said were often able to find cures where he had failed to successfully treat a patient.

Trotula of Salerno is a legendary female healer of the Middle Ages. It is alleged that Trotula was considered the most distinguished teacher at the medical college in Salerno, Italy, a gathering place for men and women of Greek, Arab, Latin, and Jewish backgrounds studying medicine. She is said to have been the first female professional of medicine at Salerno, in the eleventh or twelfth century, and was called to medicine because she saw women suffering from obstetric and

Botanical Medicine for Womens Health E-Book

gynecologic complaints that they were too embarrassed to discuss with male doctors. Trotula was an early advocate of healthy diet, regular exercise, hygiene, and reduced stress. Although her history is not known with certainty, one of the most significant historical discourses on obstetrics and gynecology, referred to as *The Trotula*, actually a compendium of three texts, was either written in part by her, named after her, or is based on her teachings.⁹ *The Trotula* remained an authoritative text for several centuries. It is predicated on religious and philosophical notions of the period (i.e., the curse of Eve and women's fall from grace), but the author(s) do not pathologize the normal processes of a woman's body and assert that women have particular needs that should only be evaluated and treated by other women. The clinical portions of the book refer to the menses as "flowers," describing menstruation as a process necessary for fertility, much as trees need flowers to produce fruits. Diagnoses are based on keen observation and include assessment of physical findings from pulse and urine, as well as the patient's features and speech patterns. The text advanced theories and procedures, and was the first to define the diagnosis of syphilis based on its dermatologic manifestations. Trotula appears to have treated all manner of conditions with a variety of practices ranging from medicated oils to cesarean section, if necessary, with awareness of the need for antisepsis in surgery, prescribing topical and internal herbal treatments that may have been efficacious, based on what is known today about their actions. Sensitivity to the intimate needs of women is expressed, for example, by publishing the prescription of a procedure that will allow a woman who has previously lost her virginity to appear a virgin upon first intercourse after marriage, lest she face difficult political, legal, and social consequences. Jeanne Achterberg in *Woman as Healer* describes Trotula of Salerno:

*She personified the balance that is so critical to the advancement of woman as a health care professional; a knowledge of science, attention to the magic that is embedded in the mind, a mission of service, awareness of suffering and the gift of compassion. She also had the courage to speak, write, and teach with conviction.*¹

The place of women healers continued to decline dramatically, but another woman healer of the Middle Ages, Hildegard of Bingen, achieved such significant fame that her story bears telling. Hildegard, like many of the other famed women healers, was born of a noble family. She lived between 1098 and 1179 ce in Germany. At 3 years of age, she began receiving visions* and she began religious education at age 8. Her gift of prophecy gave her the uncanny ability to understand religious scriptures immediately, and from an early age she drew the attention of nobles and religious leaders. She also received

Botanical Medicine for Womens Health E-Book

to be lived, ranging from ornate clothing to the development of a



language used in the convent—of which nearly a thousand words survive today. Hildegard was known as a gifted intellectual, skilled in both academia and the arts—the latter as a musician and composer. One of her many books, *Cause et Curae*, a collection of five tomes, is a comprehensive medical work in which she describes diagnosis based on four humoral types (sanguine, phlegmatic, melancholic, and choleric), reminiscent of ancient Greek medical descriptions; appropriate behaviors for lifestyle, including recommendations for diet, stress reduction, and moral behaviors; and astrological predictions, for example, for conception. She provides an extensive discourse on gynecology, with recipes for external and internal preparations, as well as applications for over 200 medicinal plants. Her recommendations also included the use of gemstones, incantations, as well as hydrotherapy.³

Another of her collections, *Physica*, is comprised of nine books containing treatises on plants and trees, minerals and metals, and animals, including their medicinal and “energetic” qualities, and again drawing upon Greek medical descriptions. As is the case with most healers, Hildegard of Bingen’s medical protocol reflected the cultural and religious context in which she lived; thus, Christian mysticism pervades her writing. Yet, her role as a woman healer also ran contrary to the common trends of the society in which she lived. Unlike some of the healers already mentioned who made deliberate political choices to develop their arts contrary to popular opinion on the role of women in medicine, Hildegard’s calling came to her unbidden, as did her dedication to monastic life. Nonetheless, she represents a high level of intellectual achievement, forwardness in her discussion of women’s gynecologic and sexual concerns, and an exemplary level of dedication to social service.

Women Herbalists in the Eighteenth and Nineteenth Centuries

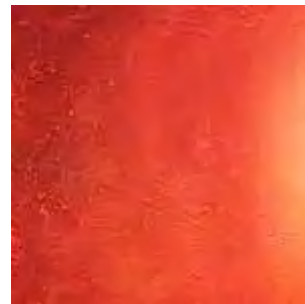
“In the year 1775 my opinion was asked concerning a family recipe for the cure of dropsy. I was told that it had long been kept a secret by an old woman in Shropshire who had sometimes made cures after the more regular practitioners had failed.”¹⁰ This statement was made by the illustrious Dr. William Withering, discussing his discovery of the use of foxglove. He is purported to have paid the woman, a Mrs. Hutton, an undisclosed sum of gold coins for sharing the family “recipe,” consisting of 20 herbs for the treatment of what was then considered a virtually incurable condition. Little mention of Mrs. Hutton or her herbal practice, if indeed that is what it was, is otherwise made, but the story of the development of the still-used drug digitalis for the treatment of congestive heart failure is medical legend.

Botanical Medicine for Womens Health E-Book



COMMON NAME	SCIENTIFIC NAME	FAMILY	ORIGIN	USE
Adonis	Adonis vernalis	Familia Ranunculaceae	Europe	Heart medicine
Adonis autumnalis	Adonis autumnalis	Familia Ranunculaceae	Europe	Heart medicine
Adonis autumnalis	Adonis autumnalis	Familia Ranunculaceae	Europe	Heart medicine
Adonis autumnalis	Adonis autumnalis	Familia Ranunculaceae	Europe	Heart medicine
Adonis autumnalis	Adonis autumnalis	Familia Ranunculaceae	Europe	Heart medicine
Adonis autumnalis	Adonis autumnalis	Familia Ranunculaceae	Europe	Heart medicine
Adonis autumnalis	Adonis autumnalis	Familia Ranunculaceae	Europe	Heart medicine
Adonis autumnalis	Adonis autumnalis	Familia Ranunculaceae	Europe	Heart medicine
Adonis autumnalis	Adonis autumnalis	Familia Ranunculaceae	Europe	Heart medicine
Adonis autumnalis	Adonis autumnalis	Familia Ranunculaceae	Europe	Heart medicine

Pregnancy and Botanical
Medicine Use and Safety



Plant Profiles



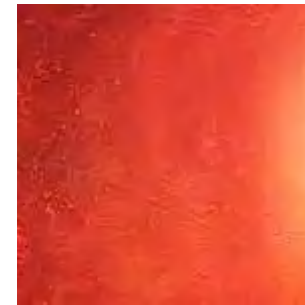
RED CLOVER



ST. JOHN'S WORT



Fundamental Principles of
Herbal Medicine



Botanical Medicines, CAM,
and Integrative Medicine:
Definitions and Use
Prevalence

Load more posts

Share this:

Botanical Medicine for Womens Health E-Book





Botanical Medicine for Womens Health E-Book

[Previous](#) [Incense & Resins](#) [Magic Oils](#) [Essential Oils](#) [Seeds](#) [Herbs](#) [Supplies](#) [Info](#)
[Links](#) [Contact](#) [Next](#)



Lactuca virosa Wild Lettuce

This European native magic herb was referred to as "Titan's Blood" in ancient Greek manuscripts and many consider it, like regular lettuce, to be a [Moon](#) plant on account of its generally watery nature and white (bitter) sap. If you have encountered this plant, you know that it

does not have the wateriness of its domesticated cousin, and its chemical relationship to other strongly [Saturn](#) plants like henbane indicates a Saturn association, especially when you consider the insignificant flowers. It also is often found growing wild in such Saturn-beloved places as roadsides (Saturn loves edges) and "waste places." This plant provides an incense aid for divination, especially when working with darker deities. For spellwork, it is an anti-aphrodisiac and hypnotic. Gather leaves when the plant is in flower and preferably at full Moon and dry for later use.

This herb contains the tropane hyoscyamine, much as the nightshades do, but Lactucarium, an Eclectic preparation made from the latex harvest from this herb when it is flowering, is a sedating bitter that contains no hyoscyamine. Its dried latex looks, tastes, and smells similar to opium (more Moon here) and so has been used to adulterate opium in the past, which probably partially accounts for one of its common names, lettuce opium. In British herbalism, it is often combined with passionflower and hops in equal parts and made into a tea for insomnia. 1/2-1 teaspoon of the herb mixture per cup is infused 15 minutes and 1/2 cup of the infusion drunk for chronic sleeplessness. Although the very young leaves are edible, it is better to grow regular [cultivated lettuce](#) for table use. Be careful with this plant, as it is toxic in large quantities; 'virosa' means poisonous, as in 'virulent.' It can cause stupor and has even caused death, but it is generally less dangerous than various other baneful plants. This plant is also known as strong-scented lettuce, laitue

Lactuca virosa
Organic witch-
grown wild lettuce
seeds
50 seeds \$4.00 -
Currently
Unavailable



Uses in

Witchcraft &
Magick:

Divination
Moon & Saturn Herb

Go to [Wild lettuce herb](#)

© 2000-2022
Alchemy Works; No
reproduction without
permission

vireuse, and acrid lettuce. This is not the same as *Lactuca scariola* or prickly lettuce, which is often sold in its place. Note that the leaves of *L. virosa* are not lobed like those of *L. scariola* (see pic of *L. virosa* plants I grew in my own garden and from which I harvested these seeds).

How to grow wild lettuce: Do not cover seeds - just press them into moist soil and water to germinate in 7-14 days at 70F. I actually threw out a pack of old seeds of this plant onto a mulched area and two plants came up, but I don't suggest this as a planting method. Transplant seedlings to rich, moist soil and full sun, spacing 2-3ft/60-90cm apart. This is a biennial, which means in the first year it will make a rosette of leaves, and in the second year the flower stalk(s) will shoot up in early to mid summer to 3-6ft/.9-1.8m and produce seeds in late summer/early fall. If you're lucky, it will make seeds the first year, but in my experience, this is a two-year plant. It's hardy to zone 6 (-10F/-23C). This plant likes rich, moist soil and reseeds so readily that it is considered a weed in many areas. [General growing info](#)

[Herb Chart](#)[Herbal Remedies](#)[Herb Store](#)

ENHANCED BY Google

[Arthritis](#)[Diabetes](#)[Weight Loss](#)[Pain Relief](#)[Anxiety](#)[Memory](#)[Oils](#)[Digestive](#)

Wild lettuce *Lactuca virosa*



Koehler's Medicinal-Plants 1887

Common Names

Wild lettuce , Bitter lettuce, Opium Lettuce

Botanical Name

Lactuca virosa

Family

[ASTERACEAE](#)

 Share 124



Buy Wild lettuce Bulk Organic

Medicinal Uses & Benefits of Wild Lettuce



[How to Use](#) | [Side Effects](#) | [Plant & Garden](#) | [Folklore](#)

Medicinal Uses: * [Anxiety](#) * [Sleep/Insomnia](#)

Properties: * [Analgesic](#) * [Anodyne](#) * [Antispasmodic](#) * [Antitussive](#) * [Nervine](#) * [Psychedelic](#)
* [Sedative](#)

Parts Used: Dried leaves

Constituents: bitter latex containing(lactucin, lactucone, lactupicrin), a trace of an alkaloid, triterpenes, iron, vitamins a, bl, b2, and c.

How to Use: Wild lettuce

Wild lettuce is a valuable remedy for [insomnia](#) and muscular [arthritis](#). The common name "lettuce opium", as it was known in the earlier official pharmacopoeias, refers to the potent milky latex produced by the stems and leaves. There has been a recent internet driven surge of popularity of wild lettuce as a recreational herb, however wild lettuce will disappoint those only looking for a legal high similar to opium. The powers that be have outlawed all the truly narcotic herbs, leaving only the less potent ones available to use without fear of running afoul of the law. That said, this relaxing and [sedative herb](#) can be a ally for those needing help to induce sleep, and calm restlessness and [anxiety](#).^{1,2}

Preparation Methods & Dosage :When a stem or leaf from a wild Lettuce plant is broken or cut, it will bleed a thick milky sap. This sap can be made into an alcohol tincture, (Lactucarium) or the fresh leaves and flowering tops can be tinctured, or dried and made taken as teas, smoked or less often in capsule form.

Wild lettuce Side Effects: Toxic in large amounts



Plant Description

Flowers: Numerous, small, about 1\4 in. across, involucre, cylindric, rays pale yellow; followed by abundant, soft, bright white pappus; the heads growing in loose, branching, terminal clusters.

Stem: Smooth, 3 to 10 ft. high, leafy up to the flower panicle; juice milky.

Leaves: Upper ones lance-shaped; lower ones often 1 ft. long, wavy-lobed, often pinnatifid, taper pointed, narrowed into flat petioles.

Preferred Habitat: Moist, open ground; roadsides.

Flowering Season: June - November

Distribution: Georgia, westward to Arkansas, north to the British Possessions.

Few gardeners allow the table lettuce (*saliva*) to go to seed; but as it is next of kin to this common wayside weed, it bears a strong likeness to it in the loose, narrow panicles of cream-colored flowers, followed by more charming, bright, white little pompoms. When the milky juice has been thickened (*lactucarium*), it is sometimes used as a substitute for opium by regular practitioners - a fluid employed by the plants themselves, it is thought, to discourage creatures from feasting at their expense. Certain caterpillars, however, eat the leaves readily; but offer lettuce or poppy foliage to grazing cattle, and they will go without food rather than touch it.

Netje Blanchan Wild Flowers worth Knowing(1917)

Related Species *Lactuca Canadensis*, *Lactuca Serriola*

History and Traditions & Folklore

Where the garden varieties originated, or what they were, nobody knows. Herodotus says lettuce was eaten as a salad in 550 B.C.; in Pliny's time it was cultivated, and even blanched, so as to be had at all seasons of the year by the Romans. Among the privy-purse expenses of Henry VIII is a reward to a certain gardener for bringing "lettuze" and cherries to Hampton Court.

Netje Blanchan Wild Flowers worth Knowing(1917)

Pagans use wild lettuce as an incense aid for divination, especially when working with

darker deities.



It is under the government of Mars. The smell and taste is much like opium. A syrup made from a strong infusion of it, is an excellent anodyne (pain relief) it eases the most violent pains of the colic, and other disorders, and gently disposes the patient to sleep, for it has none of the violent effects of other opiates. The best way of giving it is, to dry the juice which runs from the roots by incision ; this dissolves freely in mountain wine, if one ounce be put into a gallon of wine there is produced an excellent quieting medicine, a teaspoonful of which in a glass of water. This takes off spasms, convulsions, stays fluxes of all kinds proceeding from irritation.

Nicholas Culpeper, 1653

References:



[Works Cited](#)

1. Hoffmann, David (2010-12-15). Medical Herbalism: The Science and Practice of Herbal Medicine (p. 352). Healing Arts Press.
2. 93. Mabey, Richard. "The New Age Herbalist", (1988))

Looking for Aroma Therapy? Visit [Annies Aroma Therapy](#)



Looking for something you can read offline? [Join our mailing list](#) and get a free copy of *Methods for Using Herbs*. This free handbook includes instructions on how to make basic herbal preparations at home. It covers making herbal teas, herb infused oils and balms, tinctures, and more.



Copyright © 2005 - 2018 Annie's Remedy * All rights reserved
Citations Feel free to cite information given on these pages with a link to: [Anniesremedy.com](#). Fair use of this copyrighted information is limited to small snippets of text.

[List of Herbs by Common Name](#)

[A](#) [B](#) [C](#) [D](#) [E](#) [F](#) [G](#) [H](#) [I](#) [J](#) [K](#) [L](#) [M](#) [N](#) [O](#) [P](#) [Q](#) [R](#) [S](#) [T](#) [U](#) [V](#) [W](#) [X](#)
[Y](#) [Z](#)

[Annies Remedy Home](#) | [Privacy:About: Contact](#) | [Medicinal Herbs Uses Chart](#) |
[Herbal Remedies](#) | [A- Z Health Index](#) | [Books](#) |



** Information on the traditional uses and properties of herbs are provided on this site is for **educational use only**, and is not intended as medical advice. Every attempt has been made for accuracy, but none is guaranteed. Many traditional uses and properties of herbs have not been validated by the FDA. If you have any serious health concerns, you should always check with your health care practitioner before self-administering herbs. **



[Advanced](#)

Save

Email

Send to

Display options

[Kwart Hist Nauki Tech.](#) 2005;50(3-4):123-34.

[Lettuce, lactuca sp., as a medicinal plant in polish publications of the 19th centu ry]

[Article in Polish]

[Anna Trojanowska](#)¹

Affiliations + expand

PMID: 17153150

“ Cite

Abstract

Mentions of lettuce *Lactuca* sp. that have appeared since antiquity contained similar information on its curative properties, but such properties were ascribed to different species or varieties. Apart from the wild and poisonous lettuce, also garden or common lettuce were identified as having curative action, and some publications lacked information enabling the precise identification of the lettuce in question. In the 19th century, attempts were made to put some order into the knowledge of lettuce as a medicinal plant. Information contained in Polish medical studies of the 19th century on lettuce points to the poisonous species, *Lactuca virosa*, and the common or garden lettuce, *Lactuca sativa* v. *Lactuca hortensis*, as being used as a medicinal plant. In that period, lettuce and especially the desiccated lactescent juice obtained from it, lactucarium, were considered to be an intoxicant, and were used as a sedative and an analgesic. The action of the substance was weaker than that of opium but free of the side-effects, and medical practice showed that in some cases lactucarium produced better curative effects than opium. To corroborate those properties of lettuce and its lactescent juice, studies were undertaken to find the substance responsible for the curative effects of the juice. However, such studies failed to produce the expected results, and the component responsible for the curative properties of lettuce was not identified. Medical practice thus had to restrict itself to the uses of the desiccated lactescent juice and extracts obtained from it. The possibility of obtaining lactucarium from plants cultivated in Poland caused Polish pharmacists and physicians to take an interest in the stuff and launch their own research of lettuce and the lactescent juice obtained from it. Results of research on lettuce were published in 19th-century journals by, among others, Jan Fryderyk Wolfgang, Florian Sawiczewski and Józef Orkisz.

Similar articles

[Brazilian medicinal plants described by 19th century European naturalists and in the Official Pharmacopoeia.](#)

Brandão MG, Zanetti NN, Oliveira P, Graef CF, Santos AC, Monte-Mór RL.

J Ethnopharmacol. 2008 Nov 20;120(2):141-8. doi: 10.1016/j.jep.2008.08.004. Epub 2008 Aug 9.
PMID: 18762237

[Antidiabetic medicinal plants--between phytotherapy and lead structure research.](#)

Helmstädter A.

Pharm Hist. 2012;54(4):99-108.

PMID: 24568000 No abstract available.

[Bioprospecting Rumphius's Ambonese Herbal: Volume I.](#)

Buenz EJ, Johnson HE, Beekman EM, Motley TJ, Bauer BA.

J Ethnopharmacol. 2005 Jan 4;96(1-2):57-70. doi: 10.1016/j.jep.2004.08.016.

PMID: 15588651

[Medicinal plants: historical and cross-cultural usage patterns.](#)

Halberstein RA.

Ann Epidemiol. 2005 Oct;15(9):686-99. doi: 10.1016/j.annepidem.2005.02.004.

PMID: 15921929 Review.

[Wild vascular plants gathered for consumption in the Polish countryside: a review.](#)

Łuczaj Ł, Szymański WM.

J Ethnobiol Ethnomed. 2007 Apr 15;3:17. doi: 10.1186/1746-4269-3-17.

PMID: 17433114 **Free PMC article.** Review.

[See all similar articles](#)

Cited by 1 article

[Wild lettuce \(*Lactuca virosa*\) toxicity.](#)

Besharat S, Besharat M, Jabbari A.

BMJ Case Rep. 2009;2009:bcr06.2008.0134. doi: 10.1136/bcr06.2008.0134. Epub 2009 Apr 28.

PMID: 21686020 **Free PMC article.**

Publication types

- > English Abstract
- > Historical Article

MeSH terms

- > History, 19th Century
- > Humans
- > Lettuce / history*
- > Phytotherapy / history*
- > Plant Extracts / history*
- > Plants, Medicinal*
- > Poland

Substances

- > Plant Extracts

LinkOut - more resources

Medical

[MedlinePlus Health Information](#)

FOLLOW NCBI



Connect with NLM



National Library of Medicine
8600 Rockville Pike
Bethesda, MD 20894

[Web Policies](#)

[FOIA](#)

[HHS Vulnerability Disclosure](#)

[Help](#)

[Accessibility](#)

[Careers](#)

[NLM](#) | [NIH](#) | [HHS](#) | [USA.gov](#)



Home > Ayurveda > Wild Lettuce

Ayurvedic Herbs

HEADLINES: [Watch UK PM Boris Johnson Tr](#)

WILD LETTUCE

Scientific Classification:

Create PDF in your applications with the Pdfcrowd [HTML to PDF API](#)

PDFCROWD

Kingdom	Plantae
Division	Magnoliophyta
Class	Magnoliopsida
Order	Asterales
Family	Asteraceae
Genus	Lactuca
Species	L. virosa
Binomial name	Lactuca virosa

Other Common Names:

The other common names for the herb wild lettuce are Bitter lettuce, Opium Lettuce, Compass Plant, Horse Thistle, Prickly Lettuce, Wild Lettuce and Wild Opium.

History



Wild lettuce is a legal ethno botanical in the United States, and has enjoyed a surge of popularity



as a recreational herb on the internet. It is related to common garden lettuce *Lactuca sativa*, but the leaves are very bitter. The scientific name for wild lettuce, *Lactuca virosa*, relates to part of the plant's physiology. If you scrape the leaf or stem of the plant, it immediately ejects milky white latex, and the name *lactuca* comes from the Latin word for milk, as in lactation. Wild lettuce leaves contain a potent milky latex, sometimes called "lettuce opium", which is a sedative. The plant is also known as the compass plant as its leaves change direction to follow the sun. Since early ages, antecedents of the wild lettuce have enjoyed a special status as a beneficial therapeutic plant and were treasured as a tranquilizer and pain killer. The herb valued so much that during the 19th century people used it as a substitute for opium. The story goes that Roman emperor Augustus supposedly constructed a statue of a physician who had recommended lettuce to treat him of a serious ailment.

Description

Wild lettuce is a biennial plant is unbranched and 3-8' tall. The central stem is round and smooth, light green or reddish green and often glaucous. The alternate leaves are light green to dark green, Wild Lettuce in Woodland Opening sometimes with purple edges or a yellowish cast. They are up to 10" long and 3" across. The largest leaves have deep pinnate lobes, while the smaller leaves have shallow pinnate lobes or none. A typical leaf is wider at the base than at its tip, and clasps the stem. Occasionally it has widely spaced small teeth along the margin and short fine hairs along the mid-vein on the underside. The leaf surface can be shiny or dull. The small dandelion-like flowers occur in a narrow panicle at the apex of the plant. They are yellow or slightly orange. The flowers are numerous, small, about 1\4 in. across, involucre, cylindrical, rays pale yellow; followed by abundant, soft, bright white pappus; the heads growing in loose, branching, terminal clusters. There is no noticeable floral scent. The rough, black fruit is oval, with a broad wing along the edge, and prolonged above into a long, white beak carrying silvery tufts of hair. The whole plant is rich in a milky juice that flows freely from any wound. This has a bitter taste and a narcotic odour. When dry, it hardens, turns brown, and is known as lactucarium. The root system consists of a thick deep taproot. There is white latex in the root, leaves, and stems.

Range

Wild lettuce is widely distributed in Georgia, westward to Arkansas, north to the British Possessions. It is common that wild lettuce is a common plant that occurs in almost all counties of Illinois.

Habitat

Habitats include moist to slightly dry black soil prairies, clay prairies, gravel prairies, openings in woodlands, thickets, savannas, lake borders and riverbanks, limestone glades, fence rows, pastures and abandoned fields, powerline clearances, areas along railroads and Close-Up of Lower Leaf roadsides, vacant lots, and miscellaneous waste areas. This plant is more common in degraded prairies and disturbed habitats, although it can also be found in high-quality habitats.

Cultivation

Wild lettuce is a commonly growing plant in all parts of Europe and is found in abundance in the open areas and along the pavements. The herb is commercially cultivated in countries like Austria, France, Germany and Scotland. The herb also grows in waste lands and along the embankments. The herb is collected in summer between July and August when the plant is in blossom. The preference is full or partial sun, and moist to slightly dry conditions. Growth is best in fertile loamy soil, although poor gravelly soil and clay-loam are also tolerated. This plant varies considerably in size depending on growing conditions. It is not bothered significantly by foliar disease, and is easy to grow.

Do not cover seeds - just press them into moist soil and water to germinate in 7-14 days at 70F. Keeping the soil covered with plastic will help hold in moisture, but watch for fungus in that case. This is a biennial, which means in the first year it will make a rosette of leaves, and in the second year the flower stalk will shoot up to 6 ft. and produce seeds (but if you're lucky, it will make seeds the first year). This plant likes rich, moist soil and reseeds so readily that it is considered a weed in many areas.

Flowering Season

The blooming period of wild lettuce occurs during late summer or early fall, and lasts about 3 weeks.

The common pests affecting wild lettuce are the aphids, hoppers, whiteflies, bugs, thrips, flies, beetles, caterpillars and diseases like bottom rot and downy mildew.

Parts Used



The leaves and the latex are the most commonly used parts of the wild lettuce for its medicinal and commercial purposes.

Medicinal Applications

- Wild lettuce is a sedative, helps to induce sleep, and calm restlessness and anxiety.
- In nursing mothers it enhances lactation or milk production by the mammary glands.
- Many herbal medicine practitioners also recommended the use of wild lettuce as a diuretic as also a lotion to treat chapped skin.
- The herb is recommended to treat nervousness and excitement in kids.
- Wild lettuce is useful in restraining the sexual drive.
- It is used as a pain killer, for Insomnia, nervousness, hysteria, muscle spasms, colic pains, painful menstruation, bothersome coughs, and painful digestion.
- Wild lettuce has also been known to be effective in calming the throat and chest and reducing coughs.



Commercial Applications



- The plant's high latex content led to its experimental use as an alternative source of rubber.
- The herb is used as an ingredient for lotions to cure skin disorders owing to sunburn and coarseness.

Quotes from Religious Inscriptions

Herodotus says lettuce was eaten as a salad in 550 B.C.; in Pliny's time it was cultivated, and even blanched, so as to be had at all seasons of the year by the Romans. Among the privy-purse expenses of Henry VIII is a reward to a certain gardener for bringing "lettuze" and cherries to Hampton Court. In the 16th century, Gerard said this of wild lettuce: " it procures sleep, asswages Paine, moves the courses in women, and is drunke against the stingings of scorpions and biting of spiders.

Folklore and Myths

Pagans use wild lettuce as an incense aid for divination, especially when working with darker deities.

MORE ON AYURVEDA	
Types of Ayurvedic Herbs	Effects of Ayurvedic Herbs
Seven Dhatus	Properties of Ayurvedic Herbs
Science of Ayurveda	Tripods of Ayurveda
Ayurvedic Diet	Ayurvedic Diseases
Ayurvedic Prakruti	Ayurvedic Rasayanas
Ayurvedic Pareeksha	Ayurvedic Recipes
Significance of Ayurvedic Herbs	Ayurvedic Tourism

[Tell a friend](#)

[Free Greetings](#)

[India News](#)

[Press Release](#)

[Disclaimer](#). [About-Us](#). [Advertise](#) . [Contact](#). [iPhone Apps](#)

All rights reserved © 1999 - 2022 www.indianmirror.com

DR. VIKRAM CHAUHAN'S OPD WILL BE CLOSED FROM 30TH MARCH 2022 TO 24TH APRIL 2022 AND WILL BE CONTINUED AGAIN FROM 25TH APRIL 2022 (MONDAY AND TUESDAY EVERY WEEK).

VIDEO CONSULTATIONS BY PLANET AYURVEDA EXPERTS WILL BE AVAILABLE. [CLICK HERE](#) TO BOOK YOUR SLOT NOW !!



Translate Site



Planet Ayurveda
Ancient Wisdom School

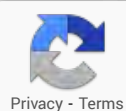
Wild Lettuce (*Lactuca virosa*) - Herbal Remedy for Nervous Disorders



- Botanical Name - *Lactuca virosa*
- Family Name - Compositae
- Other Name - Prickly Lettuce, Horse Thistle, Compass Plant, Opium Lettuce, Wild Opium, Great Lettuce, Lactucarium Lettuce, Bitter Lettuce

Uses of Wild Lettuce

- Insomnia





- Hysteria
- Depression
- Cough
- Asthma
- Urinary conditions
- Aches
- Swelling
- Gout
- Rheumatism

How to use in Different Diseases?

It acts as mild sedative and hence useful for insomnia, restlessness, depression and other nervous disorders.

- It as an antispasmodic, and hence useful for alleviate cramps, irritating coughs and spasms.
- The powder is to treat colic and digestive disorders.
- The whole plant is useful for sprain, muscular pain, Joints pains and menstrual pains etc.
- It works well as a urinary disorders and swellings.
- The herb is beneficial for cough, asthma and other respiratory system.

Parts used

Herb

Health Concerns

🌿 ACNE

🌿 ACIDITY

🌿 ARTHRITIS

🌿 ASTHMA

🌿 ALLERGY

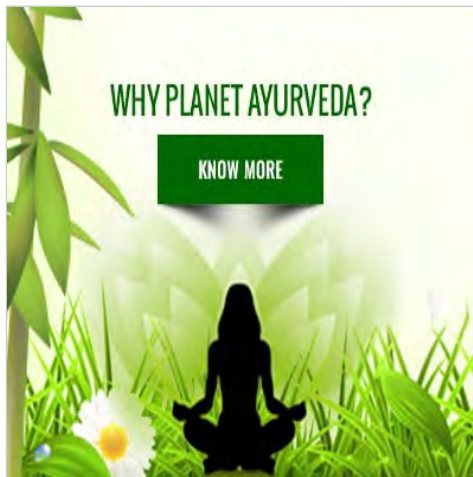
🌿 AMYLOIDOSIS

Dose

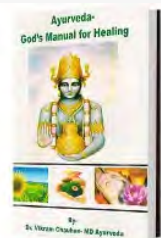
Powder - 3 to 6 gm

Preparations

Powder



Book on Basics of Ayurveda



BUY NOW

This small book is an introduction to Ayurveda, written by Dr. Vikram Chauhan - MD (Ayurveda). This is useful for students, general public and people interested in natural remedies, yoga and herbs. **Read More...**

Ask Our Experts



herbalremedies123@yahoo.com

Quick Enquiry

Name *

Email *

Location (City & Country) *

Telephone

Comment *

Submit

Know Your Body Type



Knowledge Base

Diseases A-Z

[Abnormal Heart Rhythms](#)

Herbs A-Z

[Aak / Madar / Calotropis Gigantea\)](#)

Nutrients A-Z

[Aluminium](#)
[Amino Acids](#)

Health Recipes

[Amla Murabba](#)
[Besan Cheela](#)

Home Remedies

[Acne](#)
[Acute Pancreatitis](#)

Diet Chart

[Acidity](#)
[Adenomyosis](#)

Acid Reflux Acidity Acne	Adrak / Ginger / Zingiber Officinale Agaru / Agarwood / Aquilaria	Antioxidants Arginine Ashwagandha For	Cow Ghee Dry Ginger Laddu Extra Nutritional	Alcoholism Allergies Alzheimer Disease	Adulthood Allergy Amenorrhea
VIEW ALL	VIEW ALL	VIEW ALL	VIEW ALL	VIEW ALL	VIEW ALL

Address & Timing

Plot No. 627, JLPL, Industrial Area,
Sector-82, Mohali-140306, Punjab
(India).

Helpline No. - 0091-172-521-
4040 [International], 0172-521-
4040 [India]

WhatsApp Nos. - +91-991-559-

Quick Links

- › Our Distributors
- › How to Order Offline?
- › Prakriti Analysis
- › Be Our Distributor
- › Submit Your Articles
- › Our Product Catalog

Shop By Category

- › Classical Ayurvedic Products
- › Ayurvedic Products for Pets
- › Single Herbal Capsules
- › Herbal Combo Packs
- › Poly Herbal Capsules
- › Herbal Powder Blends

Get In Touch

-  YouTube
-  Facebook
-  Twitter
-  Instagram
-  Pinterest

3604 [International], +91-842-749-4030 [India]

Office Hours

MON - SAT (10:00 A.M TO 6:00 P.M)
(INDIAN STANDARD TIME)



All information is provided on the website is only for educational purposes and is not meant to substitute for professional medical advice, diagnosis or treatment. The statements and information on this website have not been evaluated by the Food and Drug Administration. Our herbal products are 100% natural, pure, vegetarian, and effective. The results may vary from person to person, therefore, before using these products, consult your doctors.

- > Customer Support
- > Classical Formulations
- > Terms and Conditions
- > Privacy Policy
- > Business Opportunities
- > Reviews & Case Studies
- > Our Events
- > Our Farms
- > Blog
- > Career
- > Ayurveda E-Books
- > Why Planet Ayurveda?
- > Single Herb Powders
- > Beauty & Cosmetics
- > Herbal Tablets
- > Herbal Teas
- > Herbal Juices
- > Herbal Syrups
- > Herbal Oils
- > Premium Products Range
- > Products of Other Brands
- > Buy Ayurvedic Books Online

Subscribe Our Newsletter

Email address*

Name*

Country*

United States of America



Subscribe







An official website of the United States government. Here's how you know.



Dr. Duke's Phytochemical and Ethnobotanical Databases (/phytochem)

U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE (HTTPS://WWW.USDA.GOV)

P *Lactuca virosa* (Asteraceae) PDF (/phytochem/plants/report/1130.pdf?ubiq=)

Back to previous

Common name(s)

Bitter Lettuce

How used

GRAS

Data Views ☐ Exclude Ubiquitous Chemicals (/phytochem/chemicals/ubiqList)

Activities (/phytochem/plants/plantsActivityList/1130?offset=0&max=20&count=195&actTotal=195&chemactTotal=12&chemTotal=17&ubiq=&part=&view=act): 195

Chemicals w/Activities: (/phytochem/plants/plantsFarmacyList/1130?filter=1&view=chemact&max=20&sort=chem.chemical&offset=0&order=asc&count=12&actTotal=195&chemactTotal=12&chemTotal=17&ubiq=&part=) 12

All Chemicals: 17

CSV (/phytochem/plants/plantsFarmacyList/1130.csv?loc=&filter=0&max=17&offset=0&sort=&order=asc&count=17&part=&ubiq=) Excel (/phytochem/plants/plantsFarmacyList/1130.xls?max=17&offset=0&sort=&order=asc&filter=0&count=17&part=&loc=&ubiq=) PDF (/phytochem/plants/plantsFarmacyList/1130.pdf?max=17&offset=0&sort=&order=asc&filter=0&count=17&part=&loc=&ubiq=)

Click on column headings to sort table by that column

Activity (/phytochem/plants/plantsFarmacyList/1130?max=20&offset=0&count=17&actTotal=195)

9

Activity (/phytochem/plants/plantsFarmacyList/1130?max=20&offset=0&count=17&actTotal=1)

▼ 47

0

▼ 23

0

▼ 27

0

0

0

▼ 6

▼ 2

▼ 15

▼ 18

▼ 9

▼ 10

▼ 2

▼ 93

*Unless otherwise noted all references are to Duke, James A. 1992. Handbook of phytochemical constituents of GRAS herbs and other economic plants. Boca Raton, FL. CRC Press.

Policies and Links (<https://www.nal.usda.gov/main/web-policies-and-important-links>)

Plain Writing (<https://www.usda.gov/plain-writing>)

FOIA (<https://www.dm.usda.gov/foia/>)

Accessibility Statement (<https://www.nal.usda.gov/main/accessibility>)

[Privacy Policy \(https://www.usda.gov/privacy-policy\)](https://www.usda.gov/privacy-policy)

[Non-Discrimination Statement \(https://www.usda.gov/non-discrimination-statement\)](https://www.usda.gov/non-discrimination-statement)

[Civil Rights Policy \(https://www.usda.gov/oascr/civil-rights-statements\)](https://www.usda.gov/oascr/civil-rights-statements)

[Information Quality \(https://www.ars.usda.gov/docs/quality-of-information/\)](https://www.ars.usda.gov/docs/quality-of-information/)

[Agricultural Research Service \(https://www.ars.usda.gov\)](https://www.ars.usda.gov)

[USDA.gov \(https://www.usda.gov\)](https://www.usda.gov)

[USA.gov \(https://www.usa.gov\)](https://www.usa.gov)

[WhiteHouse.gov \(https://www.whitehouse.gov\)](https://www.whitehouse.gov)

Sign up for ARS News updates

Your email address

Sign up

ver 1.10.07-Beta_2021-07-14

J Ethnobiol Ethnomed. 2017; 13: 50.

Published online 2017 Sep 6. doi: [10.1186/s13002-017-0177-4](https://doi.org/10.1186/s13002-017-0177-4)

Ethnobotanical survey of wild food plants traditionally collected and consumed in the Middle Agri Valley (Basilicata region, southern Italy)

[Sabrina Sansanelli](#), [Maura Ferri](#), [Mirko Salinitro](#), and [Annalisa Tassoni](#)✉

Abstract

Background

This research was carried out in a scarcely populated area of the Middle Agri Valley (Basilicata region, southern Italy). The aim of the study was to record local knowledge on the traditional uses of wild food plants, as well as to collect information regarding the practices (gathering, processing and cooking) and the medicinal uses related to these plants.

Methods

Fifty-eight people still possessing traditional local knowledge (TLK), 74% women and 26% men, were interviewed between May–August 2012 and January 2013, using open and semi-structured ethnobotanical interviews. For each described plant species, the botanical family, the Italian common and folk names, the plant parts used, the culinary preparation and, when present, the medicinal use, were recorded and the relative frequency of citation index (RFC) was determined.

Results

The 52 plant species mentioned by the respondents belong to 23 botanical families, with Asteraceae (12 plants) and Rosaceae (7 plants) being most frequently cited. The species with the highest RFC index is *Cichorium intybus* L. (0.95), followed by *Sonchus* spp. (*S. oleraceus* L., *S. asper* L. and *S. arvensis* L.) (0.76). The plant parts preferably used are leaves (22 plants), fruits (12) and stems (7). Only six wild plants were indicated as having both food use and therapeutic effect.

Conclusions

The survey conducted on the traditional use of wild food plants in the Middle Agri Valley revealed that this cultural heritage is only partially retained by the population. Over the last few decades, this knowledge has been in fact quickly disappearing along with the people and, even in the rural context of the study area, is less and less handed down to younger generations. Nevertheless, data also revealed that the

use of wild plants is recently being reevaluated in a way closely related to local habits and traditions.

Electronic supplementary material

The online version of this article (doi:10.1186/s13002-017-0177-4) contains supplementary material, which is available to authorized users.

Keywords: Ethnobotany, Traditional local knowledge, Wild food plants, Agri Valley, Basilicata region, *Cichorium Intybus*

Background

“Let food be thy medicine and medicine be thy food”. This aphorism was for long time attributed to the Hippocrates (460 – about 370 BC). Although this statement never appeared as such in the so called *Hippocratic Collection* [1], it reflects the approach of the Greek physician to medicine, emphasizing for the first time the importance of diet and living habits in preventing illness and disease. In fact in Antiquity, a large group of plant species used for the preparation of medicines were also consumed as foods. This concept was well-established [2, 3] among people who traditionally gathered wild food plant species and were well aware of their health-beneficial properties. Nowadays, wild food plants are generally known to have high nutritional values, higher fibre and polyphenol contents, and greater antioxidant capacity than the corresponding cultivated species [4, 5]. Moreover, many wild greens have been demonstrated to be effective in preventing chronic diseases, such as cardiovascular pathologies and diabetes [3, 6, 7].

Over time, the gathering practices and ways of consumption of wild food plants slowly integrated into the customs of a territory, becoming part of the traditional local knowledge (TLK). More recently, the progress of industrialization, urbanization and large-scale farming has had a profound effect on society and the way of living, which became gradually less rural. As wild food plant practices and related TLK are strongly imbedded in rural societies, they have progressively disappeared.

The use of wild food plants has been investigated previously in the Mediterranean area [8, 9], in selected study sites of various countries, among which Greece, Italy, Albania, Morocco and Spain, evidencing an extremely variable use of wild plants, strongly related to traditions and cultural heritage. The results also pointed out that the habit and knowledge of using wild food plants has progressively decreased over generations [10, 11]. Changes in the contemporary use of wild food plants in Italy and other European countries have also been studied by Łuczaj and co-workers [8], confirming that the traditional use of wild edibles is rapidly decreasing due to socioeconomic and ecological changes, in particular close to urban areas. A comprehensive comparative ethnobotanical study on the use of wild food plants in Italy [9] evidenced the prevalent use of wild plants belonging to the Rosaceae family in the north, and to Asteraceae, Brassicaceae and Liliaceae (*lato sensu*) species in the south. Some botanical species, such as *Asparagus acutifolius* L., *Cichorium intybus* L. and *Foeniculum vulgare* Mill., were mentioned in several areas, while *Borago officinalis* L. was the most quoted taxon in both southern and northern Italian sites. In general, the data showed that in southern Italy the loss of wild TLK plants is happening at a slower rate than in the north [9]. Recently, a study was carried out in the province of Bologna, located in the Emilia-Romagna region (northern Italy) [12], which is one of the most economically developed regions of Italy. The informants mentioned a total of 66 wild food plants, including greens (leafy plants eaten as vegetables), fruits and semi-wild plants, which are still known and collected today. Results indicated that the popular traditions regarding wild food plants have been progressively lost, because they are not handed down anymore to new generations. Nevertheless, the survey also pointed out that the use of wild food plants in the

Bologna area is recently being revaluated, mainly because they are perceived as healthier than cultivated plants and contribute to the preservation of biodiversity.

The present study was performed in the Middle Agri Valley territory located in the south-west part of the Basilicata region (southern Italy), in the province of Potenza. Several studies have been carried out before in this region but mostly in the north-central parts (especially regarding the Arbëreshë Albanian community) [13–16] and in the Tyrrhenian sector [17]. According to our knowledge, only one ethnobotanical study of the area has previously been published regarding traditional phytotherapy practices of the Agri Valley area, in which indications were given on the therapeutic uses of some cultivated and wild plants [18].

The objective of the present research was to record local knowledge concerning the traditional uses of wild food plants in the Middle Agri Valley, an area characterised by the presence of few villages, primarily sustained by agriculture, a low population density and a prevalence of old people. Collected information included gathering, processing and cooking practises and therapeutic uses of the mentioned plants, in an attempt to preserve the cultural heritage still partially retained by the investigated population.

Methods

Fieldwork was conducted in an area of the Agri Valley, located in the south-west part of Basilicata, within the province of Potenza, which takes its name from the Agri River. The valley is characterised by different environments and surrounded by the Volturino (1856 m) and Viggiano (1725 m) mountains. It may be subdivided geographically and socio-economically in three distinct parts: Upper, Middle and Lower [19]. The present survey was focused in particular on the Middle Agri Valley, which is characterised by the presence of few villages (Fig. 1), primarily sustained by agriculture. The lack of industries and its geographical isolation from commercial and tourist traffic have prompted young people leave the area and emigrate abroad or to the north of Italy. For this reason, the area has a low population density and is mainly inhabited by the elderly. The research was performed during May–August 2012 and in January 2013.



Fig. 1

Location of the Agri Valley study area

Standard ethnobotanical tools [20], such as participant observation, as well as open and semi-structured interviews, were used to collect information. Additional file 1 shows the questionnaire form used as a guideline for the interviews. The respondents were selected by snow ball sampling and a total of 58 people still retaining traditional local knowledge (TLK) were interviewed. All participants as well as their parents were born and had lived their whole life in the study area (Fig. 1). The origin of the family home is very important as TLK is formed and preserved within the family, where it is usually vertically transmitted from older to younger generations. The purpose, method, and nature of the research were explained before interviews took place and informed consent was obtained from all informants. Initially, informants were asked to freely recall all the wild plant species that they had used in the past and/or were presently using for food purposes. For each plant species mentioned, the informants were asked to provide the local name, the plant parts used, the period of harvesting, the culinary, medicinal, and other possible uses, the frequency of use and whether they had used the plant in the past and/or were still using it. Further questions regarded processing and cooking activities, therapeutic effects after consumption of particular wild food plants, and medicinal use of plants, including detailed modes of preparation and application. The perception of wild species compared to their cultivated analogues was investigated as well as their possible impacts, benefits or risks on human nutrition and health. The taste and level of appreciation of the consumed plant species were also described.

The relative frequency of citation index (RFC), i.e. the number of informants who cited a specific wild food plant divided by the total number of informants, was calculated for each mentioned plant species. Its value, which may vary from 0, when nobody refers to the plant as useful, to 1, when all informants mention the use of a species, was used as a measure for the local importance of each species [21]. The two most knowledgeable and observant informants were selected as *key informants* to become involved in participant observations. The information they provided was crucial to better understand the way of plant collection, food preparation, gender relation and mode of passing down local knowledge. The *key informants* also contributed to the gathering of the mentioned wild food plant species, which they called by the relative folk or Italian common names. Expert botanists (Dr. Mossetti Umberto and Dr. Managlia Annalisa of the University of Bologna) identified and renamed the collected wild plant specimens, following standard botanical nomenclature [22]. Voucher specimens were collected and deposited in the Herbarium of the University of Bologna (acronym BOLO).

Results and discussion

Informants

Fifty-eight people still holding traditional local knowledge were interviewed: 43 women (74%) and 15 men (26%), ranging in age between 33 and 96 years, with a mean of 70 and a median of 73. In general, women were more available than men to speak about wild food plants, probably because they outnumbered them among the elderly [23]. The results showed that the traditional local knowledge (TLK) memory was better preserved in women, who gave much more details and information on the used traditional wild food plants than men. This may be explained by the fact that, for many years in the past, the men of the Agri Valley, head of families, used to emigrate elsewhere for work, while women remained in the villages taking care of the family. Consequently, the gathering, processing and cooking of wild plants were almost exclusively done by women. Several other studies performed in southern Italy [24–26] also showed that women are the major depositaries of wild plant local knowledge.

Wild food plant data

Interviewed informants cited 52 wild plant species, including greens (leafy plants eaten as vegetables), fruits and semi-wild plants, listed in Table 1 together with the relative frequency of citation (RFC) index, botanical family, plant parts used, Italian common and folk names, and the culinary and medicinal uses. The mean number of quoted species was almost equal between the two genders: 10.5 for women and 10.9 for men.

Table 1

List of wild food plants used in the study area of the Middle Agri Valley

Roman numbers indicate the correlation between the traditional culinary use and a specific part of the plant

RFC Relative Frequency of Citation Index

Medicinal use: in brackets the way the plants are prepared and administered to give the mentioned therapeutic effect

The ethnobotanical RFC index indicates, for a given folk species and analysed area, the degree of knowledge shared among the informants. It may vary from 0 to 1, consequently, a RFC value close to 1 means that a species is very important from a cultural and traditional point of view. Overall, the best known and most consumed wild food species is *Cichorium intybus* (RFC 0.95), followed by *Sonchus* spp. (*S. oleraceus* L., *S. asper* L., *S. arvensis* L.) (RFC 0.76), *Armoracia rusticana* Gaertn., Mey. et Scherb. (RFC 0.68), *Foeniculum vulgare* (RFC 0.60) and *Beta vulgaris* L. ssp. *maritima* (L.) Arcang. (RFC 0.52) (Table 1).

Most of the recorded species, such as *C. intybus*, *Sonchus* spp., *F. vulgare*, *Borago officinalis*, *Papaver rhoeas* L., *B. vulgaris* [4, 9, 13, 17, 24] (Table 1), are commonly used southern Italy and other Mediterranean areas, both for food and medicinal purposes.

The ethnobotanical research on wild food plants traditionally consumed in the Basilicata region dates back to the late 90s of the last century [25] with the areas close to the city of Potenza, in the north of the region, being the most studied. This research pointed out 230 plants used for food or aromatic purposes.

Other studies regarding wild food plants were carried out in the Tyrrhenian sector of Basilicata [17] and among the Arbëreshë people (based in northern Basilicata) that came to the region as immigrants during the XV and XVI centuries as a consequence of the Turkish invasion of Albania, and since then have lived there as quite a close community [13, 15]. In particular, among wild and weedy plants known and present in the territory, the Arbëreshë women clearly distinguish between *liakra* (edible weedy vegetables with also medicinal use) and *bara* (non-edible grasses and herbs). The term *liakra* is used as a synonym for 'leaves' and is of Albanian origin [24, 26]. Many of these *liakra* species are also reported in the present survey and, in particular *C. intybus*, *Sonchus asper*, *Clematis vitalba* L., *Diploaxis tenuifolia* L., are among those most cited by the informants.

The folk plant species mentioned by the informants belonged to 23 different botanical families (Table 2), with Asteraceae (12 plant species, 23%) and Rosaceae (7 plant species, 13%) being the most representative (Table 2). The parts of the plants mostly used were leaves (22) and fruits (12), followed by stems (7) (Fig. 2). Five of the mentioned wild fruits are gradually becoming less common and almost not in use anymore (*Arbutus unedo* L., *Cornus mas* L., *Prunus spinosa* L., *Sorbus domestica* L., *Ziziphus jujuba* Mill.); on the contrary, other species, although only growing in specific parts of the study area, are still largely collected and appreciated (e.g., *Ficus carica* L., *Fragaria vesca* L., *Rubus ulmifolius* Scott.).

Table 2

Botanical families of wild food plants traditionally consumed in the Middle Agri Valley area

Botanical family	N° of wild food plant species
Asteraceae	12
Rosaceae	7
Brassicaceae	4
Lamiaceae	4
Apiaceae	3
Asparagaceae	3
Fabaceae	2
Moraceae	2
Amaranthaceae	1
Adoxaceae	1
Amaryllidaceae	1
Boraginaceae	1
Cannabaceae	1
Capparaceae	1
Cornaceae	1
Equisetaceae	1
Ericaceae	1
Lauraceae	1
Papaveraceae	1
Portulacaceae	1
Ranunculaceae	1
Rhamnaceae	1
Urticaceae	1

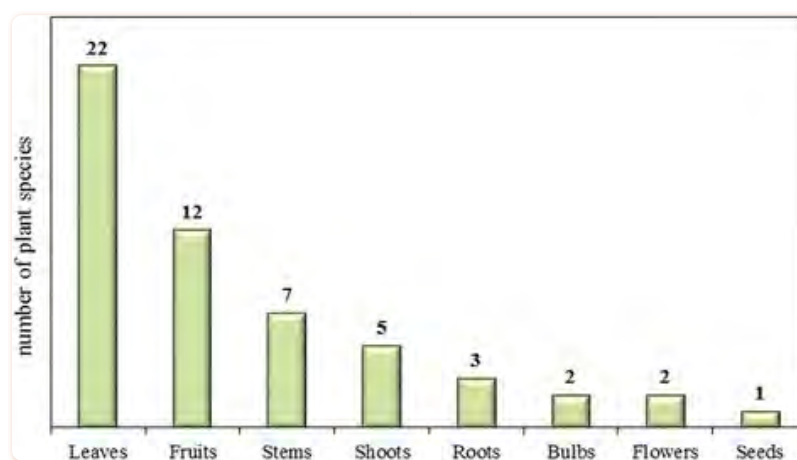


Fig. 2

Used parts of the wild food plants traditionally consumed in the study area. The number above each bar indicates the total number of species used in each category

Traditional foods and dishes using wild plants

Born out of necessity due to hunger, wars, drought and poverty, the culinary use of wild plants has slowly established itself in the territory, becoming part of its habits and protagonist of various traditional foods and dishes. As reported by informants, Middle Agri Valley local cuisine is poor and simple but racy, tasty and savoury.

The ways of consumption of wild food plants and the number of species in each category are shown in Fig. 3. Plants are most often consumed raw, mixed with other vegetables or in salads prepared with the tender young leaves (19) collected in the early vegetative *rosetta* stage when they have a less bitter taste, or boiled, when collected as older leaves, also in mixed vegetable soups. The vegetable soups are generally prepared with beans together with *B. vulgaris*, *B. officinalis* and *C. intybus*. The wild plants are also frequently eaten pan-fried especially with eggs and local homemade salami (13), as fresh fruits (12), or added as flavouring ingredients to other preparations (9). Two species were mentioned as rural snacks: the peeled roots of *Glycyrrhiza glabra* L. and the flowers of *Robinia pseudoacacia* L., which are both sucked and particularly appreciated by children for their sweet flavour. In today's society children have few opportunities to be in contact with nature in a free and independent way and also have ready-to-use sweet products available at their homes. For these reasons, the rural snacks mentioned by the informants were always described as something belonging to the past. Instead, wild fennel seeds (*F. vulgare*) are still commonly used in the Middle Agri Valley to aromatize salami giving them a recognizable taste. Wild asparagus spears (*A. acutifolius*) are boiled and fried with olive oil, garlic, eggs and homemade salami. Bulbs of "lampascioni" (*Leopoldia comosa* L. Parl.) are particularly relished, either macerated in cold water or boiled and prepared in different ways: in oil, pickled, seasoned with olive oil, garlic and chilli or fried with garlic, tomatoes and dried peppers. *B. vulgaris* is used to make stuffed pizza "calzoni" with raisin and a particular wild dried herb called in dialect "piliesc" (*Mentha pulegium* L.) is used to cook escargots.

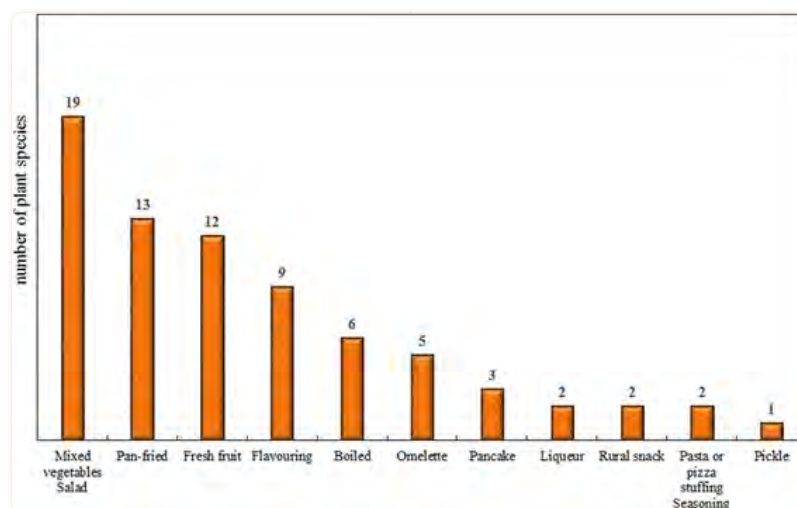


Fig. 3

Culinary uses of the wild food plants traditionally consumed in the study area. The number above each bar indicates the total number of species used in each category

The root of *Armoracia rusticana* (“*rafano*”) was cited by informants both as present in the wild, even though increasingly rare, and as cultivated plant. This species is very important as traditional food of the Middle Agri Valley and largely consumed, especially during winter, because it gives dishes an intense and very hot flavour. In particular, to celebrate Carnival, a thick omelette called “*rafanata*” is prepared with grated root of “*rafano*”, pecorino cheese, eggs and parsley. “*Rafano*” is also grated on local homemade pasta.

The use of some prickly adult species (Asteraceae family, Cardueae tribe) was previously reported in other studies on Basilicata region [16, 18, 25, 27]. These plants could be considered a poverty index of the population, as they are full of thorns and require a long procedure to make them edible. Early research [25] described the alimentary use of stems of *Carduus pycnocephalus* L., *Cirsium arvense* L. Scop., *Cynara cardunculus* L. ssp. *cardunculus*, *Onopordum* L. spp. (cut into small pieces and fried); flowers and leaves of *Silybum marianum* (L.) Gaertn. (boiled or cooked in a soup), and, not recorded in this study, *Cnicus benedictus* L., *Galactites tomentosa* Moench and *Eryngium campestre* L. (Apiaceae family) (boiled). In the present research in the Middle Agri Valley, the informants referred to the food use (boiled and/or pan-fried) of some of the above-mentioned plants only as a past habit, and they were not anymore able to distinguish among the different species indicating them all with the same folk name (“*scardunecch*”) (Table 1).

Medicinal use of wild food plants

In the present survey, only a few wild food species were mentioned for their medicinal properties (6 species out of 45, 13%) (Table 1). The seeds of *F. vulgare* were reported to improve digestion in analogy with the only previously published ethnobotanical study in the Agri Valley area [18], which reported an infusion of these seeds together with other plants to promote the ejection of intestinal gas. Confirming their use as gastrointestinal remedy, *F. vulgare* seeds are still commonly added to bean soup in the Middle

Agri Valley. The aerial parts (leaves and stems) of *G. glabra* were mentioned to be used to prevent excess feet sweating and the bulbs of *L. comosa* rubbed on the temples to soothe burning eyes. Flowers of *Sambucus nigra* L. are used together with those of chamomile to prepare a decoction for relieving stomachache (Table 1). The cooking water of some wild greens, like *A. acutifolius* and *C. intybus*, is also used for therapeutic purposes, respectively, for the wellbeing of kidneys and liver.

Some plant species previously reported by Capasso et al. [18] as phyto remedies, such as *Laurus nobilis* and *Origanum vulgare*, were also mentioned by the informants but only to be used as food and without any relation to possible therapeutic properties, indicating the loss of such knowledge over the years. This pattern was also confirmed by comparing the present results with other studies carried out few years ago in Basilicata region both among Italians and Arbëreshë communities [13, 15, 16, 26]. In particular, many species mentioned in the present research as having only food use, were previously indicated as also showing a medicinal application such as *A. rusticana* (anti-rheumatic), *C. vitalba* (heal mouth inflammation), *C. cardunculus* (anti-rheumatic, digestive), *L. nobilis*, *F. carica*, *G. glabra*, *M. domestica* and *Z. jujuba* (heal sore-throat), *Rubus* spp. and *P. spinosa* (hepato-protective), *S. marianum* (laxative), *S. oleraceus* (anti-gastritis), *P. rhoeas* (mild sedative). The most common preparation methods were decoction of aerial parts, root or fruits, or ground and topically applied. In addition, some species that have a well-known medicinal use in other parts of Italy, were not mentioned as having particular therapeutic effects in the Middle Agri Valley. In particular, no medicinal properties were reported for *Urtica* spp., which in many other studies in Italy and abroad is known both as food and for medical use (refreshing, against kidney problems and for arthritis), and for *Taraxacum officinale* Weber and *Sonchus* spp., that have previously been defined as *medicinal foods* with both high nutritional values and depurative, blood cleaning and refreshing effects [12, 28].

Taste of wild food plants and perceived health impacts

The bitter taste typical of many greens, in particular of plants belonging to the Asteraceae family, was often partially neutralized by boiling or by leaving the plant soaking in water for many hours. Among the listed plants (Table 1), those reported to be the most bitter were *C. intybus*, *C. vitalba*, *L. comosa* and *Ruscus aculeatus* L., with different degrees of bitterness depending on individual perception. The preference for bitter or sweet taste was very variable among the informants. Rarely a single wild green was cooked alone when making a soup, but most frequently many vegetables were mixed to reach a better final taste. *P. rhoeas* and *P. sativa*, two wild plants with a strong flavour, the latter similar to fish, are also always used in combination with other vegetables (Table 1). In general, wild food plants were perceived as healthier, more genuine and tastier than the related cultivated plant species. As a woman living in Sant'Arcangelo declared: "In the past wild greens were eaten out of necessity, now they're eaten for pleasure".

Folk plant classification and folk names

Folk plant names were mentioned by the informants according to their own plant classification (*folk systematic*), in which the elementary unit is represented by a *folk generic*, also called *ethnospecies* [29], recognizable on the basis of differences in macro-morphology, habitat and use of the plant [30]. The present study evidenced that, in few cases, related plant species that cannot be distinguished by a non-expert were assimilated and identified as a single ethnospecies (under differentiation), in particular in the case of *Sonchus* species (e.g. *S. asper*, *S. arvensis* and *S. oleraceus*) and *Rubus* species (Table 1). It should be noted that most wild food plants are usually collected at the rosette stage or as young shoots, when the plant lacks a flower, the most important botanical identification character. During the study, difficulties

were encountered when trying to link folk names to botanical names. This was mainly due to the use, in different municipalities sometimes only a few kilometres apart, of different folk names related to the same plant species; for example *C. vitalba* was called “*vitacchia*” (Aliano) and “*grambullin*” (Castronuovo, S. Andrea and Roccanova); *Sonchus* spp. was called “*sivun*” (Sant’Arcangelo), “*cardelle*” (Roccanova, San Martino) and “*iung*” (Aliano); *Sinapis arvensis* L. was called “*marogna*” (Roccanova) and “*ass’n*” (Sant’Arcangelo). None of the cited names had a meaning related to a botanical characteristic of the plant or to its use. When asked regarding the meaning of given folk names, the informants always answered that those were just the proper names of wild plants.

Conclusions

The objective of the present study was to record the local knowledge concerning traditional wild food plants of the Middle Agri Valley area, as well as to collect information regarding the practices (gathering, processing and cooking) and therapeutic uses related to these plants. The data collected may contribute to preserve an important part of the cultural heritage still partially retained by this population. Over the last few decades, this knowledge has been quickly disappearing along with the people and, even in the rural context of the Agri Valley study area, is less and less handed down to the new generations, who choose to emigrate elsewhere in search of work and of a more modern lifestyle typical of urban areas. Nonetheless, the present survey revealed that, in spite of the loss of TLK, the use of wild plants is being revaluated today as they are perceived as healthy and represent the preservation of biodiversity as well as of old traditions and own cultural roots. In particular, in the Middle Agri Valley area, the revaluation of wild herbs seems to be closely related to local customs and traditions.

Acknowledgements

We wish to thank Dr. Annalisa Managlia (Herbarium of the University of Bologna) and Dr. Umberto Mossetti (Curator of the Botanical Garden of the University of Bologna) for their valuable help in the botanical identification of the collected samples; Mr. Nicodemo Mele (University of Bologna) for helping in editing colour pictures. This work was supported by RFO 2012-2015 funding (University of Bologna) to Annalisa Tassoni. We are very thankful to Dr. Marianne Louise van Buuren for the editing of the English language.

Funding

Not applicable.

Availability of data and materials

All data generated or analysed during this study are included in this published article (and its supplementary information files).

Additional file

[Additional file 1:](#)^(79K, pdf)

Questionnaire form. Guidelines followed during the semi-structured interviews of the ethnobotanical survey. (PDF 78 kb)

Authors' contributions

SS conducted the fieldwork, analysed the data. MS collected voucher specimen. MF and AT supervised the research, drafted the manuscript and critically reviewed the manuscript. All authors read and approved the final manuscript.

Notes

Ethics approval and consent to participate

Not applicable.

Consent for publication

Not applicable.

Competing interests

The authors declare that they have no competing interests.

Publisher's Note

Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

Footnotes

Electronic supplementary material

The online version of this article (doi:10.1186/s13002-017-0177-4) contains supplementary material, which is available to authorized users.

Contributor Information

Sabrina Sansanelli, Email: farmaciasansanelli.vasto@gmail.com.

Maura Ferri, Email: maura.ferri@unibo.it.

Mirko Salinitro, Email: mirko.salinitro2@unibo.it.

Annalisa Tassoni, Email: annalisa.tassoni2@unibo.it.

References

1. Touwaide A, Appetiti E. Food and medicines in the Mediterranean tradition. A systematic analysis of the earliest extant body of textual evidence. *J Ethnopharmacol.* 2015;**167**:11–29. doi: 10.1016/j.jep.2014.10.035. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
2. Pardo-de-Santayana M, Pieroni A, Puri RK: Ethnobotany in the New Europe - People, Health and Wild Plant Resources. New York - Oxford: Berghahn Books; 2010.
3. Heinrich M, Leonti M, Nebel S, Peschel W, Pieroni A, Smith F, Rivera D, Obon C, Inocencio C, Verde A, Fajardo J, Llorach R, Muller WE, Eckert GP, Schaffer S, Schmitt-Schillig S, Antonopoulou S, Kypriotakis Z, Manios Y, Nomikos T, Kaliora A, Sidossis L, Galli C, Visioli F, Grande S, Bogani P, de Saizieu A, Fluhmann B, D'Orazio D, Fowler A, Koj A, Bereta J, Dulak J, Guzdek A, Kapiszewska M, Consorti LFN Understanding local Mediterranean diets: a multidisciplinary pharmacological and ethnobotanical approach. *Pharmacol Res.* 2005;**52**:353–366. doi: 10.1016/j.phrs.2005.06.005. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
4. Leonti M, Nebel S, Rivera D, Heinrich M. Wild gathered food plants in the European Mediterranean: a comparative analysis. *Econ Bot.* 2006;**60**:130–142. doi: 10.1663/0013-0001(2006)60[130:WGFPT]2.0.CO;2. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
5. Pieroni A, Janiak V, Durr CM, Ludeke S, Trachsel E, Heinrich M. In vitro antioxidant activity of non-cultivated vegetables of ethnic Albanians in southern Italy. *Phytother Res.* 2002;**16**:467–473. doi: 10.1002/ptr.1243. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
6. Romojaro A, Botella MA, Obon C, Pretel MT. Nutritional and antioxidant properties of wild edible plants and their use as potential ingredients in the modern diet. *Int J Food Sci Nutr.* 2013;**64**:944–952. doi: 10.3109/09637486.2013.821695. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
7. Maritim AC, Sanders RA, Watkins JB. Diabetes, oxidative stress, and antioxidants: a review. *J Biochem Mol Toxic.* 2003;**17**:24–38. doi: 10.1002/jbt.10058. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
8. Luczaj L, Pieroni A, Tardio J, Pardo-de-Santayana M, Soukand R, Svanberg I, Kalle R. Wild food plant use in 21st century Europe: the disappearance of old traditions and the search for new cuisines involving wild edibles. *Acta Soc Bot Pol.* 2012;**81**:359–370. doi: 10.5586/asbp.2012.031. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
9. Ghirardini MP, Carli M, del Vecchio N, Rovati A, Cova O, Valigi F, Agnetti G, Macconi M, Adamo D, Traina M, Laudini F, Marcheselli I, Caruso N, Gedda T, Donati F, Marzadro A, Russi P, Spaggiari C, Bianco M, Binda R, Barattieri E, Tognacci A, Girardo M, Vaschetti L, Caprino P, Sesti E, Andreozzi G, Coletto E, Belzer G, Pieroni A. The importance of a taste. *A comparative study on wild food plant consumption in twenty-one local communities in Italy* *J Ethnobiol Ethnomed.* 2007;**3**:22. [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
10. Pieroni A, Giusti ME, de Pasquale C, Lenzarini C, Censorii E, Gonzales-Tejero MR, Sanchez-Rojas CP, Ramiro-Gutierrez JM, Skoula M, Johnson C, Sarpaki A, Della A, Paraskeva-Hadjichambi D, Hadjichambis A, Hmamouchi M, El-Jorhi S, El-Demerdash M, El-Zayat M, Al-Shahaby O, Houmani Z, Scherazed M. Circum-Mediterranean cultural heritage and medicinal plant uses in traditional animal healthcare: a field survey in eight selected areas within the RUBIA project. *J Ethnobiol Ethnomed.* 2006;**2**:16. doi: 10.1186/1746-4269-2-16. [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
11. Hadjichambis AC, Paraskeva-Hadjichambi D, Della A, Giusti ME, De Pasquale C, Lenzarini C, Censorii E, Gonzales-Tejero MR, Sanchez-Rojas CP, Ramiro-Gutierrez JM, Skoula M, Johnson C, Sarpaki A, Hmamouchi M, Jorhi S, El-Demerdash M, El-Zayat M, Pieroni A. Wild and semi-domesticated food plant consumption in seven circum-Mediterranean areas. *Int J Food Sci Nutr.* 2008;**59**:383–414. doi: 10.1080/09637480701566495. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
12. Sansanelli S, Tassoni A. Wild food plants traditionally consumed in the area of bologna (Emilia Romagna region, Italy) *J Ethnobiol Ethnomed.* 2014;**10**:69. doi: 10.1186/1746-4269-10-69. [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
13. Pieroni A, Quave C, Nebel S, Heinrich M. Ethnopharmacy of the ethnic Albanians (Arbereshe) of northern Basilicata. *Italy Fitoterapia.* 2002;**73**:217–241. doi: 10.1016/S0367-326X(02)00063-1. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
14. Quave CL, Pieroni A, Bennett BC. Dermatological remedies in the traditional pharmacopoeia of vulture-alto Bradano, inland southern Italy. *J Ethnobiol Ethnomed.* 2008;**4**:5. doi: 10.1186/1746-4269-4-5. [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google](#)]

[Scholar\]](#)

15. Pieroni A, Quave CL: Functional food or food medicine? On the consumption of wild plants among Albanians and Southern Italians in Lucania. In: *Eating and Healing: traditional food as medicine*. Edited by Pieroni A, Price LL. New York, USA: Haworth Press; 2006; 101–129.
16. Pieroni A, Quave CL, Santoro RF. Folk pharmaceutical knowledge in the territory of the Dolomiti Lucane, inland southern Italy. *J Ethnopharmacol*. 2004;**95**:373–384. doi: 10.1016/j.jep.2004.08.012. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
17. Guarrera PM, Salerno G, Caneva G. Food, flavouring and feed plant traditions in the Tyrrhenian sector of Basilicata. *Italy J Ethnobiol Ethnomed*. 2006;**2**:37. doi: 10.1186/1746-4269-2-37. [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
18. Capasso F, De Simone F, Senatore F. Traditional phytotherapy in the Agri Valley, Lucania. *Southern Italy J Ethnopharmacol*. 1982;**6**:243–250. doi: 10.1016/0378-8741(82)90007-1. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
19. Basso F, Bove E, Dumontet S, Ferrara A, Pisante M, Quaranta G, Taberner M. Evaluating environmental sensitivity at the basin scale through the use of geographic information systems and remotely sensed data: an example covering the Agri basin (southern Italy) *Catena*. 2000;**40**:19–35. doi: 10.1016/S0341-8162(99)00062-4. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
20. Alexiades MN: Collecting ethnobotanical data: an introduction to basic concepts and techniques. In: *Selected Guidelines for Ethnobotanical Research: A Field Manual*. Edited by Alexiades MN. New York: The New York Botanical Garden; 1996; 53–94.
21. Tardio J, Pardo-De-Santayana M. Cultural importance indices: a comparative analysis based on the useful wild plants of southern Cantabria (northern Spain) *Econ Bot*. 2008;**62**:24–39. doi: 10.1007/s12231-007-9004-5. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
22. Pignatti S. *Flora d'Italia*. Edagricole: Bologna, Italy; 1982. [[Google Scholar](#)]
23. http://www.provincia.potenza.it/provincia/files/docs/12/16/29/DOCUMENT_FILE_121629.pdf. Accessed Aug 2017.
24. Pieroni A, Nebel S, Quave C, Munz H, Heinrich M. Ethnopharmacology of liakra: traditional weedy vegetables of the Arbereshe of the vulture area in southern Italy. *J Ethnopharmacol*. 2002;**81**:165–185. doi: 10.1016/S0378-8741(02)00052-1. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
25. Caneva G, Pontrandolfi MA, Fascetti S. *Le piante alimentari spontanee della Basilicata*. Consiglio Regionale di Basilicata, Ufficio Stampa: Potenza, Italy; 1997. [[Google Scholar](#)]
26. Quave CL, Pieroni A: Traditional health care and food and medicinal plant use among historic Abanian migrants and Italians in Lucania, Southern Italy. In: *Tavelling cultures, plants and medicine The ethnobiology and ethnopharmacy of migrations*. Edited by Pieroni A, Vandebroek I. Oxford, UK: Berghahn Press; 2007; 204–226.
27. Pignone D, Sonnante G. Wild artichokes of south Italy: did the story begin here? *Genet Resour Crop Ev*. 2004;**51**:577–580. doi: 10.1023/B:GRES.0000024786.01004.71. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
28. Guarrera PM. Food medicine and minor nourishment in the folk traditions of Central Italy (Marche, Abruzzo and Latium) *Fitoterapia*. 2003;**74**:515–544. doi: 10.1016/S0367-326X(03)00122-9. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
29. Signorini MA, Lombardini C, Bruschi P, Vivona L. *Atti della Società Toscana di Scienze Naturali - Memorie Serie B*. Pisa, Italy: Grafiche Pacini Editore; 2007. Conoscenze etnobotaniche tradizionali nel territorio di San Miniato (Pisa) pp. 65–83. [[Google Scholar](#)]
30. Berlin B, Breedlove DE, Raven PH. General principles of classification and nomenclature in folk biology. *Am Anthropol*. 1973;**75**:214–242. doi: 10.1525/aa.1973.75.1.02a00140. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]

< VERVAIN



WILD YAM >

LACTUCA SPP. (L. CANADENSIS, L. SATIVA, & L. VIROSA)

Wild Lettuce

This plant is related to common lettuce; *Lactuca sativa*, but as its common name suggest is a wild species. Wild lettuce is cultivated in Austria, France, Germany and Scotland and can be collected from the wild across the southern United States where it has become naturalized, and from Northern and Eastern Europe. Opium Lettuce, another common names for Wild Lettuce harkens to the milky latex substance that exudes when the plant is broken, which was prepared as a substitute for Opium in the 1900's by physicians. A preparation from wild lettuce was described in the United States Dispensatory of 1898. Although the prepared latex resin from the plant is purported to have some of the same properties as opium, the effects are much more mild and it is not chemically related to any of the opiate drugs.





What is Wild Lettuce Used For?

Wild lettuce has been used historically to support nerves and promote restful sleep.* It is a bitter plant and therefore has some historical use for supporting digestion. The chemical constituents found in Wild Lettuce in the milky latex or Lactucarium have been studied for various properties relating to the central nervous system and pain centers in the brain.* Lactucin one of the chemicals is classified as a Sesquiterpene Lactone and the research centers on its action as an adenosine receptor agonist.*

[View Important Precautions](#)

 Product Image

Traditional Health Benefits of Wild Lettuce



FOUNDATIONAL SUPPORT

Products Featuring Wild Lettuce

BEST SELLER

AWARD WINNER

Turmeric Supreme® Pain

★★★★★ 6 Reviews

Traditionally for relief of occasional aches & pains when you overdo it*

\$29.99

Turmeric Supreme® Pain P.M.

★★★★☆ 3 Reviews

Helps provide nighttime comfort from occasional pain, with Kava & Valerian root*

\$40.99

SHOP ALL PRODUCTS

Active Constituents of Wild Lettuce

+

Parts Used

+

Additional Resources

+

Important Precautions

-

Not for use during pregnancy or lactation. If you have a medical condition or take pharmaceutical drugs please consult your doctor prior to use

Disclaimer

-

This information in our Herbal Reference Guide is intended only as a general reference for further exploration, and is not a replacement for professional health advice. This content does not provide dosage information, format recommendations, toxicity levels, or possible interactions with prescription drugs. Accordingly, this information should be used only under the direct supervision of a qualified health practitioner such as a naturopathic physician.

More Herbs to Discover

Our Herbal Reference Guide lets you enhance your relationship with herbs by giving you a comprehensive profile of each plant.



Turmeric

Black Elderberry

VIEW ALL HERBS

Plant-Powered

Harnessing traditional wisdom,
delivering Nature's vitality

Potent

Full spectrum formulas for an herb's
full array of beneficial compounds

Pure

Nothing artificial and rigorously quality
tested at every step

Transparent

Know what's in your supplement—
Meet Your Herbs to learn more

Join Our Newsletter

Sign up for news on sales, product releases, and exclusive deals.

SIGN UP

Resources



About Gaia



Company



Support



Gaia Herbs Farm
Brevard, North Carolina

© Gaia Herbs, 2021. All Rights Reserved.

*We believe in using
business as a force*

for good.



[Terms](#)

[Privacy](#)

[Disclaimer](#)

[Accessibility](#)

[Return Policy](#)

*This statement has not been evaluated by the Food and Drug Administration. This product is not intended to diagnose, treat, cure, or prevent any disease.

The Corroboree

Existing user? Sign In ▼

Sign Up

Forums

Gallery

Activity

Store

Search...



Leaderboard

Chatbox

[Home](#) > [Knowledge](#) > [Ethnobotany](#) > [harvesting lactuca virosa?](#)

All Activity



harvesting lactuca virosa?

Sign in to follow this

Followers

1

By Zen Peddler, March 7, 2012 in Ethnobotany



Zen Peddler

Shaman's Apprentice



Members2

2,937 posts

Climate or location:Orbit

Posted March 7, 2012



I let my ten lactucas go to seed and now im ready to pull them. I think letting them go to seed was a mistake as their leaves are much smaller now. So should I pluck the leaves, dry them and mince this up and then try and extract all the sap out of the stem?

thanks

Psylo

Permanently banned



Members2

2,391 posts

Gender:Male

Climate or location:NSW

Posted March 7, 2012



My recollections on studying the properties of this genus suggested that its best to harvest when the plant is 'flowering' in order to obtain the most active Lactucarium.

I also recall reading that the *L.virosa* (and also *L.serriola*) only 'flowers' in its second year, then dies.

Happy to be corrected if others know more about this one.

As for extracting, the best way to obtain the unadulterated target medicine is to slash the trunk or the central venation of the leaves (sorry, I'm having a mind-blank on the correct term) to obtain the milky sap. It's a messy, unglamorous job, I would say 😊

planthelper

●●●●●



Trusted Member

6,009 posts

Gender:Male

Country:Australia

Climate or location:oz dry

240m, zone 10

Posted March 8, 2012 (edited)



✓ On 07/03/2012 at 3:07 AM, Psylo Dread said:



My recollections on studying the properties of this genus suggested that it's best to harvest when the plant is 'flowering' in order to obtain the most active Lactucarium.

I also recall reading that the *L.virosa* (and also *L.serriola*) only 'flowers' in it's second year, then dies.

Happy to be corrected if others know more about this one.

As for extracting, the best way to obtain the unadulterated target medicine is to slash the trunk or the central venation of the leaves (sorry, I'm having a mind-blank on the correct term) to obtain the milky sap. It's a messy, unglamorous job, I would say 😊

at my location they flower after a few months and then die.

it is a messy and labour intensive job, to milk them, i agree.

i don't know what you mean with slashing the trunk, because i think trunk means low...

anyway, slash as high up the plant as possible, so you can bleed them again, a bit later, a bit lower.

but they re grow fast aswell, so butchering a plant is no problem.

cutting the leaf stalk (petiolus) is as said above, aswell very rewarding.

i collect the sap, with a pieces of thick aluminium foil (lids), on to collect, another to scrape.

the aluminium foil can then later be used to chase.

i would burn the shit out of the foil before using it for anything "chaser wise".

Edited March 8, 2012 by planthelper

Zen Peddler

Shaman's Apprentice

●●●●●



Members2

2,937 posts

Climate or location:Orbit

Posted March 8, 2012



cool - muchos gracias. And yeah mine were all seedlings this year that have gone to flower and seem to be starting to die?

Psylo

Permanently banned



Members2

2,391 posts

Gender:Male

Climate or location:NSW

Posted March 8, 2012



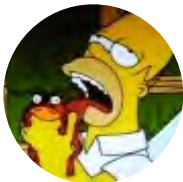
✓ On 07/03/2012 at 11:28 PM, Zen Peddler BlueGreenie said:



cool - muchos gracias. And yeah mine were all seedlings this year that have gone to power and seem to be starting to die?

Hmm, I could have sworn that they are a biennial plant. Perhaps I'm mistaken.

planthelper



Trusted Member

6,009 posts

Gender:Male

Country:Australia

Climate or location:oz dry

240m, zone 10

Posted March 8, 2012



✓ On 07/03/2012 at 11:34 PM, Psylo Dread said:



Hmm, I could have sworn that they are a biennial plant. Perhaps I'm mistaken.

i think that happend because, they might look old and halve dead after a drought, and than jump back to life.

at some stages of the season, one can observe young and old plants at the same time.

i thought wild dagga is biennial, and accoding to the books it's not, but ive seen it re greening after a drought and re powering.

mud

Senior Psychonaut



Members2

512 posts

Gender:Male

Country:Australia

Climate or
location:Temperate

Posted March 8, 2012 (edited)



Are you really talking virosa,
or do u mean serriola?
Yeh u wanna pull em just before the go to flower.
Or the whole plant dries out a bunch, with less latex etc.
Blended or juiced whole plant matter
boiled down, results in a trip-tastic glassy goo
that is sweetly vaped
or can be further extracted with alcohol.
The young buds and flowering tips, very young, also
made a good latex smoke when harvested at the right time.
Someone should go further with seed oil experiments.
Have never been bothered collecting enough latex to bioassay.

Edited March 8, 2012 by mud**Psylo**

Permanently banned



Members2

2,391 posts

Gender:Male

Climate or location:NSW

Posted March 8, 2012



✓ On 07/03/2012 at 11:54 PM, planthelper said:



i think that happend because, they might look old and halve dead after
a drought, and than jump back to life.
at some stages of the season, one can observe young and old plants at
the same time.
i thought wild dagga is biennial, and accoding to the books it's not, but
ive seen it re greening after a drought and re flowering.

Actually, this statement is wrong, according to several sources. For the
purposes of clarity, and to ensure the correct information is stated for other
members, *Lactuca virosa* **IS** a biennial plant:

[Herbalistics](#)

*Seeds can be either direct sown or first raised in pots. Lightly cover the seeds
with soil or sand and keep moist until germination. Once the seedlings are big
enough, they can be transplanted to the garden. Frost resistant. Likes a
shaded well-watered position. **Flowers and dies in its second year.***

[Wikipedia](#)

***It is biennial**, similar to Prickly lettuce *Lactuca serriola* but taller - it can grow
to 200 cm. It is also stouter, the stem and leaves are more purple flushed, the
leaves are less divided, but more spreading.*

[Shaman Australis](#)

Lactuca virosa is a biennial plant, it grows to a height of 2.5m with a spread of 1m. The stem is stiff, erect, smooth and round; the leaves are green to bluish green, alternate, dentate, 45cm long and oblong to lanceolate; the flowers are yellow, occurring in open panicles.

planthelper



Trusted Member

6,009 posts

Gender:Male

Country:Australia

Climate or location:oz dry

240m, zone 10

Posted March 9, 2012



✓ On 08/03/2012 at 5:20 PM, Psylo Dread said:



Actually, this statement is wrong, according to several sources. For the purposes of clarity, and to ensure the correct information is stated for other members, *Lactuca virosa* **IS** a biennial plant:

[Herbalistics](#)

Seeds can be either direct sown or first raised in pots. Lightly cover the seeds with soil or sand and keep moist until germination. Once the seedlings are big enough, they can be transplanted to the garden. Frost resistant. Likes a shaded well-watered position. **Flowers and dies in its second year.**

[Wikipedia](#)

It is biennial, similar to Prickly lettuce *Lactuca serriola* but taller - it can grow to 200 cm. It is also stouter, the stem and leaves are more purple flushed, the leaves are less divided, but more spreading.

[Shaman Australis](#)

Lactuca virosa is a biennial plant, it grows to a height of 2.5m with a spread of 1m. The stem is stiff, erect, smooth and round; the leaves are green to bluish green, alternate, dentate, 45cm long and oblong to lanceolate; the flowers are yellow, occurring in open panicles.

nice copy and paste info, but you have to learn to read more carefully, what i say.

i said: "at my location they wer after a few months and than die".

maybe at those locations, you copied and pasted from, they are biennial, but certainly not at my location.

but it happens oftenthat, crap get's copied and pasted again and again, for example when it comes to some acacia seeds, some people think, they wer at set times of the year, but they don't!! the wer and set seed after heavy rain.

you obviously don't understand plants very well yet, it might be a good idea, for you to take observations with your own eyes!

just so you understand, if you would say, i had a lactuca plant for two seasons, than i would say, interressting.

anyway, i never have seen then going into another season, AT MY LOCATION.

Psylo

Permanently banned



Members2

2,391 posts

Gender:Male

Climate or location:NSW

Posted March 9, 2012



✓ On 08/03/2012 at 6:11 PM, planthelper said:



you obviously don't understand plants very well yet

Thanks, as always, I really appreciate your advice 😊



whitewind

Crying Gaian



Members2

2,613 posts

Gender:Female

Interests:Botany, Ecology,

Sustainable Living

Climate or location:Coastal

sub tropical AU

Posted March 9, 2012



In cooler climes it is indeed biennial.

In warmer climes it can reach the flowering and fruiting stage in the 1st year.

As far as I understand it they are both naturally from cooler climes, which is why the literature often states that they are biennial. However, I too have seen plants reach flowering in one season.

Can we all be friends again?

mud

Senior Psychonaut



Posted March 9, 2012



Would love to see a photo of (anyone's) virosa..

Members2
 512 posts
 Gender:Male
 Country:Australia
 Climate or
 location:Temperate

planthelper

●●●●●



Trusted Member
 6,009 posts
 Gender:Male
 Country:Australia
 Climate or location:oz dry
 240m, zone 10

Posted March 10, 2012 (edited)



✓ On 09/03/2012 at 12:54 AM, whitewind said:



In cooler climes it is indeed biennial.

In warmer climes it can reach the flowering and fruiting stage in the 1st year.

As far as I understand it they are both naturally from cooler climes, which is why the literature often states that they are biennial. However, I too have seen plants reach flowering in one season.

Can we all be friends again?

at my place they live for 4 months or so, over the colder periode a bit longer hardly biennial.

the spring up after the rains, all over the year.

over winter they can jump up even after a little bit of rain.

Edited March 10, 2012 by planthelper

whitewind

Crying Gaian

●●●●●



Members2
 2,613 posts
 Gender:Female
 Interests:Botany, Ecology,
 Sustainable Living
 Climate or location:Coastal
 sub tropical AU

Posted March 10, 2012



✓ On 09/03/2012 at 6:18 PM, planthelper said:



at my place they live for 4 months or so, over the colder periode a bit longer, hardly biennial.

the spring up after the rains, all over the year.

over winter they can jump up even after a little bit of rain.

As a scientist (or someone who thinks like a scientist) I don't automatically jump to the conclusion that Planthelper is wrong. Especially as I have seen the same behaviour myself. I also don't want to come out and say the literature is wrong either. Therefore, they are probably both right. Sometimes the plant is annual, sometimes biennial. It depends on the growing conditions where, in Planthelpers location, it is quite different to the native range of the plant (I assume). Without more information as to Planthelper's

location, I can't say for certain if this is true.

But we see that a lot with plants especially with weedy species that are unknown to spread wildly in their native habitat (probably because of healthy competition) but when they are moved they spread like wildfire. Plants are very adaptive.

Also, I work with plants that have been assessed as weedy here in Australia but are becoming quite rare in their native habitat - largely because of human expansion. These plants are lucky we moved them, but unlucky perhaps that we were there in the first place. Plants need to adapt to human needs to survive in the modern world, where their normal pollinators, fruit dispersers, and other mutually beneficial organisms have become extinct or in danger of becoming quite scarce. With climate change too, the most adaptive or those which can spread their seed the furthest will also be the plants to make it through the next major extinction.

Trees and long lived species may well be the ones to suffer most in a changing world. Lettuce is not one of them, so together with its usefulness to humans, it will be almost guaranteed to survive. Lucky lettuce.

Zen Peddler

Shaman's Apprentice



Members2

2,937 posts

Climate or location:Orbit

Posted March 25, 2012



I live at altitude in one of the coldest places in Australia and mine were all annuals. It was like they were in a rush to get to that stage before the sun went.

Stillman

Epazote Gardener



Members2

2,708 posts

Posted April 2, 2012



in QLD, around here they appear to be annuals but I just pull them out as they are a real weed. I'll have to do some reading on them now, as I was under the impression they weren't very useful.

Gender:Not Telling
Country:south east
Climate or location:sub
tropical

Create an account or sign in to comment

You need to be a member in order to leave a comment

Create an account

Sign up for a new account in our community.
It's easy!

Register a new account

Sign in

Already have an account? Sign in here.

Sign In Now



GO TO TOPIC LISTING

Ethnobotany



[Home](#) > [Knowledge](#) > [Ethnobotany](#) > [harvesting lactuca virosa?](#)

[All Activity](#)

Contact Us

Copyright 2001 - present
Powered by Invision Community

Historical records of *Lactuca serriola* L. and *L. virosa* L. in Britain, with special reference to Cambridgeshire (v.c. 29)

P. H. OSWALD

33 Panton Street, Cambridge, CB2 1HL

"Most of our botanical publications are taken one from the other; and thus if an eminent botanist has in the course of his researches fallen into a mistake, the error has been propagated." (Jackson 1797, pp. 229–230).

ABSTRACT

Thomas Johnson (1633) was the first British botanist to realise that three sorts of large wild lettuces occur in England, though he apparently thought that what is now called forma *integrifolia* of *Lactuca serriola* L. was related to *L. virosa* L. Records of *L. virosa* and *L. serriola* in Cambridgeshire (v.c. 29) are reviewed here. The long-held belief that John Ray (1660) recorded both of them in the county is shown to be incorrect: he, in fact, saw two forms of *L. serriola*. This paper casts doubt on some of the eighteenth and nineteenth century records of *L. virosa* in Cambridgeshire. The present distribution of the *Lactuca* taxa considered in the paper is briefly discussed.

KEYWORDS: Asteraceae, wild lettuces, distribution, Thomas Johnson, John Ray, Kent, Middlesex.

INTRODUCTION

Descriptions of *Lactuca serriola* and *L. virosa* in most British Floras are unsatisfactory because the existence of two forms of each with differing leaf characters is ignored. The brief accounts in Stace (1991, 1995, 1999) are accurate but lack many of the useful characters. The differences between the four taxa are, however, satisfactorily described in *Plant crib 1998* (Rich & Jermy 1998, pp. 292–293), with improvements in the corrigenda and addenda in the reprint of 1999, and will be fully treated in Volume 4 of Peter Sell and Gina Murrell's *Flora of Great Britain and Ireland* (Cambridge University Press, Cambridge).

Both species are biennials or overwintering annuals, initially with a basal rosette and later with leafy stems, branched, at least above, and usually with numerous capitula. Stunted plants occur, but well-grown plants of *L. virosa* can exceed 2.5 m and *L. serriola* can attain 2 m. However, because *L. serriola* often grows in recently disturbed sites, plants that have reached full size in the absence of competition are frequent, whereas *L. virosa* grows mainly in post-disturbance grassy vegetation, where it is reduced in size by competition (R. N. Carter, pers. comm.). The main panicle of *L. virosa* is characteristically rhomboid, with little obvious leafage within it; that of *L. serriola*, at least in taller plants, is less regular and usually less pointed or even flat-topped, with the lower branches leafy. *L. virosa* begins to flower about a fortnight earlier than *L. serriola*, normally in June, and the diameter of the open capitula is often double that of *L. serriola* (up to 20 mm; *pace* Clapham 1952 and later editions!); the capitula of both species close by late morning, so these are often missed. Fruit characters are much more reliable than leaf characters: the fresh achenes of *L. virosa* are strikingly purple or maroon and larger than the olive-grey achenes of *L. serriola*. Another useful diagnostic character, which is unfortunately ignored in most British Floras, is the smell when the plant is broken or bruised: *L. virosa* smells like Opium Poppy (*Papaver somniferum* L.), *L. serriola* like Garden Lettuce (*Lactuca sativa* L.).

Two foliage forms of *L. serriola* occur, sometimes intermixed but often in separate populations, the type with deeply runcinate-pinnatifid cauline leaves, the other with undivided or shallowly lobed cauline leaves. There are also two forms of *L. virosa*, but here it seems that populations are more often mixed and the difference between the two is less striking and has rarely been taken note of: the type has unlobed, sinuate-dentate cauline leaves throughout; a form with the higher stem leaves pinnatisect with wide lobes has been named var. *lactucarii* (Lamotte) Rouy, though P. D. Sell proposes to reduce the name to forma level in *Flora of Great Britain and Ireland*.

Prince & Carter (1977) reviewed the characters distinguishing *L. serriola*, *L. virosa* and the related but smaller *L. saligna* L. and revised the taxonomic treatment of *L. serriola*, giving to its unlobed-leaved form the name *forma integrifolia* (S. F. Gray) S. D. Prince & R. N. Carter. Later, Carter & Prince (1982) discussed the history of the taxonomic treatment of *L. serriola* and *L. virosa*. They showed that, although Ray (1690) provided a "treatment of the British taxa ... as good as any published since" and Linnaeus (1756) "laid the foundation for the taxonomy of *L. serriola* and *L. virosa* as we know it", by "the second half of the nineteenth century the existence of an unlobed-leaved form of *L. serriola* was almost completely overlooked in Britain", the general practice being "to call all unlobed-leaved plants *L. virosa* without even according varietal status to those that were really *L. serriola*". They concluded that, as a result, "most pre-1930 *L. virosa* records could as easily refer to *L. serriola* as to *L. virosa*".

In this paper I show that the existence of three of the four taxa of large wild lettuces was clearly understood by Thomas Johnson by 1633 but that John Ray (1627–1705) at first failed to recognise them. As a combined result of this fact and the later confusion described by Carter & Prince (1982), it has been wrongly believed since the time of John Martyn (1727), through that of C. C. Babington (1860), and right up to the present day that *L. virosa* was first recorded in Cambridgeshire by Ray (1660).

THE EARLY SEVENTEENTH CENTURY

In his first account of a botanical excursion into Kent, Thomas Johnson (1629) recorded "*Lactuca agrestis odore opii*" on the Isle of Sheppey on 14 July 1629. This is the first localised British record of *L. virosa* (Clarke 1900, p. 85), which is "still present here" (Gilmour 1972, p. 56). In a list of 1632 of "the plants growing on Hampstead Heath and in the places visited ... on the way there and back", he recorded "*Lactuca syl. odore viroso folijs dissectis*, *Lactuca sylv. prior*, *Trag. sily. Matth.*" and also "*Lactuca syl. alter odore magis viroso folijs non dissectis*, *Lactuca agrestis odore opij* Lob. Ad. *Endivia major* & I. *Trag. Thesion*, *Lugd.*". These names may be interpreted thus: "Wild Lettuce with a fetid smell and divided leaves; the first wild Lettuce of Jerome Bock (Tragus 1552, p. 259; Figure 1 in this paper); the wild Lettuce of P. A. Matthioli (Matthioli 1558, pp. 295–296)" and "The second wild Lettuce, with a more fetid smell and undivided leaves; the field Lettuce with the smell of opium of *Stirpium adversaria nova* of Pierre Pena and Matthias de l'Obel (Pena & de Lobel 1571, p. 89); the greater, first Endive of Jerome Bock (Tragus 1552, p. 267); Thesion of *Historia generalis plantarum* by J. D'Aléchamps, published at Lyons (Lugdunum) (Dalechampius 1587, pp. 564–565; Figure 2 in this paper)". Clarke (1900, p. 85) listed the former as the first British record of *L. serriola*, and Gilmour (1972, p. 128) identified the two plants as *L. serriola* and *L. virosa*, while Kent (1975, p. 491) accepted the latter identification but seems to have had doubts about the former. Both Clarke and Kent give "Hampstead Heath" as the locality, but, for reasons that will soon become apparent, I believe that the two plants were found on the way there or back, "betweene London and Pancridge [?Old St Pancras] Church", and were *L. serriola* *forma serriola* and *forma integrifolia* respectively, though Johnson had not yet worked this out. If my theory is correct, these are the first British records for both forms of *L. serriola*.

In the chapter of his *Herball* entitled "*Of Lettuce*", John Gerarde (1597, p. 238) had stated that there were sorts "both wilde and tame", which he purposed "to laie down"; but in fact he dealt only with the cultivated kinds. In his revision of Gerarde's work, Johnson (1633) rectified this omission, in Chapter 38 of Book 2 (p. 309), thus:

There are three sorts of wilde Lettuce growing wilde here with vs in England, yet I know not any that haue mentioned more than two; yet I thinke all three of them haue beene written of, though two of them be confounded together and made but one (a thing often happening in the history of Plants) and vnlesse I had seene three distinct ones, I should my selfe haue beene of the same opinion.

1 The first and rarest of these hath long and broad leaues, not cut in, but only snipt about the edges, and those leaues are they that are on the lower part of the stalke almost to the middle thereof: then come leaues from thence to the top, which are deeply diuided with large gashes: the stalke if it grow in good grounds exceeds the height of a man, (for I haue seene it grow in a garden to the height of eight or nine foot) The whole plant is full of a clammy milky iuice, which hath a very strong and grieuous smell of *Opium* [i.e. the latex of *Papaver somniferum*].

2 This hath broad leaues only cut about the edges, but not altogether so large as those of the last described: the stalke, which commonly is two cubits or better high, is also smooth, and diuided into many branches, bearing such floures as the last described; and this also hath a milky iuice of the same smell as the last described, from which it differs only in magnitude, and that this hath all the leaues whole, and not some whole and some diuided, as the former.

3 This in stalkes, floures and seedes is like to the last described, but the leaues are much different, for they are all deeply gashed or cut in like as the leaues of Succory, or Dandelion. This also is full of a milky iuice, but hath not altogether so strong a sent of *Opium* as the two former, though it partake much thereof. The stalke of this is sometimes a little prickly, and so also is the middle rib vpon the backside of the leafe.

Johnson illustrated only the first and last of these plants (p. 309), labelling them respectively "1 *Lactuca syl. maior odore Opij*. The greater wilde Lettuce smelling of *Opium*." and "3 *Lactuca sylvestris folijs dissectis*. The wilde Lettuce with the diuided Leafe." The illustrations are poor representations of the taxa; that of the last is a reduced and reversed version of Fuchsius' (1542, p. 301) full-page woodcut of "*Lactuca sylvestris*", similar to that of Tragus (1552) (Figure 1 in this paper) but single-stemmed.

In the section of Chapter 38 headed "*The Names*" (p. 310), Johnson wrote:

1 I take the first of these to be the *Lactuca Sylvestris* of *Dioscorides* and the Ancients, and that which the Authours of the *Adversaria* [Pena & de Lobel 1571, p. 89] gaue vs vnder the title of *Lactuca agrestis scariolæ hortensis folio*, *Lactuca flore*, *Opij odore vehementi*, *soporifero & viroso* [field Lettuce with the leaf of garden chicory, the flower of Lettuce and a strong, soporific and stinking / poisonous smell of *Opium*].

2 This is the *Endiua* of Tragus [1552], pag. 268. and the *Thesion* of *Daleschampsius* [1587], pag. 564. *Bauhine* [Bauhinus 1623, p. 123] confounds this with the former.

3 This is the *Lactuca Sylvestris prior*, of Tragus [1552, p. 259]: the *Lactuca Sylvestris* of *Matthiolus* [1558, pp. 295–296], *Fuchsius* [1542, pp. 298–303], *Dodonæus*, and others: it is the *Seris Domestica* of *Lobell* [Pena & de Lobel 1571, p. 86].

There is no doubt that the first of these plants is *Lactuca virosa* (var. *lactucarii* from the description of the upper leaves) and the last *L. serriola* forma *serriola*, to which Johnson allots the two synonyms he gave to his first lettuce of 1632. The synonyms Johnson provides for his second sort here are the last two names he gave to the "second wild Lettuce" of 1632, when it seems that he too was still confounding two of them together and making but one, since he applied to one taxon names that he later divided between two.¹ Both Tragus (1552) and Dalechampsius (1587) (Figure 2 in this paper) show a plant with the undivided leaves of *L. serriola* forma *integrifolia*, but it is odd that Johnson suggests that it too has a "smell of *Opium*", which is true only of *L. virosa*. However, it seems that he found it growing with *L. serriola* forma *serriola*, as he gives a joint locality, "plentifully betweene London and Pancridge Church, about the ditches and highway side", whereas he records *L. virosa* only from John Parkinson's garden, grown from seeds sent by John Goodyer, who had found it growing in Hampshire (pp. 309–310). It is surprising that he does not mention his locality of 1629 here, but perhaps, having realised that neither of the plants he had found in 1632 was *L. virosa*, he was uncertain that he had really seen it in Kent either.

JOHN RAY'S ACCOUNTS

In his *Catalogus plantarum circa Cantabrigiam nascentium*, Ray (1660, pp. 82–83) included two kinds of large wild lettuces and a smaller one that he then thought was "not yet described", i.e. *Lactuca saligna*, to which he gave the name "*The least cut-leaved wild Lettuce*".² To the first large lettuce, "*Lactuca sylvestris costâ spinosâ C.B.*", he gave the name "*Cut-leaved wild Lettuce*" and to the second "*Endive-leaved wild Lettuce*". He described the former as growing "Ad agrorum margines [By the margins of arable fields]. As by the way side from Ely to Cambridge, within a mile or two of Ely." The Latin synonyms given for it, which include "sylv. folijs dissectis *Ger. emac* [i.e. in Johnson's emaculated (or emended) edition of Gerarde of 1633]" and "*Seris domestica Lob.*" [Pena & de Lobel 1571, p. 86], make it clear that this was *L. serriola* forma *serriola*.³ No locality or habitat is given for the second kind, but the first Latin name given is

"*Lactuca sylvestris* 2. *Ger. emac.* [i.e. Johnson's second kind of wild Lettuce]". After this there follow five synonyms, the first three including "viroso" and clearly relating to *L. virosa*; the last two, however, are "*Endivia Trag. p. 268.*" and "*Thesion Dalechampii Lugd. p. 564.*", which Johnson (1633) gave as names for his second kind.

At the end of his account of his own second kind, Ray included a rather contorted note in Latin⁴, which is poorly translated by Ewen & Prime⁵ (1975, p. 77). This note is better rendered thus:

Johnson, in his edition of Gerarde, creates two kinds of wild lettuce with the smell of opium, which he thinks are confused in the works of other writers; and he attributes to the first sort earlier authors' names which we think are more appropriate to his second sort, since we believe that our plant, which is one with undivided leaves and is Gerarde's second one, is the only one described by botanical writers, rather than, as he suggests, Gerarde's first.

This shows that, at this time, Ray believed there were only two kinds of wild lettuce other than *L. saligna*. Moreover, he clearly thought that his own second kind fitted Johnson's (1633) second description rather than his first.

On this evidence alone, Martyn (1727), Babington (1860) and others might perhaps be excused for having reached the conclusion that Ray's second large *Lactuca* was *L. virosa*; but Ray's subsequent works make it certain that it was in fact *L. serriola* forma *integrifolia*.⁶ Later writers, including Ewen & Prime (1975), seem not to have found the entry in the appendix of 1685 to Ray's *Cambridge catalogue* about his second lettuce, "*Lactuca sylvestris* 2. *Ger. emac.*". This may be translated thus:

Delete all the synonyms. In their place add '*Lactucæ sylvestris sive Endiviæ multis dictæ folio laciniato dorso spinoso varietas* [A variety of the wild Lettuce, or Endive as it is known to many people, with a lacinate leaf with a spiny underside] *J.B.*'⁷ This does not differ from Gaspard Bauhin's wild Lettuce with a spiny midrib [Bauhinus 1623, p. 123] in any respect other than in the leaves, which in it are not lacinate even on the stem. We now retract what we propounded about this plant in the Catalogue and we assent to Johnson's opinion.⁸

The last sentence had appeared already in Ray's *Catalogus plantarum Angliæ* (1670, 1677), in which he included three taxa of large wild lettuces. In this work Ray indicated the plants that grew wild around Cambridge ("*Agri Catabrigiensis alumnas*") by placing "C." before their names, and by this means he showed that he had recorded only two of the lettuces in Cambridgeshire and not "*The greater strong-scented wild Lettuce*". Even earlier, William How (1650) and Christopher Merrett (1666) had listed four wild lettuces including "*Lactuca sylvestris altera folio non laciniato, odore minus vehementi / vehemente* [The second wild Lettuce with the leaf not lacinate, with a less powerful smell]".

Presumably, by the time he wrote his retractions, Ray had seen *Lactuca virosa* for the first time, somewhere outside Cambridgeshire, and had realised that his second taxon in the *Cambridge catalogue* was not it. At any rate, in his later botanical works he distinguished three taxa of large annual wild lettuces⁹. Thus, in Ray's (1686) *Historia plantarum*, he listed "*The greater strong-scented wild-Lettuce*", "*Cut-leaved wild Lettuce*" and "*Endive-leaved wild Lettuce*"; each is equated with one of Johnson's three kinds, but they are reordered to put Johnson's second kind last. About this kind Ray commented:

Johnson, the emender of Gerarde, makes this species a variety of the first species [*L. virosa*]¹⁰, but J. Bauhin of the second [*L. serriola* forma *serriola*; see note 7], whom we also support, since it is less tall than the former and has smaller leaves and also a less fetid smell, at least to our nostrils. On the contrary, it does not differ in any character from the second species except in the shape of the leaves, which in this species are not lacinate even on the stalk. It grows in the same places as the preceding [i.e. second] species.¹¹

The three kinds are listed in the same order in the *Synopsis* (Ray 1690, p. 41), where the second (i.e. *L. serriola* forma *serriola*) is called "*Milder-scented, cut-leaved wild Lettuce*"; the third, which Ray here calls "*Lactuca sylv. folio non laciniato. Sylv. 2. Ger. emac.* [Wild Lettuce with the leaf not lacinate; the second wild one in the emended Gerarde.] *Endive-leaved wild Lettuce*", is described as growing "with the preceding one, of which it is a variety, but found more rarely".¹²



FIGURE 1. Woodcut of "Lactuca silvestris" from Book 1 of Jerome Boek's *Commentaries* (Tragus 1552), interpreted by Thomas Johnson (1633) in his edition of Gerard's *Herball* as representing *Lactuca serriola* forma *serriola*.

THESION Dalechamp.
Endiuia Tragi.



FIGURE 2. Woodcut of "Thesion" from J. D'Aléchamps' *General History of Plants* (Dalechampi 1587), with uncut leaves which led Thomas Johnson (1633) to regard it as a representation of *Lactuca serriola* forma *integrifolia*. It is a redrawn and reversed image of Tragus' (1552) illustration of "Endiuia".

EIGHTEENTH AND EARLY NINETEENTH CENTURY CAMBRIDGESHIRE RECORDS

John Martyn (1727, p. 21) listed "*Lactuca sylvestris costa spinosa*" and "*Lactuca sylvestris major odore Opii*" in his account of the Cambridgeshire flora, equating the latter with "*Lactuca sylvestris* 2. *Ger. emac. Cat. Cant.* [i.e. Ray 1660]". He was thus the first of a long line of Cambridgeshire botanists to attribute a record of *L. virosa* to John Ray. In a working volume containing Ray's *Catalogus* and his own *Methodus* bound together, preserved in the Library of the Department of Plant Sciences of the University of Cambridge, he wrote out a list headed "1727 Desiderata", among them the three *Lactuca* taxa of Ray's *Catalogus* (including *L. saligna*); he later deleted many of the taxa listed here, but none of the three *Lactuca* taxa, which suggests that he himself never saw any of them in Cambridgeshire.

In his *Plantae Cantabrigienses* (essentially a table providing the Linnaean names for the plants recorded in Ray's *Catalogus* and its appendices and in John Martyn's *Methodus*), John's son, Thomas Martyn (1763a, p. 18), listed *Lactuca virosa*, its var. β and *L. saligna*. The table shows that he too regarded Ray's "*Lactuca sylvestris* 2." as *L. virosa*, while equating Ray's "*Lactuca sylvestris costa spinosa*" (the cut-leaved form of *L. serriola*) with its var. β .¹³ Thomas Martyn also annotated an interleaved copy of his father's *Methodus*, which is also in the Library of the

Department of Plant Sciences at Cambridge. On a blank page opposite "Lactuca sylvestris major odore Opii" he wrote "Near Clare hithe July 27 1759", but later he added a line linking this to "Lactuca sylvestris costa spinosa" instead. In a handwritten index of localities inserted at the end of the volume, he entered "Lactuca sylvestris costa spinosa" under "Ely" and "Lactuca sylv. maj. odore Opii" under "Clare hithe"; the latter has not been amended, but nevertheless it seems likely that Thomas Martyn never saw *L. virosa*. It may be significant that neither species is listed in his *Herbationes Cantabrigienses* (Martyn 1763b), which consists of lists of plants under localities "comprehended in thirteen Botanical Excursions".

Richard Relhan included only two large lettuces in his *Flora Cantabrigiensis* (1785, 1802, 1820) – *L. virosa*, "Strong-scented wild Lettuce", and "*L. Scariola*" (a synonym for *L. serriola*), "Prickly Lettuce", the latter evidently forma *serriola* as it is equated with the second kind in Ray's *Synopsis* and with Johnson's "*L. sylvestris, foliis dissectis*". In 1785 the only locality given for the former was "*Burwell-pit*" and for the latter "*In the Isle of Ely*". In the later editions "*In the Road to Cottenham, by the second Bridge from Histon*" and "*Ditch near Denny Abbey*" were added for *L. virosa* and "*Hazenfield [Haslingfield], in the Lane leading into the Village from Cambridge*", "*Between Histon, and Rampton*", "*In a Lane leading from Long Stanton towards Swavesey*" and "*Burwell Pit*" were added for *L. serriola*. There seems little reason to doubt the localities for *L. serriola*, but what about those for *L. virosa*? The fact that Burwell Pit was later given as a locality for *L. serriola* suggests that the plant recorded there in 1785 may have been its forma *integrifolia*. The specimen of "*Lactuca Scariola*" figured in *English Botany* (Smith & Sowerby 1795, no. 268) was sent to Sowerby from "near Denny Abbey" by the Rev. John Hemsted, so the record from a ditch nearby may well have related to its unlobed-leaved form.¹⁴ Similarly, the locality by the road to Cottenham is suspiciously close to that between Histon and Rampton. As implied by Johnson (1633) and specifically noted by Ray (1690), the two forms of *L. serriola* often grow together, whereas, at least until the last few decades, *L. virosa* seems rarely to have occurred with *L. serriola*.¹⁵

C. C. BABINGTON AND HIS CONTEMPORARIES

Despite Babington's (1860) mistake in identifying Ray's (1660) "*Lactuca sylvestris* 2." as *L. virosa*, there is no doubt that he himself knew the latter, at least at Cherry Hinton: the only new locality for this species given in his *Flora of Cambridgeshire* is "Chalk-pit-close, Hinton", on his own authority, though the entry "*Burwell Pit; Relh.*" signifies that he claimed to have seen a specimen of Relhan's from Burwell Pit. The Cherry Hinton locality is supported by three specimens in *CGE*, the earliest collected by J. S. Henslow on 21 July 1825¹⁶ and the two others by Babington himself on 10 June 1846 and 3 August 1855. Amendments (from "*Scariola*" to "*virosa*") to the label of the earlier of the two specimens and to the record from "Chalk-pit close Hinton" in the manuscript from which Babington prepared his 1860 *Flora* (bound in three large volumes kept in the Library of the Cambridge Department of Plant Sciences) suggest that Babington had some difficulty in distinguishing the larger *Lactuca* species. The only other nineteenth century specimen from Cambridgeshire in *CGE* was collected by James Backhouse (1825–1890) at "Elms n^r, Wisbeach" (i.e. Elm, near Wisbech) in 1844.¹⁷

Babington (1860) gave three new localities for *L. serriola*.¹⁸ He also included a further entry of "*Burwell Pit; Relh.*" and a record from "*Denny Abbey*" based on Hemsted's "specimen figured in Eng. Bot. [Smith & Sowerby 1795, no. 268]" (as well as repeating Relhan's record of *L. virosa* there). Perring *et al.* (1964) suggested that in Babington's time *L. serriola* was "as rare as *L. virosa*".¹⁹ The four nineteenth century specimens from Cambridgeshire in *CGE* are all of forma *serriola*.²⁰

TWENTIETH CENTURY AUTHORS

Evans (1939) recorded *L. virosa* as "Very rare: probably extinct" in Cambridgeshire. After quoting a supposed record of Ray's "from Ely"²¹, Relhan's records and Babington's (1860) record from "Hinton", he added: "We have no later record." He gave a number of localities for *L. serriola*, "generally close to towns and villages".

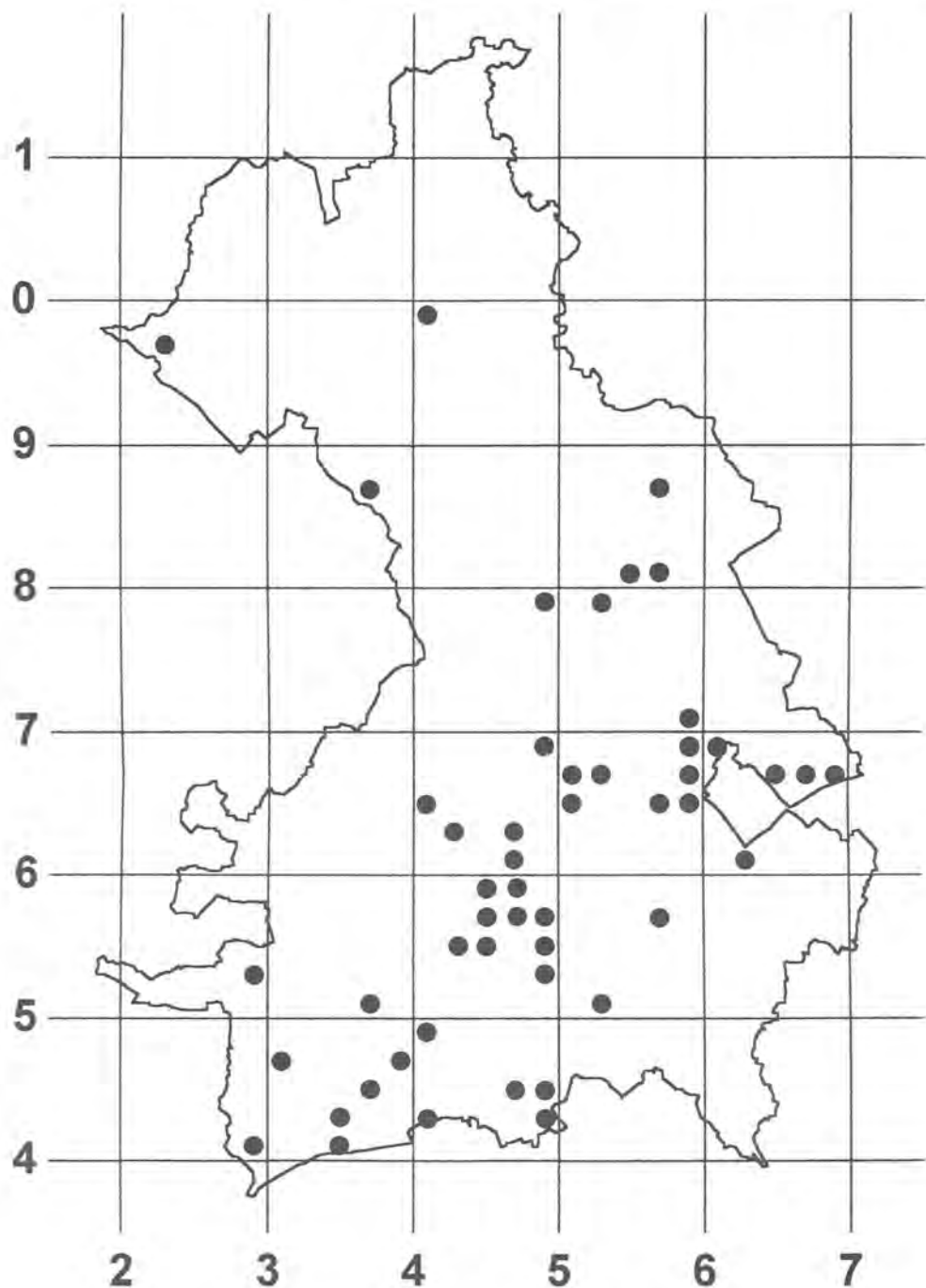


FIGURE 3. Map of Cambridgeshire (v.c. 29) showing post-1986 tetrad records for *Lactuca virosa*. Most of the county is in TL (=52) but the northern part is in TF (=53).

Perring, Sell & Walters (1964) repeated the error that John Ray recorded *L. virosa* in Cambridgeshire²² but they treated the species as extinct in the county, giving 1855 as the last certain date for it.²³ However, Crompton & Whitehouse (1983) recorded that "it was certainly near the gas works during the 1940–1950s, and it is still to be found on wasteland in the Newmarket Road area and along nearby railway lines". Perring *et al.* regarded *L. serriola* as "now a frequent weed of roadsides and disturbed ground throughout the county" and suggested that a "rapid spread" had taken place "between 1930 and 1945", adding: "In recent years it may have declined again."²⁴ They did not mention forma *integrifolia*, but one at least of the authors was well aware of its existence (P. D. Sell, pers. comm.), despite their misleading comment that "the more nearly simple leaves of *L. virosa* are usually sufficient to distinguish it".²⁵

DISCUSSION

The confusion occasioned by the failure of most British Floras of the nineteenth century to recognise that *L. serriola* can have simple leaves, so well described by Carter & Prince (1982), has led to some uncertainties about the past status of this species and *L. virosa* in Cambridgeshire, as elsewhere in Britain; but, in its case, the belief that *L. virosa* was known to Ray has until now further clouded the picture. It is impossible to say with certainty when this species was in fact first seen in the county, but it is not improbable that in the nineteenth century it occurred only at Cherry Hinton (TL48.56) and Elm (probably TF46.06 or 47.06) and that it then disappeared until the 1940s. At any rate the first certain record for Cambridgeshire was made by the Rev. Leonard Jenyns at Chalkpit Close, Cherry Hinton, on 12 August 1824 (see note 16). Previously more characteristic of "naturally unstable habitats, such as sand-dunes and cliff-ledges" and "frequently found on chalk and oolitic limestone" (Prince & Carter 1977, p. 336), *L. virosa* is becoming more widespread in Britain in ruderal habitats like those long colonised by *L. serriola*.¹⁵ Since about the 1970s it has increased substantially in Cambridgeshire, especially on the margins of dual carriageways (e.g. TL3.4, 4.4 and 6.6) and on waste ground in Cambridge (TL4.5). Figure 3 shows post-1986 records for 16 out of the 30 hectads that include a substantial area in Cambridgeshire and 50 out of some 575 tetrads in the county.

L. serriola has increased even more markedly both in southern Britain and in Cambridgeshire, though with an earlier start. Recording for *Atlas 2000* shows its presence now in every hectad in and around Cambridgeshire. Since 1986 records have been made in 201 tetrads in Cambridgeshire, but these probably do not represent its complete distribution. What is particularly puzzling is why its forma *integrifolia*, although already present at the time of Johnson and Ray, was formerly apparently rarer than the nominate cut-leaved form, when now it is by far the commoner form. By the 1950s Kent & Lousley (1954, p. 176) wrote of it (as *L. serriola* L. var. *dubia* (Jord.) Rouy): "This is the aggressive entire-leaved form, possibly of adventive origin, which has spread so rapidly in the London Area in recent years. Plants with runcinate leaves occur occasionally." In Cambridgeshire, P. D. Sell (pers. comm.) has suggested that forma *serriola* is native in the Fens and forma *integrifolia* is a relatively recent immigrant, and Beckett & Bull (1999, p. 201) apparently regard this as proven; though it is true that many localities for the former are in the Fens (including those for all four nineteenth century specimens in CGE²⁰), this theory seems too simplistic, particularly since mixed populations often occur.

Prince & Carter (1977, p. 334) suggested that, "although there are no absolute barriers to natural cross-pollination" between the two forms, "it is nevertheless an extremely rare occurrence". Perhaps there are environmental factors that favour the predominance of one form or the other in particular circumstances. Prince & Carter also wrote (p. 337): "Whereas the pinnatifid-leaved plant is the less common variant in Britain (having a particularly restricted south-eastern distribution), on the Continent it is the more abundant of the two." My own observations suggest that this generalisation is too sweeping: in much of western France the position is similar to that in south-east England, and forma *serriola* certainly occurs in Wales. Could a more continental climate favour the predominance of forma *serriola* and a more oceanic one that of forma *integrifolia*? This might help to explain the former predominance of forma *serriola* in the Fens (with a more continental climate than most of Britain), but the present predominance of forma *integrifolia* in urban and roadside habitats is harder to account for: although the extremes of winter climate are buffered by the warming effect of housing and traffic, these habitats are hotter and drier in summer.

ACKNOWLEDGEMENTS

My interest in *Lactuca* taxa was kindled by reading Prince & Carter (1977), when it suddenly became clear why I had experienced such difficulty in identifying these plants as a schoolboy in the Thames Valley. In a nice piece of symmetry, their paper appeared in the issue of *Watsonia* dedicated to the memory of J. Edward Lousley, in which Duggie Kent described *Rumex* $\times$ *lousleyi* and provided a bibliography of Lousley's published works. I am very grateful to the late Dr D. E. Coombe for encouraging my interest in *Lactuca*, to Dr S. M. Walters for supplying the quotation at the head of this paper, to Mrs G. Crompton for help in tracing Cambridgeshire records, to the staff of Cambridge University Library's Rare Books and Manuscripts Rooms for their courteous service, to Dr D. Briggs, Mr P. D. Sell and Mrs G. Murrell for their kind assistance in Cambridge University Herbarium (CGE), to Mr R. Savage for similar help in the Library of the Department of Plant Sciences, to Dr C. D. Preston for reading a draft of this paper and making helpful comments, and to Mr G. M. S. Easy and Mr D. A. Wells for supplying many of the records for Figure 3. I also thank the Syndics of Cambridge University Library for the use of illustrations from their books for Figures 1 and 2 and Mrs J. Gaunt for scanning them and cleaning them up for printing.

REFERENCES

- BABINGTON, C. C. (1860). *Flora of Cambridgeshire*. J. van Voorst, London.
- BECKETT, G. & BULL, A. (1999). *A Flora of Norfolk*. Gillian Beckett, Stanhoe, Norfolk.
- BAUHINUS, C. (1620, reissued 1671). *Prodromus theatri botanici*. Francofurti [Frankfurt].
- BAUHINUS, C. (1623, reissued 1671). *Pinax theatri botanici*. Basileae [Basel].
- BAUHINUS, J., CHERLER, J. H. & CHABRAEUS, D. (1651). *Historia plantarum universalis*. Tomus II. Ebroduni [Yverdon].
- CARTER, R. N. & PRINCE, S. D. (1982). A history of the taxonomic treatment of unlobed-leaved prickly lettuce, *Lactuca serriola* L., in Britain. *Watsonia* 14: 59–62.
- CLAPHAM, A. R. (1952). *Lactuca* L., in CLAPHAM, A. R., TUTIN, T. G. & WARBURG, E. F., *Flora of the British Isles*, pp. 1125–1127. Cambridge University Press, Cambridge.
- CLARKE, W. A. (1900). *First records of British flowering plants*, 2nd ed. West, Newman & Co., London.
- CROMPTON, G. (1997). Botanizing in Cambridgeshire in the 1820s. *Nature in Cambridgeshire* 39: 59–73.
- CROMPTON, G. & WHITEHOUSE, H. L. K. (1983). *A checklist of the flora of Cambridgeshire*. Published by the authors, Cambridge.
- [DALECHAMPIUS, J.] (1587). *Historia generalis plantarum*. [Part 1]. G. Rovillius, Lugduni [Lyons].
- EVANS, A. H. (1939). *A Flora of Cambridgeshire*. Gurney & Jackson, London & Edinburgh.
- EWEN, A. H. & PRIME, C. T., trans. & ed. (1975). *Ray's Flora of Cambridgeshire (Catalogus plantarum circa Cantabrigiam nascentium)*. Wheldon & Wesley Ltd, Hitchin.
- FUCHSIUS, L. (1542). *De historia stirpium commentarii insignes*. Basileae [Basel].
- GERARDE, J. (1597). *The herball or generall historie of plantes*. J. Norton, London.
- GILMOUR, J. S. L., ed. (1972). *Thomas Johnson. Botanical journeys in Kent & Hampstead*. The Hunt Botanical Library, Pittsburgh, Pennsylvania.
- [HOW, W.] (1650). *Phytologia Britannica*. Londini [London].
- [JACSON, M. E.] (1797). *Botanical dialogues, between Hortensia and her four children, ... designed for the use of schools, by a lady*. J. Johnson, London.
- JOHNSON, T. [1629]. *Iter plantarum investigationis ergo susceptum*. Privately printed, [?London].
- JOHNSON, T. (1632). *Enumeratio plantarum in Ericeto Hampstediano locisque vicinis crescentium*. T. Cotes, [London].
- JOHNSON, T. (1633). Of wilde lettuce, in GERARDE, J., *The herball or generall historie of plantes*, 2nd ed., pp. 309–310. A. Islip, J. Norton & R. Whitakers, London.
- KENT, D. H. (1975). *The historical Flora of Middlesex*. The Ray Society, London.
- KENT, D. H. & LOUSLEY, J. E., comp. (1954). *A hand list of the plants of the London Area*. [Part 4]. Supplement to *London Naturalist* 33.
- LINNAEUS, C. (1753). *Species plantarum*. Holmiae [Stockholm].
- LINNAEUS, C. (1756). *Centuria II plantarum*. Upsalae [Uppsala].
- [MARTYN, J.] (1727). *Methodus plantarum circa Cantabrigiam nascentium*. Londini [London].
- MARTYN, T. (1763a). *Plantae Cantabrigienses*, London.
- MARTYN, T. (1763b). *Herbationes Cantabrigienses*, London.
- MATTHIOLUS, P. A. (1558). *Commentarii ... in libris sex ... Dioscoridis ... de medica materia*. Venetiis [Venice].

- MERRETT, C. (1666, reprinted 1667). *Pinax rerum naturalium Britannicarum*. Londini [London].
- PENA, P. & DE LOBEL, M. (1571, reissued 1605). *Stirpium adversaria nova*. Londini [London].
- PERRING, F. H., SELL, P. D. & WALTERS, S. M. (1964). *A Flora of Cambridgeshire*. Cambridge University Press, Cambridge.
- PRESTON, C. D. & HILL, M. O. (1997). The geographical relationships of British and Irish vascular plants. *Botanical journal of the Linnean Society* **124**: 1–120.
- PRINCE, S. D. & CARTER, R. N. (1977). Prickly Lettuce (*Lactuca serriola* L.) in Britain. *Watsonia* **11**: 331–338.
- [RAY, J.] (1660). *Catalogus plantarum circa Cantabrigiam nascentium*. Cantabrigiae [Cambridge] & Londini [London].
- RAY, J. (1670). *Catalogus plantarum Angliae*. Londini [London].
- RAY, J. (1677). *Catalogus plantarum Angliae. Editio secunda*. Londini [London].
- RAY, J. (1686). *Historia plantarum. Tomus I*. Londini [London].
- RAY, J. (1690). *Synopsis methodica stirpium Britannicarum*. Londini [London].
- [RAY, J. & DENT, P.] (1685). *Appendix ad catalogum plantarum circa Cantabrigiam nascentium continens addenda & emendanda. Editio secunda, aucta plantis sexaginta*. Cantabrigiae [Cambridge].
- RELHAN, R. (1785). *Flora Cantabrigiensis*. Cantabrigiae [Cambridge].
- RELHAN, R. (1802). *Flora Cantabrigiensis. Editio altera*. Cantabrigiae [Cambridge].
- RELHAN, R. (1820). *Flora Cantabrigiensis. Editio tertia*. Cantabrigiae [Cambridge].
- RICH, T. C. G. & JERMY, A. C. (1998). *Plant crib 1998*. Botanical Society of the British Isles, London.
- SMITH, J. E. & SOWERBY, J. (1795). *English Botany. Vol. IV*. London.
- STACE, C. (1991, 2nd ed. 1997). *New Flora of the British Isles*. Cambridge University Press, Cambridge.
- STACE, C. (1999). *Field Flora of the British Isles*. Cambridge University Press, Cambridge.
- TRAGUS, H. (1552). *De stirpium ... usitatibus nomenclaturis, propriisque differentiis, ... commentariorum libri tres*. [Book 1]. Argentorati [Strasbourg]. (Translation from the original German into Latin by D. Kyber).

FOOTNOTES

- The second of the names that Johnson gave to the "second wild Lettuce" of 1632 was the name he had given to the plant he found on the Isle of Sheppey in 1629 and a shortened version of the long "title" from the *Adversaria* given here to the first sort (i.e. *L. virosa*).
- "*Lactuca sylvestris laciniata minima nondum descripta. The least cut-leaved wild Lettuce. This was found on a bank and in a ditch by the side of a kind of drove or lane leading from London road to the river, just at the water near a quarter of a mile beyond the spittle-house end* ["near the southern end of the present Coe fen" according to Ewen & Prime (1975, p. 78)]." Ray later (1670, p. 37) realised that this plant had already been described by Gaspard Bauhin (Bauhinus 1620, p. 68) as "*Chondrilla viscosa humilis*".
- L. serriola* forma *serriola* now occurs with forma *integrifolia* by the roundabout where A142 (Witchford Road) leaves A10 (the Ely bypass) (TL/527,794).
- "Johnsonus apud Ger. duo facit genera lactucae sylvestris odore opii, quae apud alios scriptores existimat confundi; & nomina autorum quae nos secundae ejus speciei magis propria putamus attribuit primae; siquidem nostram quae foliis est indivisis & 2 Ger. solam à botanographis descriptam arbitramur, non prout ille vult, primam Gerardi."
- "Johnson after Gerard makes two kinds of lactuca sylvestris by the odour of the opium (= milky juice) which he considers are confused by other writers; and he attributes the name given in his authors to the first which we consider more appropriate to the second species. We think that our kind, which has undivided leaves (i.e. the second of Gerard) is the only one described by botanical writers and not the first as he wishes. [*This separation is not accepted today.]"
- Babington (1860, p. 141) further confused matters by attributing Ray's locality for his first plant (i.e. *L. serriola* forma *serriola*) to this, his second plant, which Babington thought was *L. virosa*.
- This is based on a sentence in Jean Bauhin's account of *L. serriola* (Bauhinus *et al.* 1651, p. 1003): "Huius Lactucae quaedam mihi species observata folio non laciniato etiam per caules. [I have observed a certain kind of this Lettuce with the leaf not lacinate even along the stems.]" On the next page Bauhin states that at Lyons he had observed this species "with its earlier, fairly long leaves [in February and March] not lacinate" ("Ibidem observavi foliis non laciniatis prioribus longiusculis.").
- "*Lactuca sylvestris* 2. Ger. *emac*] *Dele synonyma omnia. Horum loco adde* Lactucae sylvestris sive Endiviae multis dictae folio laciniato dorso spinoso varietas J.B. Haec non alia in re differt à Lactucae sylv. costa spinosa C.B. quam foliis quae ei ne in caule quidem laciniata sunt. Quae de hac planta in Catalogo tradidimus jam retractamus & in Johnsoni sententiam concedimus." (Ray & Dent 1685, pp. 22–23). Unlike Johnson (1633), Ray evidently did not regard "Endivia" and "Thesion Dalechampi" as reliable synonyms for "*Lactuca sylvestris* 2."
- In fact they are often biennial (see INTRODUCTION).

- 10 This is not actually stated by Johnson (1633) but is implied by the order in which he presented the taxa and by his statement that his last taxon "hath not altogether so strong a sent of *Opium* as the two former".
- 11 "Hanc speciem Johnsonus Gerardi emaculator primæ speciei varietatem facit: J. Bauhinus secundæ, cui & nos suffragamur; siquidem illâ humilior est, & foliis minoribus, odore etiam minùs gravi, nostris saltem naribus: Non alia autem in re à secunda differt quàm foliorum figurâ, quæ huic ne in caule quidem lacinia sunt. Jisdem cum priore locis provenit." (Tomus I, Lib. V, Cap. I; p. 222).
- 12 "Cum priore, ejus varietas est, sed rariùs." Nowadays it is by far the commoner form in Britain (see DISCUSSION). Prince & Carter (1977, p. 337) are wrong in saying that Ray (1690) "described them as altogether different plants".
- 13 This should be *L. serriola* forma *integrifolia*, since Linnaeus classified this taxon as var. β of *L. virosa* in 1753; however, in 1756, when Linnaeus first described *L. serriola*, he made forma *integrifolia* its var. γ (Carter & Prince 1982).
- 14 Sowerby's engraving shows a plant with incised lower leaves but dentate upper cauline leaves and so may have been drawn from specimens of both forma *serriola* and forma *integrifolia*.
- 15 Clapham (1952) described *L. virosa* as a "sub-Mediterranean species, associated in C. Europe with ... thermophilous plants", but *L. serriola* as "associated with steppe species". Preston & Hill (1997, pp. 38–39, 102, 104) classified *L. virosa* as "Suboceanic Southern-temperate" and *L. serriola* as "Eurosiberian Southern-temperate" but widely naturalised.
- 16 The earliest record from this locality appears to be that of the Rev. Leonard Jenyns in his journal for 12 August 1824 (Crompton 1997): "Walked this morning with Profess. Henslow to Hinton nr Cambridge. In Chalkpit Close – ... The great lettuce – *Lactuca virosa*, ... Of the Lettuce we could not find more than one specimen though we made the most diligent search."
- 17 The sheet bears a printed label "EX HERB. JAMES BACKHOUSE, JUN." and a later stamp "Ex Herb. S. H. Bickham" (1841–1933), and the specimen was identified as "*Lactuca scariola*" and "*Lactuca Scariola*" (amended in pencil in the hand of S. M. Walters to "*L. virosa*"). Despite mentioning this specimen, Perring *et al.* (1964) did not include TF/4.0 among the grid squares for *L. virosa*; nor was this square listed by Crompton & Whitehouse (1983). Recently Peter Sell has determined this specimen as "forma *lactucarii* (Lamotte) P. D. Sell" (see INTRODUCTION). He has determined Henslow's specimen from Cherry Hinton as forma *virosa*, but both of Babington's as forma *lactucarii*.
- 18 "Shuckburgh Castle, Newmarket Heath", on his own authority, "Grundy Fen", attributed to William Marshall, and "Ely", attributed to Henslow. An additional record, "*Burrell's Walk, Cambridge*", is attributed to Relhan.
- 19 After giving Hemsted's locality, J. E. Smith wrote: "It grows among rubbish and on waste ground in other parts of that country, but rarely elsewhere, ..." (Smith & Sowerby 1795, p. 268). Leonard Jenyns clearly regarded *L. serriola* as a rarity; in his journal for 1 August 1827 he wrote: "... today made an expedition to Grundy Fen. In my return – observed, & gathered with much satisfaction for the first time in my life, the prickly Lettuce (*Lactuca scariola*) which grew somewhat sparingly on a high ditch-bank edging the fen very near its entrance from Ely thro' the lanes." Jenyns' 'Journal of Natural History', covering the years 1823–1846, is now among the Alfred Newton papers in Cambridge University Library. This entry was not included by Crompton (1997).
- 20 They are labelled "Streatham Cambridgeshire" (C. M. Lemann, 22.07.1831), "edge of Grundy-fen Cambridgeshire" (J. S. Henslow, 27.08.1833), "Ely, Cambs" (J. S. Henslow, 27.08.1833), perhaps from the same site, and "Roswell Pits, Ely" (J. E. Little, August 1878). The date of "the oldest specimen in CGE" given by Perring *et al.* (1964) – "from Ely in 1853" – must be a mistake for 1833; but the Streatham specimen is older. The earliest Cambridgeshire specimen of forma *integrifolia* in CGE was collected at Barnwell in September 1937 by H. Gilbert Carter and identified by him as "*Lactuca Scariola*".
- 21 Evans was here maintaining an error of Babington's; see note 6 above.
- 22 The "pre-1930" and "not since 1949" records for grid square TL/5.7, in Perring *et al.* (1964) and in Crompton & Whitehouse (1983) respectively, suggest that these authors were also perpetuating Babington's incorrect application of Ray's (1660) locality near Ely to this species.
- 23 This date was presumably based on Babington's specimen in CGE labelled "Chalk-pit, Cherry Hinton, Cambridgeshire."
- 24 Even if this was ever true, today it is frequent in Cambridgeshire. Crompton & Whitehouse (1983) wrote: "Many new records yet it is reported to be declining."
- 25 Not only does forma *integrifolia* of *L. serriola* have nearly simple leaves, but var. *lactucarii* of *L. virosa* has pinnatisect cauline leaves (see INTRODUCTION).

(Accepted December 1999)



Menu Search Account



Search entire store here...



[Account](#)

[Log In](#)

[FAQ](#)

[Contact](#)

[Smartshop](#)

[Headshop](#)

[Cannabis Seeds](#)

[Vaporizers](#)

[E-Smoking](#)

[Sale](#)

[New](#)

[Home](#) → [Smartshop](#) → [Herbs](#) → Wild lettuce (Lactuca virosa)



[Zoom](#)



Wild lettuce (Lactuca virosa)

[Be the first to review this product](#)

Lactuca virosa, wild lettuce, or opium lettuce, is closely related to common lettuce and contains lactucarium. Lactucarium is also known as lettuce opium because of its sedative and analgesic properties similar to those of opium. It has been reported to promote a mild sensation of euphoria.

Content

50 grams

€6.25

Quantity *

50g



Free shipping to BENELUX for orders above € 50,-
Free shipping to EUROPE (The EU) for orders above € 150,-



Kosmic Kitchen cares about your privacy. All orders are shipped discretely, with only your address info on the outside of the package.

This website uses cookies to improve your experience.

[More Info](#)

[Allow Cookies](#)

1

[Add to Cart](#)[Share](#)[Add to Compare](#)

Details



Lactuca virosa can be used as a sedative. It also produces dreamy effects that are similar to opium, but milder. Wild lettuce can help reduce the feeling of restlessness and excitability.

Some Indians use the herb to enhance the vividness of dreams. They believe that induced dream states provide more information about reality than the conscious waking state.

Use:

Wild lettuce is to be used as tea: pour a cup of boiling water onto 1-2 teaspoons and let steep for 10-15 minutes. Drink three times daily.

Another method is to make an extract. Soak 100 grams of wild lettuce herb for 8 hours in warm but not boiling water. Then sift and press all the liquid out of the wild lettuce. Put the dark liquid in a pan and let it evaporate. Putting the pan in a bigger pan with boiling water will avoid burning the wild lettuce while drying. What is left is a kind of gum that can be used like opium.

Reviews



Shipping Restrictions



Related Products



This website uses cookies to improve your experience.

[More Info](#)[Allow Cookies](#)

Mulungu (Erythrina mulungu)**€7.25****Opening hours**

Monday:	11:00 - 18:00
Tuesday:	11:00 - 20:00
Wednesday:	11:00 - 20:00
Thursday:	11:00 - 20:00
Friday:	11:00 - 20:00
Saturday:	11:00 - 20:00
Sunday:	closed

Shipping & Payment Info [Shipping & Payment Info](#)**Terms and Policy** [Terms & Conditions](#)[Privacy Policy](#)**Contact** [Write us a message](#)

[Kosmic Kitchen](#)
[Korte](#)
[Haaksbergerstraat](#)
[34](#)
[7511 JS Enschede](#)



Phone: [+31537370261](tel:+31537370261)
info@kosmickitchen.eu
KVK nummer:
82349797
BTW-ID:
NL862429286B01

[Chat with us on](#)[Telegram](#)[Chat with us on](#)[WhatsApp](#)

This website uses cookies to improve your experience.

[More Info](#)[Allow Cookies](#)

© 2022 Kosmic Kitchen. All Rights Reserved.

This website uses cookies to improve your experience.

[More Info](#)

[Allow Cookies](#)



[BMJ Case Rep.](#) 2009; 2009: bcr06.2008.0134.

Published online 2009 Apr 28. doi: [10.1136/bcr.06.2008.0134](https://doi.org/10.1136/bcr.06.2008.0134)

Other full case

Wild lettuce (*Lactuca virosa*) toxicity

[Sima Besharat](#),^{1,2} [Mahsa Besharat](#),³ and [Ali Jabbari](#)⁴

Abstract

Wild lettuce (*Lactuca virosa*) can cause toxic effects when eaten. Wild lettuce grows in the north of Iran and some natives consume it unaware of its adverse side effects. We describe eight patients with manifestations of wild lettuce toxicity, admitted to a general hospital affiliated to the Golestan University of Medical Sciences. All the patients recovered (although one had to spend 48 h in the intensive care unit) and no chronic complications were reported. A clinical suspicion of toxicity caused by wild lettuce intake and an accurate history formed the basis of the diagnosis. Conservative treatment, vital sign monitoring, control of patient intake and output, and reducing patient agitation provided the basis for treatment.

BACKGROUND

Iran grows a variety of herbs, some of which are processed for pharmaceutical purposes.¹ Wild lettuce ([fig 1](#)), which is known as “Laitue vireuse” in French, “Wilder lattich” in German and “Allubbyne” in Arabic, is also known as “opium lettuce”. Its scientific name is *Lactuca virosa*; in Latin, lactuca means “milky extract” and virosa means “toxic”.² A biennial herb, wild lettuce grows on the banks of rivers and on waste grounds to a maximum height of 6 feet, flowering in July and August.¹ It has a smooth and light green, sometimes purple spotted, erect stem which springs from a brown tap root.² It is cultivated in different regions of the world, such as Austria, France, Germany, Scotland and Iran.¹



[Figure 1](#)

Wild lettuce.

The whole plant is rich in a milky juice that flows freely when it is scratched. The juice has a bitter taste and a noxious odour. When dried, it hardens, turns brown, and is known as lactucarium. *L. virosa* has been found to contain lactic acid, lactucopicrin which is amorphous, 50–60% lactucerin (lactucone) and lactucin. Lactocerine is the main component of the lactucarium, which is a neutral insoluble material.¹

Lactucarium is a diuretic, laxative and sedative agent which relieves dyspnoea, and decreases gastrointestinal inflammation and uterus contractions. It has anticonvulsant and hypnotic effects as well. In addition, the lettuce contains traces of hyoscyamine, which is probably responsible for its sedative effects.¹

Before the Victorian period, wild lettuce was well known as a painkiller and sedative. In the 19th century, wild lettuce, especially the desiccated lactescent juice lactucarium, was used as a sedative and analgesic.³ It was used in kidney disorders, for ameliorating painful uterine contractures, and for generalised oedema and icterus, due to its diuretic effect. In its catalogue of medicinal plants published in 1917, the Servall Company asserted that wild lettuce was “highly esteemed to quiet coughing and allay nervous irritation, a good safe remedy to produce sleep, to be used when opium and other narcotics are objectionable”. This was written at a time when opium and cocaine could still be obtained over the counter.³

Lactucarium is not easily made into powder, and is only slightly soluble in boiling water, though it softens and becomes plastic. Powdered components of the herb have been used for external use and it is still used for making a lotion for the skin to relieve sunburn and roughness.¹ Its boiled form is used as an enema for intestinal irritations.¹

CASE PRESENTATIONS

Here we present eight patients aged between 12–38 years referred with various manifestations of wild lettuce toxicity. All of them were managed successfully and discharged after a full recovery.

- Patient 1 exhibited a decreased level of consciousness, agitation, dry mucosa, mydriatic pupils, urinary retention and hypoactive bowel sounds. Patient 2 had ataxia, blurred vision, red conjunctiva and severe anxiety. Both patients were members of a climbing group and after taking a complete history, it became obvious that they had ingested a great deal of the herb “wild lettuce”. It was said that in the region they used to go to occasionally, the herb is eaten raw as a vegetable. The second patient developed dizziness, nausea and vomiting gradually and lost consciousness. After that episode, all members of the group were called to the emergency department.
- Patients 3 and 4 experienced hallucinations, sympathetic hyperactivity, nausea and vomiting, and were referred to the hospital 2 h later.
- Patients 5 and 6 were admitted with normal vital signs, dry mucosa, mydriasis and anxiety, headache, dizziness, vomiting and blurred vision.
- Patients 7 and 8 presented with agitation, severe sweating, flushing, euphoria, abdominal cramps, urinary retention and normal vital signs.

TREATMENT

Patients were kept fasted and treated with intravenous fluids to maintain adequate hydration.

Blood and urine samples were taken for laboratory examination and arterial blood gas analysis was undertaken. Vital signs were monitored. Following interviews with the oriented patients, nasogastric intubation and gastro-oesophageal lavage was performed. The liquid of the lavage was sent for laboratory analysis and the presence of fine particles of wild lettuce was confirmed by the laboratory. No other suspect material was seen in the blood, urine and gastric lavage fluid of the patients.

Treatment continued with charcoal and sorbitol, about 30 ml/h for 6–12 h after the nasogastric intubation and lavage.

OUTCOME AND FOLLOW-UP

All eight patients recovered and were discharged 48 h later. Only patient 1 was sent to the intensive care unit (for 48 h) due to the prolonged loss of consciousness. No long lasting complications were seen.

DISCUSSION

It has been proposed that wild lettuce has hypoglycaemic effects, causes insomnia, provides relief from painful menstruation, and causes psychogenic coughs. Some considered it has no therapeutic effects, others believe it has sedative and hypnotic effects, and some classify it as a poison.¹ In the USA, there have been reports of the herb being used as a substitute for opium. Mullins and Horowitz reported intravenous injection of wild lettuce extract and valerian root in three young intravenous drug users. All of them developed fever, chills, abdominal pain, low back pain, neck stiffness, headache, leucocytosis and moderate liver function disorders. All recovered in 3 days.⁴

The milk-like extract and the leaves are the useful components of the herb, and act as a spasmolytic and a sedative.² Medicines which contain lactucarium are used in the treatment of pertussis, bronchial asthma

and urinary tract diseases. The seed's oil is effective in atherosclerosis. Some of its side effects and toxicity resulting from overdose include mydriasis and photophobia, dizziness, diaphoresis, auditory hallucination, and cardiovascular and respiratory difficulties caused by dysrhythmia.¹ We observed most of these signs and symptoms in our patients. The severity of the toxicity was dose dependent, according to the history taken from the patients.

Common presentations of toxicity in our patient were mydriasis, dizziness and anxiety, urinary retention, decreased bowel sounds and sympathetic overactivity, suggesting an anticholinergic mechanism. Moderate doses given to animals can act as a narcotic, even causing death if injected.⁴

Our patients suffered from the harmful effects of wild lettuce. The toxicity may have occurred because the herb was ingested when it was fresh and before the usual time for harvesting herbs (our patients ate the wild lettuce in May).

LEARNING POINTS

- A clinical suspicion of toxicity cause by wild lettuce intake and an accurate history provided the basis for the diagnosis.
- Conservative treatment, vital sign monitoring, control of patient intake and output, and reducing their agitation formed the basis of treatment.
- Eating of unknown substances, even herbs, should always be avoided. If herb intake is suspected, immediate contact with medical centres is required.

Footnotes

Competing interests: none.

REFERENCES

1. Zargari A. Medicinal plants. *Tehran University Publications* 1978; 3: 223–8 [[Google Scholar](#)]
2. Heber D. *PDR for herbal medicine*, 3rd ed Thomson Company, 2004: 495–6 [[Google Scholar](#)]
3. Trojanowska A. Lettuce, *lactuca* sp., as a medicinal plant in polish publications of the 19th century. *Kwart Hist Nauki Tech* 2005; 50: 123–34 [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
4. Mullins ME, Horowitz BZ. The case of the salad shooters: intravenous injection of wild lettuce extract. *Vet Hum Toxicol* 1998; 40: 290–1 [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

Salud
Pública

	Tabla de contenido Annali dell'Istituto Superiore di Sanità ✓	 PDF	
	Atual		

ORIGINAL ARTICLES AND REVIEWS

Psychoactive natural products: overview of recent developments**István Ujváry**

iKem BT, Budapest, Hungary

Address for correspondence

ABSTRACT

Natural psychoactive substances have fascinated the curious mind of shamans, artists, scholars and laymen since antiquity. During the twentieth century, the chemical composition of the most important psychoactive drugs, that is opium, cannabis, coca and "magic mushrooms", has been fully elucidated. The mode of action of the principal ingredients has also been deciphered at the molecular level. In the past two decades, the use of herbal drugs, such as kava, kratom and *Salvia divinorum*, began to spread beyond their traditional geographical and cultural boundaries. The aim of the present paper is to briefly summarize recent findings on the psychopharmacology of the most prominent psychoactive natural products. Current knowledge on a few lesser-known drugs, including bufotenine, glaucine, kava, betel, pituri, lettuce opium and kanna is also reviewed. In addition, selected cases of alleged natural (or semi-natural) products are also mentioned.

Este sitio utiliza cookies para garantizar una mejor experiencia de navegación. Lea nuestra [Política de Privacidad](#). [OK](#)

Key words: ethnopharmacology, mode of action, natural products, psychopharmacology, toxicology

Annali dell'Istituto Superiore di Sanità ✓

*O, mickle is the powerful grace that lies
In herbs, plants, stones, and their true qualities*
William Shakespeare (*Romeo and Juliet*)

INTRODUCTION

During the past 200 years, there has been major progress in our understanding of the composition and effects of many psychoactive natural products, particularly those that have therapeutic uses. This article reviews the pharmacohistory, the chemistry, the mode of action, and, where pertinent, the toxicology of some globally emerging and some lesser-known psychoactive natural products with emphasis on recent findings. Some of these substances or potions have been known for decades but became popular on the recreational drug scene only recently; the prevalence and extent of their use, however, are not captured by regular epidemiological questionnaires. Others appear to have only marginal use, yet they provide an interesting insight into how new drugs emerge from obscurity. Some of the substances were detected for the first time in Europe and reported to the Early warning system (EWS) of the European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction as a "new psychoactive substance"¹ just recently. Regulatory aspects are only briefly mentioned since drug legislation varies from country to country and is currently undergoing dynamic changes.

Historical background of psychoactive natural products research

The biochemical machinery of an organism generates many structurally related chemicals (Nature's "combinatorial library") of which some have physiological or ecological relevance, aiding survival of the producer in a hostile environment. For mankind, natural² products also represent an ancient and rich source of bioactive substances [1].

The unique psychoactivity of these drugs has fascinated shamans, artists, writers, scholars and laymen alike since antiquity. Through a lengthy, and sometimes dangerous, process of trial and error each culture discovered and developed a natural product-based tradition of "mind altering". In modern societies, the most extensively produced and widely consumed psychoactive drugs, that is alcoholic beverages, caffeine-containing drinks and tobacco products are all of natural origin.

Psychoactive natural products display an astonishing structural diversity and may come from three sources: plants, microorganisms or animals. According to estimates, the number of plants with proven or reputed psychoactivity exceeds 300 [2]; a recent compendium by the European Food Safety Authority lists hundreds of addictive or psychoactive botanical preparations [3]. The hallucinogenic properties of mushrooms have been known for millennia and over 200 fungal species that produce psychotropic substances have been described [4]. However, there are only sporadic reports on psychic effects elicited by deliberate or accidental ingestion of animals [5, 6] (for toads, see later).

Este sitio utiliza cookies para garantizar una mejor experiencia de navegación. Lea nuestra Política

de Privacidad

The bioactive extracts obtained from an organism by self-experiments or biochemical and receptor-based screening methods are typically suites of structurally related chemicals interacting with a wide variety of biological targets. Furthermore, any single component of such a "chemical shotgun" may have more than one molecular target. In addition, one constituent may have high receptor affinity but low efficacy to elicit significant pharmacological response, while another, sometimes minor, component may have low affinity but high efficacy thus the relevant pharmacological effect manifests only at a high dose (see, e.g., [7]). Therefore, the overall psychosomatic response is complex and dose-dependent and this explains the versatility of many ethnobotanical preparations.

It has often been observed that the psychic and somatic effects of a natural preparation differ from those of the pure main ingredients indicating that minor constituents contribute to or modulate the activity of the major component. Mixtures containing synergistically acting ingredients pose methodological difficulties: bioassays using purified samples might miss the activity observed for the crude extract.

The isolation of the alkaloid morphine from opium by Serturner six generations ago (1805) laid the foundation of phytochemistry and modern pharmacy. Further research on opioids culminated on one hand in the chemical total synthesis of morphine in 1952 and, on the other, in the discovery of endogenous opioid peptides and their receptors in the 1970s. Building on the results of these investigations, many (semi-)synthetic analgesics, cough suppressants, antidiarrheal agents as well as molecular probes for mode of action studies have been developed [8], Heroin, oxycodone, desomorphine, naloxone, pethidine, methadone, the fentanils, dextromethorphan, loperamide, and ketazocine have become "household names" not only among specialists of medicine but also among those working in the broad field of addiction. Subsequently, the active principles of other natural psychoactive agents were also elucidated and, as shown in *Table 1*, the "Golden Area" of psychoactive natural products discovery appears to have lasted for almost two centuries.

A note of caution regarding older literature: several chemicals have been isolated from exotic drugs. Yet, recent phytochemical re-analysis of many such plants detected these substances in trace amounts only (< 0.1%), a concentration unlikely to elicit the reported effects of the preparation. In other instances, the activity of an isolated substance was not verified in bioassays. In these cases the genuine bioactive component awaits identification. Publications solely relying on early literature thus must be assessed critically.

MAJOR EMERGING PSYCHOACTIVE NATURAL PRODUCTS

Khat

Khat refers to the evergreen shrub *Catha edulis* indigenous to East Africa. Khat also refers to the leaves and shoots of the plant chewed to provide mild stimulant effects.

Khat has a variety of regional names such as maifungi (Uganda), miraa (Kenya), qat (Yemen), or tschat (Ethiopia and Somalia). The shrub is an intensively cultivated, high-income cash crop in East Africa and the southwestern part of the Arabian Peninsula.

In addition to supplying domestic markets, fresh khat bundles, each weighing 250-300 g, are nowadays shipped by airfreight into Europe, Australia and North America to ethnic groups immigrated from countries where khat-chewing is a tradition [9-13]. During the daily 3-6 hour-long afternoon chewing sessions, at least one bundle is consumed, mainly in social setting, to provide euphoric and stimulant affects. The number of regular, predominantly male, khat consumers is at least ten million although epidemiological data are lacking.

Several types of compounds have been isolated from khat, including amino acids, ascorbic acid, flavonoids, phenylalkylamine alkaloids, sesquiterpene polyester alkaloids (cathedulins), steroids, tannins, and terpenoids. The main psychoactive constituent was identified in 1975 and named cathinone (*Figure 1*) [14]. The cathinone-content of the leaves typically ranges from 0.04 to 0.3 %. Biosynthetically related alkaloids also present in khat are cathine (i.e., norpseudoephedrine) (*Figure 1*), and norephedrine, though they are only slightly active. Data on the bioactivity of other khat constituents are scarce.

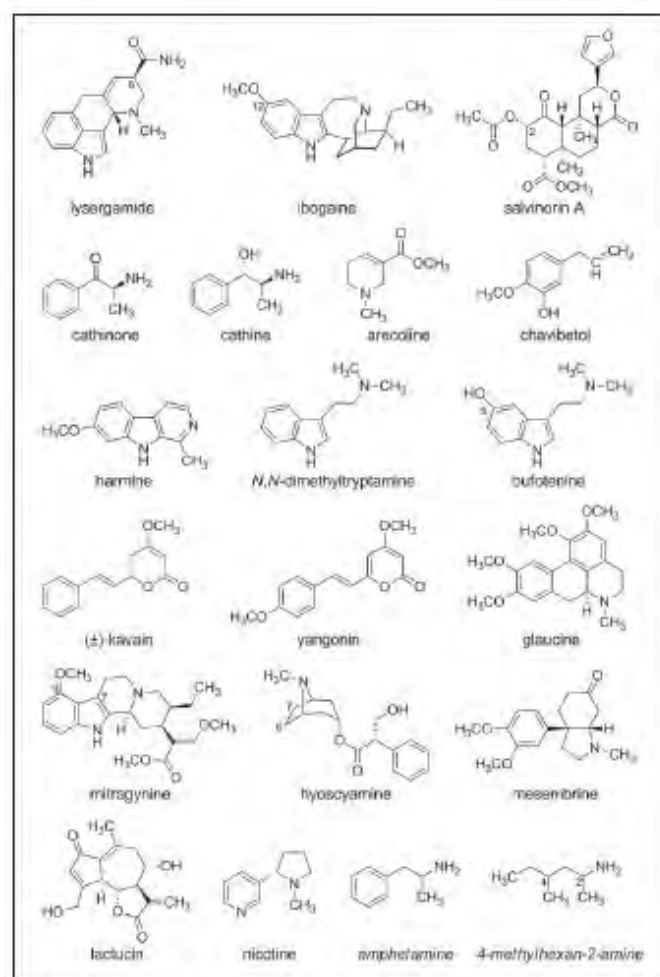


Figure 1
Chemical structure and common name of psychoactive substances of natural origin (most of them are very likely man-made compound).

Cathinone is a chemically unstable aminoketone. In the leaves it undergoes enzymatic reduction into cathine (e.g., [15]), thus the harvested shoots lose psychoactivity within a few days explaining the chewers' preference for fresh khat (see, e.g., [16]).

Interestingly, the chemical synthesis of racemic "cathinone" by Schmidt in 1889 preceded by many decades the identification of the natural product; its tendency to undergo decomposition was also noted a century ago.

Khat and its main ingredients are amphetamine-like dopaminergic psychostimulants with peripheral sympathomimetic effects [17, 18]. In the central nervous system, cathinone inhibits the reuptake of dopamine and norepinephrine into presynaptic nerve terminals without affecting serotonin transport [19]. Several reports indicate that khat use may lead to dependence, induce psychoses and cause cardiovascular diseases [20-23], but robust information on the somatic and mental health problems associated with regular use is lacking. Due to intensive farming of the plant, pesticides may contaminate the bundles [24] although the health consequences of such contamination have not been investigated. The environmental, socio-economic and health problems associated with the production and use of khat have recently become a focus of scientific and political debates [25, 26]³. While cathinone and cathine are scheduled according to the UN Convention on Psychotropic Substances of 1971, khat leaves do not fall under any international regulatory system. Yet, Australia, several US states and European countries have recently introduced measures to control the trade of *Catha edulis* [9, 27].

It is interesting to follow the chronology of appearances of such aminoketone stimulants: first, in the late 1970s, the semi-synthetic methcathinone, i.e., the *N*-methyl derivative of cathinone (also called ephedrone indicating that it is made by oxidizing ephedrine) appeared on the drugs scene in the then-Soviet Union; a decade later, in 1989, methcathinone was introduced into Michigan [28]; a decade later it reappeared in several countries. Around the same time, in 2003, synthetic cathinone containing capsules ("Hagigat") were beginning to be sold in kiosks in Israel [29]. In retrospect, these appearances seem to have been preludes to the subsequent alarming emergence of synthetic cathinones (commonly referred to as "bath salts").

Salvia divinorum

The psychoactive mint *Salvia divinorum*, or the diviner's sage, is indigenous to the highlands of the Oaxaca state in Mexico, where Mazatec shamans have been using it for medical purposes, in healing ceremonies and divinatory rituals. Traditionally, the fresh leaves are chewed or pressed to make a drink. Since the late 1990s, the "recreational" use of *S. divinorum* as an herbal hallucinogen has been spreading globally especially among young adults [30, 31]⁴. For this purpose, 0.25-0.75 grams of crushed dried leaves are smoked from a pipe or water bong to provide profound hallucinations and unique, "out-of-body" experiences that commence within a minute and last for 15-20 minutes [32, 33].

The psychoactive principle of the leaves is salvinorin A (Figure 1). This non-nitrogenous, neoclerodane diterpene was isolated first by Ortega et al. in 1982. Independently, in 1984, the same compound was isolated and biologically characterized by Valdes et al., who called it "divinorin A". Salvinorin A has not been detected in any other *Salvia* species examined to date [34]. It is the most potent natural halluci-

nogen: inhalation of the vapors of doses equivalent to 200-500 microgram pure salvinorin A elicits strong hallucinations with virtually no discernible somatic effects. This dose is comparable to the effective oral dose of the semi-synthetic LSD (lysergic acid diethylamide) (100 microgram) or the synthetic DOB (4-bromo-3,5-dimethoxyphenylisopropylamine) (1000 microgram), although the subjective effects are qualitatively different from those of any other known hallucinogens [32, 35-37]. The short duration of the effects is explained by the rapid, esterase-catalyzed hydrolysis of the 2-O-acetate of salvinorin A to its inactive alcohol (salvinorin B) [38, 39].

Unlike classical hallucinogens that target serotonin (5-HT) receptors, 5-HT_{2A}-type in particular [40], salvinorin A acts as a selective κ -opioid receptor agonist [41, 42], as corroborated by recent X-ray crystal structure studies [43]. The analgesic and anti-inflammatory activities of salvinorin A are of particular interest [44, 45]. There is also intensive research to explore the therapeutic potential of structurally related opioid receptor agonists or antagonists [46, 47]. For example, the hydrolytically stable salvinorin B 2-O-ethoxymethyl ether is several-fold more active as a κ -opioid receptor ligand than the natural product [48]; users' experience reports indicate that this semi-synthetic ether, named "Symmetry", is at least as potent as salvinorin A⁵. Interestingly, replacement of the 2-O-acetyl group of salvinorin A with a benzoyl group provides salvinorin B 2-O-benzoate (herkinorin), which is, in turn, a selective μ -opioid receptor agonist with antinociceptive activity *in vivo* [49, 50].

Preliminary experiments indicated low rodent toxicity [51] but no other study has examined the acute or chronic physiological adverse effects of *Salvia divinorum* leaves or extracts.

The vegetatively propagated plant as well as dried leaf preparations, often enriched with extracts from other *S. divinorum* leaves, are widely available but pure salvinorin A is rarely encountered. Analyses of *Salvia* leaf samples obtained from various vendors indicated large variations in salvinorin A content (0.13-5.0 mg/g) [52, 53]. The plant and/or salvinorin A are controlled in an increasing number of countries.

Lysergamide

The discovery and psychopharmacology of LSD (from the German "Lysergsaure-diethylamid") have been well documented [54, 55]. LSD is a semi-synthetic compound usually prepared from lysergic acid, which is obtained hydrolytically from ergot alkaloids produced for the pharmaceutical industry by fermentation of *Claviceps fungi*. Lysergamide (LSA, ergine or LA-111; *Figure 1*) was first obtained as a semi-synthetic product by the degradation of ergotoxin by Smith and Timmis in 1932. In 1960, Hofmann and Tschertter isolated it as a genuine natural product from "ololiuqui", the seeds *Rivea corymbosa* (syn. *Turbina corymbosa*), the sacred narcotic-hallucinogen of the Aztecs. Since then LSA has been found in several ornamental morning glory (*Ipomoea*) species [56, 57]. The total ergot alkaloid content of the seeds of these plants is less than 0.2% with LSA and its 8-epimer (iso-LSA) being the most abundant.

Ingestion of 50 to 100 seeds is needed to produce observable effects. Phytochemical screening of tropical climbing vines led to the discovery of LSA in the seeds of the Hawaiian baby woodrose (*Argemone mexicana*) [58]. Interestingly, it is not the seeds but the leaves *A. nervosa* that are used in Ayurvedic medicine in India, where the plant is

indigenous. The LSA-content of *A. nervosa* seeds shows high variability between batches and may reach 1% [59]. Five to ten seeds provide intoxication that lasts for 4-8 hours. Recent studies indicate that LSA and related alkaloids are not biosynthesized by the plant but produced by an associated fungus, which can be eliminated by fungicide treatment [60, 61]. Lysergamide and other alkaloid toxins are often present in endophyte-infected grasses and may cause poisoning in grazing animals [62].

Ergot alkaloids are "dirty drugs": they bind to several receptors thus eliciting a broad range of effects. However, neither the seeds, nor LSA induce classical hallucinations: rather, the (psycho)pharmacological effects are sedativenarcotic with feeling of complete emptiness [63]. The observed vegetative and psychotropic effects can be rationalized by the results of recent in vitro studies revealing that the receptor profile of LSA is different from that of LSD [64]. The unpleasant effects of intoxication include salivation, nausea, diarrhea, tremor as well as psychosis, unpredictable behavior and even suicidal ideation [65-68].

Lysergamide is not listed in the UN Conventions, though it may be controlled either as a psychotropic substance or a precursor in some countries. The trade and sale of *Ipomoea* and *A. nervosa* seeds are largely uncontrolled.

Ayahuasca and its constituents

Ayahuasca or ayawaska ("vine of the souls"), also known as hoasca, caapi or yagé, is an ancient hallucinogenic decoction traditionally used in northern South America in ethnomedicine and, since the 1930s, as a sacrament by syncretic religious sects, such as the União do Vegetal or the Santo Daime in Brazil⁶. The key ingredients in the brew are the pounded bark of the Amazonian woody liana *Banisteriopsis caapi* and the leaves of either the shrub *Psychotria viridis* or the vine *Diplopterys cabrerana*. The drink is usually made by mixing the two key components in boiling water. Admixtures, mostly solanaceous plants containing nicotine or tropane alkaloids, are occasionally added. Drinking the brew often induces vomiting, while the cardiovascular effects (bradycardia and reduced blood pressure) are only mild; mydriasis is typically observed. The psychotropic effects, accompanied by vivid visual imagery, usually last for 4-6 hours [71-73]. The side effects and relative safety of ayahuasca use have been reviewed [74, 75]. The physiological and psychological mechanisms of the promising anti-addiction effects of the brew offered in religious setting have recently been discussed [76].

The chemicals responsible for the dreamlike, colorful hallucinogen effects elicited by the brew were identified by Rivier and Lindgren in 1972: of the two plants, *B. caapi* is the source of harmala alkaloids, while *P. viridis* provides *N,N*-dimethyltryptamine (DMT) (Figure 1) [77, 78]. The first harmala alkaloid from the seeds of Syrian rue, *Peganum harmala*, was isolated by Goebel in 1841, while structural determinations were carried out by Manske *et al.* in 1927. These alkaloids, such as harmine, or 7-methoxy-1-methyl-9H- β -carboline (Figure 1), and its di- or tetrahydro derivatives, are not particularly psychoactive on their own but, mainly in the gastrointestinal tract, inhibit monoamine oxidase (MAO) enzymes involved in the metabolism of monoamine neurotransmitters and certain xenobiotics [79, 80]. Passion flowers (*Passiflora* spp.) also contain harmala alkaloids but only in trace amounts; the pharmacological effects of preparations made from the plant are probably due to its flavonoid constituents [81, 82].

The primary hallucinogen component of ayahuasca is DMT, a low-melting point solid. The alkaloid was isolated from the seeds of *Piptadenia* (syn. *Anadenanthera*) species Salicé et al. in 1955 although it had already been synthesized by Manske two decades earlier. DMT, along with 5-methoxy-*N,N*-dimethyltryptamine (5-MeO-DMT), is also a psychoactive component of South American ceremonial snuffs prepared from *Anadenanthera*, *Mimosa* or *Virola* plants having various local names (cohoba, ebene, parica, yopo, etc.) (see, e.g., [83]). The psychoactivity and metabolism of DMT in humans were first studied by Szara in injection experiments in Hungary in the mid-1950s. Like all classical hallucinogens, DMT activates 5-HT_{2A} receptors *in vitro*. However, due to rapid inactivation by MAO enzymes, DMT is devoid of activity when taken orally explaining why the ritually or "recreationally" used DMT-preparations are administered either nasally or by inhalation to give hallucinations lasting for 15-20 minutes only. Ayahuasca is thus a unique, synergistic ethnobotanical drink in which the MAO-inhibitory action of harmala alkaloids enable the manifestation of the hallucinogenic effects of the metabolically labile DMT.

There is no record on how or why these two particular plants were selected from the rich biodiversity of the Amazonian forest for the brew. The present author speculates that the ancient shamans initially experimented with a complex concoction made from several, perhaps dozens of plants. Having discovered activity of such a mixture, they could then proceed by using the leave-one-out technique, that is testing one by one a series of mixtures lacking just a single ingredient. This would then quickly reveal which plants are indispensable for activity. Reconstituting a brew from the key components would then validate the procedure. It should also be pointed out that the brew contains other bioactive substances the contribution of which to the overall psychobiological activity has not been studied. The term "endohuasca" refers to human endogenous alkaloids chemically identical or similar to those present in the brew [84]; the actual (psycho)pharmacological role, if any, of such trace tryptamine metabolites is unknown [85]. The popular term "pharmahuasca" refers to the concomitant use of a synthetic MAO inhibitor with a tryptamine-type natural or synthetic hallucinogen [86].

Adopting practices of religious ayahuasca use, a number of follower groups have been established outside the Americas in recent years. While harmala alkaloids are regulated in a few countries only, DMT is an internationally scheduled psychotropic substance. In the USA, the sacramental use of "hoasca" falls under the "Religious Freedom Restoration Act" [87]. Nevertheless, the blooming "ayahuasca tourism" in Amazonia as well as the spread of ayahuasca and related preparations beyond traditional cultural boundaries have raised concerns and elicited debates on their regulation [88].

Bufotenine

Bufotenine, that is 5-hydroxy-*N,N*-dimethyltryptamine (Figure 1), is an *N*-alkylated derivative of serotonin and also a structural isomer of the hallucinogenic psilocin, the 4-hydroxy counterpart. The chemical structure of bufotenine⁷ was established by synthesis by Wieland *et al.* in 1934. Bufotenine and its ether derivative, 5-MeO-DMT, are the main ingredients of the psychoactive secretion of the American desert toad, *Bufo alvarius*. Bufotenine, 5-MeO-DMT is one of the few psychoactive substances found in animals, and the hallucinogenic properties of this alkaloid is most likely behind the contemporary myth that "toad licking" elicits psychedelic effects [90]. The psychoactivity

of bufotenine, however, is contested [85, 91]. Accompanying congeneric tryptamines, bufotenine also occurs in several hallucinogenic plants (see, e.g., [92]). Interestingly, 5-MeO-DMT is oxidatively demethylated to bufotenine in the body [93]. The alkaloid binds to 5-HT_{2A} receptors *in vitro* with an affinity similar to that of DOB: the respective K_i values are 2.7 and 3.7 nM [71]. When taken orally, however, it lacks psychoactivity due to rapid inactivation by MAO enzymes [93-95]. Bufotenine is not listed in the UN Conventions yet it is controlled in a number of countries.

A related substance worth mentioning here is 5-methoxytryptamine, mexamine or 5-MeO-T. This endogenous trace amine is a serotonin receptor agonist and an enigmatic minor metabolite of the multifunctional neurohormone melatonin [96]. It has antioxidant and radioprotective effects in various biological systems but there is no information on its psychoactivity.

Ibogaine

The root of the tropical West African shrub *Tabernanthe iboga* is used in Gabon and Cameroon for its stimulatory and sedative-hallucinogenic properties. On one hand, the bitter roots of the plant, locally called iboga, are chewed to combat fatigue and to keep hunters awake. Based on such ethnopharmacological observations, a root extract (*Lambarene*®) was available in France (1939-1966) as "neuromuscular stimulant". On the other hand, consumption of massive doses of iboga is part of the initiation ritual of the local Bwiti cult during which the initiate falls in deep coma that may last for a day. Of the structurally related alkaloids isolated from the plant the most important is ibogaine (12-methoxyibogamine) (Figure 1), which is most abundant in the root bark (0.2-0.6%). The isolation of the light- and air-sensitive crystalline ibogaine was reported first in 1901, its structure was determined by Taylor in 1957. As with the root, ibogaine is stimulant at low (< 200 mg), while hallucinogenic at high (500-1000 mg) oral doses. The anti-addictive potential of ibogaine has received attention recently. In pre-clinical animal studies, acute ibogaine treatment reduced self-administration or symptoms of withdrawal of various addictive drugs, including ethanol, methamphetamine, nicotine and morphine. In humans, single or repeated oral doses of 4-25 mg/kg have been shown to alleviate withdrawal symptoms and craving, confirming anecdotal reports and patent claims originating from the 1960s [97-99]. However, due to serious adverse side effects, such as tremor, ataxia, cardiac toxicity and even fatalities, NIDA-coordinated human clinical trials were halted in 1995 [100-102]. According to recent studies, the alkaloid, at therapeutic concentrations, disrupts the heart's electrophysiology that could lead to life-threatening cardiac arrhythmias [103, 104]. In rodent models of ethanol addiction, certain synthetic analogues have improved toxicological profile and appear to be as effective as the natural alkaloid [105]. Ibogaine and its demethylated metabolite, namely 12-noribogaine (12-hydroxyibogamine) (see, e.g., [106]), have complex pharmacology affecting several neurotransmitter and transporter systems [99, 107, 108]. The glial cell line-derived neurotrophic factor, which is necessary for the proper functioning of dopaminergic neurons, appears to be also involved in the sustained anti-addictive effects of the alkaloid [109]. In the mouse, ibogaine was more toxic than 12-noribogaine (the respective intragastric LD₅₀ values are 263 and 630 mg/kg) [110]. In spite of the health risks, controversial "ibogaine anti-addiction therapies" continue in private clinics and non-clinical setting in some countries where the substance is not regulated. Ibogaine is seldom used recreationally.

Este sitio utiliza cookies para garantizar una mejor experiencia de navegación. Lea nuestra Política de Privacidad. OK

Kratom

Salud

Pública

Kratom (*Mitragyna speciosa*)⁸, or "krathom" (Thailand) and "biak" or "ketum" (Malaysia), is a tropical tree indigenous to South East Asia, the Philippines and New Guinea. Traditionally, the chopped fresh or dried leaves of the tree are chewed or made into tea. Kratom preparations have been used in local medicine, and also as stimulants or an opium substitute. Of the over 40 structurally related alkaloids isolated from various parts of the tree the most abundant (up to 2% in the leaves and leaf preparations) is mitragynine (9-methoxycorynantheidine) (Figure 1) [111-113]. The alkaloid was isolated first by Field in 1921, its chemical structure was clarified by Joshi and Zacharias in 1963-1964. A minor though pharmacologically important alkaloid, namely 7-hydroxymitragynine, was discovered in

the leaves by Ponglux et al. in 1994. There are few human clinical studies with kratom or its alkaloid constituents [114-116]. At a low dose, leaf preparations act as "cocaine-like" stimulants and are traditionally used to combat fatigue during work. At high dosages (10-25 g of dried leaves), however, "morphine-like" sedative-narcotic effects manifest: the initially occurring sweating, dizziness, nausea and dysphoria are superseded with calmness, euphoria and a dreamlike state lasting for several hours. Contracted pupils (miosis) are also noted. Regular kratom use may cause constipation, anorexia and hyperpigmentation of the cheek; dependence may develop [117]. Withdrawal symptoms are relatively mild and typically diminish within a week [118].

The narcotic and antinociceptive effects of kratom are attributed to mitragynine and 7-hydroxymitragynine acting as μ -opioid receptor agonists [113]. In this respect, 7-hydroxymitragynine is several times more active than morphine both *in vitro* and *in vivo*. Recent studies revealed the roles of κ -opioid and dopamine D1 receptors in the various effects of kratom [119]. The serotonergic and adrenergic systems are also involved in the psychological and physiological effects of mitragynine. The pharmacological mechanisms responsible for stimulant activity are yet to be established.

According to animal studies, kratom is only slightly toxic [120]. In rats, for example, oral administration of a kratom leaf-extract (1.6% mitragynine content) at 1000 mg/kg caused transient toxicity (slow movement and rapid breathing) but no mortality, while morphine had depressant activity with 25% mortality at 430 mg/kg; oral mitragynine doses as high as 806 mg/kg were not lethal. Intravenous injection of mitragynine at 9.2 mg/kg to rhesus monkeys produced only transient toxic symptoms. In mice, repeated 7-hydroxymitragynine administrations elicit tolerance, cross-tolerance to morphine, and naloxone-precipitated withdrawal symptoms [121]. There have been few poisoning cases related to kratom consumption [122-124].

According to animal studies, kratom is only slightly toxic [120]. In rats, for example, oral administration of a kratom leaf-extract (1.6% mitragynine content) at 1000 mg/kg caused transient toxicity (slow movement and rapid breathing) but no mortality, while morphine had depressant activity with 25% mortality at 430 mg/kg; oral mitragynine doses as high as 806 mg/kg were not lethal. Intravenous injection of mitragynine at 9.2 mg/kg to rhesus monkeys produced only transient toxic symptoms. In mice, repeated 7-hydroxymitragynine administrations elicit tolerance, cross-tolerance to morphine, and naloxone-precipitated withdrawal symptoms [121]. There have been few poisoning cases related to kratom consumption [122-124].

Este sitio utiliza cookies para garantizar una mejor experiencia de navegación. Lea nuestra [Política de Privacidad](#) o [OK](#)

Although still uncommon - and mostly unregulated - outside Asia, kratom has become one of the most widely abused illicit substances in Malaysia and Thailand either as a stimulant by itself or a substitute for opium or alcohol [117, 127, 128].

Kava

Annali dell'Istituto Superiore di Sanità ✓

Kava, awa, yaqona or "intoxicating pepper" (*Piper methysticum*) is a large-leaved shrub indigenous to the South Pacific Islands. It is also the name of the mildly narcotic beverage made by extracting the rootstocks of the plant by water at ambient temperature. On many of the Islands, kava drinking is an integral part of social life. The plant was probably first domesticated in Vanuatu and, by now, it has spread throughout the region. The many different cultivars (or chemotypes) grown on the Islands today have been selected over generations; the clones are propagated vegetatively. Kava products, either the dried and powdered roots or root organic solvent extracts, are important agricultural commodities in that region with annual export values exceeding US\$ 11 million [129]. Kava preparations have also been used in traditional medicine to cure fever, pain, headache, respiratory problems, insomnia, diarrhea or constipation, skin diseases, convulsion, urogenital and menstrual problems. In the early twentieth century, kava products were sold in Europe for the treatment of various illnesses [130]. The effects of the drink include mild euphoria and sociability, as well as anesthesia and astringency in the tongue and the inner lining of the mouth. Small doses typically produce stimulation while larger ones cause muscle relaxation, incoordination, and somnolence. Regular and heavy use of kava, either the drink or the extracts, is not without risks: transient dermatopathy (dry scaling skin), liver and kidney problems, gastrointestinal distress, as well as impaired vision have been observed [131, 132].

Since the initial studies on the separation of the individual kava-constituents by Czuzent around 1860 and by Lewin in the mid-1880s, the phytochemistry of *P. methysticum*, has been fully explored [133, 134]. The psychoactive principles of the roots are the so-called kavalactones (kavapyrones), exemplified by kavain (also spelled kawain) and yangonin (Figure 1). The total kavalactone content may vary from 3 to 20% of the dried root. The composition of the aqueous beverage and the organic extracts mainly depends on the type of the cultivar though environmental factors and the extraction method employed also affect the kavalactone content [135, 136].

The mode of action of kava in the central and peripheral nervous system is complex and not fully understood. Each kavalactone has a distinct pharmacological profile involving GABA and benzodiazepine receptor sites, voltage-gated cation channels, monoamine reuptake and metabolism, the arachidonate cascade, and the endocannabinoid system [131, 137]. Accordingly, there can be substantial variations in the effects between various chemotypes; drinkers are said to prefer cultivars with high kavain content [136]. It must also be noted that constituents other than the kavalactones may play a role in the various pharmacological or pathophysiological effects of the aqueous extract though this issue has received scant attention (see, e.g., [138, 139]).

In recent decades, kava root extracts, formulated as capsules or tinctures, became available worldwide as dietary supplements and clinically proven over-the-counter medicines for anxiety, depression and insomnia [131, 140]. Since 2002, however, several European countries restricted the sale of such extracts due to reports about hepatotoxicity of still unresolved etiology [141-143]. Nonetheless, dried and finely ground

roots, having a light greyish-brown color resembling sawdust, are offered in herbal shops and on the Internet. Because of the economic importance on one hand and of the uncertainties of the health risk associated with kava products on the other, the developments of regional and FAO-WHO Codex Alimentarius standards for kava have been recommended⁹. A few countries have, in recent years, regulated kava as a psychotropic drug.

Betel

After caffeine-containing beverages and tobacco, betel is the third most widely used stimulant: it is chewed regularly by at least 400 million people throughout east Africa, Asia and the Pacific Islands as well as migrant communities therefrom [144-147]¹⁰. Betel or, more accurately, a betel quid is made of three essential ingredients: slices of nuts of the areca palm (*Areca catechu*), spread with slaked lime and wrapped in the heart-shaped leaf of the betel palm (*Piper betle*). Tobacco may be a common ingredient and spices, such as aniseed, cardamom, cloves, coconut, ginger, nutmeg or sugar, are frequent flavoring additives. In India, the sale of tobaccocontaining betel products known as "gutka" was restricted in 2011. Freshly prepared quids are usually sold by street vendors or, in Taiwan, by "betel nut beauties" along busy roads. The quids are placed between the cheek and the tongue, pressed against the teeth to remove the juice, which is then swallowed. Due to the coloring ingredients of the nuts, the reddish spittle stains the chewer's gums and lips (as well as the roadside...). Industrially manufactured, tobacco-free areca products called "pan masala" are sold in convenient sachets. Fresh or dried nuts, called "supari" in India, cut into small pieces may also be masticated alone. Areca and betel preparations have been used in traditional, for example Ayurvedic, medicine for centuries. Areca nut is a commodity in Asia with about 650 000 tonnes produced annually [149]. Bulk quantities of synthetic arecoline salts have also appeared recently in on the Internet for sale.

The alkaloid constituents of areca nut were structurally characterized by Jahns in 1888-1891. The principal alkaloid is arecoline, namely the methyl ester of 1-methyl-1,2,5,6-tetrahydropyridine-3-carboxylic acid (*Figure 1*), a nicotinic acid derivative. The arecoline content of the nuts may reach 1%. Arecoline, a colorless liquid, can readily be synthesized and its salts are deworming (purgative) agents used in veterinary medicine. There are three other related alkaloids present in the nut: arecaidine, which is the free carboxylic acid derivative of arecoline formed also during mastication and ingestion; guvacine, which is the *N*-desmethyl derivative of arecaidine; and guvacoline, which is the *N*-desmethyl derivative of arecoline.

The leaves of the betel palm contain phenylpropanoids, such as chavibetol (*Figure 1*), eugenol and safrole, as well as terpenes but the contribution of these aroma constituents to the psychoactivity of the quid is not known.

In spite of widespread use, the physiological and psychological profile of betel quid intoxication is just beginning to be delineated [150]. More is known about the pharmacology and toxicology of its alkaloidal constituents [151]. The active ingredients, absorbed into the blood via the mucous membranes of the mouth and the intestine, affect both the central and peripheral nervous systems. Betel, due to its predominant alkaloid, arecoline, which is a known muscarinic acetylcholine receptor agonist, elicits mostly cholinergic (parasympathomimetic) symptoms and elevated adrenaline plasma

concentrations. The minor alkaloids are GABA uptake inhibitors and presumably modulate the psychoactivity of the quid.

Salud Pública

The typical psychological effects are mild and include relaxation, light euphoria and improved concentration. Somatic symptoms include miosis, intense salivation, facial flushing, sweating, palpitation, bronchoconstriction (risk of asthma!), and increased gastrointestinal motility, though chronic users develop tolerance to many of these effects. Novice users or regular chewers ingesting large amounts may experience tremor, dizziness, diarrhoea, vomiting and acute psychosis.

Excessive use of areca nut and betel quid has been associated with a number of health-related problems: discoloration of teeth and gums, sometimes turning reddish-brown, mouth ulcers and gum disease, oral submucous fibrosis and oral cancers, including squamous cell carcinoma, peptic ulceration, increased risk of cardiovascular disease. The major concern of betel chewing is the risk for the development of oral cancer associated with its alkaloid ingredients and, in particular, their nitroso and N-oxide derivatives [152,153]. The risk of malignant oral disorders increases when tobacco is included in the quid [154]. Recently, however, *Rai et al.* [155] have proposed that some non-alkaloidal phytochemicals (polyphenols and terpenoids) present in betel palm leaves may, by various mechanisms, counteract the carcinogenic effects of areca and tobacco alkaloids. Due to its cholinergic effects, arecoline may clinically improve the cognitive performance of Alzheimer's patients [156]. Dependence and withdrawal symptoms have been noted [157]. Few countries regulate the palm or its alkaloids.

LESSER-KNOWN PSYCHOACTIVE NATURAL PRODUCTS

Glaucine

The alkaloid glaucine, also known as boldine dimethyl ether or 1,2,9,10-tetramethoxyaporphine (*Figure 1*), is found in the yellow horned poppy (*Glaucium flavum*, formerly *G. luteum*), indigenous to the Mediterranean region, as well as in other plants, such as *Croton lechleri* (source of the latex "sangre de grado") or the Chinese medicinal plant *Corydalis yanhusuo*. The alkaloid was isolated by Fischer in 1901, its structure determined by Gadamer in 1911. Glaucine can also be synthesized either from the readily available boldine or, in racemic form, from papaverine. The therapeutic value of glaucine is similar to that of codeine or dextromethorphan [158, 159] but with lower abuse potential [160]. The plant has been used in folk medicine while glaucine itself is registered in some East European countries as an over-the-counter, non-opioid antitussive and bronchodilatory medicine. The alkaloid was shown to be an effective blocker of calcium ion channels of bronchial smooth muscles, as a weak antagonist of dopamine receptors, as an antagonist of peripheral serotonin receptors, as a non-selective α -adrenoreceptor antagonist, as a selective inhibitor of phosphodiesterase type 4 isoenzyme, as an antioxidant and a resensitizer of multidrug resistance of cancer cells (see, for example, [161]). Glaucine has been reported to cause weakness, sleepiness, nausea, mydriasis and visual or dissociative hallucinations both with therapeutic and recreational use but the underlying pharmacology responsible for these central effects remains to be determined [162, 163]. Glaucine-containing tablets and herbal mixtures have appeared recently as "herbal highs" in the several European

Este sitio utiliza cookies para garantizar una mejor experiencia de navegación. Lea nuestra Política

countries [162, 164, 165].

Salud

Pública

Pituri, pitchery or chewing tobacco (*Duboisia hopwoodii*), is a solanaceous shrub growing in the arid region of Australia. Its dried and powdered leaves, often mixed with ash obtained from the burning of some other plant, are made into a quid, which is then chewed by Aboriginal groups to alleviate fatigue, hunger and pain; plant preparations are also used to kill game and fish [166]. The identity of one of the alkaloids in the leaves was unequivocally confirmed in 1911 by Rothera as the cholinergic nicotine (Figure 1). The roots of *D. hopwoodii* are, however, particularly rich in anticholinergic tropane alkaloids, e.g., hyoscyamine, also called duboisine or daturine (Figure 1), and its 6,7-epoxide, scopolamine. Related alkaloids have also been isolated from the leaves and roots of other Australian *Duboisia* (corkwood) species since the 1870s [167], and are of ethnopharmacological interest. Such deliriant tropanes are the principal bioactive alkaloids of many solanaceous plants, including the legendary *Atropa* (belladonna), *Brugmansia* (angel's trumpet), *Datura* (jimsonweed, thornapple), *Mandragora* (mandrake) and *Solandra* (chalice vines) species. Some *Solandra* species called "cup of gold" are woody, treelike climbers indigenous to Mexico and tropical America and were once used by the Aztecs as sacred hallucinogen ("tecomaxochitl"); the plants are still revered in Mexico by Huichol Indians who call them "kiéri" [168]. Hyoscyamine is used in medicine in some countries, for example in antiulcer therapy, while scopolamine and its derivatives are employed in veterinary and human medicine; for example, transdermal scopolamine formulations, to prevent nausea and motion sickness [169]. The not uncommon abuse of *Datura* species to induce hallucinations is often associated with severe complications, although these are rarely fatal (see, e.g., [170, 171]). Pure scopolamine or *Datura* and *Brugmansia* preparations ("burundanga"; popularized as Devil's breath) cause transient amnesia and their use to incapacitate crime victims, especially in Colombia, is well documented [172, 173].

Wild lettuce

Wild lettuce, bitter lettuce or lettuce opium (*Lactuca virosa*), wildly growing in Eurasia and Northern Africa, is a tall (up to 150 cm high), poisonous and skin irritating relative of the garden lettuce (*L. sativa*). The analgesic, sedating, hypnotic and cough-suppressing properties of its seed extracts and of the milky latex (lactucarium), released from its stem and leaves upon wounding, have been known for millennia [2, 174]¹¹. Lactucarium is obtained from *L. virosa* or *L. sativa* and used like opium in traditional medicine and various preparations from these species were listed in pharmacopoeias of several countries up to the early twentieth century. The smoked dried leaves of the plant can also serve as marijuana substitute. In spite of the long history of its use, not much is known about the pharmacology of *L. virosa* and of its chemical constituents. The latex contains bitter sesquiterpene lactones thought to be responsible for the characteristic pharmacological properties of the plant [176]. One of the most studied sesquiterpene is lactucin (Figure 1), which is present either in free or esterified form also in other lettuce species as well as in chicory. Crystalline lactucin was isolated in 1936 by Schrenk and Graf in 1936 and independently by de Meijere, related to that of the bitter principle of absinth, was established independently in the laboratories of Barton and of Šorm in 1958. Apart from the (user-)reported narcotic-euphoric

effects resulting from recreational use, there is scant contemporary information on the (psycho)-pharmacological properties of either the latex or its pure ingredients [174]. The sedative and analgesic activities of lactucin were confirmed in mice though opioid receptors were unaffected *in vitro* [177, 178]. The symptoms observed in human wild lettuce-poisoning cases differ from those of traditional opiates [179, 180]. The precise molecular targets of the latex and its constituents are yet to be established. Wild lettuce preparations, including fortified extracts, are freely offered on many Internet sites and by herbal (smart) shops.

Kanna

Kanna, channa or sceletium (*Mesembryanthemum* -formerly *Sceletium* -*tortuosum*) is a creeping perennial plant with succulent leaves. It is indigenous to southern Africa where it has traditionally been used (mainly chewed as quid) by the Khoe-San people to elevate mood, relieve hunger and thirst. The psychoactivity of this relatively little studied plant and its "fermentation" product ("kougoed" in Afrikaans) is attributed to a structurally related group of alkaloids of which the most abundant is mesembrine (Figure 1). Mesembrine was isolated by Zwicky in 1914 and its structure identified in 1960 (see [181, 182]). Laboratory experiments with various plant preparations have revealed anti-stress, antidepressant, narcotic, anxiolytic and anti-addictive but not hallucinogenic effects [182, 183]. Screening *in vitro* a range of potential pharmacological targets revealed that mesembrine was an effective inhibitor of 5-HT reuptake, while its unsaturated derivative (i.e., mesembrenone) inhibited both 5-HT reuptake and phosphodiesterase type 4 isoenzyme [184, 185]. These results, at least partly, support the observed psychoactive properties of the plant.

Many Internet sites and herbal shops offer powdery kanna preparations, including fortified extracts, that vary in their mesembrine-type alkaloid-content and, consequently, in their psychoactivity [186]. In 2013, a standardized extract (Zembrin®) became available as a mood-enhancer and anxiolytic botanical supplement [185].

OBSCURE OR FALSE "NATURAL" PSYCHOACTIVE SUBSTANCES

There has been a resurgence of interest in natural products in general, and suppliers of dietary supplement and unregulated psychoactive substances try to profit from it. In recent years, however, chemical scrutiny have revealed that some herbal mixtures advertised as "natural" or "herbal high" contain undisclosed synthetic additives as bioactive constituents. Fake kratom products adulterated with synthetic opioids have already been mentioned. A most dramatic development was the appearance on the drug market, in around 2004, of smokable herbal mixtures under the brand name "Spice", mimicking the effect of marijuana [187]. Since then, the number of herbal preparations laced with structurally diverse synthetic cannabinoid receptor agonists, originally invented by academic or industrial research laboratories, has been growing incessantly [188-190]. There have been, however, other cases for which the origin of psychoactive ingredients in the natural products was or still is enigmatic. A few selected but representative examples are mentioned below.

Clement *et al.* [191] reported the detection of psychoactive phenethylamines, including

mescaline as well as amphetamine and *p*-methoxyamphetamine, in *Acacia* species growing in southwest Texas and northern Mexico. No other analyses have substantiated these intriguing findings. Since drugs have been found to be ubiquitous in our environment, including air (see, e.g., [192]), it is suspected that the isolated compounds, the amphetamines in particular, were artifacts due to atmospheric transport from the site of their production or use. A similar case concerns the sub-Saharan *Nauclea latifolia* (or *N. esculentus*), commonly known as pin cushion tree, African peach or Guinea peach, which has been used in local ethnomedicine for the treatment various ailments. Recently, the synthetic opioid analgesic tramadol has been isolated from the root bark of the plant [193]. Although the structure of the compound was unequivocally proven by multiple analytical methods, the true origin of this substance with a structure unprecedented in nature remains to be established. In the author's opinion these two cases are most likely further examples of the so-called "semi-natural products", defined recently as man-made substances that are (re)isolated from natural sources [194].

Another widely occurring natural phenethylamine is also worth mentioning here. Hordenine or *N,N*-dimethyltyramine (*p*-hydroxy-*N,N*-dimethylphenethylamine; also known as anhaline) is a minor alkaloid not only of peyotl (*Lophophora williamsii*) and other cacti, but *Acacia*, *Sceletium* and *Phalaris* plants [195]. Since germinating barley (*Hordeum* spp.) produces hordenine, the alkaloid is present in beer [196] and is readily identifiable in the urine of beer drinkers. Thus, its presence in urine should not be considered an indicator of synthetic drug use, as proposed [197], but rather as an indicator of beer consumption [198]. The human psychoactivity of hordenine is not known. It is of note, however, that this phenolic alkaloid could cause false positives in morphine immunoassays of beer drinkers' urine [199].

The final case concerns a stimulant substance, namely 1,3-dimethylamylamine or DMAA in short (systematic name is 4-methylhexan-2-amine; four stereoisomers exist) (Figure 1). It is often advertised as "geranamine" alluding to an obscure report on its detection in geranium essential oil (see: [200]). Recent studies, unable to identify this volatile amine in commercial geranium oil samples and food supplements, refuted the claims that "geranamine" is natural product [201-203]. In fact, DMAA is one of the branched aliphatic amines synthesized by pharmaceutical companies in search for novel amphetamine analogues [204]. It was marketed as a nasal decongestant (*Forthran*®) until the 1970s. The mild stimulant effect of DMAA is comparable to caffeine [205], but its use is not without health risk [206]. Though a prohibited doping agent, DMAA is a frequent ingredient of dietary supplements sold for athletes. Immunoassays developed for amphetamine-type drugs may show cross-reactivity with DMAA [207].

CONCLUSIONS

Tourism, migration, international trade as well as the boundless flow of information via the Internet all contribute to the global spread of many once exotic psychoactive drugs [208-209]. Between January 2005 and December 2012, some 230 new psychoactive substances have been reported to the EWS of EMCDDA but only less than twenty of these can be considered as natural products. For practical reasons, many of them (e.g., bufotenine, harmaline, 5-MeO-DMT, phenethylamine) are certainly obtained by

Este sitio utiliza cookies para garantizar una mejor experiencia de navegación. Lea nuestra Política de Privacidad.

synthesis rather than isolated from a natural source. Acknowledging that the numbers reported by the EMCDDA indicate only the mere presence (actually the detection) of a substance and not the amount of sales or the extent of use, it appears that the new drugs market is now dominated by synthetic substances. Apparently, the importance of natural products and the role of traditional ethnopharmacological research, oriented mainly towards plants, have diminished over the past two decades. In spite of extensive screening campaigns (e.g., [210-213]), hardly any novel natural psychoactive substance has been discovered since the identification of salvinorin A in 1982. Could the natural sources of new drugs be exhausted? Although there are dozens of exotic herbal drugs that are sold and used for their proven or alleged "psychoactivity", neither their psychopharmacology nor their key ingredients have been characterized and it is unlikely that they contain hitherto unknown but potent ingredients. Perhaps marine organisms, a largely untapped source of psychoactive compounds, will provide novel substances with interesting structure and activity [214, 215]. One thing is certain, however: the molecular scaffolds created and used by Nature will continue to serve as key design elements in future generations of (semi-)synthetic substances that could become valuable research tools or even therapeutic agents. It also seems to be inevitable that some of such potent synthetic analogues will be diverted into the recreational scene.

Conflict of interest statement

There are no potential conflicts of interest or any financial or personal relationships with other people or organizations that could inappropriately bias conduct and findings of this study.

REFERENCES

1. Koehn FE, Carter GT. The evolving role of natural products in drug discovery. *Nat Rev Drug Discov* 2005;4(3):206-20. DOI: 10.1038/nrd1657
2. Ratsch C. *The encyclopedia of psychoactive plants. Ethnopharmacology and its applications*. Rochester, Vermont: Park Street Press; 2005.
3. EFSA (European Food Safety Authority). EFSA Compendium of botanicals that have been reported to contain toxic, addictive, psychotropic or other substances of concern on request of EFSA. *EFSA Journal* 2009;7(9):1-100.
4. Guzman G, Allen JW, Gartz J. A worldwide geographical distribution of the neurotropic fungi, an analysis and discussion. *Annali del Museo Civico di Rovereto, Sezione: Archeologia- Storia-Scienze Naturali* 1998;14:189-280. Available from: www.museocivico.rovereto.tn.it/UploadDocs/104_art09_Guzman___C.pdf.
5. de Haro L, Pommier P. Hallucinatory fish poisoning (ichthyoballyeinotoxism): two case reports from the Western Mediterranean and literature review. *Clin Toxicol* 2006;44(3):185-58. DOI: 10.1080/15563650500514599
6. Groark KP. Taxonomic identity of *Pogonomymex californicus* confirmed. *J Ethnobiol* 2001;21(2):133-44.

Este sitio utiliza cookies para garantizar una mejor experiencia de navegación. Lea nuestra [Política de Privacidad](#)

7. Roth BL, Choudhary MS, Khan N, Uluer AZ. High-affinity agonist binding is not sufficient for agonist efficacy at 5-hydroxytryptamine_{2A} receptors: evidence in favor of a modified ternary complex model. *J Pharmacol Exp Ther* 1997;280(2):576-83.

8. Prisinzano TE. Natural products as tools for neuroscience: discovery and development of novel agents to treat drug abuse. *J Nat Prod* 2009;72(3):581-7. DOI: 10.1021/np8005748

9. Advisory Council on the Misuse of Drugs. *Khat: A review of its potential harms to the individual and communities in the UK*. London: ACMD; 2013. Available from: www.gov.uk/government/publications/khat-report-2013.

10. Douglas H, Boyle M, Lintzeris N. The health impacts of khat: a qualitative study among Somali-Australians. *Med J Aust* 2011;195(11/12):666-9. DOI: 10.5694/mja11.10166

11. European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction. *Khat use in Europe: implications for European policy*. Lisbon, Portugal: EMCDDA; 2011. Available from: www.emcdda.europa.eu/publications/drugs-in-focus/khat.

12. Griffiths P, Lopez D, Sedefov R, Gallegos A, Hughes B, Noor A, Royuela L. Khat use and monitoring drug use in Europe: The current situation and issues for the future. *J Ethnopharmacol* 2010;132(3):578-83. DOI: 10.1016/j.jep.2010.04.046

13. Odenwald M, Klein A, Warfa N. Introduction to the special issue: The changing use and misuse of khat (*Catha edulis*)-Tradition, trade and tragedy. *J Ethnopharmacol* 2010;132(3):537-9. DOI: 10.1016/j.jep.2010.11.012.

14. Szendrei K. The chemistry of khat. *Bull Narc* 1980;32(3):5-36.

15. Chappell JS, Lee MM. Cathinone preservation in khat evidence via drying. *Forensic Sci Int* 2010;195(1-3):108-20. DOI: 10.1016/j.forsciint.2009.12.002

16. Geissshusler S, Brenneisen R. The content of psychoactive phenylpropyl and phenylpentenyl khatamines in *Catha edulis* Forsk. of different origin. *J Ethnopharmacol* 1987;19(3):269-77. DOI: 10.1016/0378-8741(87)90004-3

17. Feyissa AM, Kelly JP. A review of the neuropharmacological properties of khat. *Prog Neuro-Psychopharmacol Biol Psychiatry* 2008;32(5):1147-66. DOI: 10.1016/j.pnpbp.2007.12.033

18. Graziani M, Milella MS, Nencini P. Khat chewing from the pharmacological point of view: an update. *Subst Use Misuse* 2008;43(6):762-83. DOI: 10.1080/10826080701738992.

19. Rothman RB, Vu N, Partilla JS, Roth BL, Hufesein SJ, Compton-Toth BA, Birkes J, Young R, Glennon RA. *In vitro* characterization of ephedrine-related stereoisomers at biogenic amine transporters and the receptorome reveals selective actions as norepinephrine and dopamine agonists. *J Pharmacol Exp Ther* 2003;307(1):138-45. DOI: 10.1124/jpet.103.053975

20. Odenwald M. Chronischer Khatkonsum und psychotische Störungen: ein

Literaturüberblick und Ausblick. *Sucht* 2007;53(1):9-22.

Salud
Pública

21. Al Suwaidi J, Ali WM, Aleryani SL. Cardiovascular complications of Khat. *Clin Chim Acta* 2013;419(April):11-14. DOI: 10.1016/j.cca.2013.01.007

22. Corkery JM, Schifano F, Ceylan S, Choudhury A, Dhanraj V, Button J. Overview of literature and information on "khat related" mortality: a call for recognition of the issue and further research. *Ann Ist Super Sanità* 2011;47(4):445- 64. DOI: 10.4415/ANN_11_04_17

23. Al-Motarreb A, Al-Habori M, Broadley KJ. Khat chewing, cardiovascular diseases and other internal medical problems: The current situation and directions for future research. *Journal of Ethnopharmacology* 2010;132(3):540-8. DOI: 10.1016/j.jep.2010.07.001

24. Daba D, Hymete A, Bekhit AA, Mohamed AMI, Bekhit AE-DA. Multi residue analysis of pesticides in wheat and khat collected from different regions of Ethiopia. *Bull Environ Contam Toxicol* 2011;86(3):336-41. DOI: 10.1007/s00128-011-0207-1

25. Gatter P. *Politics of Qat. The role of a drug in Ruling Yemen*. Wiesbaden: Dr. Ludwig Reichert Verlag; 2012.

26. Gebissa E. Khat in the Horn of Africa: Historical perspectives and current trends. *J Ethnopharmacol* 2010;132(3):607- 14. DOI: 10.1016/j.jep.2010.01.063

27. Klein A, Beckerleg S, Hailu D. Regulating khat - Dilemmas and opportunities for the international drug control system. *Int J Drug Policy* 2009;20(6):509-13. DOI: 10.1016/j.drugpo. 2009.05.002

28. Calkins RF, Aktan GB, Hussain KL. Methcathinone: The next illicit stimulant epidemic? *J Psychoactive Drugs* 1995;27(3):277-85. DOI: 10.1080/02791072.1995.10472472

29. Bentur Y, Bloom-Krasik A, Raikhlin-Eisenkraft B. Illicit cathinone ("Hagigat") poisoning. *Clin Toxicol* 2008;46(3):206-10. DOI: 10.1080/15563650701517574

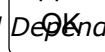
30. Perron BE, Ahmedani BK, Vaughn MG, Glass JE, Abdon A, Wu L-T. Use of *Salvia divinorum* in a nationally representative sample. *Am J Drug Alcohol Abuse* 2012;38(1):108-13. DOI: 10.3109/00952990.2011.600397

31. Prisinzano TE, Rothman RB. Salvinorin A analogs as probes in opioid pharmacology. *Chem Rev* 2008;108(5):1732-43. DOI: 10.1021/cr0782269

32. Ranganathan M, Schnakenberg A, Skosnik PD, Cohen BM, Pittman B, Sewell RA, D'Souza DC. Dose-related behavioral, subjective, endocrine, and psychophysiological effects of the κ opioid agonist salvinorin A in humans. *Biol Psychiatry* 2012;72(10):871-9. DOI: 10.1016/j.biopsych.2012.06.012

33. Johnson MP, MacLean KA, Reissig CR, Prisinzano TE, Griffiths RR. Human psychopharmacology and dose-effects of salvinorin A, a kappa-opioid agonist hallucinogen present in the plant *Salvia divinorum*. *Drug Alcohol Depend* 2011;115(1- 2):150-5. DOI: 10.1016/j.drugalcdep.2010.11.005

Este sitio utiliza cookies para garantizar una mejor experiencia de navegación. Lea nuestra Política de Privacidad.



34. Topcu G. Bioactive triterpenoids from *Salvia* species. *J Nat Prod* 2006;69(3):482-7.

DOI: 10.1021/np0600402

Salud
Pública

35. MacLean KA, Johnson MW, Reissig CJ, Prisinzano TE, Griffiths RR. Dose-related effects of salvinorin A in humans: dissociative, hallucinogenic, and memory effects.

Psychopharmacology 2013;226(2):381-92. DOI: 10.1007/s00213-012-2912-9

36. Sumnall HR, Measham F, Brandt SD, Cole JC. *Salvia divinorum* use and phenomenology: results from an online survey. *J Psychopharmacol* 2011;2(11):1496-507. DOI: 10.1177/0269881110385596

37. Albertson DN, Grubbs LE. Subjective effects of *Salvia divinorum*: LSD- or marijuana-like? *J Psychoactive Drugs* 2009;41(3):213-7.

38. Hooker JM, Xu Y, Schiffer W, Shea C, Carter P, Fowler JS. Pharmacokinetics of the potent hallucinogen, salvinorin A in primates parallels the rapid onset and short duration of effects in humans. *NeuroImage* 2008;41(3):1044-50. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2008.03.003

39. Schmidt MD, Schmidt MS, Butelman ER, Harding WW, Tidgewell K, Murry DJ, Kreek MJ, Prisinzano TE. Pharmacokinetics of the plant-derived κ -opioid hallucinogen salvinorin A in nonhuman primates. *Synapse* 2005;58(3):208-10.

40. Nichols DE. Hallucinogens. *Pharmacol Ther* 2004;101(2):131-81.

41. Roth BL, Baner K, Westkaemper R, Siebert D, Rice KC, Steinberg S, Ernsberger P, Rothman RB. Salvinorin A: A potent naturally occurring nonnitrogenous κ -opioid selective agonist. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2002;99(18):11934-11939. DOI: 10.1073/pnas.182234399

42. Cunningham CW, Rothman RB, Prisinzano TE. Neuropharmacology of the naturally occurring κ -opioid hallucinogen salvinorin A. *Pharmacol Rev* 2011;63(2):316-47. DOI: 10.1124/pr.110.003244

43. Wu H, Wacker D, Mileni M, Katritch V, Han GW, Vardy E, Liu W, Thompson AA, Huang X-P, Carroll FI, Mascarella SW, Westkaemper RB, Mosier PD, Roth BL, Cherezov V, Stevens RC. Structure of the human κ -opioid receptor in complex with JDTic. *Nature* 2012;485(7398):327-32. DOI: 10.1038/nature10939

44. Aviello G, Borrelli F, Guida F, Romano B, Lewellyn K, De Chiaro M, Luongo L, Zjawiony JK, Maione S, Izzo AA, Capasso R. Ultrapotent effects of salvinorin A, a hallucinogenic compound from *Salvia divinorum*, on LPS-stimulated macrophages and its anti-inflammatory action *in vivo*. *J Mol Med* 2011;89(9):891-902. DOI: 10.1007/s00109-011-0752-4

45. McCurdy CR, Sufka KJ, Smith GH, Warnick JE, Nieto MJ. Antinociceptive profile of salvinorin A, a structurally unique kappa opioid receptor agonist. *Pharmacol Biochem Behav* 2005;83(1):109-13. DOI: 10.1016/j.pbb.2005.12.011

46. Carlezon WA Jr, Beguin C, Knoll AT, Cohen BM. Kappa opioid ligands in the study and treatment of mood disorders. *Pharmacol Ther* 2009;123(3):334-43. DOI:

Este sitio utiliza cookies para garantizar una mejor experiencia de navegación. Lea nuestra [Política](#)

de Privacidad

OK

10.1016/j. pharmthera.2009.05.008

Salud
Pública

47. Vortherms TA, Roth BL, Salvinorin A. From natural product to human therapeutics. *Mol Interv* 2006;6(5):257-65. DOI: 10.1124/mi.6.5.7

48. Munro TA, Duncan KK, Xie W, Wang Y, Superiori DL, Carazon WA, Jr, Cohen BM, Beguin C. Standard protecting groups create potent and selective κ opioids: Salvinorin B alkoxymethyl ethers. *Bioorg Med Chem* 2008;16(3):1279-86. DOI: 10.1016/j.bmc.2007.10.06

49. Lamb K, Tidgewell K, Simpson DS, Bohn LM, Prisinzano TE. Antinociceptive effects of herkinorin, a MOP receptor agonist derived from salvinorin A in the formalin test in rats: New concepts in mu-opioid receptor pharmacology. *Drug Alcohol Depend* 2012;121(3):181-8. DOI: 10.1016/j.drugalcdep. 2011.10.026

50. Butelman ER, Rus S, Simpson DS, Wolf A, Prisinzano TE, Kreek MJ. The effects of herkinorin, the first μ -selective ligand from a salvinorin A-derived scaffold, in a neuro-endocrine biomarker assay in nonhuman primates. *J Pharmacol Exp Ther* 2008;327(1):154-160. DOI: 10.1124/jpet.108.140079

51. Mowry M, Mosher M, Briner W. Acute physiologic and chronic histologic changes in rats and mice exposed to the unique hallucinogen salvinorin A. *J Psychoactive Drugs* 2003;35(3):379- 82. DOI: 10.1080/02791072.2003.10400021

52. Tsujikawa K, Kuwayama K, Miyaguchi H, Kanamori T, Iwata YT, Yoshida T, Inoue H. Determination of salvinorin A and salvinorin B in *Salvia divinorum*-related products circulated in Japan. *Forensic Sci Int* 2008;180(2-3):105-9. DOI: 10.1016/j. forsciint.2008.07.008

53. Wolowich WR, Perkins AM, Cienki JJ. Analysis of the psychoactive terpenoid salvinorin A content in five *Salvia divinorum* herbal products. *Pharmacotherapy* 2006;26(9):1268-72. DOI: 10.1592/phco.26.9.1268

54. Hintzen A, Passie T. *The pharmacology of LSD. A critical review*. Oxford: Oxford University Press; 2010.

55. Hofmann A. *LSD - Mein Sorgenkind. Die Entdeckung einer "Wunderdroge"*. Stuttgart: Klett-Cotta; 1979.

56. Schultes RE, Hofmann A. *The botany and chemistry of hallucinogens*, 2nd ed. Springfield: Charles C Thomas Publisher; 1980.

57. Genest K, Sahasrabudhe MR. Alkaloids and lipids in *Ipomoea, Rivea* and *Convolvulus* and their application to chemotaxonomy. *Econ Bot* 1966;20(4):416-28. DOI: 10.1007/BF02904064

58. Hylin JW, Watson DP. Ergoline alkaloids in tropical wood roses. *Science* 1965;148(3669):499-500. DOI: 10.1126/science. 148.3669.499

59. Kremer C, Paulke A, Wunder C, Toennes SW. Variable adverse effects in subjects after ingestion of equal doses of *Argyrea nervosa* seeds. *Forensic Sci Int* 2012;214(1-3):e6-e8. DOI: 10.1016/j.forsciint.2011.06.025

Este sitio utiliza cookies para garantizar una mejor experiencia de navegación. Lea nuestra [Política](#)

de Privacidad

60. Markert A, Steffan N, Ploss K, Hellwig S, Steiner U, Drewke C, Li S-M, Boland W, Leistner E. Biosynthesis and accumulation of ergoline alkaloids in a mutualistic association between *Ipomoea asarifolia* (Convolvulaceae) and a clavicipitalean fungus. *Plant Physiol* 2008;147(1):296-305. DOI: 10.1104/pp.108.116699

61. Kucht S, Groß J, Hussein Y, Grothe T, Keller U, Basar S, König WA, Steiner U, Leistner E. Elimination of ergoline alkaloids following treatment of *Ipomoea asarifolia* (Convolvulaceae) with fungicides. *Planta* 2004;219(4):619-25. DOI: 10.1007/s00425-004-1261-2

62. Powell RG, Petroski RJ. Alkaloid toxins in endophyte-infected grasses. *Nat Toxins* 1992;1(3):163-70. DOI: 10.1002/nt.2620010304

63. Isbell H, Gorodetzky CW. Effect of alkaloids of ololiuqui in man. *Psychopharmacologia (Berl)* 1966;8(5):331-9. DOI: 10.1007/BF00453511

64. Paulke A, Kremer C, Wunder C, Achenbach J, Djahanschiri B, Elias A, Schwed JS, Hubner H, Gmeiner P, Proschak E, Toennes SW, Stark H. *Argyreia nervosa* (Burm. f.): Receptor profiling of lysergic acid amide and other potential psychedelic LSD-like compounds by computational and binding assay approaches. *J Ethnopharmacol* 2013;148(2):492-7. DOI: 10.1016/j.jep.2013.04.044

65. Juszczak GR, Swiergiel AH. Recreational use of Dlysergamide from the seeds of *Argyreia nervosa*, *Ipomoea tricolor*, *Ipomoea violacea*, and *Ipomoea purpurea* in Poland. *J Psychoactive Drugs* 2013;45(1):79-93. DOI: 10.1080/02791072.2013.763570

66. Paulke A, Kremer C, Wunder C, Toennes SW. Analysis of lysergic acid amide in human serum and urine after ingestion of *Argyreia nervosa* seeds. *Anal Bioanal Chem* 2012;404(2):531-8. DOI: 10.1007/s00216-012-6121-5

67. Klink HB, Muller IB, Steffenrud S, Dahl-Sorensen R. Two cases of lysergamide intoxication by ingestion of seeds from Hawaiian Baby Woodrose. *Forensic Sci Intl* 2010;197(1-3):e1-e5. DOI: 10.1016/j.forsciint.2009.11.017

68. Borsutzky M, Passie T, Paetzold W, Emrich HM, Schneider U. Hawaiianische Holzrose: (Psycho-)Pharmakologische Wirkungen der Samen der *Argyreia nervosa*. *Nervenarzt* 2002;73(9):892-6. DOI: 10.1007/s00115-002-1374-4

69. dos Santos RG. *The ethnopharmacology of ayahuasca*. Trivandrum: Transworld Research Network; 2011. Available from: www.trnres.com/ebookcontents.php?id=93.

70. Metzner R (Ed). *Sacred vine of spirits: Ayahuasca*. Rochester, Vermont: Park Street Press; 2006.

71. dos Santos RG, Grasa E, Valle M, Ballester MR, Bouso JC, Nomdedeu JF, Homs R, Barbanoj MJ, Riba J. Pharmacology of ayahuasca administered in two repeated doses. *Psychopharmacology (Berl)* 2012;219(4):1039-53. DOI: 10.1007/s00213-011-2434-x

Este sitio utiliza cookies para garantizar una mejor experiencia de navegación. Lea nuestra [Política](#)

[de Privacidad.](#)

OK

72. de Araujo DB, Riberio S, Cecchi GA, Carvalho FM, Sanchez TA, Pinto JP, de Martinis SA, Crippa JA, Hallak JEC, Santos AC. Seeing with the eyes shut: neural basis of enhanced imagery following ayahuasca ingestion. *Human Brain Mapp* 2011;33(11):2550-60. DOI: 10.1002/hbm.21381
73. Riba J, Valle M, Urbano G, Yritia M, Morte A, Barbanoj MJ. Human pharmacology of ayahuasca: subjective and cardiovascular effects, monoamine metabolite excretion, and pharmacokinetics. *J Pharmacol Exp Ther* 2003;306(1):73-83. DOI: 10.1124/jpet.103.049882
74. dos Santos RG. Safety and side effects of ayahuasca in humans - An overview focusing on developmental toxicology. *J Psychoactive Drugs* 2013;45(1):68-78.
75. Bouso JC, Gonzalez D, Fondevila S, Cutchet M, Fernandez X, Riberio Barbosa PC, Alcazar-Corcoles MA, Araujo WS, Barbanoj MJ, Fabregas JM, Riba J. Personality, psychopathology, life attitudes and neuropsychological performance among ritual users of ayahuasca: a longitudinal study. *PLoS One* 2012;7(8):e42421. DOI: 10.1371/journal.pone.0042421
76. Liester MB, Prickett JJ. Hypotheses regarding the mechanisms of ayahuasca in the treatment of addictions. *J Psychoactive Drugs* 2012;44(3):200-8. DOI: 10.1080/02791072.2012.704590
77. Herraiz T, Gonzalez D, Ancin-Azpilicueta C, Aran VJ, Guillen H. s-Carboline alkaloids in *Peganum harmala* and inhibition of human monoamine oxidase (MAO). *Food Chem Toxicol* 2010;48(3):839-45. DOI: 10.1016/j.fct.2009.12.019
78. Callaway JC, Brito GS, Neves ES. Phytochemical analyses of *Banisteriopsis caapi* and *Psychotria viridis*. *J Psychoactive Drugs* 2005;37(2):145-50.
79. Cao R, Peng W, Wang Z, Xu A. s-Carboline alkaloids: biochemical and pharmacological functions. *Curr Med Chem* 2007;14(4):479-500. DOI: 10.2174/092986707779940998
80. Grella B, Dukat M, Young R, Teitler M, Herrick-Davis K, Gauthier CB, Glennon RA. Investigation of hallucinogenic and related s-carbolines. *Drug Alcohol Depend* 1998;50(2):99-107. DOI: 10.1016/S0376-8716(97)00163-4
81. Ingale AG, Hivrale AU. Pharmacological studies of *Passiflora* sp. and their bioactive compounds. *Afr J Plant Sci* 2010;41(10):417-26.
82. European Medicines Agency. *Assessment report on Passiflora incarnata L., herba*. London, UK: EMA; 2008.
83. Rodd R, Sumabila A. Yopo, ethnicity and social change: a comparative analysis of Piaroa and Cuiva yopo use. *J Psychoactive Drugs* 2011;43(1):36-45. DOI: 10.1080/02791072.2011.566499
84. Zlatoski S, et al. *Supra-analgesics: Parganone, the parganone, Kendeck, WAC, Natural Products Co; 1994.*

Este sitio es una copia de la obra original de la Universidad de la Amazonia, creada por la Política de Privacidad.

OK

85. Barker SA, McIlhenny EH, Strassman R. A critical review of reports of endogenous

- psychedelic N,N-dimethyltryptamines in humans: 1955-2010. *Drug Test Anal* 2012;4(7- 8):617-35. DOI: 10.1002/dta.422
86. Ott J. Pharmahuasca: human pharmacology of oral DMT plus harmine. *J Psychoactive Drugs* 1999;31(2):171-7. DOI: 10.1080/02791072.1999.10471741
Annali dell'Istituto Superiore di Sanità
87. Gonzales v. O Centro Espirita Beneficiente Uniao do Vegetal. 2006. 546 U.S. 418. Available from: www.supremecourt.gov/opinions/05pdf/04-1084.pdf.
88. Anderson BT, Labate BC, Meyer M, Tupper KW, Barbosa PCR, Grob CS, Dawson A, McKenna D. Statement on ayahuasca. *Int J Drug Policy* 2012;23(3):173-5. DOI: 10.1016/j.drugpo.2012.02.007
89. Kostakis C, Byard RW. Sudden death associated with intravenous injection of toad extract. *Forensic Sci Int* 2009;188(1- 3):e1-e5. DOI: 10.1016/j.forsciint.2009.02.006
90. Weil AT, Davis W. *Bufo alvarius*: a potent hallucinogen of animal origin. *J Ethnopharmacol* 1994;41(1):1-8. DOI: 10.1016/0378-8741(94)90051-5
91. Lyttle T, Goldstein D, Gartz J. Bufo toads and bufotenine: Fact and fiction surrounding an alleged psychedelic. *J Psychoactive Drugs* 1996;28(3):267-90. DOI: 10.1080/02791072.1996.10472488
92. Moretti C, Gaillard Y, Grenand P, Bévalot FP, Prévosto J-M. Identification of 5-hydroxytryptamine (bufotenine) in *takini* (*Brosimum acutifolium* Huber subsp. *acutifolium* C.C. Berg, Moraceae), a shamanic potion used in the Guiana Plateau. *J Ethnopharmacol* 2006;106(2):198-202. DOI: 10.1016/j.jep.2005.12.022. ISSN: 0378-8741
93. Shen H-W, Jiang X-L, Winter JC, Yu A-M. Psychedelic 5-methoxy-N,N-tryptamine: Metabolism, pharmacokinetics, drug interactions, and pharmacological actions. *Curr Drug Metab* 2010;11(8):659-66. DOI: 10.2174/138920010794233495
94. Karkkainen J, Forsstrom T, Tornaеus J, Wahala K, Kiuru P, Honkanen A, Stenman U-H, Turpeinen U, Hesso A. Potentially hallucinogenic 5-hydroxytryptamine receptor ligands bufotenine and dimethyltryptamine in blood and tissues. *Scand J Clin Lab Invest* 2005;65(3):189-99.
95. Fuller RW, Snoddy HD, Perry KW. Tissue distribution, metabolism and effects of bufotenine administered to rats. *Neuropharmacology* 1995;34(7):799-804. DOI: 10.1016/0028-3908(95)00049-C
96. Hardeland R. Melatonin metabolism in the central nervous system. *Curr Neuropharmacol* 2010;8(3):168-81. DOI: 10.2174/157015910792246164
97. Alper KR, Lotsof HS, Kaplan CD. The ibogaine medical subculture. *J Ethnopharmacol* 2008;115(1):9-24. DOI: 10.1016/j.jep.2007.08.034
98. Lotsof HS, Wachtel B. *Manual for ibogaine therapy. Screening, safety, monitoring & aftercare*. 2003. Available from: www.ibogaine.org/Manual.html.

99. Alper KR, Glick SD (Eds). *The Alkaloids*. Vol. 56, *Ibogaine: Proceedings of the first international conference*. San Diego: Academic Press; 2001.
100. Alper KR, Stajić M, Gill JR. Fatalities temporally associated with the ingestion of ibogaine. *J Forensic Sci* 2012;57(2):398-412. DOI: 10.1111/j.1556-4029.2011.02008.x
101. Paling FP, Andrews LM, Valk GD, Blom HJ. Life-threatening complications of ibogaine: three case reports. *Neth J Med* 2012;70(9):422-4.
102. Maas U, Strubelt S. Fatalities after taking ibogaine in addiction treatment could be related to sudden cardiac death caused by autonomic dysfunction. *Med Hypotheses* 2006;67(4):960-4. DOI: 10.1016/j.mehy.2006.02.050
103. Koenig X, Kovar M, Boehm S, Sandtner W, Hilber K. Anti-addiction drug ibogaine inhibits hERG channels: a cardiac arrhythmia risk. 2013; *Addict Biol* (in press) DOI: 10.1111/j.1369-1600.2012.00447x
104. Vlaanderen L, Martial LC, van der Voort PHJ, Oosterwerff E, Somsen GA, Franssen EJJ. Cardiac arrest after ibogaine ingestion. *J Clin Toxicol* 2013;S12:005; DOI: 10.4172/2161-0495.S12-005
105. Carnicella S, He D-Y, Yowell QV, Glick SD, Ron D. Noribogaine, but not 18-MC, exhibits similar actions as ibogaine on GDNF expression and ethanol self-administration. *Addict Biol* 2010;15(4):424-33. DOI: 10.1111/j.1369-1600.2010.00251.x
106. Kontrimavičiūtė V, Mathieu O, Balas L, Escale R, Blayac JP, Bressolle FMM. Ibogaine and noribogaine: structural analysis and stability studies. Use of LC-MS to determine alkaloid contents of the root bark of *Tabernanthe iboga*. *J Liq Chromatogr Related Technol* 2007;30(8):1077-92. DOI: 10.1080/10826070601128451
107. Maisonneuve IM, Glick SD. Anti-addictive actions of an *iboga* alkaloid congener: a novel mechanism for a novel treatment. *Pharmacol Biochem Behav* 2003;75(3):607-18. DOI: 10.1016/S0091-3057(03)00119-9
108. Popik P, Skolnick P. Pharmacology of ibogaine and ibogaine-related alkaloids. In: Cordell GA (Ed). *The Alkaloids*, Vol. 52. San Diego: Academic Press; 1999. DOI: 10.1016/S0099-9598(08)60027-9
109. He D-Y, McGough NNH, Ravindranathan A, Jeanblanc J, Logrip ML, Phamluong K, Janak PH, Ron D. Glial cell line-derived neurotrophic factor mediates the desirable actions of the anti-addiction drug ibogaine against alcohol consumption. *J Neurosci* 2005;25(3):619-28. DOI: 10.1523/JNEUROSCI.3959-04.2005
110. Kubilienė A, Marksienė R, Kazlauskas S, Sadauskienė I, Ražukas A, Ivanov L. Acute toxicity of ibogaine and noribogaine. *Medicina (Kaunas)* 2008;44(12):984-8.

Este sitio utiliza cookies para mejorar su experiencia de navegación. [Ver política de privacidad](#) [Aceptar](#)

112. Kikura-Hanajiri R, Kawamura M, Maruyama T, Kitajima M, Takayama H, Goda Y.

Simultaneous analysis of mitragynine, 7-hydroxymitragynine, and other alkaloids in the psychotropic plant "kratom" (*Mitragyna speciosa*) by LC-ESI-MS. *Forensic Toxicol* 2009;27(2):67-74. DOI: 10.1007/s11419-009-0070-5

113. Takayama H. Chemistry and pharmacology of analgesic indole alkaloids from the rubiaceae plant, *Mitragyna speciosa*. *Annali dell'Istituto Superiore di Sanità* 2004;52(8):916-28. DOI: 10.1002/chin.200452220

114. Vicknasingam B, Narayanan S, Beng GT, Mansor SM. The informal use of ketum (*Mitragyna speciosa*) for opioid withdrawal in the northern states of peninsular Malaysia and implications for drug substitution therapy. *Int J Drug Policy* 2010;21(4):283-8. DOI: 10.1016/j.drugpo.2009.12.003

115. Boyer EW, Babu KM, Adkins JE, McCurdy CR, Halpern JH. Self-treatment of opioid withdrawal using kratom (*Mitragyna speciosa korth*). *Addiction* 2008;103(6):1048-50. DOI: 10.1111/j.1360-0443.2008.02209.x

116. Grewal KS. The effect of mitragynine on man. *Br J Med Psychol* 1932;12(1):41-58. DOI: 10.1111/j.2044-8341.1932.tb01062.x

117. Saingam D, Assanangkornchai S, Geater AF, Balthip Q. Pattern and consequences of krathom (*Mitragyna speciosa* Korth.) use among male villagers in southern Thailand: a qualitative study. *Int J Drug Policy* 2013;24(4):351-8. DOI: 10.1016/j.drugpo.2012.09.004

118. McWhirter L, Morris S. A case report of inpatient detoxification after kratom (*Mitragyna speciosa*) dependence. *Eur Addict Res* 2010;16(4):229-31. DOI: 10.1159/000320288

119. Stolt A-C, Schroder H, Neurath H, Grecksch G, Holtt V, Meyer MR, Maurer HH, Ziebolz N, Havemann-Reinecke U, Becker A. Behavioral and neurochemical characterization of kratom (*Mitragyna speciosa*) extract. *Psychopharmacology* 2014;231(1):13-25. DOI: 10.1007/s00213-013-3201-y.

120. Macko E, Weisbach JA, Douglas B. Some observations on the pharmacology of mitragynine. *Arch Int Pharmacodyn Ther* 1972;198(1):145-61.

121. Matsumoto K, Horie S, Takayama H, Ishikawa H, Aimi N, Ponglux D, Murayama T, Watanabe K. Antinociception, tolerance and withdrawal symptoms induced by 7-hydroxymitragynine, an alkaloid from the Thai medicinal herb *Mitragyna speciosa*. *Life Sci* 2005;78(1):2-7. DOI: 10.1016/j.lfs.2004.10.086

122. Neerman MF, Frost RE, Deking J. A drug fatality involving kratom. *J Forensic Sci* 2012;58(S1):S278-S279. DOI: 10.1111/1556-4029.12009

123. Kapp FG, Maurer HH, Auwarter V, Winkelmann M, Hermanns-Clausen M. Intrahepatic cholestasis following abuse of powdered kratom (*Mitragyna speciosa*). *J Med Toxicol* 2011;7(3):227-31. DOI: 10.1007/s13181-011-0155-5

124. Tungtanuwat W, Lawanprasert S. Fatal 4x100-Homemade kratom juice cocktail. *J Health Res* 2010;24(1):43-7.

Este sitio utiliza cookies para garantizar una mejor experiencia de navegación. Lea nuestra [Política de Privacidad](#).

OK

125. Kronstrand R, Roman M, Thelander G, Eriksson A. Unintentional fatal intoxications with mitragynine and O-desmethylnaloxone from the herbal blend Krypton. *J Anal Toxicol* 2011;35(4):242-7. DOI: 10.1093/anatox/35.4.242

126. US DoJ (United States Department of Justice). *Anchorage man sentenced to 160 months for conspiracy to distribute synthetic heroin*. 2012. Available at: www.justice.gov/usao/ak/news/2012/March_2012/BrackstonMoores.html.

127. Chittrakarn S, Penjamras P, Keawpradub N. Quantitative analysis of mitragynine, codeine, caffeine, chlorpheniramine and phenylephrine in a kratom (*Mitragyna speciosa* Korth.) cocktail using high-performance liquid chromatography. *Forensic Sci Int* 2012;217(1-3):81-6. DOI: 10.1016/j.forsciint. 2011.10.027

128. Assanangkornchai S, Aramrattana A, Perngparn U, Kanato M, Kanika N, Sirivongs Na Ayudhaya A. Current situation of substance-related problems in Thailand. *J Psychiatr Assoc Thai* 2008;53(Suppl. 1):24S-36S.

129. FAO-WHO. *Discussion paper on the development of a standard for kava*. CX/NASWP 10/11/8. Codex Alimentarius Commission. Rome: Joint Office of the Food and Agriculture Organization of the United Nations and the World Health Organization; 2010.

130. Lebot V, Merlin M, Lindstrom L. *Kava - the Pacific elixir: the definitive guide to its ethnobotany, history, and chemistry*. Rochester, Vermont: Healing Art Press; 1997.

131. Sarris J, LaPorte E, Schweitzer I. Kava: a comprehensive review of efficacy, safety, and psychopharmacology. *Aust N Z J Psychiatry* 2011;45(1):27-35. DOI: 10.3109/00048674.2010.522554

132. Singh YN. Pharmacology and toxicology of kava and kavalactones. In: Singh YN (Ed). *Kava: from ethnology to pharmacology*. Boca Raton: CRC Press; 2004.

133. Ramzan I, Tran VH. Chemistry of kava and kavalactones. In: Singh YN (Ed). *Kava: from ethnology to pharmacology*. Boca Raton: CRC Press; 2004.

134. Parmar VS, Jain SC, Bisht KS, Jain R, Taneja P, Jha A, Tyagi OD, Prasad AK, Wengel J, Olsen CE, Boll PM. Phytochemistry of the genus *Piper*. *Phytochemistry* 1997;46(4):597-673. DOI: 10.1016/S0031-9422(97)00328-2

135. Lasme P, Davrieux F, Montet D, Lebot V. Quantification of kavalactones and determination of kava (*Piper methysticum*) chemotypes using near-infrared reflectance spectroscopy for quality control in Vanuatu. *J Agric Food Chem* 2008;56(13):4976-81. DOI: 10.1021/jf800439g.

136. Simeoni P, Lebot V. Identification of factors determining kavalactone content and chemotype in Kava (*Piper methysticum* Forst. f.). *Biochem Syst Ecol* 2002;30(5):413-24. DOI: 10.1016/S0305-1978(01)00093-X

137. Ligresti A, Villano R, Allara M, Ujvary I, Di Marzo V. Kavalactones and the endocannabinoid system: the plant-derived yongonin is a novel CB1 receptor ligand.

Este sitio utiliza cookies para garantizar una mejor experiencia de navegación. Lea nuestra [Política](#)

de Privacidad OK

Pharmacol Res 2012;66(2):163-9. DOI: 10.1016/j.phrs.2012.04.003

Salud
Pública

138. Ji T, Lin C, Krill LS, Eskander R, Guo Y, Zi X, Hoang BH. Flavokawain B, a kava chalcone, inhibits growth of human osteosarcoma cells through G2/M cell cycle arrest and apoptosis. *Mol Cancer* 2013;21:55. DOI: 10.1186/1476-4598-12-55. Annali dell'Istituto Superiore di Sanità ✓

139. Shimoda LMN, Park C, Stokes AJ, Gomes HH, Turner H. Pacific island 'Awa (kava) extracts, but not isolated kavalactones, promote proinflammatory responses in model mast cells. *Phytother Res* 2012;26(12):1934-41. DOI: 10.1002/ptr.4652

140. Sarris J, Stough C, Bousman CA, Wahid ZT, Murray G, Teschke R, Savage KM, Dowell A, Ng C, Schweitzer I. Kava in the treatment of generalized anxiety disorder: A double-blind, randomized, placebo-controlled study. *J Clin Psychopharmacol* 2013;33(5):643-8. DOI: 10.1097/JCP.0b013e318291be67

141. Teschke R, Sarris J, Schweitzer I. Kava hepatotoxicity in traditional and modern use: The presumed Pacific kava paradox hypothesis revisited. *Br J Clin Pharmacol* 2012;73(2):170-4. DOI: 10.1111/j.1365-2125.2011.04070.x

142. Rychetnik L, Madronio CM. The health and social effects of drinking water-based infusions of kava: A review of the evidence. *Drug Alcohol Rev* 2011;30(1):74-83. DOI: 10.1111/j.1465-3362.2010.00184.x

143. Teschke R, Lebot V. Proposal for a Kava Quality Standardization Code. *Food Chem Toxicol* 2011;49(10):2503-16. DOI: 10.1016/j.fct.2011.06.075

144. Furber S, Jackson J, Johnson K, Sukara R, Franco L. A qualitative study on tobacco smoking and betel quid use among Burmese refugees in Australia. *J Immigr Minor Health* 2013;15(6):1133-6. DOI: 10.1007/s10903-013-9881-x

145. Auluck A, Hislop G, Pogh C, Zhang L, Rosin MP. Areca nut and betel quid chewing among South Asian immigrants to Western countries and its implications for oral cancer screening. *Rural Remote Health* 2009;9(2):1118. Available from: http://www.rrh.org.au/publishedarticles/article_print_1118.pdf.

146. Blank M, Deshpande L, Balster RL. Availability and characteristics of betel products in the U.S. *J Psychoactive Drugs* 2008;40(3):309-13. DOI: 10.1080/02791072.2008.10400646

147. Gupta PC, Warnakulasuriya S. Global epidemiology of areca nut usage. *Addict Biol* 2002;7(1):77-83. DOI: 10.1080/13556210020091437

148. Rooney DF. *Betel chewing traditions in South-East Asia*. Oxford: Oxford University Press; 1993.

149. CRNIndia. *Areca nut*. 2012; Available from: <http://crnindia.com/commodity/arecanut.html>.

150. Osborne PG, Chou T-S, Shen T-W. Characterization of the psychological, physiological and EEG profile of acute betel quid intoxication in naive subjects. *PLoS One* 2011;6(8):e23874. DOI: 10.1371/journal.pone.0023874

151. International Agency for Research on Cancer. *Betel-quid and areca-nut chewing and some areca-nut-derived nitrosamines / IARC Working Group on the Evaluation of the Carcinogenic Risks to Humans. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans*. Vol. 85. Lyon: IARC; 2004.

152. Sharan RN, Mehrotra K, Choudhury Y, Asotra K. Association of betel nut with carcinogenesis: Revisit with a clinical perspective. *PLoS ONE* 2012;7(8):e42759. DOI: 10.1371/journal.pone.0042759

153. Lin K-H, Lin C-Y, Liu C-C, Chou M-Y, Lin J-K. Arecoline N-oxide: Its mutagenicity and possible role as ultimate carcinogen in areca oral carcinogenesis. *J Agric Food Chem* 2011;59(7):3420-8. DOI: 10.1021/jf104831n

154. Sarode SC, Mahuli A, Sarode GS, Mahuli S. Why only areca nut chewing cannot cause oral submucous fibrosis? *Med Hypotheses* 2013;81(1):47-9. DOI: 10.1016/j.mehy.2013.02.025

155. Rai MP, Thilakchand KR, Palatty PL, Rao P, Rao S, Bhat HP, Baliga MS. Piper betel Linn (betel vine), the maligned Southeast Asian medicinal plant possesses cancer preventive effects: Time to reconsider the wronged opinion. *Asian Pac J Cancer Prev* 2011;12(9):2149-56.

156. Raffaele KC, Asthana S, Berardi A, Haxby JV, Morris PP, Schapiro MB, Soncrant TT. Differential response to cholinergic agonist arecoline among different cognitive modalities in Alzheimer's disease. *Neuropsychopharmacology* 1996;15(2):163-70. DOI: 10.1016/0893-133X(95)00179-H

157. Lee C-H, Ko AM-S, Yen C-F, Chu K-S, Gao Y-J, Warnakulasuriya S, Sunarjo Ibrahim SO, Zain RB, Patrick WK, Ko Y-C. Betel-quid dependence and oral potentially malignant disorders in six Asian countries. *Br J Psychiatry* 2012;201(5):383-91. DOI: 10.1192/bjp.bp.111.107961

158. Ruhle KH, Criscuolo D, Dieterich HA, Kohler D, Riedel G. Objective evaluation of dextromethorphan and glaucine as antitussive agents. *Br J Clin Pharmacol* 1984;17(5):521-4.

159. Kasé Y, Kawaguchi M, Takahama K, Miyata T, Hirotsu I, Hitoshi T, Okano Y. Pharmacological studies on dl-glaucine phosphate as an antitussive. *Arzneimittelforschung* 1983;33(7):936-46.

160. Schuster CR, Aigner T, Johanson CE, Gieske TH. Experimental studies of the abuse potential of *d,l*-glaucine·1.5- phosphate in rhesus monkeys. *Pharmacol Biochem Behav* 1982;16(5):851-4. DOI: 10.1016/0091-3057(82)90248-9

161. Lei Y, Tan J, Wink M, Ma Y, Li N, Su G. An isoquinoline alkaloid from the Chinese herbal plant *Corydalis yanhusuo* W.T. Wang inhibits P-glycoprotein and multidrug resistance-associate protein 1. *Food Chem* 2013;136(3-4):1117-21. DOI: 10.1016/j.foodchem.2012.09.059

162. Dargan PI, Button J, Hawkins J, Archer JRH, Oyaska H, Lidder S, Ramsey J, Holt DW, Wood DM. Detection of the pharmaceutical agent glaucine as a recreational drug.

Este sitio utiliza cookies para garantizar una mejor experiencia de navegación. Lea nuestra [Política](#)

de Privacidad. OK

Eur J Clin Pharmacol 2008;64(5):553-4. DOI: 10.1007/s00228-007-0451-9

Salud
Pública

163. Rovinskii VI. [Acute glaucine syndrome in the physician's practice: the clinical picture and potential danger]. *Klin Med (Mosk)* 2006;84(11):68-70. (in Russian).

164. Geppert B, Wachowiak R, Zabała C. Glauconine as a non-declared active component of "legal highs". *Problems of Forensic Sciences* 2011;84:401-8.

165. Kavanagh P, Spiers P, O'Brien J, McNamara S, Angelov D, Mullan D, Talbot B, Ryder S. Head shop 'legal highs' active constituents identification chart (July - August 2010. 714'- '823'). 2010. Available from: [www.medicine.tcd.ie/bulletin/oct-nov-2010/HSID Poster714-823.pdf](http://www.medicine.tcd.ie/bulletin/oct-nov-2010/HSID%20Poster714-823.pdf).

166. Ratsch A, Steadman KJ, Bogossian F. The pituri story: a review of the historical literature surrounding traditional Australian Aborigin use of nicotine in Central Australia. *J Ethnobiol Ethnomed* 2010;6:26. DOI: 10.1186/1746-4269-6-26.

167. Luanratana O, Griffin WJ. Alkaloids of *Duboisia hopwoodii*. *Phytochemistry* 1982;21(2):449-51. DOI: 10.1016/S0031-9422(00)95286-5

168. Yasumoto M. The psychotropic Kiéri in Huichol culture. In: Schaefer SB, Furst PT (Eds). *People of the peyote: Huichol indian history, religion, & survival*. Albuquerque: University of New Mexico Press; 1996.

169. White PF, Tang J, Song D, Coleman JE, Wender RH, Ogunnaike B, Sloninsky A, Kapu R, Shah M, Webb T. Transdermal scopolamine: an alternative to ondansetron and droperidol for the prevention of postoperative and postdischarge emetic symptoms. *Anest Analg* 2007;104(1):92-6. DOI: 10.1213/01.ane.0000250364.91567.72

170. Stella L, Vitelli MR, Palazzo E, Oliva P, De Novellis V, Capuano V, Scafuro MA, Berrino L, Rossi F, Maione S. *Datura stramonium* intake: A report on three cases. *J Psychoactive Drugs* 2010;42(4):507-12.

171. Vearrier D, Greenberg MI. Anticholinergic delirium following *Datura stramonium* ingestion: Implications for the Internet age. *J Emerg Trauma Shock* 2010;3(3):303. DOI: 10.4103/0974-2700.66565

172. Ardila-Ardila A, Moreno CB, Ardila-Gómez SE. Intoxicación por escopolamina ("burundanga"): pérdida de la capacidad de tomar decisiones. *Rev Neurol* 2006;42(2):125-8.

173. Uribe-Granja MG, Moreno-Lopez CL, Zamora-Suarez A, Acosta PL. Perfil epidemiológico de la intoxicación con burundanga en la clínica Uribe Cualla S. A. de Bogota, D. C. *Acta Neurológica Colombiana* 2005;21(3):197-201.

174. Festi F, Samorini G. Scheda Psicoattiva XVI - Psychoactive Card XVI: Lactuca L. (lattuga, lettuce). *Eleusis* 2004;(8):85-112.

175. Amorim MHR, Gil da Costa RM, Lopes C, Bastos MMSM. Sesquiterpene lactones: Adverse health effects and toxicity mechanisms. *Crit Rev Toxicology* 2013;43(7):559-79. DOI: 10.3109/10439844.2013.813905

Este sitio utiliza cookies para garantizar una mejor experiencia de navegación. Lea nuestra [Política de Privacidad](#) [OK](#)

176. Sessa RA, Bennett MH, Lewis MJ, Mansfield JW, Beale MH. Metabolite profiling of sesquiterpene lactones from *Lactuca* species. Major latex components are novel oxalate and sulfate conjugates of lactucin and its derivatives. *J Biol Chem* 2000;275(35):26877-84. DOI: 10.1074/jbc. M000244200
177. Wesołowska A, Nikiforuk A, Michańska K, Kisiel W, Chojnacka- Wojcik E. Analgesic and sedative activities of lactucin and some lactucin-like guaianolides in mice. *J Ethnopharmacol* 2006;107(2):254-8. DOI: 10.1016/j.jep.2006.03.003
178. Funke I, Siems W-E, Schenk R, Melzig MF. *Lactuca virosa* L. und Lactucarium: Molekularpharmakologische Untersuchungen zur Erklärung der analgetischen Potenz. *Z Phytother* 2002;23(1):40-5.
179. Besharat S, Besharat M, Jabbari A. Wild lettuce (*Lactuca virosa*) toxicity. *BMJ Case Rep* 2009; DOI: 10.1136/ bcr.06.2008.0134
180. Mullins ME, Horowitz BZ. The case of the salad shooters: intravenous injection of wild lettuce extract. *Vet Hum Toxicol* 1998;40(5):290-1.
181. Patnala S, Kanfer I. Investigations of the phytochemical content of *Sceletium tortuosum* following the preparation of "Kougoed" by fermentation of plant material. *J Ethnopharmacol* 2009;121(1):86-91. DOI: 10.1016/j.jep.2008.10.008
182. Gericke N, Viljoen AM. *Sceletium*-A review update. *J Ethnopharmacol* 2008;119(3):653-63. DOI: 10.1016/j. jep.2008.07.043
183. Smith MT, Crouch NR, Gericke N, Hirst M. Psychoactive constituents of the genus *Sceletium* N.E.Br. and other Mesembryanthemaceae: a review. *J Ethnopharmacol* 1996;50(3):119-30. DOI: 10.1016/0378-8741(95)01342-3
184. Harvey AL, Young LC, Viljoen AM, Gericke NP. Pharmacological actions of the South African medicinal and functional food plant *Sceletium tortuosum* and its principal alkaloids. *J Ethnopharmacol* 2011;137(3):1124-9. DOI: 10.1016/j. jep.2011.07.035
185. Terburg D, Syal S, Rosenberg LA, Heany S, Phillips N, Gericke N, Stein DJ, van Honk J. Acute effects of *Sceletium tortuosum* (Zembrin), a dual 5-HT reuptake and PDE4 inhibitor, in the human amygdala and its connection to the hypothalamus. *Neuropsychopharmacology* 2013;38(13):2708- 16. DOI: 10.1038/npp.2013.183
186. Shikanga EA, Viljoen AM, Combrinck S, Marston A, Gericke N. The chemotypic variation of *Sceletium tortuosum* alkaloids and commercial product formulations. *Biochem Syst Ecol* 2012;44(October):364-73. DOI: 10.1016/j. bse.2012.06.025
187. European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction. *Understanding the 'Spice' phenomenon*. Lisbon, Portugal: EMCDDA; 2009. Available from: www.emcdda.europa.eu/publications/thematic-papers/spice.
188. European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction. *Synthetic cannabinoids in Europe*. Lisbon, Portugal: EMCDDA.; 2013. Available from: www.emcdda.europa.eu/topics/pods/synthetic-cannabinoids.

189. Ogata J, Uchiyama N, Kikura-Hanajiri R, Goda Y. DNA sequence analyses of blends of herbal products including synthetic cannabinoids as designer drugs. *Forensic Sci Int* 2013;227(1-3):33-41. DOI: 10.1016/j.forsciint.2012.09.006

190. Logan BK, Reinhold LE, Xu A, Diamond FX. Identification of synthetic cannabinoids in herbal incense blends in the United States. *J Forensic Sci* 2012;57(5):1168-80. DOI: 10.1111/j.1556-4029.2012.02207.x

191. Clement BA, Goff CM, Forbes TDA. Toxic amines and alkaloids from *Acacia rigida*. *Phytochemistry* 1998;49(5):1377- 80. DOI: 10.1016/S0031-9422(97)01022-4

192. Viana M, Querol X, Postigo C, López de Alda MJ, Barceló D, Artiñano B. Drugs of abuse in airborne particulates in urban environments. *Environ Int* 2010;36(6):527-34. DOI: 10.1016/j.envint.2010.04.004

193. Boumendjel A, Sotong Taiwe G, Ngo Bum E, Chabrol T, Beney C, Sinniger V, Haudecoeur R, Marcourt L, Challal S, Ferreira Queiroz E, Souard F, Le Borgne M, Lomberget T, Depaulis A, Lavaud C, Robins R, Wolfender J-L, Bonaz B, de Waard M. Occurrence of the synthetic analgesic tramadol in an African medicinal plant. *Angew Chem* 2013;52(45):11780- 4. DOI: 10.1002/anie.201305697.

194. Ujvary I. Semi-natural products and related substances as alleged botanical pesticides. *Pest Manag Sci* 2000;56(8):703- 5. DOI: 10.1002/1526-4998(200008)56:8<703::aidps190> 3.0.co;2-2

195. Shulgin AT, Manning T, Daley PF. *The Shulgin index*, Vol. 1. Berkeley, CA: Transform Press; 2011. p. 147-52.

196. Hashitani Y. On the chemical constituents of malt-rootlets with special reference to hordenine. *Journal of the College of Agriculture, Hokkaido Imperial University* 1925;14(1)1-56. Available from: <http://hdl.handle.net/2115/12573>.

197. Archer JR, Dargan PI, Hudson S, Wood DM. Analysis of anonymous pooled urine from portable urinals in central London confirms the significant use of novel psychoactive substances. *QJM* 2013;106(2):147-52. DOI: 10.1093/ qjmed/hcs219

198. Thevis M, Geyer H, Sigmund G, Schanzer W. Sports drug testing: Analytical aspects of selected cases of suspected, purported, and proven urine manipulation. *J Pharm Biomed Anal* 2012;57:26-32. DOI: 10.1016/j.jpba.2011.09.002

199. Singh AK, Granley K, Misra U, Naeem K, White T, Jiang Y. Screening and confirmation of drugs in urine: Interference of hordenine with the immunoassays and thin layer chromatography methods. *Forensic Sci Int* 1992;54(1):9-22. DOI: 10.1016/0379-0738(92)90076-9

200. Fleming HL, Ranaivo PL, Simone PS. Analysis and confirmation of 1,3-DMAA and 1,4-DMAA in geranium plants using high performance liquid chromatography with tandem mass spectrometry at ng/g concentrations. *Anal Chem Insights* 2012;7:59-78.

Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aci.2012.04.005>

201. Di Lorenzo C, Moro E, Dos Santos A, Uberti F, Restani P. Could 1,3-

dimethylamylamine (DMAA) in food supplements have a natural origin? *Drug Test Anal* 2013;5(2):116- 21. DOI: 10.1002/dta.1391

Salud
Pública

202. Zhang Y, Woods RM, Breitbach ZS, Armstrong DW. 1,3-Dimethylamylamine (DMAA) in supplements and geranium products: natural or synthetic? *Drug Test Anal* 2012;4(12):986-90. DOI: 10.1002/dta.1368

Annali dell'Istituto Superiore di Sanità

203. Lisi A, Hasick N, Kazlauskas S, Goebel C. Studies of methylhexaneamine in supplements and geranium oil. *Drug Test Anal* 2011;3(11-12):873-6. DOI: 10.1002/dta.392

204. Rohrmann E, Shonle HA. Aminoalkanes as pressor substances. *J Am Chem Soc* 1944;66(9):1516-20. DOI: 10.1021/ ja01237a032

205. Bloomer RJ, Farney TM, Harvey IC, Alleman RJ. Safety profile of caffeine and 1,3-dimethylamylamine supplementation in healthy men. *Hum Exp Toxicol* 2013;32(11):1126-36. DOI: 10.1177/0960327113475680.

206. Gee P, Jackson S, Easton J. Another bitter pill: a case of toxicity from DMAA party pills. *N Z Med J* 2010;123(1327):124- 7.

207. Vorce SP, Holler JM, Cawrse BM, Magluilo J, Jr. Dimethylamylamine: A drug causing positive immunoassay results for amphetamines. *J Anal Toxicol* 2011;35(3):183-7. DOI: 10.1093/anatox/35.3.183

208. Walsh C. Drugs, Internet and change. *J Psychoactive Drugs* 2011;43(1):55-63. DOI: 10.1080/02791072.2011.566501

209. Hillebrand J, Olszewski D, Sedefov R. Legal highs on the Internet. *Subst Use Misuse* 2010;45(3):330-40. DOI: 10.3109/10826080903443628

210. McKenna DJ, Ruiz JM, Hoyer TR, Roth BL, Shoemaker AP. Receptor screening technologies in the evaluation of Amazonian ethnomedicines with potential applications to cognitive deficits. *J Ethnopharmacol* 2011;134(2):475-92. DOI: 10.1016/j.jep.2010.12.037

211. Bruhn JG, El-Seedi HR, Stephanson N, Beck O, Shulgin AT. Ecstasy analogues found in cacti. *J Psychoactive Drugs* 2008;40(2):219-22. DOI: 10.1080/02791072.2008.10400635

212. O'Connor KA, Roth BL. Screening the receptorome for plantbased psychoactive compounds. *Life Sci* 2005;78(5):506-11. DOI: 10.1016/j.lfs.2005.09.002

213. Rothman RB, Baumann MH. Targeted screening for biogenic amine transporters: Potential applications for natural products. *Life Sci* 2005;78(5):512-8.

214. Elsebai MF, Rempel V, Schnakenburg G, Kehraus S, Muller CE, Konig GM. Identification of a potent and selective cannabinoid CB1 receptor antagonist from

Auxanthron reticulatum. *ACS Med Chem Lett* 2011;2(11):866-9.

Este sitio utiliza cookies para garantizar una mejor experiencia de navegación. Lea nuestra [Política](#)

215. Kochanowska-Karamyan AN, Parnianpour MT. Marine indole alkaloids: potential new drug leads for the control of depression and anxiety. *Chem Rev* 2010;110(8):4489-97.

Alc. Farmacia
de Farmacia

OK

DOI: 10.1021/cr900211p

Salud
Pública

Annali dell'Istituto Superiore di Sanità ▾

 Address for correspondence:

Istvan Ujvary
iKem BT, Buza u. 32
H-1033 Budapest, Hungary
E-mail: ujvary@iif.hu

Received on 30 September 2013

Accepted on 13 November 2013.

Biographical note

István Ujváry (1953) is Hungarian national. He graduated (1977) as a chemical engineer at the Technical University of Budapest where he also obtained (1995) a PhD degree in organic chemistry. For three decades, he enjoyed doing synthetic organic chemistry first in an industrial research laboratory then at the Plant Protection Institute and later at the Chemical Research Centre, both of the Hungarian Academy of Sciences, Budapest. As a visiting scientist, he spent years in academic and government research laboratories in the USA. He has been interested in the chemistry and pharmaco-toxicology of a broad range of natural and synthetic biologically active substances, including pest control agents and psychoactive substances. He received research grants from the Hungarian Academy of Sciences, Hungarian Scientific Research Fund, Hungarian National Office of Technology and Development, American-Hungarian Joint Research Fund and the International Atomic Energy Agency. For two decades, he has been lecturing on psychoactive substances at various universities including the popular one-semester course on the subject at the Budapest University of Technology and Economics, where he is an honorary associate professor. Since 1991, he has also been developing a computer database (Bioster) used globally for bioactive compound design. In recent years, national and international drug agencies, including EMCDDA, often turn to him for expert advice. He has (co)authored over 100 research papers and book chapters and is a (co)inventor of 21 patents. In 2011, he received the prestigious "Elige Vitam" award from the Hungarian Ministry of National Resources for his educational and other professional activities related to psychoactive substances. Homepage (in Hungarian): <http://members.iif.hu/ujvary>.

Este sitio utiliza cookies para garantizar una mejor experiencia de navegación. Lea nuestra [Política de Privacidad](#).

OK

Salud
Pública



Annali dell'Istituto Superiore di Sanità v

1. European Council Decision 2005/387/JHA stipulates a "new psychoactive substance" as a new narcotic or psychotropic drug, in pure form or in preparation, that is not controlled by the relevant 1961 or 1971 United Nations Conventions. However, a new mode of use of a known "traditional" drug is often brought to the attention of the EWS of EMCDDA and relevant data are deposited in a new drugs database.
2. According to the Oxford Dictionary, the adjective "natural" refers to something that exists in or is derived from nature; not made or caused by humankind. The word "natural" is often, but erroneously, thought to be equivalent to "good" or "pure" as if many poisons, including nicotine, strychnine and botulinum toxin, were not products of nature.
3. See also presentations of a conference organized by the European Science Foundation in Linköping, 5-9 October, 2009. Available from: www.esf.org/serving-science/conferences/details/2009/confdetail274/presentations.html.
4. For further details, see: www.emcdda.europa.eu/publications/drug_profiles/salvia.
5. Information available from www.erowid.org/chemicals/salvinorin_b_ethoxy-methyl_ether.
6. Ayahuasca has been the subject of several scholarly edited books (see, e.g., [69, 70]). The renewed global interest in ayahuasca, as made and used in South America, and ayahuasca-like preparations based on other plants indigenous to other continents, as well as the plethora of studies published recently on its use and effects justify a brief historical description as well as an update on studies not only of the brew but also its key ingredients.
7. Bufotenine is an alkaloid and should not be confused with bufotoxins, or bufadienolides, which are cardiotonic steroids also present in toad skin and are the main bioactive ingredients of "Love Stone", an alleged aphrodisiac sold in some countries [89].
8. For further details, see: www.emcdda.europa.eu/publications/drug_profiles/kratom.
9. See: <http://acp-mts-programme.org/en/contents/pacific-high-levelmeeting-on-kava-12-15-march-2012> and ftp://ftp.fao.org/codex/meetings/CCNASWP/CCNASWP12/na12_08e.pdf.
10. For the historical and cultural aspects of as well as artistic utensils associated with betel chewing, see the lavishly illustrated book by Rooney [148].
11. The sesquiterpene lactones present in the latex have ecological importance: these bitter and chemically reactive substances are part of the defense mechanism against

Este sitio utiliza cookies para garantizar una mejor experiencia de navegación. Lea nuestra [Política de Privacidad](#).

OK

predators (for a recent review covering human health related adverse effects, see [175]).

Annali dell'Istituto Superiore di Sanità ▾

Istituto Superiore di Sanità

Roma - Rome - Italy

E-mail: annali@iss.it

SciELO - Scientific Electronic Library Online

Av. Onze de Junho, 269 - Vila Clementino 04041-050 São Paulo SP - Brazil

Tel.: (55 11) 5083-3639/59 E-mail: scielo@scielo.org



Lea la Declaración de Acceso abierto

Este sitio utiliza cookies para garantizar una mejor experiencia de navegación. Lea nuestra [Política de Privacidad](#).

OK



[Molecules](#). 2020 Apr; 25(7): 1587.

Published online 2020 Mar 30. doi: [10.3390/molecules25071587](https://doi.org/10.3390/molecules25071587)

Sedative Effects of Latexes Obtained from Some *Lactuca* L. Species Growing in Turkey

[Selen Ilgün](#),¹ [Esra Küpeli Akkol](#),^{2,*} [Mert İlhan](#),³ [Derya Çiçek Polat](#),⁴ [Ayse Baldemir Kılıç](#),⁵ [Maksut Coşkun](#),⁴ and [Eduardo Sobarzo-Sánchez](#)^{6,7,*}

Eduardo Sobarzo-Sánchez, Academic Editor and Thomas J. Schmidt, Academic Editor

Abstract

Lactuca L. species belong to the Asteraceae family and these plants are traditionally used for therapeutic purposes around the world. The dried milky latex of *L. serriola* is known as “lettuce oil” and is used as a sedative in Turkey. This study aimed to evaluate the sedative effects and analyze the chemical compositions of latexes obtained from some *Lactuca* species growing in Turkey. The sedative effects were evaluated through various behavioral tests on mice. For this purpose, latexes were obtained from *L. glareosa* Boiss., *L. viminea* (L.) J. Presl and C. P., *L. mulgedioides* (Vis and Pančić) Boiss. and Kotschy ex. Boiss., *L. saligna* L., and *L. serriola* L. The latex from *L. saligna* showed the highest sedative effects, whilst *L. serriola* and *L. viminea* latexes also displayed significant sedative effects compared to the control group at a dose of 100 mg/kg. However, the latexes from *L. glareosa* and *L. mulgedioides* did not exhibit any sedative effects on mice. Characteristic sesquiterpene lactones (lactucin, lactucopicrin, 11,13β-dihydrolactucin, and 11,13β-dihydrolactucopicrin) were determined qualitatively and quantitatively by high-performance liquid chromatography (HPLC). Lactucin was identified as the main component.

Keywords: Asteraceae, *Lactuca*, sedative effect, sesquiterpene lactone, HPLC

1. Introduction

Sleep is the state of rest that is necessary for all people to lead healthy lives. Many physical, environmental, psychological, and physiological factors can positively or negatively affect the quality and quantity of sleep. Insomnia is considered an important health problem because of its negative effects on people's quality of life and it often has psychiatric or medical causes [1]. Chronic sleep disorders are often defined as difficulties in initiating and maintaining sleep; consequently, the quality and quantity of sleep are low. Insomnia is often seen and treated as a symptom rather than a disease. Antidepressants and sedative and hypnotic drugs are used for insomnia, especially benzodiazepines, such as diazepam, which are sedative-hypnotic drugs used for the modulation of γ-aminobutyric acid (GABA) receptors [2]. The side effects of such hypnotic drugs make people uneasy about their use. Therefore, people often use herbal complementary therapies to treat insomnia and traditionally, many medicinal plants have been used for their sedative-hypnotic effects [3,4].

Lactuca is a taxon that contains important species and this genus is widely distributed throughout the

world and has been consumed by people since ancient times. *L. biennis* (Moench) Fernald is used as an analgesic, antidiarrheic, antiemetic, and antihemorrhagic, as well as for heart diseases and gynecological diseases; *L. canadensis* L. is used as an analgesic, sedative, and stimulant and treats eye and kidney disorders, orthopedic diseases, skin diseases, and warts. *L. intybacea* Jacq. ex Murray is applied as a decongestant, laxative, tonic, and depurative, and treats arthritis, hepatitis, and gout. *L. muralis* (L.) Fresen is used as a narcotic, sedative, and antispasmodic. *L. sativa* L. is taken as an aphrodisiac, sedative, cardioactive, diuretic, hypnotic, narcotic, and sedative, and it treats asthma, fever, and hyperglycemia. *L. indica* L. is used for its antibacterial and anti-inflammatory effects. *L. capensis* Thunb is used for treating sores, ulcers, leprosy, eczema, and the milky latex of *L. virosa* L., known as “lactucarium”, is taken as a sedative-hypnotic [5,6,7]. Bioactivity studies on *Lactuca* species have shown that these plants have analgesic, anti-inflammatory, antioxidant, anticarcinogenic, hepatoprotective, neuroprotective, antidiabetic, and anxiolytic effects [8,9,10,11,12,13]. A review of the literature shows that sesquiterpene lactones are characteristic components of *Lactuca* species. In particular, lactucine-type guaianolides are the most representative constituents [14].

Lactucin and its esters were first found in *L. virosa* latex and they were specifically responsible for the sedative-hypnotic effects of lactucarium. Several studies on lactucin and its derivatives have confirmed that these compounds have sedative effects. In addition, it has been noted that lactucin and lactucopicrin are active substances that promote sleep, because they bind effectively to the GABA_A receptor [15,16].

The aim of this study was to evaluate the sedative effects of milky latexes obtained from five *Lactuca* species grown in Turkey. The sedative effects of the latexes obtained from *L. serriola*, *L. saligna*, *L. viminea*, *L. mulgedioides*, and *L. glareosa* were investigated using traction, fireplace, holeboard, and thiopental-induced sleeping tests. In addition, the presence and amounts of the sesquiterpene lactones lactucin and lactucopicrin and their dihydro derivatives were determined by high-performance liquid chromatography (HPLC). This is the first report on the sedative effects of latexes obtained from these *Lactuca* species.

2. Results

In Europe, the dried milky latex of wild lettuce (*L. virosa*, *L. serriola*) has traditionally been used as a sedative. In Turkey, the dried milky latex of *L. serriola* is known as “lettuce oil” and is used as a sedative [17]. In this study, the sedative effects of latexes obtained from five *Lactuca* species grown in Turkey were investigated by various in vivo methods on mice. The latexes were also analyzed using high-performance liquid chromatography for characteristic compounds thought to be responsible for this effect.

The sedative-hypnotic effects of the latexes on mice were determined by traction, fireplace, holeboard, and thiopental-induced sleep tests. These behavioral tests showed that the latexes from *L. saligna*, *L. serriola*, and *L. viminea* had significant sedative effects compared to the control group at a dose of 100 mg/kg whilst the latexes from *L. glareosa* and *L. mulgedioides* did not exhibit any sedative effects (Table 1).

Table 1

Sedative effects of test materials determined by the traction test, fireplace test, and holeboard test.

Test Material	Dose (mg/kg)	Traction Test (s) (Re-Establishment Time) Mean ± SEM	Fireplace Test (s) (Time to Go Back the Tube in Seconds) Mean ± SEM	Holeboard Test (Explored Holes during 5 min) Mean ± SEM
Control	-	0.11 ± 0.00	9.14 ± 0.87	34.11 ± 1.86
LG	100	2.15 ± 0.19	12.56 ± 1.22	33.47 ± 1.18
LM	100	1.05 ± 0.06	10.28 ± 0.93	31.06 ± 1.93
LSA	100	7.83 ± 0.29 **	131.84 ± 1.41 ***	6.21 ± 0.52 **
LSE	100	5.34 ± 0.37 *	93.99 ± 0.98 **	15.64 ± 0.97 *
LV	100	4.21 ± 0.14 *	75.99 ± 1.04 *	27.58 ± 1.10
Lorazepam	1	10.27 ± 0.43 ***	168.39 ± 1.35 ***	0.00 ± 0.00 ***

* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$; LSE: *L. serriola* latex, LG: *L. glareosa* latex, LSA: *L. saligna* latex, LV: *L. viminea* latex, LM: *L. mulgedioides* latex. -: 0.5% CMC

Another method that can be used to evaluate sedative effects is the thiopental-induced sleep test. The results of this test showed that the latexes from *L. saligna*, *L. serriola*, and *L. viminea* significantly reduced the time to the onset of sleeping and increased the sleeping time of mice compared to the control group ([Table 2](#)).

Table 2

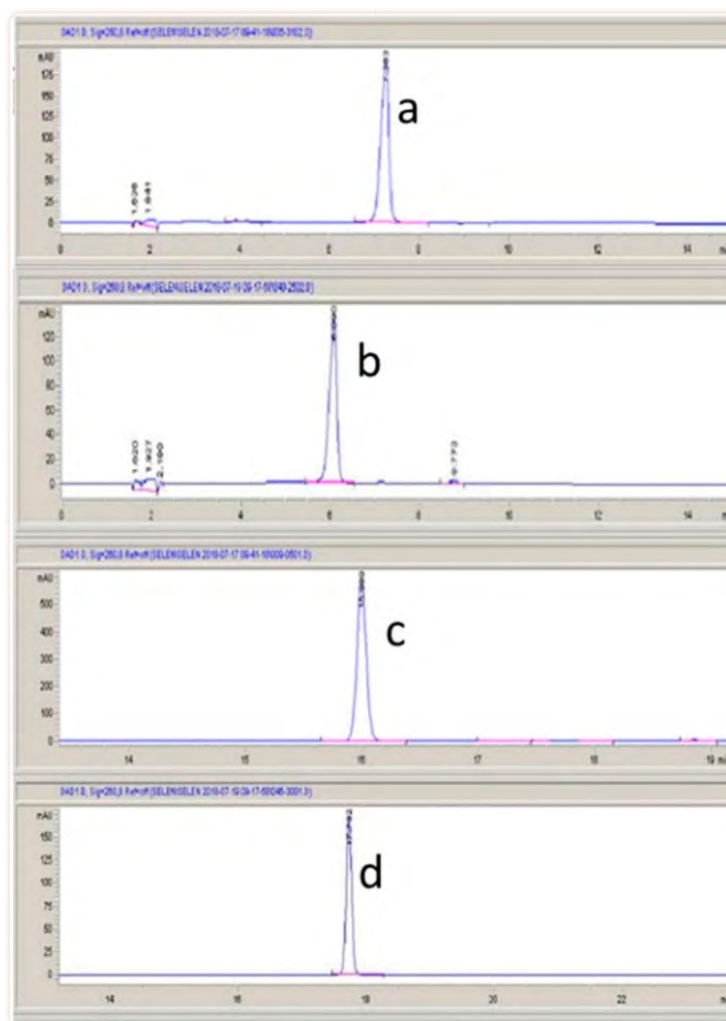
Sedative effects of test materials determined by the thiopental-induced sleeping test.

Test Material	Dose (mg/kg)	Onset of Sleeping (min) Mean ± SEM	Sleeping Duration (min) Mean ± SEM
Control	-	54.11 ± 1.98	60.28 ± 2.47
LG	100	49.53 ± 2.75	78.61 ± 2.80
LM	100	52.81 ± 2.90	66.49 ± 2.64
LSA	100	20.13 ± 1.71 ***	224.26 ± 2.52 ***
LSE	100	24.77 ± 1.93 *	205.91 ± 2.87 **
LV	100	36.15 ± 2.01 *	173.66 ± 2.98 *
Lorazepam	1	17.43 ± 1.54 ***	297.15 ± 2.83 ***

* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$; LSE: *L. serriola* latex, LG: *L. glareosa* latex, LSA: *L. saligna* latex, LV: *L. viminea* latex, LM: *L. mulgedioides* latex. -: 0.5% CMC

The latex obtained from *L. saligna* showed the highest activity followed by the latex from *L. serriola*.

The latexes were evaluated for lactucin-type guaianolides (lactucin, lactucopicrin, 11 β ,13-dihydrolactucin, and 11 β ,13-dihydrolactucopicrin), which are characteristic constituents of the *Lactuca* genus. According to the literature, these compounds have sedative effects, which have been shown in various studies and attempts have been made to prove this effect in both in vivo and in vitro experiments [4,15,16]. The constituents were separated using HPLC and quantified by a diode-array detector (DAD). [Figure 1](#) shows the HPLC chromatograms of the standards.



[Figure 1](#)

High-performance liquid chromatography (HPLC) chromatograms of the standards: (a) lactucin, (b) 11 β ,13-dihydrolactucin, (c) lactucopicrin, and (d) 11 β ,13-dihydrolactucopicrin.

Sesquiterpene lactones were identified by retention times. Quantification was achieved by the measurement of the peak area at 260 nm and by comparison with standard calibration curves ([Table 3](#)). The highest lactucin content was found in the latex from *L. serriola* (57.53249 ± 0.27 mg_{std}/g_{latex}), followed by *L. saligna*, *L. viminea*, and *L. glareosa* in descending order. Lactucopicrin was only detected in the latex from

L. saligna (0.61729 ± 0.02 mg std/g_{latex}) and all the other reference compounds were also found in the latex from *L. saligna* (Figure 2 and Figure 3). The 11 β ,13-dihydro derivatives of lactucin and lactucopicrin were found in the latexes from *L. glareosa*, *L. saligna*, and *L. serriola*. The highest level of 11 β ,13-dihydrolactucin was found in the latex from *L. serriola* (2.35356 ± 0.03 mg_{std}/g_{latex}) whilst the highest level of 11 β ,13-dihydrolactucopicrin was seen in the latex from *L. glareosa* (0.75238 ± 0.01 mg_{std}/g_{latex}). In *L. mulgedioides*, none of the compounds of interest was detected.

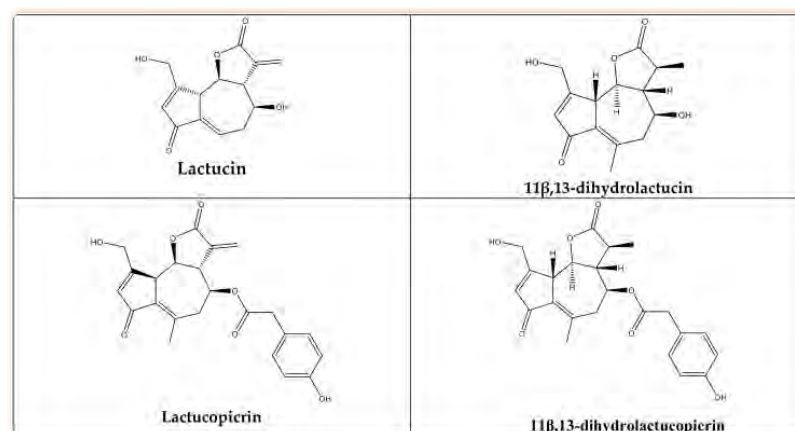


Figure 2

Molecular formulas of the sesquiterpene lactones.

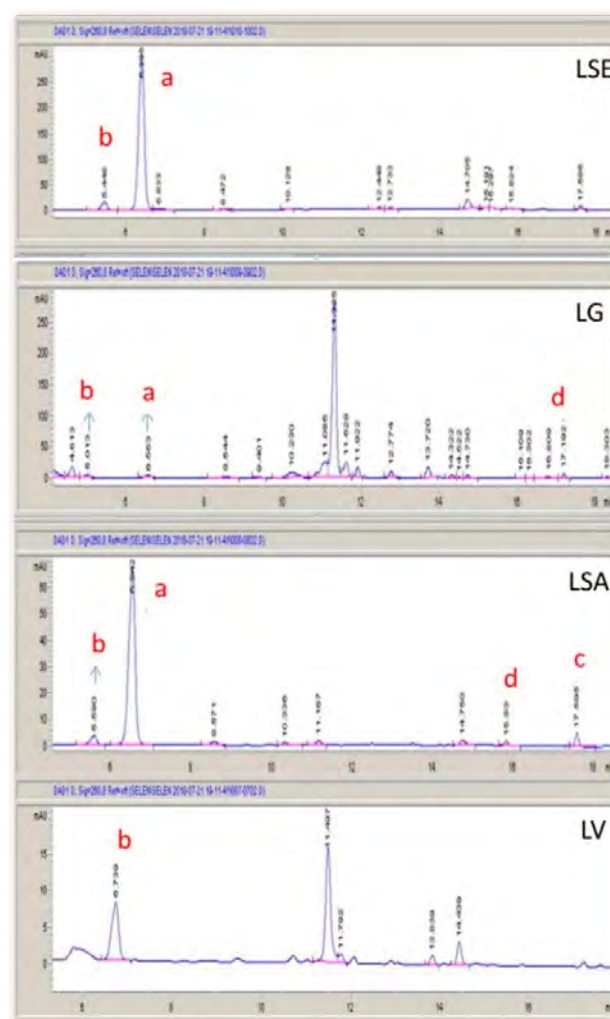


Figure 3

HPLC chromatograms of the latexes. LSE: *L. serriola* latex, LG: *L. glareosa* latex, LSA: *L. saligna* latex, LV: *L. viminea* latex. Peaks: (a) lactucin, (b) 11β,13-dihydrolactucin, (c) lactucopicrin, and (d) 11β,13-dihydrolactucopicrin.

Table 3

HPLC analysis of the sesquiterpene lactones in the latexes from *Lactuca* species.

Materials	Lactucin (mg _{std} /g _{latex})	Lactucopicrin (mg _{std} /g _{latex})	11β,13 Dihydrolactucopicrin (mg _{std} /g _{latex})	11β,13 Dihydrolactucin (mg _{std} /g _{latex})
LG	0.45551 ± 0.01 *	-	0.75238 ± 0.01 *	0.55975 ± 0.1 *
LM	-	-	-	-
LSA	13.94970 ± 0.24 *	0.61729 ± 0.02 *	0.49266 ± 0.01 *	0.47723 ± 0.01 *
LSE	57.53249 ± 0.27 *	-	-	2.35356 ± 0.03 *
LV	1.40352 ± 0.01 *	-	-	-

LSE: *L. serriola* latex, LG: *L. glareosa* latex, LSA: *L. saligna* latex, LV: *L. viminea* latex, LM: *L. mulgedioides* latex. * mean ± SD; SD: standard deviation; n = 3. (-: No peak of the related compound was seen in the HPLC chromatogram)

Although the amount of lactucin detected in *L. serriola* was considerably higher than the amount of lactucin detected in *L. saligna*, the sedative effect of the latex from *L. serriola* was lower than that of the latex from *L. saligna*.

3. Discussion

Lactuca species are used in folk medicine for stomach problems, pain relief, and inflammation. Furthermore, it has been reported to have anticonvulsant, sedative-hypnotic, and antioxidant properties [18]. Sutrisna also reported significant analgesic, anti-inflammatory, antidepressant, and anti-coagulant properties and found that the 70% ethanolic extract of the leaves of *L. sativa* displayed a remarkable sedative effect [19]. Additionally, Kim et al. showed that the 70% ethanolic extract of *L. sativa* enhanced sleep time and acted via the GABAergic system [16].

In the literature, the quantitative analysis of sesquiterpene lactones has been reported for various species of *Lactuca* genus. However, few studies have been reported with latexes from *Lactuca* species. The latexes of *L. mulgedioides*, *L. saligna*, *L. viminea*, and *L. glareosa* were examined for the first time in this study. Sessa et al. noted that important information about the sesquiterpene lactone content of the latex of *L. sativa*, was obtained and they reported that the major sesquiterpene lactones of *Lactuca* species are 15-oxalyl and 8-sulfate conjugates of guaianolides, such as lactucin, deoxylactucin, and lactucopicrin [20]. In this present work, lactucin derivatives were identified in the methanolic extracts of the latexes obtained from the studied plants by their characteristic UV spectra.

The literature shows that different amounts of latex are found in different vegetation stages of the plant. It has been reported that the sesquiterpene lactone content is highest during bolting. However, in our study, all the latexes were collected during the flowering stage because the amount of latexes of plants was high at this stage. The lactucin amounts were compared with the literature and a significant difference was observed between *L. sativa* and our plant material, *L. serriola* [20]. The results of this showed that the age and growth stage of the plant are important parameters affecting the amount of sesquiterpenes.

The sedative effects of 70% ethanolic extracts of the leaves and seeds of different varieties of *L. sativa* were investigated using the pentobarbital-induced sleeping test by Kim et al. and the amounts of lactucin and lactucopicrin in the extracts were determined by HPLC. A stronger sedative effect was observed in the seed extract of *L. sativa* which contained more lactucopicrin [4]. In another study, whilst lactucin and lactucopicrin showed sedative effects, 11 β ,13-dihydrolactucin did not show any effect at doses of 15 mg/kg and 30 mg/kg. Moreover, lactucin and lactucopicrin have been reported as the main active sedative substances from spontaneous locomotor activity tests [15]. In addition, the sleep-enhancing effects of lettuce were investigated, and the extracts of lettuce inhibited the binding of [3H]-flumazenil in a concentration-dependent manner and the affinity of both lactucin and lactucopicrin to gamma-aminobutyric acid (GABA)A-benzodiazepine (BDZ) receptor was 80.7% and 55.9%, respectively. Thus, lettuce extracts have been reported to act through a GABAergic mechanism to promote sleep [16].

According to our study results, in order to understand the mechanism of the effects of the compounds, further studies should be carried out. Our results showed that the sedative effect is not caused by lactucin, because the latex of *L. serriola* (LSE) whose lactucin content was significantly higher (57.53249 ± 0.27 , mg_{std}/g_{latex}) had no higher sedative effect. The lactucopicrin compound was found only in *L. saligna* (LSA) and a high sedative effect was observed in this latex. In *L. viminea* (LM), no components we analyzed were seen in this latex and accordingly no sedative effect was obtained. These results confirm that lactucin-type guaianolides are responsible for the sedative effects.

We can understand from these results that lactucin and lactucopicrin likely have a synergistic effect in increasing sedative activity. Moreover, other components of latexes that we did not detect may also be responsible for the sedative effect. Therefore, in-depth structural determination and characterization studies should be carried out for all of the main components of latex, which will help elucidate the compound or compounds responsible for the sedative effect.

4. Materials and Methods

4.1. Plant Materials and Collection of Latex

Firstly, various *Lactuca* species were collected from different habitats in Central Anatolia during the flowering period from July to September of 2018 for the extraction of latex. The obtained plants (*L. serriola*, *L. saligna*, *L. glareosa*, and *L. mulgedioides*) were authenticated by Prof. Dr. Ergin Hamzaoglu from Gazi University.

The stems of the plants were wounded with a scalpel and the milky latex was released onto the plant surface. The latex was then collected in glass bottles. This process was repeated three times and the samples were stored at -20°C until the moment of the analysis.

4.2. HPLC Analysis

The collected latex samples were extracted with methanol and centrifuged at $16,000 \times g$ for 10 min. The obtained supernatant was then filtered through a $0.45\ \mu\text{m}$ membrane filter. The extracted latexes were analyzed by liquid chromatography using an Agilent 110 (G1379A, Santa Clara, CA, USA).

Samples were injected into a reverse-phase (RP) C_{18} column ($15\ \text{cm} \times 4.6\ \text{mm}$, $5\ \mu\text{m}$) with a $\text{CH}_3\text{CN}/\text{H}_2\text{O}$ gradient over 40 min at $1\ \text{mL min}^{-1}$ and 40°C . The solvent mixture consisted of acetonitrile (solvent A)

and water (solvent B). The portion of A was increased from 12% to 95% in 37 min gradually, then returned to the initial conditions in 2 min and the percentage of B was decreased from 88% to 5% in 37 min and then returned to the initial conditions.

4.3. Bioactivity Tests

4.3.1. Animals Male BALB/c mice (25–30 g) were obtained from Kobay Animals Laboratory (Ankara, Turkey). The animals were allowed to adapt to the laboratory conditions for 3 days before the experiment. In this process, the animals were housed with a 12-h light, 12-h dark cycle with standard laboratory chow and tap water.

Each test group consisted of six mice and all the studies were performed conferring to the international rules regarding the animal experiments and biodiversity rights (Kobay Ethical Council Project Number: 314).

4.3.2. Administration of Test Materials In all the tests, samples were administered intraperitoneally in a 0.5% sodium carboxymethylcellulose (CMC) suspension at a dose of 100 mg/kg. In the control group, only 0.5% CMC was administered.

Lorazepam (Sigma, CAS No: 846-49-1, Darmstadt, Germany) was used as a reference drug and it was administered to the mice intraperitoneally at a dose of 1 mg/kg.

4.3.3. In Vivo Tests in Mice

Traction Test The traction test was applied to the mice to evaluate the sedative effects of the test materials using the method described by Courvoisier with Laroche and Rousselet [21,22,23,24].

The test samples and lorazepam as a reference material were administered to the mice intraperitoneally. An hour later, the mice were placed horizontally with their forepaws on a taut rope. Normally a mouse hanging on the rope will lift its hind legs, whilst mice that fail to lift at least one of their hind legs to reach the rope are considered to be sedated. In addition, the behavior of the animals was recorded during the experimental period.

Fireplace Test The method developed by Hoffman was applied to the mice [25,26].

The test samples and lorazepam as a reference material were administered to the mice intraperitoneally. An hour later, each mouse was placed in a 30-cm long vertical glass tube. Typically, a normal mouse attempts to escape within thirty seconds, whilst mice that do not make any attempt during this period are considered to be sedated.

Holeboard Test The method developed by Clark et al. and File and Hoffman was applied to the mice [27,28].

The test samples and lorazepam as a reference material were administered intraperitoneally to the mice. An hour later, the mice were placed in the center of a perforated board. The perforated board test was carried out using a wooden board of 40 × 40 × 25 cm with evenly spaced holes. The number of times the mice inserted their heads into the holes was recorded.

Thiopental-Induced Sleeping Test The method developed by Aziz and Khan was applied to the mice [29,30,31].

Thiopental (a sub-hypnotic dose) was administered to the mice (60 mg/kg) intraperitoneally, then after 30 min the mice were treated with the test samples. The time from the application of the test samples to sleep and the time from sleep to waking was recorded.

Statistical Analysis of the Data The data obtained from the animal experiments were evaluated using one-way ANOVA statistical tests. In addition, the test and control groups were assessed using Student–Newman–Keuls post hoc tests. The results were compared with those from the control and reference groups. Statistical significance is expressed as * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, and *** $p < 0.001$.

Acknowledgments

The authors would like to thank Ergin Hamzaoglu, who helped identify the plants.

Author Contributions

Conceptualization: E.K.A. and M.C.; methodology: S.I., M.I., and E.K.A.; validation: S.I.; formal analysis: S.I. and E.K.A.; investigation: S.I.; data curation: S.I., D.Ç.P., M.I., and E.K.A.; writing—original draft preparation: S.I., E.K.A., and E.S.-S.; writing—review and editing: S.I. and E.K.A.; supervision: M.C. and A.B.K.; project administration: S.I. and A.B.K.; funding acquisition: M.C. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding

This research was funded by Ankara University (project number 15L0237008) and Erciyes University Research Council (project number TDK-2018-8371).

Conflicts of Interest

The authors declare no conflicts of interest.

Footnotes

Sample Availability: Samples of the compounds are available from the authors.

References

1. Ghorbani A., Rakhshandeh H., Sadeghnia H.R. Potentiating effects of *Lactuca sativa* on pentobarbital-induced sleep. *Iran. J. Pharm.* 2013;12:401–406. [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
2. Oha D.R., Kima Y., Joa A., Choia E.J., Oha K.N., Kima J., Kanga H., Kimb R.Y., Choia V.C. Sedative and hypnotic effects of *Vaccinium bracteatum* Thunb. through the regulation of serotonergic and GABAergic systems: Involvement of 5-HT_{1A} receptor agonistic activity. *Biomed. Pharmacother.* 2019;109:2218–2227. doi: 10.1016/j.biopha.2018.10.003. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]

3. Fang X.S., Hao J.F., Zhou H.Y., Zhu L.X., Wang J.H., Song F.Q. Pharmacological studies on the sedative-hypnotic effect of Semen Ziziphi spinosae (Suanzaoren) and Radix et Rhizoma Salviae miltiorrhizae (Danshen) extracts and the synergistic effect of their combinations. *Phytomedicine*. 2010;17:75–80. doi: 10.1016/j.phymed.2009.07.004. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
4. Kim H.D., Hong K.B., Noh D.O., Suh H.J. Sleep-inducing effect of lettuce (*Lactuca sativa*) varieties on pentobarbital-induced sleep. *Food Sci. Biotechnol.* 2017;26:807–814. doi: 10.1007/s10068-017-0107-1. [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
5. Johnson T. *CRC Ethnobotany Desk Reference*. CRC Press; Boca Raton, FL, USA: 1998. pp. 452–454. [[Google Scholar](#)]
6. Michalska K., Szneler E., Kisiel W. Sesquiterpene lactones from *Lactuca canadensis* and their chemotaxonomic significance. *Phytochemistry*. 2013;90:90–94. doi: 10.1016/j.phytochem.2013.02.005. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
7. Postu P.A., Noumedem J.A., Cioanca O., Hancianu M., Mihasan M., Ciorgac M., Gorgan D.L., Petre B.A., Hritcu L. *Lactuca capensis* reverses memory deficits in A β 1-42-induced an animal model of Alzheimer's disease. *J. Cell. Mol. Med.* 2018;22:111–122. doi: 10.1111/jcmm.13299. [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
8. Gopal S.S., Lakshmi M.J., Sharavana G., Sathaiah G., Sreerama Y.N., Baskaran V. Lactucaxanthin—A potential anti-diabetic carotenoid from lettuce (*Lactuca sativa*) inhibits α -amylase and α -glucosidase activity in vitro and in diabetic rats. *Food Funct.* 2017;8:1124–1131. doi: 10.1039/C6FO01655C. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
9. Kanthal L.K., Satyavathi K., Bhojaraju P., Kumar M.P. Hepatoprotective activity of methanolic extracts of *Lactuca runcinata* DC and *Gyrocarpus asiaticus* Willd. *Beni-Suef Univ. J. Basic Appl. Sci.* 2017;6:321–325. doi: 10.1016/j.bjbas.2017.05.002. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
10. Sadeghnia H.R., Farahm S.K., Asadpour E., Rakhsh H., Ghorbani A. Neuroprotective effect of *Lactuca sativa* on glucose/serum deprivation-induced cell death. *Afr. J. Pharm. Pharmacol.* 2012;6:2464–2471. doi: 10.5897/AJPP12.085. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
11. Sayyah M., Hadidi N., Kamalinejad M. Analgesic and anti-inflammatory activity of *Lactuca sativa* seed extract in rats. *J. Ethnopharmacol.* 2004;92:325–329. doi: 10.1016/j.jep.2004.03.016. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
12. Harsha S.N., Anilakumar K.R. Effects of *Lactuca sativa* extract on exploratory behavior pattern, locomotor activity and anxiety in mice. *Asian Pac. J. Trop. Dis.* 2012;2:S475–S479. doi: 10.1016/S2222-1808(12)60206-0. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
13. Chu Y.-F., Sun J., Wu X., Liu R.H. Antioxidant and antiproliferative activities of common vegetables. *J. Agric. Food Chem.* 2002;50:6910–6916. doi: 10.1021/jf020665f. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
14. Michalska K., Stojakowska A., Malarz J., Doležalová I., Lebeda A., Kisiel W. Systematic implications of sesquiterpene lactones in *Lactuca* species. *Biochem. Syst. Ecol.* 2009;37:174–179. doi: 10.1016/j.bse.2009.02.001. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
15. Wesołowska A., Nikiforuk A., Michalska K., Kisiel W., Chojnacka-Wójcik E. Analgesic and sedative activities of lactucin and some lactucin-like guaianolides. *J. Ethnopharmacol.* 2006;107:254–258. doi: 10.1016/j.jep.2006.03.003. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
16. Kim H.W., Suh H.J., Choi H.S., Hong K.B., Jo K. Effectiveness of the sleep enhancement by green romaine lettuce (*Lactuca sativa*) in a rodent model. *Biol. Pharm. Bull.* 2019;42:1726–1732. doi: 10.1248/bpb.b19-00454. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
17. Baytop T. *Türkiye'de Bitkiler ile Tedavi (Gecmiste ve Bugun)* Nobel Tip Kitabevleri; Istanbul, Turkey: 1998. [[Google Scholar](#)]
18. Ismail H., Mirza B. Evaluation of analgesic, anti-inflammatory, anti-depressant and anti-coagulant properties of *Lactuca sativa* (CV. Grand Rapids) plant tissues and cell suspension in rats. *BMC Complement. Altern. Med.* 2015;15:199. doi: 10.1186/s12906-015-0742-0. [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
19. Sutrisna E., Azizah T., Wuryaningrum A., Sari M.P. The potency of *Lactuca sativa* Linn. and *Apium graveolens* L. from Indonesia as tranquilizer. *Int. J. Ayurveda Pharm. Res.* 2015;3:6–11. [[Google Scholar](#)]
20. Sessa R.A., Bennett M.H., Lewis M.J., Mansfield J.W., Beale M.H. Metabolite profiling of sesquiterpene lactones from *Lactuca* species major latex components are novel oxalate and sulfate conjugates of lactucin and its derivatives. *J. Biol. Chem.*

2000;275:26877–26884. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

21. Courvoisier S, Ducrot R, Julou L. In: *Psychotropic Drugs*. Garattini S, Ghetti V, editors. Elsevier; Amsterdam, The Netherlands: 1957. [[Google Scholar](#)]

22. Laroche M.-J., Rousselet F. *Les Animaux de Laboratoire: Éthique et Bonnes Pratiques*. Editions Masson; Paris, France: 1990. [[Google Scholar](#)]

23. Srikanth J., Muralidharan P. CNS activity of the methanol extracts of *Sapindus emarginatus* Vahl in experimental animal models. *J. Sci. Res.* 2009;1:583–593. doi: 10.3329/jsrv1i3.1772. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]

24. Jänicke B., Coper H. Tests in rodents for assessing sensorimotor performance during aging. In: Ferrandez A.-M., Teasdale N., editors. *Advances in Psychology*. Volume 114. Elsevier; Amsterdam, The Netherlands: 1996. pp. 201–233. [[Google Scholar](#)]

25. Hoffmann G. *Les Animaux de Laboratoire: Précis*. Editions Masson; Paris, France: 1963. [[Google Scholar](#)]

26. Alnamer R., Alaoui K., Boudida E.H., Benjouad A., Cherrah Y. Sedative and hypnotic activities of the methanolic and aqueous extracts of *Lavandula officinalis* from Morocco. *Adv. Pharmacol. Sci.* 2012;2012:270824. [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

27. Clark G., Koester A.G., Pearson D.W. Exploratory behavior in chronic disulfoton poisoning in mice. *Psychopharmacology*. 1971;20:169–171. doi: 10.1007/BF00404370. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]

28. File S.E., Wardill A.G. Validity of head-dipping as a measure of exploration in a modified hole-board. *Psychopharmacology*. 1975;44:53–59. doi: 10.1007/BF00421184. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]

29. Aziz A., Khan I. Pharmacological evaluation of sedative and hypnotic activities of methanolic extract of *Lycopus europaeus* in mice. *Int. J. Phytopharm.* 2013;2:8–12. [[Google Scholar](#)]

30. Williamson E.M., Okpako D.T., Evans F.J. *Selection, Preparation and Pharmacological Evaluation of Plant Material*. Volume 1 John Wiley & Sons; Hoboken, NJ, USA: 1996. [[Google Scholar](#)]

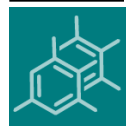
31. Herrera-Ruiz M., Gutiérrez C., Jiménez-Ferrer J.E., Tortoriello J., Mirón G., León I. Central nervous system depressant activity of an ethyl acetate extract from *Ipomoea stans* roots. *J. Ethnopharmacol.* 2007;112:243–247. doi: 10.1016/j.jep.2007.03.004. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]

[Journals \(/about/journals\)](/about/journals)[Topics \(/topics\)](/topics)[Information \(/authors\)](/authors)[Author Services](#)[Toggle desktop layout cookie](#)[\(/authors/english\)](/authors/english)[Initiatives \(/about/initiatives\)](/about/initiatives)[About \(/about\)](/about)[Sign In / Sign Up \(/user/login\)](/user/login)[Submit \(https://susy.mdpi.com/user/manuscripts/upload?journal=molecules\)](https://susy.mdpi.com/user/manuscripts/upload?journal=molecules)

Search for Articles:

Advanced Search

[Journals \(/about/journals\)](/about/journals) / [Molecules \(/journal/molecules\)](/journal/molecules) / [Volume 25 \(/1420-3049/25\)](/1420-3049/25) / [Issue 7 \(/1420-3049/25/7\)](/1420-3049/25/7) / [10.3390/molecules25071587](https://doi.org/10.3390/molecules25071587) /

*molecules*[\(/journal/molecules\)](/journal/molecules)

Submit to this Journal
(https://susy.mdpi.com/user/manuscripts/upload?form%5Bjournal_id%5D%3D1)

Review for this Journal
(<https://susy.mdpi.com/volunteer/journals/review>)



[Edit a Special Issue](#)
[\(/journalpropos](#)
[/sendproposalspecialissue](#)
[/molecules\)](#)

[\(/toggle_desktop_layout_cookie\)](#)

► Article Menu

Article Menu

[Article Overview](#)

[Article Versions](#)

[Related Info Links](#)

[More by Authors Links](#)

Full Article Text

- [Introduction](#)
- [Results](#)
- [Discussion](#)
- [Materials and Methods](#)
- [Author Contributions](#)
- [Funding](#)
- [Acknowledgments](#)
- [Conflicts of Interest](#)
- [References](#)

IK

Open Access Article

Sedative Effects of Latexes Obtained from Some *Lactuca* L. Species Growing in Turkey

by

Selen Ilgün (<https://sciprofiles.com/profile/author/OXpWN3d4aGVjVUZibk1jQ2dlZDZRRy/10.3390>)
 (mailto:please_login),



[\(https://s](#)
[/discuss](#)
[groups](#)
[/public](#)
[/10.3390](#)

Esra Küpeli Akkol (<https://sciprofiles.com/profile/654855>)^{2,*}  (mailto:please_login) 
 (<https://orcid.org/0000-0002-5829-7869>),
 Mert İlhan (<https://sciprofiles.com/profile/1045349>)³  (mailto:please_login),
 Derya Çiçek Polat (<https://sciprofiles.com/profile/1763023>)⁴  (mailto:please_login) 
 (<https://orcid.org/0000-0002-4331-6828>),
 Ayse Baldemir Kılıç (<https://sciprofiles.com/profile/author/WVIUd3c2VVJWZDhIUUE54Qm>)⁵  (mailto:please_login),
 Maksut Coşkun (<https://sciprofiles.com/profile/author/cmNLdEtXRHJhVjhUU0I5SW1IRD>)⁴  (mailto:please_login) and
 Eduardo Sobarzo-Sánchez (<https://sciprofiles.com/profile/1901>)^{6,7,*} 
 (mailto:please_login)  (<https://orcid.org/0000-0002-2790-2544>)

Department of Pharmaceutical Botany, Faculty of Pharmacy, Erciyes University, 38039
 Kayseri, Turkey

Department of Pharmacognosy, Faculty of Pharmacy, Gazi University, 06330 Ankara, Turkey

Department of Pharmacognosy, Faculty of Pharmacy, Van Yüzüncü Yıl University, 65080
 Tuşba/Van, Turkey

Department of Pharmaceutical Botany, Faculty of Pharmacy, Ankara University, 06560
 Ankara, Turkey

Department of Pharmaceutical Botany, Gülhane Faculty of Pharmacy, University of Health
 Science, 06018 Ankara, Turkey

Instituto de Investigación e Innovación en Salud, Facultad de Ciencias de la Salud,
 Universidad Central de Chile, Santiago 8330507, Chile

Department of Organic Chemistry, Faculty of Pharmacy, University of Santiago de
 Compostela, 15782 Santiago de Compostela, Spain

Authors to whom correspondence should be addressed.

Academic Editors: Eduardo Sobarzo-Sánchez and Thomas J. Schmidt

Molecules **2020**, *25*(7), 1587; <https://doi.org/10.3390/molecules25071587> (<https://doi.org/10.3390/molecules25071587>)

**Received: 22 February 2020 / Revised: 18 March 2020 / Accepted: 26 March 2020 /
 Published: 30 March 2020**

(This article belongs to the Special Issue **Natural Products for Neurodegenerative Diseases** ([/journal/molecules/special_issues/Neuro_Chronic_Diseases](/journal/molecules/special_issues/Neuro_Chronic_Diseases)))



/molecules-25-01587-g001.png) (/molecules/molecules-25-01587/article_deploy

/html/images/molecules-25-01587-g002.png) (/molecules/molecules-25-01587

/article_deploy/html/images/molecules-25-01587-g003.png) Citation Export

Abstract

Lactuca L. species belong to the Asteraceae family and these plants are traditionally used for therapeutic purposes around the world. The dried milky latex of *L. serriola* is known as “lettuce oil” and is used as a sedative in Turkey. This study aimed to evaluate the sedative effects and analyze the chemical compositions of latexes obtained from some *Lactuca* species growing in Turkey. The sedative effects were evaluated through various behavioral tests on mice. For this purpose, latexes were obtained from *L. glareosa* Boiss., *L. viminea* (L.) J. Presl and C. P., *L. mulgedioides* (Vis and Pančić) Boiss. and Kotschy ex. Boiss., *L. saligna* L., and *L. serriola* L. The latex from *L. saligna* showed the highest sedative effects, whilst *L. serriola* and *L. viminea* latexes also displayed significant sedative effects compared to the control group at a dose of 100 mg/kg. However, the latexes from *L. glareosa* and *L. mulgedioides* did not exhibit any sedative effects on mice. Characteristic sesquiterpene lactones (lactucin, lactucopicrin, 11,13 β -dihydrolactucin, and 11,13 β -dihydrolactucopicrin) were determined qualitatively and quantitatively by high-performance liquid chromatography (HPLC). Lactucin was identified as the main component.

Keywords: Asteraceae (/search?q=Asteraceae); *Lactuca* (/search?q=Lactuca); sedative effect (/search?q=sedative%20effect); sesquiterpene lactone (/search?q=sesquiterpene%20lactone); HPLC (/search?q=HPLC)

1. Introduction

Sleep is the state of rest that is necessary for all people to lead healthy lives. Many physical, environmental, psychological, and physiological factors can positively or negatively affect the quality and quantity of sleep. Insomnia is considered an important health problem because of its negative effects on people’s quality of life and it often has psychiatric or medical

causes [1]. Chronic sleep disorders are often defined as difficulties in initiating and maintaining sleep; consequently, the quality and quantity of sleep are low. Insomnia is often seen and treated as a symptom rather than a disease. Antidepressants and sedative and hypnotic drugs are used for insomnia, especially benzodiazepines, such as diazepam, which are sedative-hypnotic drugs used for the modulation of γ -aminobutyric acid (GABA) receptors [2]. The side effects of such hypnotic drugs make people uneasy about their use. Therefore, people often use herbal complementary therapies to treat insomnia and traditionally, many medicinal plants have been used for their sedative-hypnotic effects [3,4].

Lactuca is a taxon that contains important species and this genus is widely distributed throughout the world and has been consumed by people since ancient times. *L. biennis* (Moench) Fernald is used as an analgesic, antidiarrheic, antiemetic, and antihemorrhagic, as well as for heart diseases and gynecological diseases; *L. canadensis* L. is used as an analgesic, sedative, and stimulant and treats eye and kidney disorders, orthopedic diseases, skin diseases, and warts. *L. intybacea* Jacq. ex Murray is applied as a decongestant, laxative, tonic, and depurative, and treats arthritis, hepatitis, and gout. *L. muralis* (L.) Fresen is used as a narcotic, sedative, and antispasmodic. *L. sativa* L. is taken as an aphrodisiac, sedative, cardioactive, diuretic, hypnotic, narcotic, and sedative, and it treats asthma, fever, and hyperglycemia. *L. indica* L. is used for its antibacterial and anti-inflammatory effects. *L. capensis* Thunb is used for treating sores, ulcers, leprosy, eczema, and the milky latex of *L. virosa* L., known as “lactucarium”, is taken as a sedative-hypnotic [5,6,7]. Bioactivity studies on *Lactuca* species have shown that these plants have analgesic, anti-inflammatory, antioxidant, anticarcinogenic, hepatoprotective, neuroprotective, antidiabetic, and anxiolytic effects [8,9,10,11,12,13]. A review of the literature shows that sesquiterpene lactones are characteristic components of *Lactuca* species. In particular, lactucine-type guaianolides are the most representative constituents [14].

Lactucin and its esters were first found in *L. virosa* latex and they were specifically responsible for the sedative-hypnotic effects of lactucarium. Several studies on lactucin and its derivatives have confirmed that these compounds have sedative effects. In addition, it has been noted that lactucin and lactucopicrin are active substances that promote sleep, because they bind effectively to the GABA_A receptor [15,16].

The aim of this study was to evaluate the sedative effects of milky latexes obtained from five *Lactuca* species grown in Turkey. The sedative effects of the latexes obtained from *L. serriola*, *L. saligna*, *L. viminea*, *L. mulgedioides*, and *L. glareosa* were investigated using traction, fireplace, holeboard, and thiopental-induced sleeping tests. In addition, the presence and amounts of the sesquiterpene lactones lactucin and lactucopicrin and their dihydro derivatives were determined by high-performance liquid chromatography (HPLC). This is the first report on the sedative effects of latexes obtained from these *Lactuca* species.

2. Results

In Europe, the dried milky latex of wild lettuce (*L. virosa*, *L. serriola*) has traditionally been used as a sedative. In Turkey, the dried milky latex of *L. serriola* is known as "lettuce oil" and is used as a sedative [17]. In this study, the sedative effects of latexes obtained from five *Lactuca* species grown in Turkey were investigated by various in vivo methods on mice. The latexes were also analyzed using high-performance liquid chromatography for characteristic compounds thought to be responsible for this effect.

The sedative-hypnotic effects of the latexes on mice were determined by traction, fireplace, holeboard, and thiopental-induced sleep tests. These behavioral tests showed that the latexes from *L. saligna*, *L. serriola*, and *L. viminea* had significant sedative effects compared to the control group at a dose of 100 mg/kg whilst the latexes from *L. glareosa* and *L. mulgedioides* did not exhibit any sedative effects (**Table 1**).

Table 1. Sedative effects of test materials determined by the traction test, fireplace test, and holeboard test.

Another method that can be used to evaluate sedative effects is the thiopental-induced sleep test. The results of this test showed that the latexes from *L. saligna*, *L. serriola*, and *L. viminea* significantly reduced the time to the onset of sleeping and increased the sleeping time of mice compared to the control group (**Table 2**).

Table 2. Sedative effects of test materials determined by the thiopental-induced sleeping test.

The latex obtained from *L. saligna* showed the highest activity followed by the latex from *L. serriola*.

The latexes were evaluated for lactucin-type guaianolides (lactucin, lactucopicrin, 11 β ,13-

MDPI

dihydrolactucin, and 11 β ,13-dihydrolactucopiricin), which are characteristic constituents of the *Lactuca* genus. According to the literature, these compounds have sedative effects, which have been shown in various studies and attempts have been made to prove this effect in both in vivo and in vitro experiments [4,15,16]. The constituents were separated using HPLC and quantified by a diode-array detector (DAD). **Figure 1** shows the HPLC chromatograms of the standards.

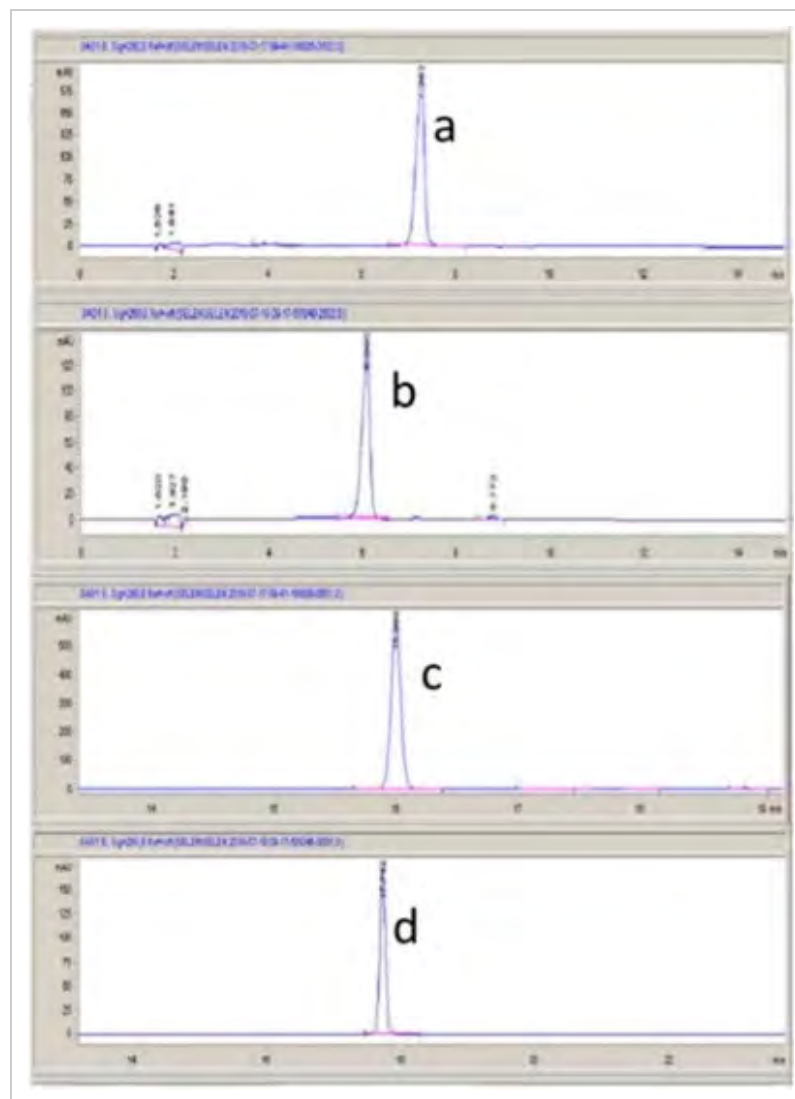


Figure 1. High-performance liquid chromatography (HPLC) chromatograms of the standards: (a) lactucin, (b) 11 β ,13-dihydrolactucin, (c) lactucopiricin, and (d) 11 β ,13-dihydrolactucopiricin.

Sesquiterpene lactones were identified by retention times. Quantification was achieved by the measurement of the peak area at 260 nm and by comparison with standard calibration curves (**Table 3**). The highest lactucin content was found in the latex from *L. serriola* (57.53249 $\pm$ 0.27 mg_{std}/g_{latex}), followed by *L. saligna*, *L. viminea*, and *L. glareosa* in descending order. Lactucopiricin was only detected in the latex from *L. saligna* (0.61729 $\pm$ 0.02 mg std/g_{latex}) and all the other reference compounds were also found in the latex from *L. saligna* (**Figure 2** and

Figure 3). The 11 β ,13-dihydro derivatives of lactucin and lactucopicrin were found in the latexes from *L. glareosa*, *L. saligna*, and *L. serriola*. The highest level of 11 β ,13-dihydrolactucin was found in the latex from *L. serriola* (2.35356 ± 0.03 mg_{std}/g_{latex}) whilst the highest level of 11 β ,13-dihydrolactucopicrin was seen in the latex from *L. glareosa* (0.75238 ± 0.01 mg_{std}/g_{latex}). In *L. mulgedioides*, none of the compounds of interest was detected.

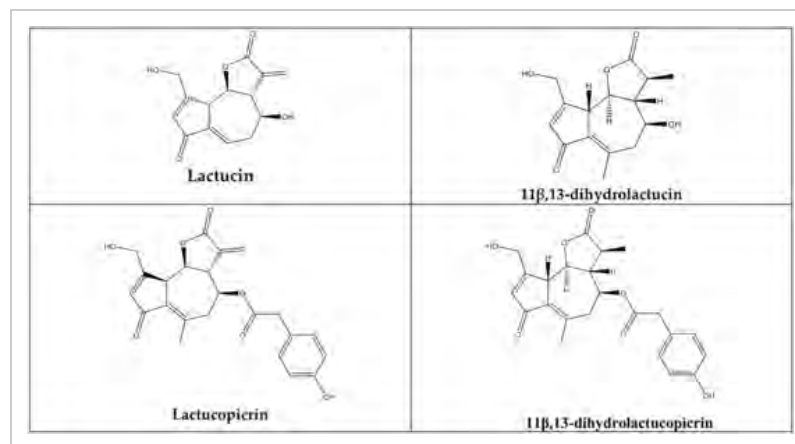


Figure 2. Molecular formulas of the sesquiterpene lactones.

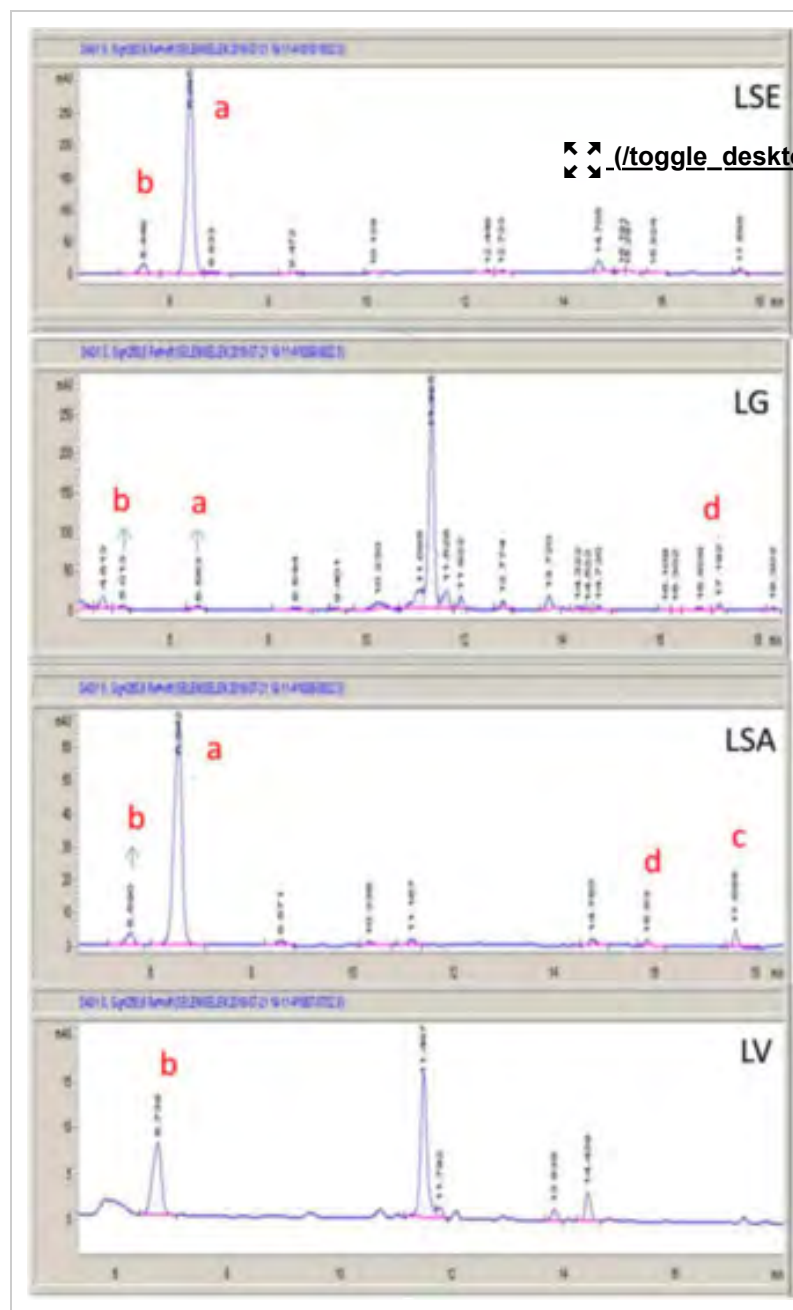


Figure 3. HPLC chromatograms of the latexes. LSE: *L. serriola* latex, LG: *L. glareosa* latex, LSA: *L. saligna* latex, LV: *L. viminea* latex. Peaks: (a) lactucin, (b) 11 β ,13-dihydrolactucin, (c) lactucopicrin, and (d) 11 β ,13-dihydrolactucopicrin.

Table 3. HPLC analysis of the sesquiterpene lactones in the latexes from *Lactuca* species.

Although the amount of lactucin detected in *L. serriola* was considerably higher than the amount of lactucin detected in *L. saligna*, the sedative effect of the latex from *L. serriola* was lower than that of the latex from *L. saligna*.

 (/toggle_desktop_layout_cookie)  

3. Discussion

Lactuca species are used in folk medicine for stomach problems, pain relief, and inflammation. Furthermore, it has been reported to have anticonvulsant, sedative-hypnotic, and antioxidant properties [18]. Sutrisna also reported significant analgesic, anti-inflammatory, antidepressant, and anti-coagulant properties and found that the 70% ethanolic extract of the leaves of *L. sativa* displayed a remarkable sedative effect [19]. Additionally, Kim et al. showed that the 70% ethanolic extract of *L. sativa* enhanced sleeping time and acted via the GABAergic system [16].

In the literature, the quantitative analysis of sesquiterpene lactones has been reported for various species of *Lactuca* genus. However, few studies have been reported with latexes from *Lactuca* species. The latexes of *L. mulgedioides*, *L. saligna*, *L. viminea*, and *L. glareosa* were examined for the first time in this study. Sessa et al. noted that important information about the sesquiterpene lactone content of the latex of *L. sativa*, was obtained and they reported that the major sesquiterpene lactones of *Lactuca* species are 15-oxalyl and 8-sulfate conjugates of guaianolides, such as lactucin, deoxylactucin, and lactucopicrin [20]. In this present work, lactucin derivatives were identified in the methanolic extracts of the latexes obtained from the studied plants by their characteristic UV spectra.

The literature shows that different amounts of latex are found in different vegetation stages of the plant. It has been reported that the sesquiterpene lactone content is highest during bolting. However, in our study, all the latexes were collected during the flowering stage because the amount of latexes of plants was high at this stage. The lactucin amounts were compared with the literature and a significant difference was observed between *L. sativa* and our plant material, *L. serriola* [20]. The results of this showed that the age and growth stage of the plant are important parameters affecting the amount of sesquiterpenes.

The sedative effects of 70% ethanolic extracts of the leaves and seeds of different varieties of *L. sativa* were investigated using the pentobarbital-induced sleeping test by Kim et al. and the amounts of lactucin and lactucopicrin in the extracts were determined by HPLC. A stronger sedative effect was observed in the seed extract of *L. sativa* which contained more lactucopicrin [4]. In another study, whilst lactucin and lactucopicrin showed sedative effects, 11 β ,13-dihydrolactucin did not show any effect at doses of 15 mg/kg and 30 mg/kg. Moreover, lactucin and lactucopicrin have been reported as the main active sedative substances from spontaneous locomotor activity tests [15]. In addition, the sleep-enhancing effects of lettuce were investigated,

and the extracts of lettuce inhibited the binding of [3H]-flumazenil in a concentration-dependent manner and the affinity of both lactucin and lactucopicrin to gamma-aminobutyric acid (GABA)A-benzodiazepine (BDZ) receptor was 80.7% and 55.9%, respectively. Thus, lettuce extracts have been reported to act through a GABAergic mechanism to promote sleep [16].

According to our study results, in order to understand the mechanism of the effects of the compounds, further studies should be carried out. Our results showed that the sedative effect is not caused by lactucin, because the latex of *L. serriola* (LSE) whose lactucin content was significantly higher (57.53249 ± 0.27 , mg_{std}/g_{latex}) had no higher sedative effect. The lactucopicrin compound was found only in *L. saligna* (LSA) and a high sedative effect was observed in this latex. In *L. viminea* (LM), no components we analyzed were seen in this latex and accordingly no sedative effect was obtained. These results confirm that lactucin-type guaianolides are responsible for the sedative effects.

We can understand from these results that lactucin and lactucopicrin likely have a synergistic effect in increasing sedative activity. Moreover, other components of latexes that we did not detect may also be responsible for the sedative effect. Therefore, in-depth structural determination and characterization studies should be carried out for all of the main components of latex, which will help elucidate the compound or compounds responsible for the sedative effect.

4. Materials and Methods

4.1. Plant Materials and Collection of Latex

Firstly, various *Lactuca* species were collected from different habitats in Central Anatolia during the flowering period from July to September of 2018 for the extraction of latex. The obtained plants (*L. serriola*, *L. saligna*, *L. glareosa*, and *L. mulgedioides*) were authenticated by Prof. Dr. Ergin Hamzaoglu from Gazi University.

The stems of the plants were wounded with a scalpel and the milky latex was released onto the plant surface. The latex was then collected in glass bottles. This process was repeated three times and the samples were stored at $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ until the moment of the analysis.

4.2. HPLC Analysis

The collected latex samples were extracted with methanol and centrifuged at $16,000\times g$ for 10 min. The obtained supernatant was then filtered through a $0.45\text{ }\mu\text{m}$ membrane filter. The extracted latexes were analyzed by liquid chromatography using an Agilent 110 (G1379A, Santa Clara, CA, USA).

Samples were injected into a reverse-phase (RP) C_{18} column ($15\text{ cm} \times 4.6\text{ mm}$, $5\text{ }\mu\text{m}$) with

a CH₃CN/H₂O gradient over 40 min at 1 mL min⁻¹ and 40 °C. The solvent mixture consisted of acetonitrile (solvent A) and water (solvent B). The portion of A was increased from 12% to 95% in 37 min gradually, then returned to the initial conditions in 2 min and the percentage of B was decreased from 88% to 5% in 37 min and then returned to the initial conditions.

4.3. Bioactivity Tests

4.3.1. Animals

Male BALB/c mice (25–30 g) were obtained from Kobay Animals Laboratory (Ankara, Turkey). The animals were allowed to adapt to the laboratory conditions for 3 days before the experiment. In this process, the animals were housed with a 12-h light, 12-h dark cycle with standard laboratory chow and tap water.

Each test group consisted of six mice and all the studies were performed conferring to the international rules regarding the animal experiments and biodiversity rights (Kobay Ethical Council Project Number: 314).

4.3.2. Administration of Test Materials

In all the tests, samples were administered intraperitoneally in a 0.5% sodium carboxymethylcellulose (CMC) suspension at a dose of 100 mg/kg. In the control group, only 0.5% CMC was administered.

Lorazepam (Sigma, CAS No: 846-49-1, Darmstadt, Germany) was used as a reference drug and it was administered to the mice intraperitoneally at a dose of 1 mg/kg.

4.3.3. In Vivo Tests in Mice

Traction Test

The traction test was applied to the mice to evaluate the sedative effects of the test materials using the method described by Courvoisier with Laroche and Rousselet [21,22,23,24].

The test samples and lorazepam as a reference material were administered to the mice intraperitoneally. An hour later, the mice were placed horizontally with their forepaws on a taut rope. Normally a mouse hanging on the rope will lift its hind legs, whilst mice that fail to lift at least one of their hind legs to reach the rope are considered to be sedated. In addition, the behavior of the animals was recorded during the experimental period.

Fireplace Test

The method developed by Hoffman was applied to the mice [25,26].

The test samples and lorazepam as a reference material were administered to the mice

MDPI

intraperitoneally. An hour later, each mouse was placed in a 30-cm long vertical glass tube. Typically, a normal mouse attempts to escape within thirty seconds, whilst mice that do not make any attempt during this period are considered to be sedated.

 (/toggle_desktop_layout_cookie)  

Holeboard Test

The method developed by Clark et al. and File and Hoffman was applied to the mice [27,28].

The test samples and lorazepam as a reference material were administered intraperitoneally to the mice. An hour later, the mice were placed in the center of a perforated board. The perforated board test was carried out using a wooden board of 40 × 40 × 25 cm with evenly spaced holes. The number of times the mice inserted their heads into the holes was recorded.

Thiopental-Induced Sleeping Test

The method developed by Aziz and Khan was applied to the mice [29,30,31].

Thiopental (a sub-hypnotic dose) was administered to the mice (60 mg/kg) intraperitoneally, then after 30 min the mice were treated with the test samples. The time from the application of the test samples to sleep and the time from sleep to waking was recorded.

Statistical Analysis of the Data

The data obtained from the animal experiments were evaluated using one-way ANOVA statistical tests. In addition, the test and control groups were assessed using Student–Newman–Keuls post hoc tests. The results were compared with those from the control and reference groups. Statistical significance is expressed as * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, and *** $p < 0.001$.

Author Contributions

Conceptualization: E.K.A. and M.C.; methodology: S.I., M.I., and E.K.A.; validation: S.I.; formal analysis: S.I. and E.K.A.; investigation: S.I.; data curation: S.I., D.Ç.P., M.I., and E.K.A.; writing—original draft preparation: S.I., E.K.A., and E.S.-S.; writing—review and editing: S.I. and E.K.A.; supervision: M.C. and A.B.K.; project administration: S.I. and A.B.K.; funding acquisition: M.C. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding

This research was funded by Ankara University (project number 15L0237008) and Erciyes University Research Council (project number TDK-2018-8371).

Acknowledgments

The authors would like to thank Ergin Hamzaoglu, who helped identify the plants.

 [\(toggle desktop layout cookie\)](#)  

Conflicts of Interest

The authors declare no conflicts of interest.

References

1. Ghorbani, A.; Rakhshandeh, H.; Sadeghnia, H.R. Potentiating effects of *Lactuca sativa* on pentobarbital-induced sleep. *Iran. J. Pharm.* **2013**, *12*, 401–406. [Google Scholar (https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Potentiating+effects+of+Lactuca+sativa+on+pentobarbital-induced+sleep&author=Ghorbani,+A.&author=Rakhshandeh,+H.&author=Sadeghnia,+H.R.&publication_year=2013&journal=Iran.+J.+Pharm.&volume=12&pages=401%E2%80%93406)]
2. Oha, D.R.; Kima, Y.; Joa, A.; Choia, E.J.; Oha, K.N.; Kima, J.; Kanga, H.; Kimb, R.Y.; Choia, V.C. Sedative and hypnotic effects of *Vaccinium bracteatum* Thunb. through the regulation of serotonergic and GABAA-ergic systems: Involvement of 5-HT1A receptor agonistic activity. *Biomed. Pharmacother.* **2019**, *109*, 2218–2227. [Google Scholar (https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Sedative+and+hypnotic+effects+of+Vaccinium+bracteatum+Thunb.+through+the+regulation+of+serotonergic+and+GABAA-ergic+systems:+Involvement+of+5-HT1A+receptor+agonistic+activity&author=Oha,+D.R.&author=Kima,+Y.&author=Joa,+A.&author=Choia,+E.J.&author=Oha,+K.N.&author=Kima,+J.&author=Kanga,+H.&author=Kimb,+R.Y.&author=Choia,+V.C.&publication_year=2019&journal=Biomed.+Pharmacother.&volume=109&pages=2218%E2%80%932227&doi=10.1016/j.biopha.2018.10.003&pmid=30551479)] [CrossRef (<https://dx.doi.org/10.1016/j.biopha.2018.10.003>)] [PubMed (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30551479>)]

3. Fang, X.S.; Hao, J.F.; Zhou, H.Y.; Zhu, L.X.; Wang, J.H.; Song, F.Q. Pharmacological studies on the sedative-hypnotic effect of Semen Ziziphi spinosae (Suanzaoren) and Radix et Rhizoma Salviae miltiorrhizae (Danshen) extracts and the synergistic effect of their combinations. *Phytomedicine* **2010**, *17*, 75–80. [Google Scholar (https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Pharmacologica+studies+on+the+sedative-hypnotic+effect+of+Semen+Ziziphi+spinosae+(Suanzaoren)+and+Radix+et+Rhizoma+Salviae+miltiorrhizae+(Danshen)+extracts+and+the+synergistic+effect+of+their+combinations&author=Fang,+X.S.&author=Hao,+J.F.&author=Zhou,+H.Y.&author=Zhu,+L.X.&author=Wang,+J.H.&author=Song,+F.Q.&publication_year=2010&journal=Phytomedicine&volume=17&pages=75%E2%80%9380&doi=10.1016/j.phymed.2009.07.004&pmid=19682877)] [CrossRef (https://dx.doi.org/10.1016/j.phymed.2009.07.004)] [PubMed (https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19682877)]
4. Kim, H.D.; Hong, K.B.; Noh, D.O.; Suh, H.J. Sleep-inducing effect of lettuce (*Lactuca sativa*) varieties on pentobarbital-induced sleep. *Food Sci. Biotechnol.* **2017**, *26*, 807–814. [Google Scholar (https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Sleep-inducing+effect+of+lettuce+(Lactuca+sativa)+varieties+on+pentobarbital-induced+sleep&author=Kim,+H.D.&author=Hong,+K.B.&author=Noh,+D.O.&author=Suh,+H.J.&publication_year=2017&journal=Food+Sci.+Biotechnol.&volume=26&pages=807%E2%80%93814&doi=10.1007/s10068-017-0107-1)] [CrossRef (https://dx.doi.org/10.1007/s10068-017-0107-1)]
5. Johnson, T. *CRC Ethnobotany Desk Reference*; CRC Press: Boca Raton, FL, USA, 1998; pp. 452–454. [Google Scholar (https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=CRC+Ethnobotany+Desk+Reference&author=Johnson,+T.&publication_year=1998)]
6. Michalska, K.; Szneler, E.; Kisiel, W. Sesquiterpene lactones from *Lactuca canadensis* and their chemotaxonomic significance. *Phytochemistry* **2013**, *90*, 90–94. [Google Scholar (https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Sesquiterpene+lactones+from+Lactuca+canadensis+and+their+chemotaxonomic+significance&author=Michalska,+K.&author=Szneler,+E.&author=Kisiel,+W.&publication_year=2013&journal=Phytochemistry&volume=90&pages=90%E2%80%9394&doi=10.1016/j.phytochem.2013.02.005)] [CrossRef (https://dx.doi.org/10.1016/j.phytochem.2013.02.005)]



Postu, P.A.; Noumedem, J.A.; Cioanca, O.; Hancianu, M.; Mihasan, M.; Ciorpac, M.; Gorgan, D.L.; Petre, B.A.; Hritcu, L. *Lactuca capensis* reverses memory deficits in A β 1-42-induced an animal model of Alzheimer's disease. *J. Cell. Mol. Med.* **2018**, *22*, 111–122. [Google Scholar (https://scholar.google.com

/scholar_lookup?title=Lactuca+capensis+reverses+memory+deficits+in+A%CE%B21-42-induced+an+animal+model+of+Alzheimer%E2%80%99s+disease&author=Postu,+P.A.&author=Noumedem,+J.A.&author=Cioanca,+O.&author=Hancianu,+M.&author=Mihasan,+M.&author=Ciorpac,+M.&author=Gorgan,+D.L.&author=Petre,+B.A.&author=Hritcu,+L.&publication_year=2018&journal=J.+Cell.+Mol.+Med.&volume=22&pages=111%E2%80%93122&doi=10.1111/jcmm.13299)] [CrossRef (https://dx.doi.org/10.1111/jcmm.13299)]

8. Gopal, S.S.; Lakshmi, M.J.; Sharavana, G.; Sathaiah, G.; Sreerama, Y.N.; Baskaran, V. Lactucaxanthin—A potential anti-diabetic carotenoid from lettuce (*Lactuca sativa*) inhibits α -amylase and α -glucosidase activity in vitro and in diabetic rats. *Food Funct.* **2017**, *8*, 1124–1131. [Google Scholar (https://scholar.google.com /scholar_lookup?title=Lactucaxanthin%E2%80%93A+potential+anti-diabetic+carotenoid+from+lettuce+(Lactuca+sativa)+inhibits+%CE%B1-amylase+and+%CE%B1-glucosidase+activity+in+vitro+and+in+diabetic+rats&author=Gopal,+S.S.&author=Lakshmi,+M.J.&author=Sharavana,+G.&author=Sathaiah,+G.&author=Sreerama,+Y.N.&author=Baskaran,+V.&publication_year=2017&journal=Food+Funct.&volume=8&pages=1124%E2%80%931131&doi=10.1039/C6FO01655C)] [CrossRef (https://dx.doi.org/10.1039/C6FO01655C)]
9. KanthaL, L.K.; Satyavathi, K.; Bhojaraju, P.; Kumar, M.P. Hepatoprotective activity of methanolic extracts of *Lactuca runcinata* DC and *Gyrocarpus asiaticus* Willd. *Beni-Suef Univ. J. Basic Appl. Sci.* **2017**, *6*, 321–325. [Google Scholar (https://scholar.google.com /scholar_lookup?title=Hepatoprotective+activity+of+methanolic+extracts+of+Lactu ca+runcinata+DC+and+Gyrocarpus+asiaticus+Willd&author=KanthaL,+L.K.&author=Satyavathi,+K.&author=Bhojaraju,+P.&author=Kumar,+M.P.&publication_year=2017&journal=Beni-Suef+Univ.+J.+Basic+Appl.+Sci.&volume=6&pages=321%E2%80%93325&doi=10.1016/j.bjbas.2017.05.002)] [CrossRef (https://dx.doi.org/10.1016/j.bjbas.2017.05.002)]



10. Sadeghnia, H.R.; Farahm, S.K.; Asadpour, E.; Rakhsh, H.; Ghorbani, A. Neuroprotective effect of *Lactuca sativa* on glucose/serum deprivation-induced cell death. *Afr. J. Pharm. Pharmacol.* **2012**, *6*, 2464–2471. [Google Scholar (https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Neuroprotective+effect+of+Lactuca+sativa+on+glucose+serum+deprivation-induced+cell+death&author=Sadeghnia,+H.R.&author=Farahm,+S.K.&author=Asadpour,+E.&author=Rakhsh,+H.&author=Ghorbani,+A.&publication_year=2012&journal=Afr.+J.+Pharm.+Pharmacol.&volume=6&pages=2464%E2%80%932471&doi=10.5897/AJPP12.085)] [CrossRef (<https://dx.doi.org/10.5897/AJPP12.085>)]
11. Sayyah, M.; Hadidi, N.; Kamalinejad, M. Analgesic and anti-inflammatory activity of *Lactuca sativa* seed extract in rats. *J. Ethnopharmacol.* **2004**, *92*, 325–329. [Google Scholar (https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Analgesic+and+anti-inflammatory+activity+of+Lactuca+sativa+seed+extract+in+rats&author=Sayyah,+M.&author=Hadidi,+N.&author=Kamalinejad,+M.&publication_year=2004&journal=J.+Ethnopharmacol.&volume=92&pages=325%E2%80%93329&doi=10.1016/j.jep.2004.03.016)] [CrossRef (<https://dx.doi.org/10.1016/j.jep.2004.03.016>)]
12. Harsha, S.N.; Anilakumar, K.R. Effects of *Lactuca sativa* extract on exploratory behavior pattern, locomotor activity and anxiety in mice. *Asian Pac. J. Trop. Dis.* **2012**, *2*, S475–S479. [Google Scholar ([https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Effects+of+Lactuca+sativa+extract+on+exploratory+behavior+pattern,+locomotor+activity+and+anxiety+in+mice&author=Harsha,+S.N.&author=Anilakumar,+K.R.&publication_year=2012&journal=Asian+Pac.+J.+Trop.+Dis.&volume=2&pages=S475%E2%80%93S479&doi=10.1016/S2222-1808\(12\)60206-0](https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Effects+of+Lactuca+sativa+extract+on+exploratory+behavior+pattern,+locomotor+activity+and+anxiety+in+mice&author=Harsha,+S.N.&author=Anilakumar,+K.R.&publication_year=2012&journal=Asian+Pac.+J.+Trop.+Dis.&volume=2&pages=S475%E2%80%93S479&doi=10.1016/S2222-1808(12)60206-0))] [CrossRef ([https://dx.doi.org/10.1016/S2222-1808\(12\)60206-0](https://dx.doi.org/10.1016/S2222-1808(12)60206-0))]
13. Chu, Y.-F.; Sun, J.; Wu, X.; Liu, R.H. Antioxidant and antiproliferative activities of common vegetables. *J. Agric. Food Chem.* **2002**, *50*, 6910–6916. [Google Scholar (https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Antioxidant+and+antiproliferative+activities+of+common+vegetables&author=Chu,+Y.-F.&author=Sun,+J.&author=Wu,+X.&author=Liu,+R.H.&publication_year=2002&journal=J.+Agric.+Food+Chem.&volume=50&pages=6910%E2%80%936916&doi=10.1021/jf020665f&pmid=12405796)] [CrossRef (<https://dx.doi.org/10.1021/jf020665f>)] [PubMed (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12405796>)]

14. Michalska, K.; Stojakowska, A.; Malarz, J.; Doležalová, I.; Lebeda, A.; Kisiel, W. Systematic implications of sesquiterpene lactones in *Lactuca* species. *Biochem. Syst. Ecol.* **2009**, *37*, 174–179. [Google Scholar (https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Systematic+implications+of+sesquiterpene+lactones+in+Lactuca+species&author=Michalska,+K.&author=Stojakowska,+A.&author=Malarz,+J.&author=Dole%25%BEalov%23%A1,+I.&author=Lebeda,+A.&author=Kisiel,+W.&publication_year=2009&journal=Biochem.+Syst.+Ecol.&volume=37&pages=174%25%80%93179&doi=10.1016/j.bse.2009.02.001)] [CrossRef (<https://dx.doi.org/10.1016/j.bse.2009.02.001>)]
15. Wesołowska, A.; Nikiforuk, A.; Michalska, K.; Kisiel, W.; Chojnacka-Wójcik, E. Analgesic and sedative activities of lactucin and some lactucin-like guaianolides. *J. Ethnopharmacol.* **2006**, *107*, 254–258. [Google Scholar (https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Analgesic+and+sedative+activities+of+lactucin+and+some+lactucin-like+guaianolides&author=Weso%25%82owska,+A.&author=Nikiforuk,+A.&author=Michalska,+K.&author=Kisiel,+W.&author=Chojnacka-W%23%B3jcik,+E.&publication_year=2006&journal=J.+Ethnopharmacol.&volume=107&pages=254%25%80%93258&doi=10.1016/j.jep.2006.03.003)] [CrossRef (<https://dx.doi.org/10.1016/j.jep.2006.03.003>)]
16. Kim, H.W.; Suh, H.J.; Choi, H.S.; Hong, K.B.; Jo, K. Effectiveness of the sleep enhancement by green romaine lettuce (*Lactuca sativa*) in a rodent model. *Biol. Pharm. Bull.* **2019**, *42*, 1726–1732. [Google Scholar ([https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Effectiveness+of+the+sleep+enhancement+by+green+romaine+lettuce+\(Lactuca+sativa\)+in+a+rodent+model&author=Kim,+H.W.&author=Suh,+H.J.&author=Choi,+H.S.&author=Hong,+K.B.&author=Jo,+K.&publication_year=2019&journal=Biol.+Pharm.+Bull.&volume=42&pages=1726%25%80%931732&doi=10.1248/bpb.b19-00454](https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Effectiveness+of+the+sleep+enhancement+by+green+romaine+lettuce+(Lactuca+sativa)+in+a+rodent+model&author=Kim,+H.W.&author=Suh,+H.J.&author=Choi,+H.S.&author=Hong,+K.B.&author=Jo,+K.&publication_year=2019&journal=Biol.+Pharm.+Bull.&volume=42&pages=1726%25%80%931732&doi=10.1248/bpb.b19-00454))] [CrossRef (<https://dx.doi.org/10.1248/bpb.b19-00454>)]
17. Baytop, T. *Türkiye’de Bitkiler ile Tedavi (Gecmiste ve Bugun)*; Nobel Tip Kitabevleri: Istanbul, Turkey, 1998. [Google Scholar ([https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Türkiye%25%80%99de+Bitkiler+ile+Tedavi+\(Gecmiste+ve+Bugun\)&author=Baytop,+T.&publication_year=1998](https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Türkiye%25%80%99de+Bitkiler+ile+Tedavi+(Gecmiste+ve+Bugun)&author=Baytop,+T.&publication_year=1998))]



18. Ismail, H.; Mirza, B. Evaluation of analgesic, anti-inflammatory, anti-depressant and anti-coagulant properties of *Lactuca sativa* (CV. Grand Rapids) plant tissues and cell suspension in rats. *BMC Complement. Altern. Med.* **2015**, *15*, 199. [Google Scholar (https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Evaluation+of+analgesic,+anti-inflammatory,+anti-depressant+and+anti-coagulant+properties+of+Lactuca+sativa+(CV.+Grand+Rapids)+plant+tissues+and+cell+suspension+in+rats&author=Ismail,+H.&author=Mirza,+B.&publication_year=2015&journal=BMC+Complement.+Altern.+Med.&volume=15&pages=199&doi=10.1186/s12906-015-0742-0)] [CrossRef (https://dx.doi.org/10.1186/s12906-015-0742-0)]
19. Sutrisna, E.; Azizah, T.; Wuryaningrum, A.; Sari, M.P. The potency of *Lactuca sativa* Linn. and *Apium graveolens* L. from Indonesia as tranquilizer. *Int. J. Ayurveda Pharm. Res.* **2015**, *3*, 6–11. [Google Scholar (https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=The+potency+of+Lactuca+sativa+Linn.+and+Apium+graveolens+L.+from+Indonesia+as+tranquilizer&author=Sutrisna,+E.&author=Azizah,+T.&author=Wuryaningrum,+A.&author=Sari,+M.P.&publication_year=2015&journal=Int.+J.+Ayurveda+Pharm.+Res.&volume=3&pages=6%E2%80%9311)]
20. Sessa, R.A.; Bennett, M.H.; Lewis, M.J.; Mansfield, J.W.; Beale, M.H. Metabolite profiling of sesquiterpene lactones from *Lactuca* species major latex components are novel oxalate and sulfate conjugates of lactucin and its derivatives. *J. Biol. Chem.* **2000**, *275*, 26877–26884. [Google Scholar (https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Metabolite+profiling+of+sesquiterpene+lactones+from+Lactuca+species+major+latex+components+are+novel+oxalate+and+sulfate+conjugates+of+lactucin+and+its+derivatives&author=Sessa,+R.A.&author=Bennett,+M.H.&author=Lewis,+M.J.&author=Mansfield,+J.W.&author=Beale,+M.H.&publication_year=2000&journal=J.+Biol.+Chem.&volume=275&pages=26877%E2%80%9326884)]
21. Courvoisier, S.; Ducrot, R.; Julou, L. *Psychotropic Drugs*; Garattini, S., Ghetti, V., Eds.; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 1957. [Google Scholar (https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Psychotropic+Drugs&author=Courvoisier,+S.&author=Ducrot,+R.&author=Julou,+L.&publication_year=1957)]

22. Laroche, M.-J.; Rousselet, F. *Les Animaux de Laboratoire: Éthique et Bonnes Pratiques*; Editions Masson: Paris, France, 1990. [Google Scholar (https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Les+Animaux+de+Laboratoire:+%C3%89thique+et+Bonnes+Pratiques&author=L%C3%A0roche,+M.-J.&author=Rousselet,+F.&publication_year=1990)]
23. Srikanth, J.; Muralidharan, P. CNS activity of the methanol extracts of *Sapindus emarginatus* Vahl in experimental animal models. *J. Sci. Res.* **2009**, *1*, 583–593. [Google Scholar (https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=CNS+activity+of+the+methanol+extracts+of+Sapindus+emarginatus+Vahl+in+experimental+animal+models&author=Srikanth,+J.&author=Muralidharan,+P.&publication_year=2009&journal=J.+Sci.+Res.&volume=1&pages=583%E2%80%93593&doi=10.3329/jsr.v1i3.1772)] [CrossRef (<https://dx.doi.org/10.3329/jsr.v1i3.1772>)]
24. Jänicke, B.; Coper, H. Tests in rodents for assessing sensorimotor performance during aging. In *Advances in Psychology*; Ferrandez, A.-M., Teasdale, N., Eds.; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 1996; Volume 114, pp. 201–233. [Google Scholar (https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Tests+in+rodents+for+assessing+sensorimotor+performance+during+aging&author=J%C3%A4nicke,+B.&author=Coper,+H.&publication_year=1996&pages=201%E2%80%93233)]
25. Hoffmann, G. *Les Animaux de Laboratoire: Précis*; Editions Masson: Paris, France, 1963. [Google Scholar (https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Les+Animaux+de+Laboratoire:+Pr%C3%A9cis&author=Hoffmann,+G.&publication_year=1963)]
26. Alnamer, R.; Alaoui, K.; Boudida, E.H.; Benjouad, A.; Cherrah, Y. Sedative and hypnotic activities of the methanolic and aqueous extracts of *Lavandula officinalis* from Morocco. *Adv. Pharmacol. Sci.* **2012**, *2012*, 270824. [Google Scholar (https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Sedative+and+hypnotic+activities+of+the+methanolic+and+aqueous+extracts+of+Lavandula+officinalis+from+Morocco&author=Alnamer,+R.&author=Alaoui,+K.&author=Boudida,+E.H.&author=Benjouad,+A.&author=Cherrah,+Y.&publication_year=2012&journal=Adv.+Pharmacol.+Sci.&volume=2012&pages=270824)]



27. Clark, G.; Koester, A.G.; Pearson, D.W. Exploratory behavior in chronic disulfoton poisoning in mice. *Psychopharmacology* **1971**, *20*, 169–171. [Google Scholar (https://scholar.google.com (/toggle_desktop_layout_cookie) Q ≡ /scholar_lookup?title=Exploratory+behavior+in+chronic+disulfoton+poisoning+in+mice&author=Clark,+G.&author=Koester,+A.G.&author=Pearson,+D.W.&publication_year=1971&journal=Psychopharmacology&volume=20&pages=169%E2%80%93171&doi=10.1007/BF00404370)] [CrossRef (https://dx.doi.org/10.1007/BF00404370)]
28. File, S.E.; Wardill, A.G. Validity of head-dipping as a measure of exploration in a modified hole-board. *Psychopharmacology* **1975**, *44*, 53–59. [Google Scholar (https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Validity+of+head-dipping+as+a+measure+of+exploration+in+a+modified+hole-board&author=File,+S.E.&author=Wardill,+A.G.&publication_year=1975&journal=Psychopharmacology&volume=44&pages=53%E2%80%9359&doi=10.1007/BF00421184&pmid=1197580)] [CrossRef (https://dx.doi.org/10.1007/BF00421184)] [PubMed (https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1197580)]
29. Aziz, A.; Khan, I. Pharmacological evaluation of sedative and hypnotic activities of methanolic extract of *Lycopus europaeus* in mice. *Int. J. Phytopharm.* **2013**, *2*, 8–12. [Google Scholar (https://scholar.google.com /scholar_lookup?title=Pharmacological+evaluation+of+sedative+and+hypnotic+activities+of+methanolic+extract+of+Lycopus+europaeus+in+mice&author=Aziz,+A.&author=Khan,+I.&publication_year=2013&journal=Int.+J.+Phytopharm.&volume=2&pages=8%E2%80%9312)]
30. Williamson, E.M.; Okpako, D.T.; Evans, F.J. *Selection, Preparation and Pharmacological Evaluation of Plant Material*; John Wiley & Sons: Hoboken, NJ, USA, 1996; Volume 1. [Google Scholar (https://scholar.google.com /scholar_lookup?title=Selection,+Preparation+and+Pharmacological+Evaluation+of+Plant+Material&author=Williamson,+E.M.&author=Okpako,+D.T.&author=Evans,+F.J.&publication_year=1996)]



Herrera-Ruiz, M.; Gutiérrez, C.; Jiménez-Ferrer, J.E.; Tortoriello, J.; Mirón, G.; León, I. Central nervous system depressant activity of an ethyl acetate extract from Ipomoea stans roots. *J. Ethnopharmacol.* **2007**, *112*, 243–247. [Google Scholar] (https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Central+nervous+system+depressant+activity+of+an+ethyl+acetate+extract+from+Ipomoea+stans+roots&author=Herrera-Ruiz,+M.&author=Guti%C3%A9rrez,+C.&author=Jim%C3%A9nez-Ferrer,+J.E.&author=Tortoriello,+J.&author=Mir%C3%B3n,+G.&author=Le%C3%B3n,+I.&publication_year=2007&journal=J.+Ethnopharmacol.&volume=112&pages=243%E2%80%93247&doi=10.1016/j.jep.2007.03.004&pmid=17482785)] [CrossRef] (https://dx.doi.org/10.1016/j.jep.2007.03.004)] [PubMed] (https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17482785)]

Sample Availability: Samples of the compounds are available from the authors.

© 2020 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>) (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>) (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)).

Molecules ([/journal/molecules](https://journal/molecules)), EISSN 1420-3049, Published by MDPI **Disclaimer**

RSS ([/rss/journal/molecules](https://rss/journal/molecules)) **Content Alert** ([/journal/molecules/toc-alert](https://journal/molecules/toc-alert))

Further Information

Article Processing Charges ([/apc](https://apc))

Pay an Invoice ([/about/payment](https://about/payment))

Open Access Policy ([/openaccess](https://openaccess))

Contact MDPI ([/about/contact](https://about/contact))

Jobs at MDPI (<https://careers.mdpi.com>)

Guidelines

For Authors ([/authors](https://authors))

For Reviewers ([/reviewers](https://reviewers))

For Editors ([/editors](https://editors))

[For Librarians \(/librarians\)](/librarians)

[For Publishers \(/publishing_services\)](/publishing_services)

[For Societies \(/societies\)](/societies)

**[MDPI Initiatives
For Conference Organizers \(/conference_organizers\)](/conference_organizers)**

[Sciforum \(https://sciforum.net\)](https://sciforum.net)

[MDPI Books \(https://www.mdpi.com/books\)](https://www.mdpi.com/books)

[Preprints \(https://www.preprints.org\)](https://www.preprints.org)

[Scilit \(https://www.scilit.net\)](https://www.scilit.net)

[SciProfiles \(https://sciprofiles.com\)](https://sciprofiles.com)

[Encyclopedia \(https://encyclopedia.pub\)](https://encyclopedia.pub)

[JAMS \(https://jams.pub\)](https://jams.pub)

[Proceedings Series \(/about/proceedings\)](/about/proceedings)

 [\(/toggle_desktop_layout_cookie\)](#)  

Follow MDPI

[LinkedIn \(https://www.linkedin.com/company/mdpi\)](https://www.linkedin.com/company/mdpi)

[Facebook \(https://www.facebook.com/MDPIOpenAccessPublishing\)](https://www.facebook.com/MDPIOpenAccessPublishing)

[Twitter \(https://twitter.com/MDPIOpenAccess\)](https://twitter.com/MDPIOpenAccess)



**Subscribe to receive issue release
notifications and newsletters from
MDPI journals**

Select options ▼

Enter your email address...

Subscribe

© 1996–2022 MDPI (Basel, Switzerland) unless otherwise stated

[Disclaimer](#)

[Terms and Conditions \(/about/terms-and-conditions\)](/about/terms-and-conditions)

[Privacy Policy \(/about/privacy\)](/about/privacy)



Front Plant Sci. 2021; 12: 697136.

Published online 2021 Jul 26. doi: [10.3389/fpls.2021.697136](https://doi.org/10.3389/fpls.2021.697136)

Sequence of the Mitochondrial Genome of *Lactuca virosa* Suggests an Unexpected Role in *Lactuca sativa*'s Evolution

Arnaud Fertet,¹ Stéphanie Graindorge,¹ Sandrine Koechler,¹ Gert-Jan de Boer,² Emilie Guilloteau-Fonteny,³ and José M. Gualberto^{1,*}

Abstract

The involvement of the different *Lactuca* species in the domestication and diversification of cultivated lettuce is not totally understood. *Lactuca serriola* is considered as the direct ancestor and the closest relative to *Lactuca sativa*, while the other wild species that can be crossed with *L. sativa*, *Lactuca virosa*, and *Lactuca saligna*, would have just contributed to the latter diversification of cultivated typologies. To contribute to the study of *Lactuca* evolution, we assembled the mtDNA genomes of nine *Lactuca* spp. accessions, among them three from *L. virosa*, whose mtDNA had not been studied so far. Our results unveiled little to no intraspecies variation among *Lactuca* species, with the exception of *L. serriola* where the accessions we sequenced diverge significantly from the mtDNA of a *L. serriola* accession already reported. Furthermore, we found a remarkable phylogenetic closeness between the mtDNA of *L. sativa* and the mtDNA of *L. virosa*, contrasting to the *L. serriola* origin of the nuclear and plastidial genomes. These results suggest that a cross between *L. virosa* and the ancestor of cultivated lettuce is at the origin of the actual mitochondrial genome of *L. sativa*.

Keywords: mitochondrial genome, genome evolution, lettuce, *Lactuca virosa*, *Lactuca serriola*, *Lactuca saligna*

Introduction

Within the *Lactuca* genus which contains about 100 species, four species are well-described and characterized: the cultivated one, *Lactuca sativa*, and three wild species, *L. saligna*, *L. serriola*, and *Lactuca virosa*, which can all be crossed with *L. sativa* (Ryder, 1999). *L. saligna*, with its long and narrow leaves (Lindqvist, 1960), is also called “least lettuce,” while *L. serriola* is named “prickly lettuce,” because of the harder prickles in its lobed leaves and stem. *L. virosa*, or “great lettuce,” shows many phenotypic variations according to ecotypes: leaves can be lobed or not, some with prickles others not, but all have broad leaves (Lindqvist, 1960). The differences between *L. sativa*, the domesticated lettuce, and the wild species are morphological, like the formation of the lettuce head at the vegetative stage, and a less bitter taste through the reduction of latex production. On the market, four *L. sativa* typologies are predominant (Davis et al., 1997): Crisphead lettuces (var. *capitata* L. *salinas*), Cos lettuces (var. *longifolia*), leaf lettuces (var. *acephala* Alef.), and Butterhead lettuces (var. *capitata* L. *nidus tenerrima*).

The process of domestication, that led to *L. sativa*, is not clearly understood. It is established that *L. serriola* is one of the direct ancestors and the closest related species ([de Vries, 1990](#); [Kesseli et al., 1991](#); [de Vries and van Raamsdonk, 1994](#)) and that hybrids *L. sativa* × *L. serriola* are self-fertile ([Thompson et al., 1941](#); [Thompson, 1943](#)). *L. virosa* and *L. saligna* are playing an important role in the development of lettuce cultivars, and especially in the introgression of resistance genes like the ones for *Bremia lactucae* ([Parra et al., 2021](#)). However, a study based on RFLP markers suggested that *L. sativa* could have a polyphyletic origin, but without being able to identify other contributing species ([Kesseli et al., 1991](#)). More recently, a study investigated the genealogy of North American lettuces and identified *L. virosa* as introgressed in *L. sativa* in certain lineages of cultivars, such as in a group of Crisphead lettuces. *L. virosa* would contribute to a more robust root system and decreased leaf drop ([Mikel, 2007](#)). The advances in sequencing technologies and the recent increase in available sequenced genomes helped to clarify the relationship between *Lactuca* spp. Two sets of markers were developed: as nuclear marker, a set of ribosomal internal transcribed spacers (ITS), ITS-1 and ITS-2, which flank the 5.8 rRNA gene sequence, and as chloroplast marker the concatenated sequence of the *ndhF* and *trnL-F* genes ([Koopman et al., 1998](#); [Wei et al., 2017](#)). These studies showed that the *Lactuca* spp. can be subdivided into several clades among which the *crop group* containing *L. sativa*, *L. saligna*, *L. serriola*, and *L. virosa* ([Wei et al., 2017](#)). This subdivision goes further and the species can be distinguished, with the very exception of *L. sativa* and *L. serriola* that could not be separated from each other ([Koopman et al., 2001](#)). Regarding the mitochondrial genome (or mtDNA), the ones of *L. sativa* (363 kb), *L. saligna* (368 kb), and *L. serriola* (363 kb) were recently published, which allowed the development of a new set of markers ([Kozik et al., 2019](#)).

It is not surprising that the last *L. sativa* genome released was the mtDNA. Indeed, the large size and complex and dynamic structure of plant mitochondrial genomes makes their sequencing and assembly delicate. The presence of mitochondrial sequences inserted in the nuclear genome, also known as NUMTs (Nuclear MiTochondrial sequences), further complicates their assembly from total genomic data. This is a relatively lesser issue in *Arabidopsis thaliana* and its small nuclear genome of ±157 Mb ([The Arabidopsis Genome Initiative, 2000](#); [Bennett et al., 2003](#)), but it is a different situation for plants with much bigger nuclear genomes, such as lettuce (2.9 Gb) ([Reyes-Chin-Wo et al., 2017](#)). There are two ways to work around this problem: choose a higher-throughput sequencing strategy to increase sequencing depth, or enrich the mtDNA concentration by extracting it from purified mitochondria. Then, once the sequencing is done the challenge is not finished. Plant mitochondrial genomes have highly dynamic and multipartite structures because of large repeated sequences (≥500 bp) involved in frequent and reciprocal recombination, which makes their assembly tricky. These large repeated regions cannot be crossed by a conventional short-read sequencing strategy. Consequently, during assembly these sequences remain contigs that can be linked to four other contigs (two per side) leading to four possible configurations. This assembly issue can only be overcome using a long-reads strategy (Pacbio SMRT or Illumina mate-pair) in combination with a short-reads one.

The content of plant mtDNAs varies little between species. Indeed, there are rarely any differences in gene content within a genus. Even in *Silene* spp. where there are massive changes in mtDNA genome size and structure, very few differences in gene content can be observed ([Sloan et al., 2012](#)). And there are even fewer intraspecific differences, like in *A. thaliana*, where different accessions have the same content in protein and tRNA genes ([Davila et al., 2011](#); [Sloan et al., 2018](#)). In fact, the diversity of plant mtDNAs is mainly found in their structure, such as in *A. thaliana* where the different sequences of the mtDNA are differently organized in different accessions, as in Col-0, C24, and Landsberg erecta ([Davila et al., 2011](#)). A major source of diversity in plant mtDNA content comes from its interaction with other genomes, by horizontal sequence transfer ([Marienfeld et al., 1999](#); [Bergthorsson et al., 2003](#)), and in particular with the plastidial genome (cpDNA). Indeed, the mtDNA of plants is often strewn with plastid DNA insertions. Most plastid DNA sequences transferred to the mtDNA are neutral ([Cummings et al., 2003](#)), but several

chloroplast-derived tRNA genes have been recruited to be functional in mitochondria ([Dietrich et al., 1996](#)).

In this work our goal was to assess the diversity of mtDNA genomes interspecies among different *Lactuca* species, and intraspecies among different accessions of the same species. The final objective is to better understand the contribution of the different wild-type *Lactuca* species to the domestication and diversification of *L. sativa*. Here we determined the complete mtDNA sequences of nine accessions from four related species in the genus *Lactuca*. The nuclear data confirmed previous reports showing that *L. sativa* and *L. serriola* are closely related species and distinct from *L. saligna* and *L. virosa* ([Koopman et al., 1998](#); [Wei et al., 2017](#); [Zhang et al., 2017](#)). The phylogeny of the complete chloroplastic genome sequences was in line with the nuclear one. However, we found that from the sequence and structural points of view the mtDNA of *L. sativa* is closer to the one from *L. virosa* than to the ones from *L. saligna* or *L. serriola*. The close phylogenetic relation between the mtDNA of *L. sativa* and *L. virosa* is further supported by a clear divergence in cpDNA insertions in the mtDNA, where *L. sativa* and *L. virosa* share a same specific one, whereas *L. serriola* and *L. saligna* share a distinct cpDNA insertion. Our results highlight a complex origin of the organellar genomes of cultivated lettuce.

Materials and Methods

Plant Material and Growth Conditions

A collection of nine accessions ([Supplementary Table 1](#)) belonging to four different *Lactuca* species (*L. sativa*, *L. saligna*, *L. serriola*, and *L. virosa*) originating from diverse geographical origins were used in this study and seeds are available upon request. Seeds of all accessions were provided by the company Enza Zaden (Enkhuizen, Netherlands), and propagated to obtain sufficient seeds for mitochondria purification. All accessions are recorded in the company Genbank and were isolated either by Enza Zaden (*L. sativa* accessions LACWENDEL and [LAC004500](#), *L. saligna* accession [LAC008020](#), *L. serriola* accession [LAC005780](#), *L. virosa* accession [LAC006941](#)) or originate from other collections (*L. serriola* accession [CGN004799](#), *L. virosa* accessions [CGN013357](#) and [CGN019045](#) are from the Centre for Genetic Resources, Wageningen University and Research and *L. sativa* accession [UC12100](#) is from the University of California, Davis).

Seeds were sterilized prior to growth by incubation for 30 s with 70% ethanol followed by 10 min with 1% NaOH, washed with sterile water and dried on blotting paper in a sterile flow cabinet. Sterilized seeds were placed on T-300 blotting paper (Ø 80 mm; All Paper b.v., Didam, Netherlands) in Pétri dishes and wet with 5 mL of sterile water. The Pétri dishes were sealed with parafilm to keep humidity and stratified for 2 days at 4°C to induce germination, followed by growth in the dark at 21°C up to 7 days.

Mitochondrial DNA Extraction

Whole 7 days old *Lactuca* etiolated seedlings were used for mitochondria preparation. Briefly, about 1,000 seedlings are ground with a mortar and pestle in grinding buffer (0.6 M sucrose, 50 mM tetrasodium pyrophosphate, 4 mM EDTA, 20 mM KH₂PO₄, 2% PVP-40, 2% BSA, pH 7.5, 40 mM ascorbate, 10 mM cysteine, 2 mM DTT; 10 mL for 100 seedlings). The suspension is filtered through two layers of nylon mesh (96 µm) and the solid material is ground a second time in 10 mL of grinding buffer and filtered. The suspension is then fractionated by differential centrifugation to eliminate particles with low sedimentation coefficients (10 min at 3,500 *g*, twice 5 min at 3,500 *g*, 5 min at 6,000 *g*) followed by a final sedimentation of the mitochondria enriched fraction (20 min at 17,000 *g*). The pellet is then resuspended in wash-

ing buffer (0.3 M sucrose, 10 mM MOPS, 0.1% BSA, pH 7.5) and mitochondria purified on Percoll step gradients (18–25–50% representing 33–50–17% of the total gradient volume of 2.2 mL), at 25,000 *g* for 25 min on an Optima MAX-TL (rotor TLA 100.3) from Beckman Coulter (Brea, CA, United States). The purified mitochondria band is collected at the 25–50% Percoll interphase. After mitochondria purification, contaminant nuclear or plastid DNA bound to the mitochondria surface is removed by DNase treatment. For that mitochondria are resuspended in 100 µL of washing buffer containing 50 µg DNase I and 0.55 µM Mg²⁺ and incubated 20 min at 25°C. After incubation, 1 mL of washing medium containing EDTA and EGTA (both at 10 mM) is added and mitochondria sedimented at 18,000 *g* for 15 min. DNA extraction from purified mitochondria was performed using the *QIAamp*® *DNA Micro* kit (Qiagen, Venlo, Netherlands) following the protocol “Isolation of Genomic DNA from tissues.”

DNA Sequencing

For Illumina sequencing, library preparation and sequencing reactions were performed by the IBMP “gene expression analysis” platform. Libraries were prepared with the Nextera XT DNA Library Prep kit (Illumina, San Diego, CA, United States) and their size checked on a 2100 Bioanalyzer (Agilent, Santa Clara, CA, United States). The libraries were then sequenced with paired-end 2 × 151 reads on a MiSeq System (Illumina). The raw Illumina reads were deposited in GenBank under accession numbers [ERS5266978](#) and [ERS5267070](#) to [ERS5267078](#).¹ Pacbio sequencing of the mtDNA of *L. sativa* var. *capitata* *L. nidus tenerrima* (accession LACWendel) was performed by Keygene (Wageningen, Netherlands) on a Pacbio Sequel II instrument (Pacific Biosciences, Menlo Park, CA, United States). The sequencing generated 19.9 Gb from 3.2 million reads (average read size 3,051 pb). The raw PacBio reads were deposited in GenBank under accession number [ERS5266954](#).¹

Sequences Alignments and Phylogenetic Analysis

From GenBank we obtained 88 *Lactuca* ITS1-5.8S-ITS2 sequences from eight species: *L. sativa*, *Lactuca dregeana*, *Lactuca indica*, *L. saligna*, *Lactuca scandens*, *L. serriola*, *Lactuca sibirica*, and *Lactuca virosa* ([Supplementary Table 2](#)). For the ITS1-5.8S-ITS2 sequences of accessions described in [Supplementary Table 1](#) and from [Kozik et al. \(2019\)](#) the Illumina reads were mapped on *L. sativa* references ([KT249801.1](#)) with the Burrows-Wheeler Aligner bwa-mem (v0.7.7.17-r1188) ([Li and Durbin, 2009](#)) and mapped reads were assembled with *SPAdes* (v3.13.1) ([Bankevich et al., 2012](#)). Finally, assembled sequences were manually trimmed to match starts and ends of reference sequences. Sequence alignments were performed on *MEGA X* (v10.1.7) ([Kumar et al., 2018](#); [Stecher et al., 2020](#)) using *MUSCLE* ([Edgar, 2004](#)) with default options. Maximum likelihood trees were also built on *MEGA X*, using the bootstrap method (1,000 replications) with default options and final trees were computed on the *Interactive Tree Of Life* (v6) ([Letunic and Bork, 2019](#)).

The plastid genomes assembly and comparison was performed using *MacVector* (v18.1.5) (MacVector INC., Apex, NC, United States) Assembler plugin's. Illumina reads were mapped on the *L. sativa* cultivar Salinas cpDNA reference ([AP007232.1](#)) with the aligner Bowtie v1.3.0 ([Langmead et al., 2009](#)). Sequences were aligned with ClustalW 1.83 implemented in the MacVector package using default options. Regions of ambiguity that are duplicated in the mitochondrial genome were removed from the alignment. Maximum likelihood trees were built by the neighbor-joining method. The alignment is given as [Supplementary Data](#).

Concatenated protein coding sequences of the mtDNA were manually assembled, from the annotations of the genomes. They were aligned with ClustalW 1.83 and maximum likelihood trees built by the neighbor-

joining method, using the software implemented in the MacVector package. The alignment is given as [Supplementary Data](#).

Assembly of the Mitochondrial Genomes

The assembly of the mtDNA of *L. sativa* var. *capitata* L. *nidus tenerrima* combined Illumina and Pacbio reads. Contigs from Illumina MiSeq paired-end (2 × 150 bases) were built with the organellar *de novo* assembler *Novoplasty* (v2.4) (*k*-mer 22) ([Dierckxsens et al., 2016](#)). This led to 48 contigs, among them 22 were confirmed as mtDNA contigs by *BLAST* ([Altschul et al., 1990](#)). Repeated regions were identified as the overlap between four different contigs and particularly three large ones: R01 (34,696 bp), R02 (10,430 bp), and R03 (3,552 bp). Raw Pacbio data delivered by Keygene were mapped on the 21 mtDNA contigs from Illumina with *bwa-mem* ([Supplementary Figure 1A](#)). Mapped Pacbio reads were then assembled using *Canu* ([Koren et al., 2017](#)) to obtain four contigs. Among them three large ones were identified as mitochondrial by *BLAST* (v2.10.1) ([Altschul et al., 1990](#)): 177,077 bp (PB01), 90,502 bp (PB02), and 73,475 bp (PB03). Interestingly, the start of the PB01 sequence overlaps its end for 5,225 bp. Consequently, we circularized it into a circular chromosome (PBc01) of 171,852 bp. Furthermore, we found that the extremities of contigs PB02 and PB03 mapped to sequences internal to PBc01, corresponding to repeated regions identified among *Novoplasty* contigs. So we circularized PB02 and PB03 using repeats R01 and R02, respectively, into circular chromosomes PBc02 (112,968 bp) and PBc03 (78,504 bp). The circular chromosomes were then assembled through recombination-like events involving repeated sequences R01 and R02 into a single circular molecule of 363,324 bp. The code used for the assembly is available at github.com/ARNTET/Pacbio_Illumina_mtDNA_assembly.

The assembly of the *L. saligna*, *L. sativa*, *L. serriola*, and *L. virosa* mitochondrial genomes was from Illumina reads. We built our pipeline ([Supplementary Figure 1B](#)) based on a recent work from [Garcia et al. \(2019\)](#). Illumina reads from *Lactuca* species were trimmed with *Trimmomatic* (v0.39) ([Bolger et al., 2014](#)) to remove adapter sequences and low quality ends and joined with *Fastq-join* (v1.3.1)² when paired reads mapped to each other. Then those reads were assembled into contigs with a first assembler: *Velvet* (v1.2.10) ([Zerbino and Birney, 2008](#)). Those contigs were mapped on the *L. sativa* var. *capitata* L. *nidus tenerrima* mtDNA sequence and mapped *Velvet* contigs were used as trusted contigs for a second round of assembly with *SPAdes* (v13.3.1) ([Bankevich et al., 2012](#)). *SPAdes* contigs were identified by *BLAST* (v2.10.1) ([Altschul et al., 1990](#)) and filtered according to their coverage. Filtered *SPAdes* contigs were extended with *SSPACE* (v1.12) into long scaffolds (up 170 kb). Finally, contigs were manually assembled into single circular molecules. The code used for the assembly is available at github.com/ARNTET/Illumina_plant_mtDNA_assembly.

Annotation of the Genomes

Lactuca sativa mtDNA was first automatically annotated using *GeSeq* (v2.0.3) ([Tillich et al., 2017](#)) with default settings for circular mitochondrial genome and with *Diplostephium hartwegii* ([KX063855.1](#)) as 3rd party reference. Then the annotation was manually reviewed with *L. sativa* RNA-seq data (accessions [SRR080725](#) and [SRR085107](#)). RNA-seq reads were mapped on *L. sativa* mtDNA using *Hisat2* (v2.1.0) ([Kim et al., 2015](#)) with reduced mismatch penalties (–mp parameter to “2.0”), allowing the mapping of more reads. SAM format files were then converted to BAM format with *Samtools* (v1.9) ([Li et al., 2009](#)). BAM files were sorted with *Samtools* for visualization on *IGV* (v2.8.12) ([Robinson et al., 2011](#)) to review CDS border. SNPs calling was made with *Freebayes* (v1.3.1) ([Garrison and Marth, 2012](#)), using default parameters. SNPs were filtered to remove non-C-to-U (or G-to-A) ones. Finally, only SNPs in coding regions were conserved and annotated as RNA editing sites. Code available at github.com/ARNTET/RNAseq_map-

[ping_hisat2](#).

The *L. saligna*, *L. serriola*, and *L. virosa* mitochondrial genomes were automatically annotated using GeSeq (v2.0.3) ([Tillich et al., 2017](#)) with default settings for circular mitochondrial genome and with the *L. sativa* mtDNA and the recently published *L. serriola* US96UC23 and *L. saligna* CGN5271 mtDNAs ([MK820672.1](#) and [MK759657.1](#), respectively) as “3rd party references.” The repeated regions among the *Lactuca* mtDNA sequences were identified by using the python script *ROUSfinder* (v1.1) ([Wynn and Christensen, 2019](#)). We annotated the sequences larger than 50 bp from the largest (R01) to the smallest (R17). The nomenclature in our dataset is based on the one of *L. sativa*, homologous repeated regions in the others *Lactuca* species mitogenomes are annotated with the same number. Visualization and identification of blocks of synteny between the mtDNA genomes assembled in this work was done with *progressiveMauve* (v2.4.0) ([Darling et al., 2010](#)) with default options. The annotated mtDNA sequences have been deposited in GenBank under accession numbers [MZ159953](#) (LsatUC12100), [MZ159954](#) (LsatLACWENDEL), [MZ159955](#) (LsatLAC004500), [MZ159956](#) (LsalLAC008020), [MZ159957](#) (LserCGN004799), [MZ159958](#) (LserLAC005780), [MZ159959](#) (LvirlAC006941), [MZ159960](#) (LvirlCGN013357), and [MZ159961](#) (LvirlCGN019045).

Results

Phenotypic Diversity Within a Collection of Nine Accessions of Cultivated and Wild Lettuce

For this study, we selected nine accessions of *Lactuca* spp. among those available at the Genbank of Enza Zaden (Enkhuizen, Netherlands): three of *L. sativa*, one of *L. saligna*, two of *L. serriola*, and three of *L. virosa*. The three *L. sativa* accessions represent two cultivars: LACWendel is a Butterhead lettuce (*L. sativa* var. *capitata* L. *nidus tenerrima*), and UC12100 and LAC004500 are Crisphead lettuce (var. *capitata* L. *salinas*). The accessions were selected to include the three wild *Lactuca* species believed to be at the origin of domesticated *L. sativa*, and covering a wide diversity of geographical origins ([Supplementary Table 1](#)). Accessions showed marked phenotypical variation according to the species, but also interspecies ([Figure 1](#)). At the seed level, seeds from *L. virosa* accessions are large and black, while *L. saligna* and *L. serriola* seeds are thinner and brown. The *L. sativa* LAC011481 seeds are also thin and brown, while those of *L. sativa* LACWendel and LAC004500 are white. The phenotypic variations are even stronger at the rosette stage. *L. sativa* accessions show upright spooned leaves while the leaves of the *L. virosa* accessions are long and droopy. The leaves of *L. serriola* plants are lobed shaped, but the ones *L. saligna* [LAC00820](#) are upright needle-like.



FIGURE 1

Phenotypes of the selected *Lactuca* at the rosette stage and corresponding seeds. **(A)** *L. sativa* LACWendel; **(B)** *L. sativa* LAC004500; **(C)** *L. sativa* US12100; **(D)** *L. saligna* LAC008020; **(E)** *L. serriola* CGN004799; **(F)** *L. serriola* LAC005780; **(G)** *L. virosa* CGN013357; **(H)** *L. virosa* LAC006941. *L. virosa* CGN019045 is not represented but it is similar to the two others *L. virosa* accessions, in terms of leaves and seeds shape and color.

Nuclear Sequence Diversity Among Accessions

We propagated the seeds of the selected accessions and prepared DNA from purified mitochondria, as described in “Materials and Methods.” The enrichment in mitochondrial DNA as compared to nuclear and plastidial DNA was evaluated by qPCR, using primer pairs specific for each genomic compartment: *18S* nuclear rRNA gene, *18S* mitochondrial rRNA gene, *NAD3* mitochondrial gene and *RBCL* plastid gene ([Supplementary Table 3](#)). For all samples the mtDNA was enriched more than 100-fold (up to ~10,000-fold for LACWendel), except for *L. virosa* LAC006941 (~80-fold), while the cpDNA was poorly enriched (~2.5 to ~20-fold). We successfully sequenced the mtDNA enriched samples from the nine selected accessions by Illumina MiSeq (2 × 151 bp). These Illumina reads were evaluated afterward with the corresponding mtDNA built below, and showed a proportion of mitochondrial reads from 57% for *L. sativa* UC12100 to 5% for *L. virosa* LAC006941, allowing coverages of 1362X to 86X, respectively ([Supplementary Table 4](#)). We also obtained Pacbio long reads from *L. sativa* LACWENDEL. Our aim was to build the sequence and structure of the mtDNA of the corresponding accession, which could be used later as scaffolds to build the structures of the other accessions. Because we lacked information on the accessions from our population, besides the name of the species and from where they had been collected, we first established the nuclear diversity within this population to confirm their identity. To do so we built the set of ribosomal ITS, ITS-1 and ITS-2, flanking the nuclear *5.8* rRNA gene sequence (640 bp), which has been previously used as nuclear marker to build phylogenetic relationships among *Asteraceae* species ([Koopman et al., 1998](#)). We did it for our selected accessions, from our Illumina reads, and for the *L. sativa* and *L. serriola* accessions from which the mtDNA was recently published and from which sequence data is available (accessions SRR080725 and SRR085107). We aligned the corresponding sequences to the 89 additional ones of *Asteraceae* species available on the NCBI nucleotide database ([Supplementary Table 2](#)). The alignment of these 100 sequences was 723 nucleotides long, comprising 404 conserved positions. The polyphyletic tree built using Maximum Likelihood from this alignment is shown in [Figure 2](#). In this tree, our sequences branched as expected, in the same clusters as others from the same species. It is possible to distinguish every individual species, at the exception of *L. sativa* and *L. serriola*, which are unresolvable with this marker, as previously described.

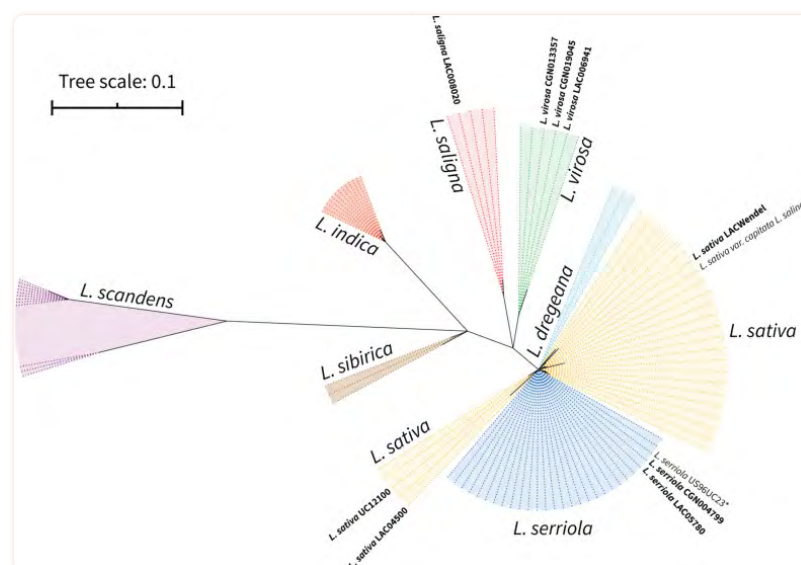


FIGURE 2

Phylogenetic relation of the selected *Lactuca* accessions according to nuclear marker (*ITS1-rRNA5.8S-ITS2*). Maximum likelihood phylogram of the sequences of internal transcribed spacers 1 and 2 and the 5.8S rRNA. Bootstrap values are not shown but branches with BS < 99 are collapsed. *Sequences assembled from [Kozik et al. \(2019\)](#) raw reads SRX5097892 (*L. serriola* US96UC23) and SRR577192 (*L. sativa* cv. *Salinas*).

This result confirmed the species identity of our selected accessions, and that *L. sativa* and *L. serriola* are closely related species that branch together and quite apart from *L. saligna* and *L. virosa*, at least at the nuclear level. On the other hand, our preliminary analysis of the nuclear sequences revealed that two accessions previously selected and annotated as *L. saligna* proved to be *L. sativa* accessions instead, highlighting the importance of previously confirming the identity of accessions obtained from germplasm banks.

Mitochondrial Genomes of the Selected *Lactuca* spp. Accessions

We assembled the mtDNA of *L. sativa* LACWENDEL by combining Illumina MiSeq (2 × 151 bp) and Pacbio long reads, as described in “Materials and Methods.” The mtDNA of *L. sativa* accessions [LAC004500](#) and [UC12100](#), of *L. saligna* LAC008020, of *L. serriola* accessions [CGN004799](#) and [LAC005780](#) and of *L. virosa* accessions [CGN013357](#), [CGN019045](#), and [LAC006941](#) were assembled by using Illumina MiSeq (2 × 151 bp) data only, from highly purified mtDNA. The assemblies generated, in each case, single circular molecules that are depicted in linearized forms in [Figure 3](#).

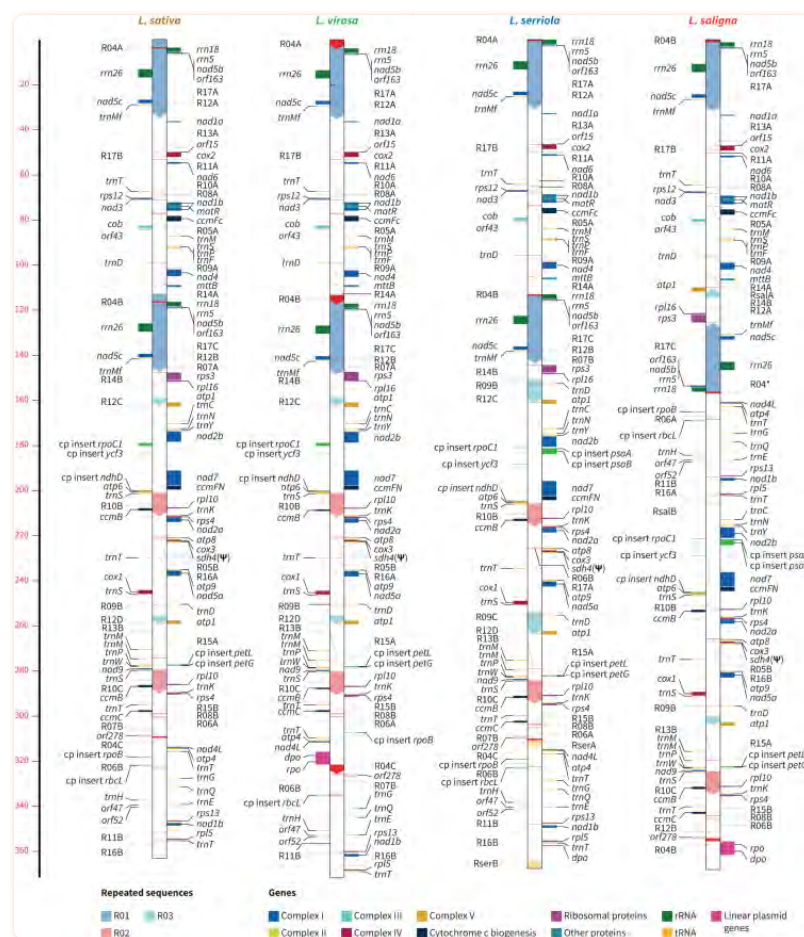


FIGURE 3

Linear representations of lettuce mitochondrial genomes. The relative positions of genes are indicated by horizontal lines, color coded by function, as indicated in the key at the bottom right. Transcription direction is down for genes on the right of the genome bar and up for those on the left. Large repeats (0.5 kb) are indicated by arrowed boxes within each genome bar, which are color coded according to the key at the bottom left. Plastidial DNA insertions (annotated as “cp insert”) are highlighted in green. Scale is in kilobases.

The three *L. sativa* mtDNA genomes are 363,324 bp long and are 100% identical, and perfect isoforms of the recently published ([Kozik et al., 2019](#)) mtDNA of *L. sativa* cultivar Salinas ([MK642355.1](#)). The switch from one isoform to the other possible ones requires homologous recombination events involving the large repeated sequences R02 and R03, which are 10,430 and 3,553 bp long, respectively. A dynamic structure by recombination involving large repeats is a known and expected feature of plant mtDNA genomes. The mtDNA of *L. saligna* LAC008020 is 368,269 bp long. The structure that we obtained using our assembly pipeline is the perfect isoform to the recently published mtDNA of *L. saligna* CGN5271 ([MK759657.1](#); [Kozik et al., 2019](#)). The two *L. serriola* mtDNAs that were assembled (accessions [CGN004799](#) and [LAC005780](#)) are 367,647 bp long and identical, both in sequence and in structure. However, they diverge significantly from the recently published mtDNA of *L. serriola* accession [US96UC23](#) ([MK820672.1](#)) which is 363,328 bp long ([Kozik et al., 2019](#)) and that seems to be an isoform of *L. sativa* mtDNA, with no sequence differences, while the mtDNAs of CGN004799 and LAC005780 are significantly different from *L. sativa*.

The mtDNAs of the three *L. virosa* accessions that were assembled (accessions [CGN013357](#), [CGN019045](#), and [LAC006941](#)) are 373,019 bp long. CGN013357 and LAC006941 are 100% identical and diverge from CGN019045 by two SNPs at positions 190,612 (C to A) and 190,615 (G to T). These positions are ~600 bp downstream *nad7* in a non-coding region. Consequently, only one genome per species is represented in [Figure 3](#).

These genomes are not only similar in size but also in gene content ([Supplementary Tables 5, 6](#)). Indeed, the mtDNAs of *L. sativa*, *L. saligna*, *L. serriola*, and *L. virosa* all carry the same mitochondrial protein and rRNAs genes ([Supplementary Table 6](#)). The only difference in coding content concerns tRNA genes, more specifically one additional copy of the *trnD*(GUC) gene of plastidial origin which is found in the mtDNA of *L. serriola*. Mapping of available lettuce RNA-seq data (*SRR080725* and *SRR085107*) confirmed expression of all protein and rRNA gene sequences. It also identified seven expressed *orfs* (*orf15*, *orf43*, *orf47*, *orf52a*, *orf52b*, *orf163*, and *orf278*) in the *L. sativa* mtDNA. Several of them seem to be co-transcribed with conventional mitochondrial genes; *orf15* with *cox2*, *orf43* with *cob*, *orf163* with *nad5*. The sequences and flanking regions of these *orfs* are conserved in all *Lactuca* mtDNAs that we built. Therefore, although there is no RNA-seq data for *L. saligna*, *L. serriola*, or *L. virosa*, these *orfs* are probably also transcribed in those species.

The RNA-seq data was also used to identify 738 RNA-editing sites in gene coding sequences. Among these sites, the one at position 245,933 (ACG) creates the initiation codon (AUG) of *cox1*, in 89% of the reads. The open reading frame of *rpl16* overlaps with the 3'-end of *rps3*, like in all higher plant mtDNAs already sequenced ([Newton et al., 1996](#)). It was therefore believed that translation of *rpl16* is initiated internally to the *rps3* sequence, but in a different frame ([Takemura et al., 1992](#)). However, it has been recently reported in *Solanum tuberosum* that an editing site that transforms a UCA serine codon into an UUA leucine codon in *rps3* creates an internal UAG stop codon in the overlapping *rpl16* reading frame, and that translation of *rpl16* should initiate downstream of *rps3* ([Varré et al., 2019](#)). We could identify the exact same event in *L. sativa* (editing site at position 151,176), thus confirming the strong conservation of this editing site and its essential importance for the correct expression of *rpl16*. The recent determination of the structure of the plant mitochondrial ribosome ([Waltz et al., 2020](#)) showed that the mature *rpl16* protein apparently starts at codon 37 of the corresponding *orf*, consistent with an initiation of translation at the GTG codon that is just upstream, as it was proposed ([Varré et al., 2019](#)).

The same recent publication about the *S. tuberosum* mtDNA suggested methylation of the mitochondrial 18S rRNA ([Varré et al., 2019](#)). This hypothesis relies on RNA-seq data showing that in 55% of reads a T is found at base 960, while an A is found in the corresponding genomic sequence. Such an event is diagnostic for the mis-incorporation of a T in front of an m1A nucleotide, during cDNA synthesis ([Cognat et al., 2017](#)). We observed the same event in *L. sativa*, where the A at position 961 of the 18S rRNA gene sequence (position 4,757 in the mtDNA) corresponds to a T in 48.5% of the RNA-seq reads. Because the methylation of the 18S rRNA affects a nucleotide in close vicinity of the tRNA anticodon at position P of the ribosome this methylation might be important for proper tRNA positioning and efficient translation. Our results show that methylation of the 18S rRNA at this position is conserved in higher plants, and are in line with the hypothesis of the important role of this post-transcription modification in the regulation of plant mitochondrial translation. Surprisingly, both in *S. tuberosum* and in *L. sativa* the modification is found in roughly half of the 18S molecules, suggesting the existence of two populations of ribosomes.

The mtDNAs of *Lactuca* species also show differences regarding insertions of exogenous sequences. In the genome of *L. saligna* LAC008020, a sequence is found that includes a Type B2 superfamily DNA polymerase and a T3/T7 phage-type RNA polymerase (*dpo*, 3,144 bp, and *rpo*, 2,808 bp, on [Figure 3](#)). The same sequence was described in the mtDNA of *L. saligna* CGN5271 ([Kozik et al., 2019](#)). These sequences

resemble those found in mitochondrial linear plasmids described in other plant species, which at a certain time in evolution physically integrated into the mitochondrial genome (Warren et al., 2016). Interestingly, we identified the same genes in the mtDNA of the three *L. virosa* accessions (*dpo*, 2,831 bp and *rpo*, 2,805 bp). However, only fragments of *rpo* (319 bp) remain in the *L. serriola* mtDNA, indicating that these apparently pseudogenes were lost at a certain time during the evolution of *Lactuca* species. These sequences are no longer found in the mtDNA of *L. sativa* accessions.

A phylogeny tree was built based on the alignment of the concatenated protein coding sequences, presented in Figure 4A that also includes a table with the number of SNPs and gaps. It shows that there are only 15 SNPs/indels between *L. sativa* and *L. virosa* mtDNA coding sequences, eightfold less than between *L. sativa* and *L. serriola* or *L. saligna*. Thus, the mtDNA of *L. sativa* is more closely related to the mtDNA of *L. virosa* than to the mitogenomes of the other *Lactuca* species. As described above, the mtDNA of *L. serriola* accession US96UC23 is surprisingly identical to the mtDNA of *L. sativa*.

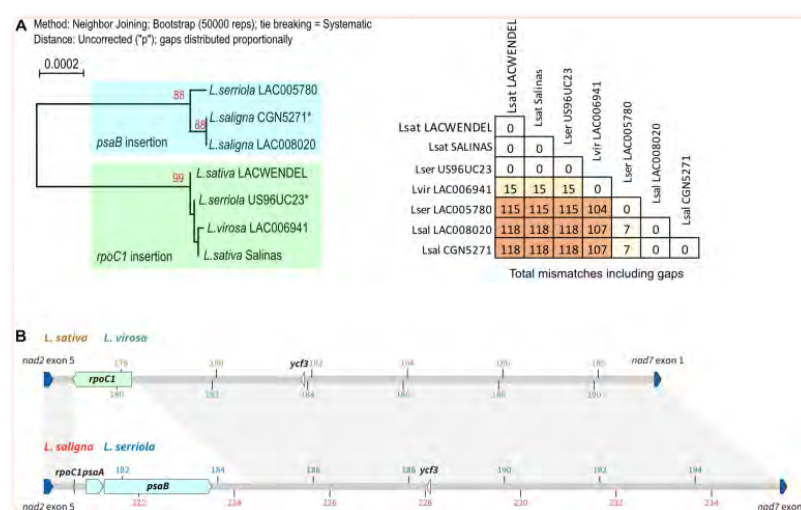


FIGURE 4

Phylogeny of the mtDNA correlates with different plastidial DNA insertions. **(A)** Maximum likelihood phylogram based on the alignment of the concatenated protein coding sequences. Bootstrap values are indicated, as well as the table with the number of SNPs and gaps. Sequences labeled with an asterisk (*) are from Kozik et al. (2019). **(B)** The region between exon 5 of *nad2* (last exon of the *nad2b* transcript) and exon 1 of *nad7* (blue boxes) in the mtDNA of *L. sativa*, *L. saligna*, *L. virosa*, and *L. serriola* are represented with their plastidial DNA insertions (green boxes). Above is shown the context in *L. sativa* and *L. virosa*, with coordinates in brown and green, respectively. Below in *L. serriola* and *L. saligna*, with coordinates in blue and red, respectively.

A second major divergence between the *Lactuca* mtDNA sequences involves plastid DNA insertions. All genomes share six identical plastid DNA insertions that are from *ndhD* (194 bp), *petG* (116 bp), *petL* (81 bp), *rbcL* (198 bp), *rpoB* (57 bp), and from *ycf3* (72 bp). However, they also have an insertion that is variable between species. The insertion corresponds to a large piece of the plastidial *rpoC1* gene (1,239 bp) in *L. sativa* and *L. virosa*, while in the *L. saligna* and *L. serriola* accessions a different insertion is found at the same position, just retaining 15 bp of the *rpoC1* gene but now further comprising *psaA* (354 bp) and *psaB* (2,253 bp) gene sequences (Figure 4B). The architecture of these two alternative plastidial insertions suggests two independent insertions events during the evolution of the mtDNA. A first one would be the in-

section of the large piece of the *rpoC1* gene, while a second event, apparently involved recombination between the *rpoC1* sequence and another piece of plastidial DNA sharing sequence similarity, resulting in the replacement of most of the *rpoC1* sequence by the new insertion. These two different plastidial DNA insertions are interesting markers of *Lactuca* mtDNA evolution. They further support the closer phylogenetic relationship between the mtDNA genomes of *L. sativa* and of *L. virosa*.

The content in repeated sequences also diverges between the different species ([Supplementary Table 7](#)). The mtDNA genomes that we assembled contain 17 pairs of repeated sequences larger than 50 bp, in *L. sativa* and *L. virosa*, and 18 in *L. saligna* and *L. serriola*. All genomes bear a large repeated sequence (30,534–34,705 bp) containing the three rRNA genes. The large pair of repeats R02 (10,430 bp) is also found in all the mtDNAs that we built. It is extremely conserved and diverges only in *L. saligna* LAC008020, where it has an insertion of three nucleotides. The two accessions of *L. serriola* show a larger repeat R03 (10 kb) which contains the smaller repeat R03 found in *L. sativa*, *L. virosa* (3.5 kb) and *L. saligna* (4.0 kb). The case of repeat R04 is particular because it is present as three copies in the genomes, two of which are part of the very large repeat R01. It is variable in size in the different genomes (from 576 bp in *L. sativa* and *L. serriola*, up to 4,116 pb in *L. virosa*), but in all species it comprises 320 bp from the 18S rRNA gene.

The interpretation of these results is not as clear as the one based on nuclear markers, which show that *L. sativa* and *L. serriola* are the closest species. On one hand, the loss of *dpo* and *rpo* from the mtDNA of both species and the same size of repeated sequence R04 could let us think that the *L. sativa* mtDNA is closer to the one of *L. serriola*. But on the other hand, the mtDNA of *L. sativa* is closer to the one of *L. virosa* in sequence, by the size of the repeated sequence R03, and by the presence of the *rpoC1* plastid insertion.

Lactuca mtDNA Structure Diversity

To study the structural diversity of these *Lactuca* mtDNA genomes and the possible events that resulted in their divergence, we aligned them according to the six blocks that subdivide the *L. sativa* mtDNA ([Figure 5A](#), regions A–F in the representation of the *L. sativa* mtDNA). Through this alignment it is clear that the mtDNA from *L. saligna* has the highest structural diversity to *L. sativa*. The alignment highlighted a recombination event in *L. saligna* involving an intermediate-size repeated sequence, RsaI of 122 bp. The sequence of this repeat can be also found in the mitogenomes of *L. sativa*, *L. serriola*, and of *L. virosa*, but only as a single-copy sequence. We also found that the mtDNAs of *L. sativa* and of *L. serriola* differ in ways that cannot be explained by simple homologous recombination events involving repeated regions. Indeed, as represented in [Figure 5A](#), block C (dark green) in *L. serriola* has an insertion coming from block B, a genomic rearrangement that we could not find associated with any repeated sequence or microhomology. Moreover, as discussed above, *L. serriola* has a much larger repeat R03 (10,137 bp as compared to 3,553 bp in *L. sativa*), an extension that came from the 3' end of the block D. However, these differences between the mtDNAs of the *L. serriola* accessions that we sequenced and the mtDNA of *L. sativa* are not shared with the recently published mtDNA of *L. serriola* US96UC23, which is apparently a simple isoform of the *L. sativa* mtDNA ([Figure 5B](#)).

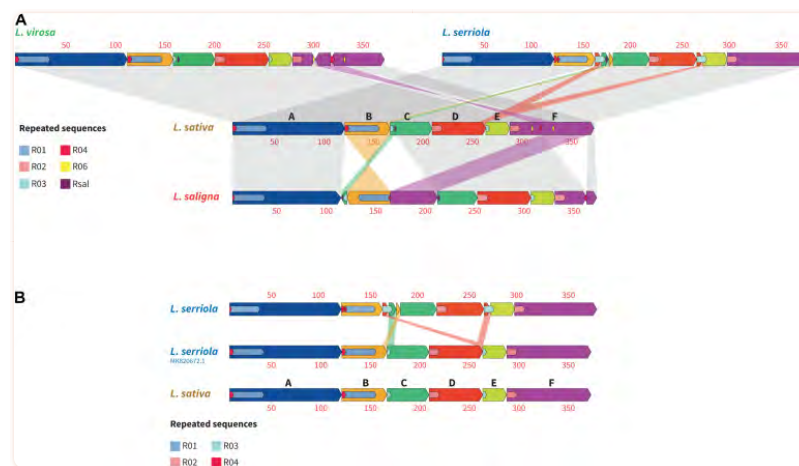


FIGURE 5

Structural diversity between the mitochondrial genomes of *Lactuca* spp. Alignments between *Lactuca* mtDNAs made with *progressive Mauve*. **(A)** Between *L. sativa*, *L. saligna*, *L. virosa* and *L. serriola*. **(B)** Between *L. sativa*, the *L. serriola* mtDNAs built in our study and the mtDNA of *L. serriola* US96UC23 published by [Kozik et al. \(2019\)](#). Homologous regions delimited by repeated regions are shown in the same color according to the six blocks (A–F) that subdivide the *L. sativa* mtDNA. Repeated sequences involved in structural evolution between the genomes are represented, according to the key on the left. Scale is in kilobases.

In fact, the mtDNA that is the closest in structure to *L. sativa* is the one of *L. virosa* ([Figure 5A](#)). Indeed, the only structural divergence between these two mitogenomes is a sequence inversion in the middle of block F, which involves the intermediate-size repeated regions R06 (186 bp). The sequence delimited by this pair of inverted repeats is also larger in *L. virosa* (30,576 bp long in *L. virosa* as compared to 21,320 bp in *L. sativa*). This extension in *L. virosa* carries the *dpo* and *rpo* sequences of apparently viral origin. Consequently it is quite possible that these gene sequences were inserted along other exogenous sequences in the mtDNA by horizontal transfer, explaining the size difference. Thus, in terms of the mitochondrial genome structure, these comparisons show that *L. sativa* is closer to *L. virosa*.

Chloroplastic Diversity Among the *Lactuca* Accessions

Because the mitogenomes of *L. sativa* and *L. virosa* are closely related, in contrast to their nuclear sequences, we considered the possibility that the organellar genomes, which are predominantly maternally inherited, had a different origin. In that case it would be expected that the mitochondrial and plastidial genomes show the same phylogenetic origin. We have therefore tested the chloroplastic diversity among the accessions.

To do so, we build the complete plastidial genome sequences for the four accessions that were sequenced in this study (*L. saligna* LAC008020, *L. sativa* LACWendel, *L. serriola* LAC005780, and *L. virosa* CGN013357), and for the *L. sativa* cv. *Salinas* and *L. serriola* US96UC23 accessions from which the mtDNAs have been recently published ([Kozik et al., 2019](#)). The alignment of these six *Lactuca* chloroplast genomes, excluding the second copy of the inverted repeat, was 127,738 nucleotides long, comprising 126,686 conserved positions. The polyphyletic tree using Maximum likelihood from this alignment is

shown in [Figure 6](#). In this tree, the cpDNA sequences branched as for the nuclear marker ([Figure 3](#)). It is possible to distinguish *L. saligna* and *L. virosa* from *L. sativa* and *L. serriola*, which fall in the same branch of the phylogenetic tree. The number of SNPs and gaps between the cpDNA sequences are also indicated in the figure, showing that there are about eightfold more SNPs/gaps between the cpDNAs of *L. sativa* and *L. virosa* than between the cpDNAs of *L. sativa* and *L. serriola*, supporting the conclusion that the cpDNA of *L. sativa* is indeed closer in evolution to the one of *L. serriola*. Regarding the cpDNA that was assembled from the *L. serriola* accession [US96UC23](#) raw reads, it is surprisingly virtually identical to the cpDNA genomes of *L. sativa*. This analysis of the plastidial genome sequences surprisingly suggests divergent origins of the organellar genomes of *L. sativa*. The possible causes for such observation are discussed below.

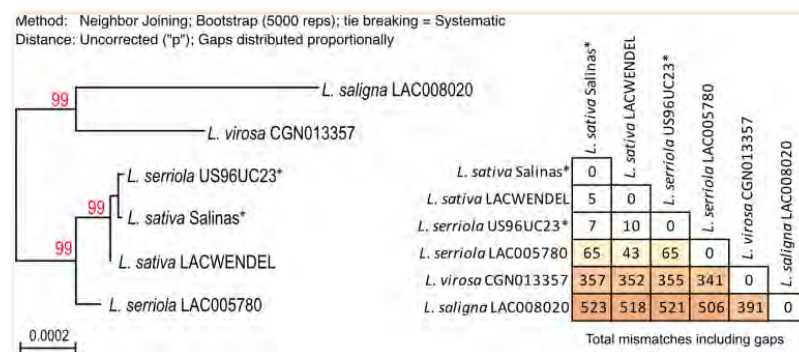


FIGURE 6

Phylogenetic relation between the plastid genomes of the selected *Lactuca* species. Maximum likelihood phylogram based on the alignment of the complete cpDNA genomes assembled from the same sequences datasets used to assemble the mitogenomes. Bootstrap values are shown in red and branches with BS <80 are collapsed. Sequences labeled with an asterisk (*) were assembled with raw reads from [Kozik et al. \(2019\)](#), SRX5097892 (*L. serriola* US96UC23) and SRR577192 (*L. sativa* cv. *Salinas*). The table with the number of SNPs and gaps is given.

Discussion

Mitochondrial Diversity Is Low Within *Lactuca* spp.

In this study we assembled the mtDNA genomes of nine *Lactuca* spp. accessions. Our assembly of the mtDNA of *L. sativa* Butterhead lettuce (var. *capitata* L. *nidus tenerrima*) is robust, based on Illumina short reads and PacBio long reads, which allowed us to infer one of the major isoform structures of the mtDNA. During this work the mtDNA of a Crisphead lettuce accession was published by [Kozik et al. \(2019\)](#), corresponding to the same genome in a different isomeric form. The concordance of the two independent results validated our assembly. We further built eight additional mtDNA genomes of other accessions and species, from Illumina sequence data obtained from purified mitochondria. The assemblies were based on the possible order of scaffolds inferred from overlapping sequences. We validated our assembly pipeline on *L. sativa*, because from just Illumina sequence data we obtained the same genome structure as the one assembled with the help of PacBio long reads. Our assembly of the mtDNA of *L. saligna* LAC008020 further supported the validity of our assembly pipeline, because the structure we inferred is a perfect isoform to the published mtDNA of *L. saligna* CGN5271 ([Kozik et al., 2019](#)). We are therefore confident that

the structures we present are valid, and correspond to one of the major isoforms of the mtDNA, interconvertible to other possible ones by recombination involving the large repeated sequences.

Unlike what we expected, we found very little mitochondrial diversity at both the interspecies and intraspecies levels in this panel. This is surprising, when considering the very distant geographical origins of the accessions ([Supplementary Table 1](#)). But the geographical origins might just reflect the recent human-mediated dispersal of the species, distorting the picture of their natural geographical range and of the origin of the domesticated species. Indeed, at the intraspecies level we found no differences between the mitogenomes of all *L. sativa* accessions analyzed, although they belong to different typologies, nor among the three *L. virosa* accessions, or between the two *L. serriola* accessions we sequenced. The mtDNA of the *L. saligna* we sequenced and assembled is also identical to the one of the *L. saligna* accession published by [Kozik et al. \(2019\)](#). This is in contrast with what was found in other species, such as *Arabidopsis*, *Brassica napus* or maize, in which the mitogenomes from different subspecies or even different accessions can vary significantly in organization. We did not expect major differences between species with respect to the mtDNA coding content, because the content of plant mitogenomes varies barely interspecies and differences are further reduced when comparing evolutionary close species. The gene sequences were also expected to be highly conserved, because apart from some notorious genus such as *Silene* and *Plantago* ([Mower et al., 2007](#); [Sloan et al., 2012](#)), the sequences of higher plant mitochondrial genes evolve very slowly ([Palmer and Herbon, 1988](#)). Still, apart from the re-organization of genomic regions, we found very few SNPs or indels between the mitogenomes of the *Lactuca* species we studied. The little mitochondrial diversity at the interspecies and intraspecies levels indicates recent divergence of these species and accessions. However, a demographic history inference based on nuclear SNPs suggested that cultivated lettuce likely originated from the Fertile Crescent more than 12,000 years ago ([Zhang et al., 2017](#)). And while *L. saligna* and *L. serriola* have geographical origins overlapping with the presumed origin of domesticated *L. sativa*, which is South-West Asia, *L. virosa* has a distinct geographical origin ([Kesseli et al., 1991](#)).

Divergence of mtDna Sequences and Structures Among *L. serriola* Accessions

The major intraspecies differences we found concerned the mtDNA of the *L. serriola* accessions we assembled ([CGN004799](#) and [LAC005780](#)) and the one of *L. serriola* US96UC23 that was published by [Kozik et al. \(2019\)](#). Its structure is very different from the ones of CGN004799 and LAC005780 ([Figure 5B](#)). It is also different in sequence, as the mitogenomes of CGN004799 and LAC005780 carry one additional copy of the *trnD*(GUC) gene of plastidial origin, which is absent in US96UC23 ([Supplementary Table 6](#)). Most significant, the mtDNA of *L. serriola* US96UC23 carries the same plastidial *rpoC1* insertion that is found in the mtDNAs of *L. sativa* and of *L. virosa*, while at the same position the mitogenomes of the two other *L. serriola* accessions contain instead the *psaA-psaB* insertion that is also found in the mtDNA of *L. saligna*. Moreover, the mitogenome of *L. serriola* US96UC23 does not contain any remaining sequences of the *dpo-rpo* insertion, like in *L. sativa*. Thus, the structure and sequence of the mitogenome of *L. serriola* US96UC23 is very different from the mtDNAs of CGN004799 and LAC005780 and rather looks like the mtDNA of *L. sativa* ([Figure 5B](#)). These observations and their implications are further discussed below.

Analysis of the Lettuce Mitogenomes Suggest an Important Role of *L. virosa* in Lettuce Diversification

The involvement of the different *Lactuca* species in the domestication and/or diversification of *L. sativa* is not clearly understood. From a nuclear genome point of view *L. serriola* is considered as one of the direct ancestors and the closest relative to *L. sativa* ([de Vries, 1990](#); [de Vries and van Raamsdonk, 1994](#)). A recent study based on nuclear RNA-seq analysis further supported the hypothesis that all typologies of cul-

tivated lettuce originated from a single domestication event and a common ancestor, which was a wild *L. serriola* or an already domesticated one (Zhang et al., 2017). Further diversification of *L. sativa* would have led first to the Butterhead typology and later to Crisphead lettuces (Zhang et al., 2017). Our results on the nuclear and chloroplastic sequence diversity among our accessions are in line with this assumption. Indeed, according to these results, *L. saligna* and *L. virosa* are distant from the pair *L. serriola*-*L. sativa*. Consequently, the role of the others *Lactuca* spp. seemed limited to the development of new lettuce cultivars (Zhang et al., 2017). Indeed, intraspecies crosses have been used by breeders for the development of new cultivars, and a relevant example is found in the genealogy of North American lettuces, which showed that current Crisphead cultivars can be split into two groups, one derived from cultivars where *L. virosa* was introgressed in *L. sativa* to breed for robust root system and decreased leaf drop, and a second group that is not *L. virosa* derived (Mikel, 2007). But besides the development of current cultivars, no involvement of *L. virosa* on Lettuce domestication has been described, and was also considered unlikely because it has a different geographical center of origin than *L. serriola* and *L. sativa* (Lebeda et al., 2004).

In this work, we have for the first time assembled mitogenomes from *L. virosa*. We have also built the mtDNA of three additional *L. sativa* accessions. Among these, two (LAC004500 and UC12100) are established and documented as Crisphead lettuce, respectively, while the third (LACWendel) is a Butterhead lettuce. Unexpectedly, both in sequence and structure we found higher similarity between the mtDNAs of *L. virosa* and *L. sativa*, including Crisphead and Butterhead lettuces, than with *L. serriola* and *L. saligna*. Most significantly, the *L. virosa* and *L. sativa* mitogenomes share the same chloroplastic insertion, while a different one is found at the same locus in *L. serriola* and *L. saligna*. The possibility that a same event of horizontal transfer happened twice in evolution is unrealistic. Moreover, the alignment of the concatenated mtDNA protein coding sequences supported that the *L. sativa* mtDNA is closer to the one of *L. virosa* than to the ones of *L. serriola* (CGN004799 and LAC005780) or *L. saligna* (Figure 4A).

This closeness between the mtDNAs of *L. virosa* and *L. sativa*, of both Crisphead and Butterhead typologies, suggests that cultivated lettuce might be derived from an ancestral cross where *L. virosa* was the female partner that transmitted its mitogenome, and that consequently *L. virosa* played a more important role in *L. sativa* domestication than previously suspected. Backcrosses would have cleaned the actual *L. sativa* nuclear genome from most *L. virosa* sequences, as observed at present (Zhang et al., 2017). However, this scenario does not explain the heterogeneity of mitogenomes observed among *L. serriola* accessions, with the one of *L. serriola* US96UC23 almost identical to the one of *L. sativa*. The cpDNA genome assembled from the same Illumina sequences data set is also virtually identical to the cpDNA of *L. sativa*. This observation calls for the hypothesis that this sequence data set originates from a *L. sativa* accession mislabeled as *L. serriola*. An alternative possibility is that *L. virosa* had previously been hybridized with *L. serriola*, leading to two different *L. serriola* groups; a wild one harboring a mtDNA distinct from the one of *L. virosa* and a second group derived from the hybrid, which was later the precursor of cultivated *L. sativa*.

The Divergence Between cpDNA and mtDNA Suggests Paternal Leakage

The hypothesis according to which *L. virosa* was introgressed as a cytoplasm donor during *L. sativa* diversification can explain why the mitogenomes of the two species are so similar. However, it does not fit with the phylogeny based on the chloroplast genomes alignment. Indeed, while the mtDNA of *L. sativa* is closer to the one of *L. virosa*, its cpDNA is closer to the cpDNA of *L. serriola*. In most flowering plant species, lettuces included, the mtDNA and cpDNA are both maternally transmitted and should follow the same inheritance. The apparent divergent origins of the organellar genomes could be because one was transmitted paternally by *paternal leakage*, meaning that during a cross organelles and their genomes were transmitted *via* the pollen.

Plastids and the cpDNA are maternally inherited due to the degeneration/exclusion of plastids from the pollen generative cell, or because elimination of paternal plastids during fertilization ([Hagemann and Schröder, 1989](#); [Mogensen, 1996](#)). But a low-frequency leakage of plastids is commonly admitted in plants. In *A. thaliana*, plastids are absent in pollen sperm cells and consequently only maternally inherited ([Martínez et al., 1997](#); [Nagata et al., 1999](#)). The frequency of paternal plastid transmission was evaluated as low as $1.9\text{--}3.9 \times 10^{-5}$ ([Azhagiri and Maliga, 2007](#); [Schneider et al., 2015](#)). Other studies described similar low frequencies in other species, like in *Setaria italica*, *Brassica napus*, and *Antirrhinum majus* ([Diers, 1967](#); [Wang et al., 2004](#); [Schneider et al., 2015](#)). However, because plastid diversity follows nuclear diversity within the *Lactuca* population, with the couple *L. sativa*/*L. serriola* distinct from the couple *L. saligna*/*L. virosa*, it appears that if paternal leakage did indeed occur, it involved the mitochondrial genome.

Mitochondrial paternal leakage events have been highlighted in natural populations and linked with heteroplasmy in *Silene acaulis* ([Delph et al., 2007](#)), *Silene vulgaris* ([Wade and McCauley, 2005](#)) or in *Daucus carota* ssp. *carota*, a weedy relative to domesticated carrot ([Mandel et al., 2012](#)). Preferential paternal transmission of the mitochondrial genome has been described in melon (*Cucumis melo*) and cucumber (*Cucumis sativus*), with rare maternal and biparental transmission ([Havey et al., 1998](#); [Shen et al., 2019](#)). But there is no evidence of paternal mtDNA transmission in *Lactuca* spp. If we agree on an ancestral event of mitochondrial paternal leakage within the *Lactuca* population, and considering the heterogeneity of the mitogenomes among *L. serriola* accessions, we can consider an alternative hypothesis to explain the role of *L. virosa* in the evolution of the *L. sativa* mitogenome ([Figure 7](#)). This hypothesis relies on introgression of *L. virosa* either before the domestication of *L. sativa*, during a cross with an ancestral *L. serriola*, or later during the diversification of *L. sativa*, which would have led to mitochondrial paternal leakage. Paternal leakage would result in heteroplasmic mtDNA in the cell, and it has been shown that the coexistence of two mitogenomes results in recombination and sorting of a new predominant mtDNA containing pieces of the original genomes ([Sanchez-Puerta et al., 2015](#)). That could explain why the *L. sativa* mtDNA has certain regions that seem to be closer to *L. serriola*, like the loss of *dpo* and *rpo* and the size of repeated sequence R04, and other regions that are clearly related to the mtDNA of *L. virosa*, such as the cpDNA insertion. Later, the progeny of this hybridization, carrying nuclear and cpDNA genomes still related to *L. serriola* and an mtDNA mostly derived from *L. virosa* would have been used in *L. sativa* domestication. A future analysis of the mtDNA variability among *Asteraceae* should support or disprove this hypothesis. Our present study was restricted to a few accessions of a just a few species of the genus *Lactuca*, the ones most often used in crosses for the diversification of *L. sativa*, and a more comprehensive collection of *Lactuca* species is needed to achieve a clearer picture of the evolution of their mitogenomes. The study of a broader collection of *L. sativa* accessions covering all known typologies would also help to shed light on when its mtDNA diverged from the one of its *L. serriola* ancestor. Extraction of the mtDNA sequences from the recently described data set of 445 accessions ([Wei et al., 2021](#)) seems to be an obvious next step.

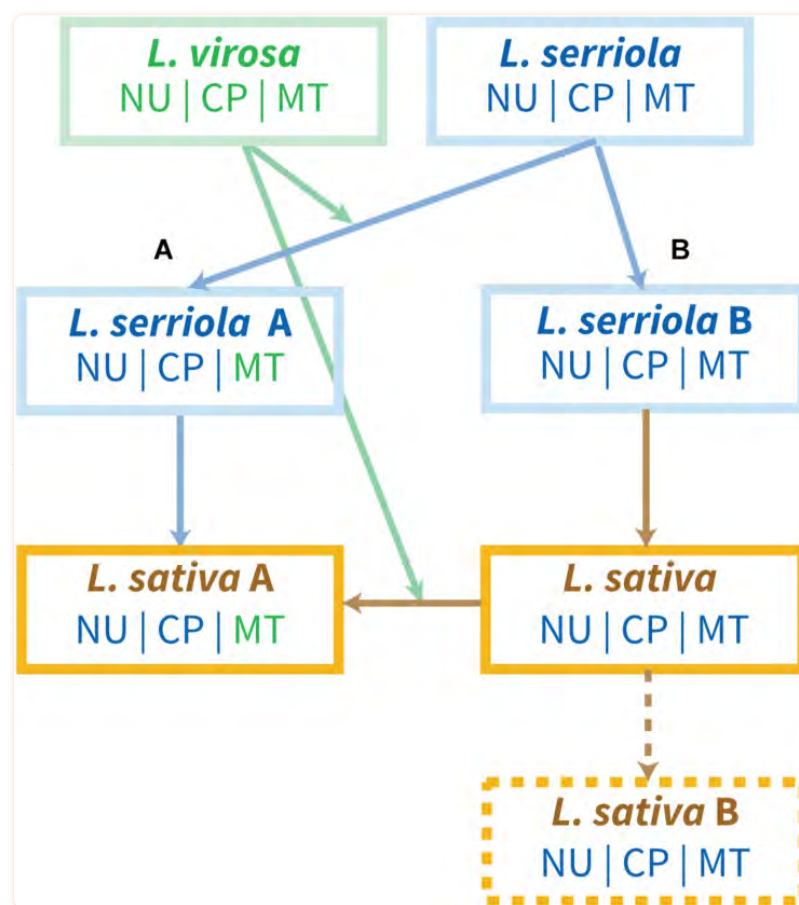


FIGURE 7

Hypothesis for the introgression of *L. virosa* mtDNA in *L. sativa*. Hypothesis **(A)** postulates a single introgression of *L. virosa* before the domestication of *L. sativa*. Hypothesis **(B)** involves introgression of *L. virosa* during the diversification of *L. sativa*. *L. serriola* US96UC23 could correspond to *L. serriola* “A”; *L. serriola* CGN004799 and LAC05780B to *L. serriola* “B”; *L. sativa* “A” corresponds to all *L. sativa* mtDNA sequences available to date; *L. sativa* “B” remains hypothetical. NU, nuclear genome; CP, cpDNA; MT, mtDNA. Their origins are color-coded.

Data Availability Statement

The datasets presented in this study can be found in online repositories. The names of the repository/repositories and accession number(s) can be found below: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>, MZ159953; <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>, MZ159954; <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>, MZ159955; <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>, MZ159956; <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>, MZ159957; <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>, MZ159958; <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>, MZ159959; <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>, MZ159960; <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>, MZ159961; <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>, ERS5267070; <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>, ERS5267071; <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>, ERS5267072; <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>, ERS5267073; <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>, ERS5267074; <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>, ERS5267075; <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>, ERS5267076;

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/ERS5267077>; and <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/ERS5267078>.

Author Contributions

AF, EG-F, G-JB, and JG designed the experiments. AF, SK, and EG-F performed the experimental work.

Conflict of Interest

G-JB and EG-F were employed by the company Enza Zaden. The remaining authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Publisher's Note

All claims expressed in this article are solely those of the authors and do not necessarily represent those of their affiliated organizations, or those of the publisher, the editors and the reviewers. Any product that may be evaluated in this article, or claim that may be made by its manufacturer, is not guaranteed or endorsed by the publisher.

Acknowledgments

We acknowledge support from all members of the JMF Laboratory, and of the technical platforms of the IBMP. The help of Sébastien Staerck for the growth of plants is particularly recognized.

Funding. AF received a Ph.D. scholarship through the French CIFRE program (2016/1154). Research in the lab of JG benefits from funding managed by the French National Research Agency as part of the “Investments for the future” program (ANR-11-LABX-0057_MITOCROSS).

¹www.ebi.ac.uk/ena

²<http://github.com/ExpressionAnalysis/ea-utils>

Supplementary Material

The Supplementary Material for this article can be found online at: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2021.697136/full#supplementary-material>

[Click here for additional data file.](#) ^(1.6M, PDF)

[Click here for additional data file.](#)^(55K, xlsx)

[Click here for additional data file.](#)^(364K, docx)

[Click here for additional data file.](#)^(94K, docx)

References

1. Altschul S. F., Gish W., Miller W., Myers E. W., Lipman D. J. (1990). Basic local alignment search tool. *J. Mol. Biol.* 215 403–410. [\[PubMed\]](#) [\[Google Scholar\]](#)
2. Azhagiri A. K., Maliga P. (2007). Exceptional paternal inheritance of plastids in *Arabidopsis* suggests that low-frequency leakage of plastids via pollen may be universal in plants. *Plant J.* 52 817–823. 10.1111/j.1365-313x.2007.03278.x [\[PubMed\]](#) [\[CrossRef\]](#) [\[Google Scholar\]](#)
3. Bankevich A., Nurk S., Antipov D., Gurevich A. A., Dvorkin M., Kulikov A. S., et al. (2012). SPAdes: a new genome assembly algorithm and its applications to single-cell sequencing. *J. Comput. Biol.* 19 455–477. 10.1089/cmb.2012.0021 [\[PMC free article\]](#) [\[PubMed\]](#) [\[CrossRef\]](#) [\[Google Scholar\]](#)
4. Bennett M. D., Leitch I. J., Price H. J., Johnston J. S. (2003). Comparisons with *Caenorhabditis* (approximately 100 Mb) and *Drosophila* (approximately 175 Mb) using flow cytometry show genome size in *Arabidopsis* to be approximately 157 Mb and thus approximately 25% larger than the *Arabidopsis* genome initiative estimate of approximately 125 Mb. *Ann. Bot.* 91 547–557. 10.1093/aob/mcg057 [\[PMC free article\]](#) [\[PubMed\]](#) [\[CrossRef\]](#) [\[Google Scholar\]](#)
5. Bergthorsson U., Adams K. L., Thomason B., Palmer J. D. (2003). Widespread horizontal transfer of mitochondrial genes in flowering plants. *Nature* 424 197–201. 10.1038/nature01743 [\[PubMed\]](#) [\[CrossRef\]](#) [\[Google Scholar\]](#)
6. Bolger A. M., Lohse M., Usadel B. (2014). Trimmomatic: a flexible trimmer for Illumina sequence data. *Bioinformatics* 30 2114–2120. 10.1093/bioinformatics/btu170 [\[PMC free article\]](#) [\[PubMed\]](#) [\[CrossRef\]](#) [\[Google Scholar\]](#)
7. Cognat V., Morelle G., Megel C., Lalande S., Molinier J., Vincent T., et al. (2017). The nuclear and organellar tRNA-derived RNA fragment population in *Arabidopsis thaliana* is highly dynamic. *Nucleic Acids Res.* 45 3460–3472. 10.1093/nar/gkw1122 [\[PMC free article\]](#) [\[PubMed\]](#) [\[CrossRef\]](#) [\[Google Scholar\]](#)
8. Cummings M. P., Nugent J. M., Olmstead R. G., Palmer J. D. (2003). Phylogenetic analysis reveals five independent transfers of the chloroplast gene *rbcL* to the mitochondrial genome in angiosperms. *Curr. Genet.* 43 131–138. 10.1007/s00294-003-0378-3 [\[PubMed\]](#) [\[CrossRef\]](#) [\[Google Scholar\]](#)
9. Darling A. E., Mau B., Perna N. T. (2010). progressiveMauve: multiple genome alignment with gene gain, loss and rearrangement. *PLoS One* 5:e11147. 10.1371/journal.pone.0011147 [\[PMC free article\]](#) [\[PubMed\]](#) [\[CrossRef\]](#) [\[Google Scholar\]](#)
10. Davila J. I., Arrieta-Montiel M. P., Wamboldt Y., Cao J., Hagmann J., Shedge V., et al. (2011). Double-strand break repair processes drive evolution of the mitochondrial genome in *Arabidopsis*. *BMC Biol.* 9:64. 10.1186/1741-7007-9-64 [\[PMC free article\]](#)

[\[PubMed\]](#) [\[CrossRef\]](#) [\[Google Scholar\]](#)

11. Davis R. M., Subbarao K. V., Raid R. N., Kurtz A. K. (1997). *Compendium of Lettuce Diseases*. Eagan, MN: APS Press. [\[Google Scholar\]](#)
12. de Vries I. M. (1990). Crossing experiments of lettuce cultivars and species (*Lactuca* sect. *Lactuca*, Compositae). *Plant Syst. Evol.* 171 233–248. 10.1007/bf00940608 [\[CrossRef\]](#) [\[Google Scholar\]](#)
13. de Vries I. M., van Raamsdonk L. W. D. (1994). Numerical morphological analysis of Lettuce cultivars and species (*Lactuca* sect. *Lactuca*, Asteraceae). *Plant Syst. Evol.* 193 125–141. 10.1007/bf00983546 [\[CrossRef\]](#) [\[Google Scholar\]](#)
14. Delph L., Touzet P., Bailey M. (2007). Merging theory and mechanism in studies of gynodioecy. *Trends Ecol. Evol.* 22 17–24. 10.1016/j.tree.2006.09.013 [\[PubMed\]](#) [\[CrossRef\]](#) [\[Google Scholar\]](#)
15. Dierckxsens N., Mardulyn P., Smits G. (2016). NOVOPlasty: *de novo* assembly of organelle genomes from whole genome data. *Nucleic Acids Res.* 45:e18. [\[PMC free article\]](#) [\[PubMed\]](#) [\[Google Scholar\]](#)
16. Diers L. (1967). Übertragung von Plastiden durch den Pollen bei *Antirrhinum majus*. *Mol. Gen. Genet.* 100 56–62. 10.1007/bf00425775 [\[PubMed\]](#) [\[CrossRef\]](#) [\[Google Scholar\]](#)
17. Dietrich A., Maréchal-Drouard L., Carneiro V., Cosset A., Small I. (1996). A single base change prevents import of cytosolic tRNA^{Ala} into mitochondria in transgenic plants. *Plant J.* 10 913–918. 10.1046/j.1365-313x.1996.10050913.x [\[PubMed\]](#) [\[CrossRef\]](#) [\[Google Scholar\]](#)
18. Edgar R. C. (2004). MUSCLE: multiple sequence alignment with high accuracy and high throughput. *Nucleic Acids Res.* 32 1792–1797. 10.1093/nar/gkh340 [\[PMC free article\]](#) [\[PubMed\]](#) [\[CrossRef\]](#) [\[Google Scholar\]](#)
19. Garcia L. E., Zubko M. K., Zubko E. I., Sanchez-Puerta M. V. (2019). Elucidating genomic patterns and recombination events in plant cybrid mitochondria. *Plant Mol. Biol.* 100 433–450. 10.1007/s11103-019-00869-z [\[PubMed\]](#) [\[CrossRef\]](#) [\[Google Scholar\]](#)
20. Garrison E., Marth G. (2012). Haplotype-based variant detection from short-read sequencing. *ArXiv* 1207.3907v2. Available online at: <https://arxiv.org/abs/1207.3907v2> [\[Google Scholar\]](#)
21. Hagemann R., Schröder M. B. (1989). The cytological basis of the plastid inheritance in angiosperms. *Protoplasma* 152 57–64. 10.1007/BF01323062 [\[CrossRef\]](#) [\[Google Scholar\]](#)
22. Havey M. J., McCreight J. D., Rhodes B., Taurick G. (1998). Differential transmission of the *Cucumis* organellar genomes. *Theor. Appl. Genet.* 97 122–128. 10.1007/s001220050875 [\[CrossRef\]](#) [\[Google Scholar\]](#)
23. Kesseli R., Ochoa O., Michelmore R. (1991). Variation at RFLP loci in *Lactuca* spp. and origin of cultivated lettuce (*L. sativa*). *Genome* 34 430–436. 10.1139/g91-065 [\[CrossRef\]](#) [\[Google Scholar\]](#)
24. Kim D., Langmead B., Salzberg S. L. (2015). HISAT: a fast spliced aligner with low memory requirements. *Nat. Methods* 12 357–360. 10.1038/nmeth.3317 [\[PMC free article\]](#) [\[PubMed\]](#) [\[CrossRef\]](#) [\[Google Scholar\]](#)
25. Koopman W. J. M., Guetta E., van de Wiel C. C. M., Vosman B., van den Berg R. G. (1998). Phylogenetic relationships among *Lactuca* (Asteraceae) species and related genera based on ITS-1 DNA sequences. *Am. J. Bot.* 85 1517–1530. 10.2307/2446479 [\[PubMed\]](#) [\[CrossRef\]](#) [\[Google Scholar\]](#)
26. Koopman W. J. M., Zevenbergen M. J., Van den Berg R. G. (2001). Species relationships in *Lactuca* s.l. (Lactuceae, Asteraceae) inferred from AFLP fingerprints. *Am. J. Bot.* 88 1881–1887. 10.2307/3558364 [\[PubMed\]](#) [\[CrossRef\]](#) [\[Google Scholar\]](#)
27. Koren S., Walenz B. P., Berlin K., Miller J. R., Bergman N. H., Phillippy A. M. (2017). Canu: scalable and accurate long-read assembly via adaptive *k*-mer weighting and repeat separation. *Genome Res.* 27 722–736. 10.1101/gr.215087.116 [\[PMC free article\]](#) [\[PubMed\]](#) [\[CrossRef\]](#) [\[Google Scholar\]](#)
28. Kozik A., Rowan B. A., Lavelle D., Berke L., Schranz M. E., Michelmore R. W., et al. (2019). The alternative reality of plant mitochondrial DNA: one ring does not rule them all. *PLoS Genet.* 15:e1008373. 10.1371/journal.pgen.1008373 [\[PMC free article\]](#) [\[PubMed\]](#) [\[CrossRef\]](#) [\[Google Scholar\]](#)

29. Kumar S., Stecher G., Li M., Knyaz C., Tamura K. (2018). MEGA X: molecular evolutionary genetics analysis across computing platforms. *Mol. Biol. Evol.* 35 1547–1549. 10.1093/molbev/msy096 [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
30. Langmead B., Trapnell C., Pop M., Salzberg S. L. (2009). Ultrafast and memory-efficient alignment of short DNA sequences to the human genome. *Genome Biol.* 10:R25. [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
31. Lebeda A., Dolezalová I., Feráková V., Astley D. (2004). Geographical distribution of wild lactuca species (Asteraceae, Lactuceae). *Bot. Rev.* 70 328–356. 10.1663/0006-8101(2004)070[0328:gdowls]2.0.co;2 [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
32. Letunic I., Bork P. (2019). Interactive Tree Of Life (iTOL) v4: recent updates and new developments. *Nucleic Acids Res.* 47 W256–W259. [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
33. Li H., Durbin R. (2009). Fast and accurate short read alignment with Burrows-Wheeler transform. *Bioinformatics* 25 1754–1760. 10.1093/bioinformatics/btp324 [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
34. Li H., Handsaker B., Wysoker A., Fennell T., Ruan J., Homer N., et al. (2009). The sequence Alignment/Map format and SAMtools. *Bioinformatics* 25 2078–2079. 10.1093/bioinformatics/btp352 [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
35. Lindqvist K. (1960). On the origin of cultivated lettuce. *Hereditas* 46 319–350. 10.1111/j.1601-5223.1960.tb03091.x [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
36. Mandel J. R., McAssey E. V., Roland K. M., McCauley D. E. (2012). Mitochondrial gene diversity associated with the atp9 stop codon in natural populations of wild carrot (*Daucus carota* ssp. *carota*). *J. Hered.* 103 418–425. 10.1093/jhered/esr142 [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
37. Marienfeld J., Unseld M., Brennicke A. (1999). The mitochondrial genome of *Arabidopsis* is composed of both native and immigrant information. *Trends Plant Sci.* 4 495–502. 10.1016/s1360-1385(99)01502-2 [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
38. Martínez P., López C., Roldán M., Sabater B., Martín M. (1997). Plastid DNA of five ecotypes of *Arabidopsis thaliana*: sequence of *ndhG* gene and maternal inheritance. *Plant Sci.* 123 113–122. 10.1016/s0168-9452(96)04563-3 [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
39. Mikel M. A. (2007). Genealogy of contemporary north american lettuce. *HortScience* 42 489–493. 10.21273/hortsci.42.3.489 [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
40. Mogensén H. L. (1996). The hows and whys of cytoplasmic inheritance in seed plants. *Amer. J. Bot.* 83 383–404. [[Google Scholar](#)]
41. Mower J. P., Touzet P., Gummow J. S., Delph L. F., Palmer J. D. (2007). Extensive variation in synonymous substitution rates in mitochondrial genes of seed plants. *BMC Evol. Biol.* 7:135. 10.1186/1471-2148-7-135 [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
42. Nagata N., Saito C., Sakai A., Kuroiwa H., Kuroiwa T. (1999). The selective increase or decrease of organellar DNA in generative cells just after pollen mitosis one controls cytoplasmic inheritance. *Planta* 209 53–65. 10.1007/s004250050606 [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
43. Newton K. J., Mariano J. M., Gibson C. M., Kuzmin E., Gabay-Laughnan S. (1996). Involvement of S2 episomal sequences in the generation of NCS4 deletion mutation in maize mitochondria. *Dev. Genet.* 19 277–286. 10.1002/(sici)1520-6408(1996)19:3<277::aid-dvg11>3.0.co;2-x [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
44. Palmer J. D., Herbon L. A. (1988). Plant mitochondrial DNA evolved rapidly in structure, but slowly in sequence. *J. Mol. Evol.* 28 87–97. 10.1007/bf02143500 [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
45. Parra L., Nortman K., Sah A., Truco M. J., Ochoa O., Micheltore R. (2021). Identification and mapping of new genes for resistance to downy mildew in lettuce. *Theor. Appl. Genet.* 134 519–528. 10.1007/s00122-020-03711-z [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
46. Reyes-Chin-Wo S., Wang Z., Yang X., Kozik A., Arikiti S., Song C., et al. (2017). Genome assembly with in vitro proximity ligation data and whole-genome triplication in lettuce. *Nat. Commun.* 8:14953. [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

47. Ryder E. J. (1999). *Lettuce, Endive and Chicory*. Wallingford: CABI Publishing. [[Google Scholar](#)]
48. Robinson J. T., Thorvaldsdóttir H., Winckler W., Guttman M., Lander E. S., Getz G., et al. (2011). Integrative genomics viewer. *Nat. Biotechnol.* 29 24–26. 10.1038/nbt.1754 [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
49. Sanchez-Puerta M. V., Zubko M. K., Palmer J. D. (2015). Homologous recombination and retention of a single form of most genes shape the highly chimeric mitochondrial genome of a cybrid plant. *New Phytol.* 206 381–396. 10.1111/nph.13188 [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
50. Schneider A., Stelljes C., Adams C., Kirchner S., Burkhard G., Jarzombski S., et al. (2015). Low frequency paternal transmission of plastid genes in Brassicaceae. *Transgenic Res.* 24 267–277. 10.1007/s11248-014-9842-8 [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
51. Shen J., Shou W., Zhang Y., Yuan G., Zhao Y., Chen J., et al. (2019). Rare maternal and biparental transmission of the cucumber mitochondrial DNA reveals sorting of polymorphisms among progenies. *Theor. Appl. Genet.* 132 1223–1233. 10.1007/s00122-018-03274-0 [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
52. Sloan D. B., Alverson A. J., Chuckalovcak J. P., Wu M., McCauley D. E., Palmer J. D., et al. (2012). Rapid evolution of enormous, multichromosomal genomes in flowering plant mitochondria with exceptionally high mutation rates. *PLoS Biol.* 10:e1001241. 10.1371/journal.pbio.1001241 [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
53. Sloan D. B., Wu Z., Sharbrough J. (2018). Correction of persistent errors in arabidopsis reference mitochondrial genomes. *Plant Cell* 30 525–527. 10.1105/tpc.18.00024 [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
54. Stecher G., Tamura K., Kumar S. (2020). Molecular Evolutionary Genetics Analysis (MEGA) for macOS. *Mol. Biol. Evol.* 37 1237–1239. 10.1093/molbev/msz312 [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
55. Takemura M., Oda K., Yamato K., Ohta E., Nakamura Y., Nozato N., et al. (1992). Gene clusters for ribosomal proteins in the mitochondrial genome of a liverwort, *Marchantia polymorpha*. *Nucleic Acids Res.* 20 3199–3205. 10.1093/nar/20.12.3199 [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
56. The Arabidopsis Genome Initiative. (2000). Analysis of the genome sequence of the flowering plant *Arabidopsis thaliana*. *Nature* 408 796–815. 10.1038/35048692 [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
57. Thompson R. C. (1943). Further studies on interspecific genetic relationships in *Lactuca*. *J. Agric. Res.* 66 41–48. [[Google Scholar](#)]
58. Thompson R. C., Whitaker T. W., Kosar W. F. (1941). Interspecific genetic relationships in *Lactuca*. *J. Agric. Res.* 63 91–107. [[Google Scholar](#)]
59. Tillich M., Lehwark P., Pellizzer T., Ulbricht-Jones E. S., Fischer A., Bock R., et al. (2017). GeSeq – versatile and accurate annotation of organelle genomes. *Nucleic Acids Res.* 45 W6–W11. [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
60. Varré J. S., D'Agostino N., Touzet P., Gallina S., Tamburino R., Cantarella C., et al. (2019). Complete sequence, multichromosomal architecture and transcriptome analysis of the *Solanum tuberosum* mitochondrial genome. *Int. J. Mol. Sci.* 20:4788. 10.3390/ijms20194788 [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
61. Wade M. J., McCauley D. E. (2005). Paternal leakage sustains the cytoplasmic polymorphism underlying gynodioecy but remains invisable by nuclear restorers. *Am. Nat.* 166 592–602. 10.1086/491660 [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
62. Waltz F., Soufari H., Bochler A., Giegé P., Hashem Y. (2020). Cryo-EM structure of the RNA-rich plant mitochondrial ribosome. *Nat. Plants* 6 377–383. 10.1038/s41477-020-0631-5 [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
63. Wang T., Li Y., Shi Y., Reboud X., Darmency H., Gressel J. (2004). Low frequency transmission of a plastid-encoded trait in *Setaria italica*. *Theor. Appl. Genet.* 108 315–320. 10.1007/s00122-003-1424-8 [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
64. Warren J. M., Simmons M. P., Wu Z., Sloan D. B. (2016). Linear plasmids and the rate of sequence evolution in plant mitochondrial genomes. *Genome Biol. Evol.* 8 364–374. 10.1093/gbe/evw003 [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
65. Wei T., van Treuren R., Liu X., Zhang Z., Chen J., Liu Y., et al. (2021). Whole-genome resequencing of 445 *Lactuca* accessions reveals

- the domestication history of cultivated lettuce. *Nat. Genet.* 53 752–760. 10.1038/s41588-021-00831-0 [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
66. Wei Z., Zhu S.-X., Van den Berg R. G., Bakker F. T., Schranz M. E. (2017). Phylogenetic relationships within *Lactuca* L. (Asteraceae), including African species, based on chloroplast DNA sequence comparisons. *Genet. Resour. Crop Evol.* 64 55–71. 10.1007/s10722-015-0332-5 [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
67. Wynn E. L., Christensen A. C. (2019). Repeats of unusual size in plant mitochondrial genomes: identification, incidence and evolution. *G3-Genes Genomes Genet.* 9 549–559. 10.1534/g3.118.200948 [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
68. Zerbino D. R., Birney E. (2008). Velvet: algorithms for de novo short read assembly using de Bruijn graphs. *Genome Res.* 18 821–829. 10.1101/gr.074492.107 [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
69. Zhang L., Su W., Tao R., Zhang W., Chen J., Wu P., et al. (2017). RNA sequencing provides insights into the evolution of lettuce and the regulation of flavonoid biosynthesis. *Nat. Commun.* 8:2264. [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

**Sesquiterpene Lactones and Inulin from Chicory Roots:
Extraction, Identification, Enzymatic Release and Sensory
Analysis**

Promotoren:

Dr. W. Pilnik, emeritus hoogleraar in de levensmiddelenleer

Dr. A.E. de Groot, hoogleraar in de bio-organische chemie

Edith Leclercq

Sesquiterpene Lactones and Inulin from Chicory Roots: Extraction, Identification, Enzymatic Release and Sensory Analysis

Proefschrift

ter verkrijging van de graad van doctor
in de landbouw- en milieuwetenschappen,
op gezag van de rector magnificus,
dr. H. C. van der Plas,
in het openbaar te verdedigen
op vrijdag 20 maart 1992
des namiddags te vier uur in de aula
van de Landbouwuniversiteit te Wageningen.

BIBLIOTHEEK
LANDBOUWUNIVERSITEIT
WAGENINGEN

Stellingen

- 1 Het doen van sensorisch onderzoek naar de bitterheid van witlofwortel extract, verkregen door extractie met water, waarbij naar de bitterstoffen lactucine en lactucopicrine wordt gerefereerd, is zonder enige chemische analyse een hachelijke zaak.
Dit proefschrift.
Voirol, E. et al., 1987. Sensory analysis of chicory bitterness. In Martens, M., Dalen, G.A. & Russwurm Jr, H. (Eds.) Flavour Science and Technology. John Wiley & Sons, Chicester, p. 341-345.
- 2 Bij de sensorische analyse van witlof wordt te weinig rekening gehouden met de hydrolyse van sesquiterpeenlactonglycosiden door endogene witlofenzymen tot hun bittere aglyconen en een suikerrest.
Price, K.R. et al., 1990. Relationship between chemical and sensory properties of exotic salad crops - coloured lettuce (Lactuca sativa L.) and chicory (Cichorium intybus L.). J. Sci. Food Agric., 53 (2) 185-192.
Dirinck, P. et al., 1985. Objective measurement of bitterness in chicory heads (Cichorium intybus L.). In Baltes, W. et al. (Eds.) Strategies in Food Quality assurance: analytical, Industrial and Legal Aspects. De Sikkel, Antwerpen, p: III, 62-68.
- 3 Er kunnen vraagtekens worden gezet bij de vergelijking van een chemische analyse van bitterstoffen van een gekookt witlofmonster met de sensorische analyse van het equivalente niet gekookte monster.
Van der Meer, M.A. et al., 1985. De bitterheid van witloof. Proc. 8th International Biennial on chicory, 6 september, 1985, Geneve- Vaud, België.
- 4 Door het toevoegen van de titel van een referentie in de literatuurlijst van een publikatie, wordt de waarde van die referentie vergroot.
- 5 Halfvolle en vetarme levensmiddelen anders dan in melkproducten worden door de consument niet voor vol aangezien.

- 6 Het propageren van regels ten aanzien van gezonde voeding en het naleven ervan valt ook bij voedingsvoorlichters niet altijd samen.
Voedingsmagazine, 4 (3) 22-23 (1991).
- 7 Het is verbazend dat planten met dezelfde inhoudsstoffen, zoals cichorei (*Cichorium intybus* L.) en gifsla (*Lactuca virosa* L.) in de volksgeneeskunst voor zeer verschillende werkingen worden aanbevolen.
- 8 Het toepassen van witlofwortelextract als gewasbeschermingsmiddel tegen luizen dient in overweging te worden genomen, aangezien *L. virosa*, dat een hoog gehalte aan bittere sesquiterpeen lactonen heeft, niet door luizen wordt aangetast.
Eenink, A.H. & Dieleman, F.L., 1982. Resistance of Lactuca accessions to leaf aphids: components of resistance and exploitation of wild Lactuca species as source of resistance. Proc. 5th int. Symp. Insect-Plant Relationships, Wageningen. Pudoc, Wageningen, p. 349-355.
- 9 Research aan glycosidisch gebonden aromastoffen in planten zou niet alleen gericht moeten zijn op de vluchtige componenten, maar ook op alle niet vluchtige verbindingen.

Edith Leclercq

Sesquiterpene lactones and inulin from chicory roots: extraction, identification, enzymatic release and sensory analysis

TABLE OF CONTENTS

	page
Abbreviations	1
Chapter 1	
Introduction	
1.1 Historical background	3
1.2 Production of chicory	5
1.3 Specific constituents of chicory	6
1.4 Processing of vegetables	7
1.5 Outline of this study	10
Chapter 2	
The composition of chicory	
2.1 Fresh chicory roots	11
2.1.1 Sesquiterpene lactones	11
2.1.2 Carbohydrates	18
2.1.3 Other components	20
2.1.3.1 Nitrogenous compounds	20
2.1.3.2 Lipids	20
2.1.3.3 Minerals	21
2.1.3.4 Organic acids	21
2.1.3.5 Alkaloids	21
2.1.3.6 Chlorogenic acids	21
2.1.3.7 Coumarins	22
2.1.3.8 Volatile compounds	23
2.2 Roasted chicory roots	24
2.2.1 Sesquiterpene lactones	24
2.2.2 Carbohydrates	24
2.2.3 Other components	24
2.2.3.1 Nitrogenous compounds	24
2.2.3.2 Lipids	25
2.2.3.3 Minerals	25
2.2.3.4 Organic acids	25
2.2.3.5 Alkaloids	25

2.2.3.6 Chlorogenic acids	26
2.2.3.7 Coumarins	26
2.2.3.8 Volatile compounds	26

Chapter 3

Bitterness in foods

3.1 Introduction	29
3.2 Taste receptors	30
3.3 Theories on bitterness	31
3.3.1 Q-value	32
3.3.2 AH-B theory	34
3.4 Bitterness of sesquiterpene lactones	37

Chapter 4

Extraction of sesquiterpene lactones

4.1 Introduction	39
4.2 Results and discussion	41
4.2.1 Analysis	41
4.2.2 Extraction solvents	42
4.2.3 Effect of processing of raw material	45
4.3 Conclusions	49
4.4 Experimental section	51
4.4.1 Raw material	51
4.4.2 Extraction procedures	51
4.4.3 Analysis	52

Chapter 5

Enzymatic liquefaction of chicory roots: release of sesquiterpene lactones

5.1 Introduction	55
5.2 Results and discussion	56
5.2.1 Enzymatic liquefaction of chicory roots	56
5.2.2 Enzymatic treatment of chicory root extract	60
5.2.3 Endogenous enzyme activity of chicory roots	61
5.2.4 Identification of precursors	62

5.2.4.1 Compound Q	62
5.2.4.2 Compound T	63
5.2.5 Conclusions	64
5.3 Experimental section	67
5.3.1 Materials	67
5.3.2 Preparation of chicory root extract	67
5.3.3 Enzymatic treatment with commercial enzyme preparation	68
5.3.4 Chicory root as enzyme preparation	69
5.3.5 Isolation and purification of compound Q	69
5.3.6 Isolation and purification of compound T	70
5.3.7 Analysis	70

Chapter 6

Enzymatic liquefaction of chicory roots: role of endogenous enzymes

6.1 Introduction	73
6.2 Results and discussion	74
6.2.1 Release of sesquiterpene lactones	74
6.2.2 Enzyme characteristics	77
6.2.2.1 pH and temperature optimum	77
6.2.2.2 Conversion of peak Q and N	79
6.2.2.3 Purification of chicory enzymes	80
6.3 Conclusions	82
6.4 Experimental section	83
6.4.1 Materials	83
6.4.2 Release of sesquiterpene lactones	83
6.4.3 pH and temperature optimum	83
6.4.4 Purification of chicory root enzymes	84
6.4.5 Enzymatic hydrolysis of cichorioside B and crepidiaside B	85
6.4.6 PNPG activity	85

Chapter 7

Enzymatic liquefaction of chicory roots: release of inulin

7.1 Introduction	87
7.2 Results and discussion	88
7.2.1 Enzymatic liquefaction of chicory roots	88

7.2.2 Release of inulin	89
7.3 Conclusions	93
7.4 Experimental section	93
7.4.1 Materials	93
7.4.2 Liquefaction of chicory roots	94
7.4.3 Inulinase activity	94
7.4.4 Analysis	95
 Chapter 8	
Sensory analysis of chicory roots	
8.1 Introduction	97
8.2 Results and discussion	99
8.2.1 Threshold values of sesquiterpene lactones	99
8.2.2 Sensory analysis of soft drinks	100
8.2.3 Bitterness of glycosides	103
8.3 Conclusions	104
8.4 Experimental section	108
8.4.1 Determination of threshold value	108
8.4.2 Sensory analysis of soft drinks	108
8.4.3 Bitterness of glycosides	109
 Chapter 9	
General discussion and concluding remarks	
9.1 Enzymatic liquefaction	111
9.2 Sensory analysis	114
 References	117
 Summary	127
 Samenvatting	131
 Dankwoord	135
 Curriculum vitae	137

ABBREVIATIONS

dH8dLc	11(S),13-dihydro-8-deoxylactucin
dHLc	11(S),13-dihydrolactucin
dHLp	11(S),13-dihydrolactuopicrin
8dLc	8-deoxylactucin
Lc	lactucin
Lp	lactuopicrin

BuOH	butanol
CQA	caffeoylquinic acid
EtOAc	ethyl acetate
Glc	glucose
H ₂ O	water
HMF	5-hydroxymethylfurfural
KCN	potassium cyanide
MeOH	methanol
NaCl	sodium chloride
NaOAc	sodium acetate
NaOH	sodium hydroxide
Na ₂ SO ₄	sodium sulphate
PCT	phenylthiocarbamide
PNPG	p-nitrophenyl-β-D-glucopyranoside
tBuMeO	tert-butyl methyl ether

DP	degree of polymerisation
GC	gas chromatography
HPLC	high pressure liquid chromatography
m.p.	melting point
MPLC	medium pressure liquid chromatography
MS	mass spectrometry
NMR	nuclear magnetic resonance
RI	refractive index
RP	reversed phase
TLC	thin layer chromatography
UV	ultra violet

CHAPTER 1

INTRODUCTION

1.1 Historical background

Chicory (*Cichorium intybus* L.) is one of the many species of the Compositae family. It is a relative of the endive (*C. endivia* L.), the leaves of which are used as a vegetable, and the wild lettuce (*Lactuca virosa* L.). Chicory has been cultivated for the production of chicory leaves since approximately 300 BC. In classical antiquity roots as well as leaves of wild chicory were used in salads and as a vegetable. Aristophanes (450-380 BC) and Theophrastus (372-287 BC) mention the chicory plant and its use. Both Dioscorides and the elder Plinius discuss the healing power of chicory. It was said that the leaves and roots were stomachic and the juice was used against eye disease and poisoning. Infusions of the plant are said to be healthy for the liver, kidneys, and stomach. All of its parts (leaves, stems, flowers, seeds, and roots) have been employed as infusions for pharmaceutical purposes (Maier, 1987; Schmiedeberg, 1912).

During the Middle Ages the Arabs used chicory as a remedy and foodstuff, and in Europe it was used as a medicine, and as a magic potion (Maier, 1987). It is not known when chicory was roasted for the first time for use as coffee substitute. Coffee-like brews made from chicory were used in Italy and Belgium in the 16th century. In 1592 Prosperus Alpinus described such beverages. In 1690, the beverage is mentioned in Holland, and it seems that it was used as a coffee substitute. In the 17th century the use of coffee became quite common in Europe, and simultaneously also the use of chicory roots as a coffee substitute increased (Maier, 1987; Schmiedeberg, 1912).

At the end of the 18th century large plantations of chicory had been established in France and Prussia. The first factory for roasting chicory was founded in Holzminden, Germany. During the Continental System (1806-1813)

almost no coffee was imported into Europe. As a consequence the cultivation of chicory and the use of the roasted root as coffee substitute spread over the continent.

In 1882 more than 125000 tons of roasted chicory were produced in Europe. The annual world production of fresh roots during the first decade of this century for roasting purposes was estimated at 700000 t. In 1985 the worldwide consumption of dried roots was approximately 128000 t (ca. 450000 t fresh roots). Of this amount 57% was consumed in Western Europe, 20% in Eastern Europe, 2% in the United States, and the rest in South Africa and India (Maier, 1987).

Nowadays the consumption of roasted chicory as a coffee substitute in the Netherlands is practically limited to vegetarians. Today chicory leaves (Belgian endive, witloof chicory) are cultivated for vegetable consumption, and the roots constitute a waste product. Chicory is no longer used for major pharmaceutical purposes, but may still constitute a folk medicine (Cecchini, 1976).

Chicory may also be used as a raw material for the alcohol industry (Saryanov et al., 1938), because of its inulin content, the main polysaccharide of chicory roots. The advantages of chicory over potatoes as a raw material in the alcohol industry was critically evaluated by Garger (1938). In 1986 a patent was filed in which a procedure is described for liberation of fermentable sugars present in chicory roots by an enzymatic process. These sugars may be used for alcoholic fermentation (de Baynast de Septfontaines, 1986).

Gupta and co-workers (1988, 1989) used an aqueous extract of chicory root as starting material for the production of inulinase (8-fructofuranosidase, EC-3.2.1.7) and fructose.

Chicory is also used as ingredient for the preparation of soft drinks (Leroux, 1987b; Vonasek et al., 1986; Stat. Cultura Sfecle, 1985). Eres'ko et al. (1987) prepared condensed milk with chicory. Nachmedov & Kuljasova (1988) defined a juice made from a chicory-apple mixture as a coffee substitute, but according to their description it is more like a soft drink.

1.2 Production of chicory

Chicory is cultivated for the production of chicory leaves or heads (Belgian endive, witloof chicory) for use as a vegetable. It is appreciated because of its fine, slightly bitter taste. The production of witloof is mainly concentrated in Northern Europe.

Production comprises of two phases, the cultivation of the roots in the field, and the forcing of the heads (chicons) in so-called trenches or pits (Huyskes, 1962). In the Netherlands the seed is sown in May or early June, and the carrot-like roots are harvested from late September to the end of November. After removing the foliage, the roots are embedded in pits. They are placed very close together in soil of good structure and provided with ample supplies of water. The roots are covered with a layer of soil. After 10 or more days a heating system underneath the roots is turned on. A few weeks later the well-known white heads are being produced.

At harvest the root and head are taken out of the pit in their entirety. The heads are cut off, cleaned, graded, and packed.

The roots are considered as waste. In the Netherlands about 10^5 tons of chicory roots are produced annually. They may be used as cattle feed. However, they contain both the valuable fructose polymer inulin and bitter principles.

The food industry is interested in inulin and new bitter compounds, such as sesquiterpene lactones from chicory. Additionally there is a demand in the Netherlands for the evaluation of new crops to incorporate into the Dutch cropping plan (Koster & Schneider, 1989) due to stagnation on agricultural markets in the food sector, and problems associated with intensive agricultural production.

According to Fuchs (1989) a few crops, among them chicory and Jerusalem artichoke, have been considered for introduction. Both of these are inulin containing crops, and can be used for the production of high-fructose syrup as sweetener, or as raw material for the production of 5-hydroxymethylfurfural (HMF). HMF can be used as starting material for the synthesis of many other products, among them dyes, flavours, and antibiotics (Kuster, 1989).

Recent data suggest that chicory can give higher inulin production compared

with Jerusalem artichoke, and that chicory can be produced for the same price as sugar beets when the more intense sweetness of fructose is taken into account (Meyer & Borm, 1990).

1.3 Specific constituents of chicory roots

The bitter compounds isolated from chicory roots are sesquiterpene lactones with a guaiane skeleton (Fig. 1.1) (Leclercq, 1984; Pyrek, 1985; van Beek et al., 1990). Seto et al. (1988) identified also sesquiterpene lactones with a germacrane and eudesmane skeleton in chicory roots (Fig. 1.1), but until now these compounds have not been evaluated for their probably bitter taste.

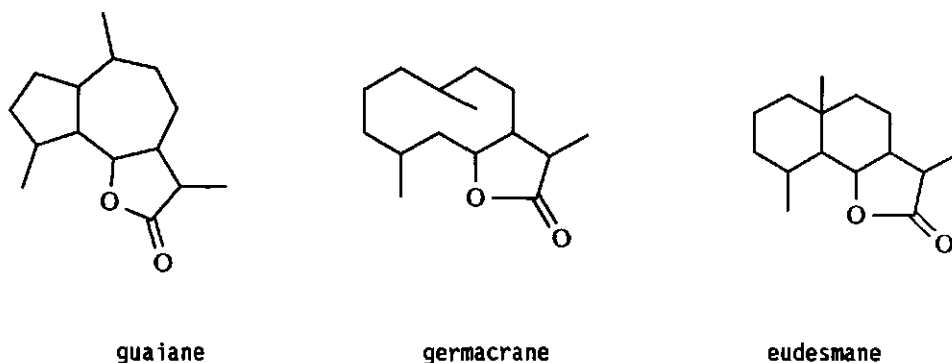


Fig. 1.1 Structural formulas of types of sesquiterpene lactone skeletons identified in chicory root.

Chicory, like other members of the Compositae family, is distinctive in containing inulin (fructan, fructosan) as the main carbohydrate. Inulin is a fructose polymer with a Degree of Polymerisation (DP) in excess of 30 (McKellar & Modler, 1989). The molecule is terminated by a glucose molecule (Fig. 2.6). Inulin may be used as raw material for fructose production. Fructose is 1.3-1.6 times sweeter than saccharose (Hyvönen et al., 1977) and can thus help to reduce the caloric value of the diet. It seems also to be less cariogenic when compared with saccharose.

Inulin as such can not be digested by human beings due to the absence of the appropriate enzymes. *Bifidobacterium* sp. are present in the intestine, which have inulinases that can only hydrolyse neosugars, fructosans with a DP of 3-6 and not fructosans with higher DP (McKellar & Modler, 1989).

In addition to the bitter taste and the presence of inulin, brews made from roasted chicory roots have coffee-like characteristics. Such brews have been consumed in Western Europe for almost as long as coffee itself. They have generally been and still are regarded as substitutes for coffee. This is especially true in times of restricted supplies (Clarke & Macrae, 1987).

A brew made from roasted chicory does not contain any caffeine as a stimulant. This lack of caffeine is considered to be an advantage to particular consumer groups, for example vegetarians. Chicory has also been attributed with other physiological benefits, among others stimulating the appetite, and aiding the digestion (Leroux, 1987a). The constituents of chicory roots will be discussed with more detail in Chapter 2.

1.4 Processing of vegetables

Chicory roots are considered a waste. They are produced at the harvest of the edible chicory leaves. The roots contain inulin as well as bitter sesquiterpene lactones. As a very cheap raw material it may be used for isolation of both types of compounds in order to obtain a bitter, sweet liquid. This liquid might be of use as an ingredient in alcoholic and non-alcoholic beverages. The bitter compound quinine could be replaced by the bitter principles from chicory roots. Quinine is a pharmaceutical product used against malaria and should therefore not be applied to food products. Some people suffer from adverse reactions when quinine is included in the diet.

As part of the Biotechnology Research Programme of the Ministry of Agriculture and Fisheries, a project was formulated to isolate both the bitter compounds and inulin from chicory roots with the use of enzymes and/or starter cultures.

Usually the isolation of interesting compounds from plant material is carried out with a solvent. Simultaneous extraction of both bitter substances and

inulin from chicory roots with one solvent is not possible. Inulin is extracted with (hot) water using countercurrent diffusion. The sesquiterpene lactones are rather apolar and will therefore remain in the pulp. Extraction with a more apolar solvent gives only the bitter compounds as solvent solubles, and inulin remains in the pulp fraction. This waste material will also contain a large amount of organic solvents. To reduce the inherent risks, general safety and environmental measures would have to be taken, which induce extra costs.

Enzymatic liquefaction of plant material will release all its substances. The amount of waste material is reduced, and the liquid phase contains all interesting compounds. A liquid is easy to handle during processing.

The application of enzymes is common in the fruit industry (see below). The possible use of enzymes in vegetable processing by various groups was evaluated.

For instance sauerkraut is the product of a lactic acid bacterial fermentation of cabbage. It is made by adding salt to shredded cabbage, followed by packing the salted cabbage into containers allowing subsequent fermentation. Other vegetables are also known to undergo fermentation processes, e.g. cucumbers, olives, and on a smaller scale cauliflowers, carrots, beans, celery, and onions. Lactic acid fermentation of vegetables is described in more detail by Pederson (1980) and Vaughn (1982).

The application of enzymes in fruit processing originates from the use of pectolytic enzymes for treatment of soft fruit to ensure high yields of juice and pigments and for the clarification of raw press juices. Technical enzyme preparations in use for these processes have mainly pectolytic activities along with other enzymes such as xylanases and arabinases (Voragen, 1989).

Press juices obtained from for instance apples, are rather viscous due to dissolved pectin and have persistent turbidity, because of cloud particles. Addition of a pectinase preparation to the juice decreases viscosity and also degrades the negatively charged pectin coating of the suspended particles. As a consequence destabilised particles coagulate to larger units and precipitate (Voragen, 1989). A centrifugation and/or filtration step to remove these particles is necessary to obtain a clear juice, in many cases after addition of gelatin to remove polyphenols.

Pectinases are also used for the preparation of vegetable juice, especially carrot juice. Juice yield as well as the carotene content of the juice

increase when pectinases are involved (Leclercq, 1985).

When enzymatic treatment of fruit or vegetable pulp with pectolytic enzymes is carried out together with cellulolytic enzymes, an almost complete liquefaction can be obtained. This process reduces solid waste and seems especially suited for products for which no juice extraction equipment has been developed, e.g. tropical fruit (Voragen, 1989). Yield of the obtained juice increases up to 90%, and almost all dry matter content is found in the liquid phase. In theory the whole cell content is present in the juice, which otherwise would be lost with the pulp fraction. Only a few insoluble residue particles remain (Pilnik & Rombouts, 1979).

Enzymatic liquefaction is an unusual process for isolation and extraction of flavour compounds from plant material. Only a few publications are known in which the use of enzymes ((hemi)cellulases) has been applied in order to increase the yield of aromatic or antimicrobial compounds (e.g. Tateo and co-workers, 1979, 1977, 1982; Chuyen et al., 1982; Szakács-Dobozi et al., 1988). Nitz et al. (1985) incubated *Majorana hortensis* first with pectinase or glucosidase preparations before extraction by steam distillation under reduced pressure. They compared these extracts with those from untreated plant material. Enzymatic treatment increased the yield of flavour compounds and affected the composition of the extracts when compared with the control. They suggested that bound precursors are present in the plant, which may be transformed to different components (aglycons) depending on the extraction method used.

Flavour compounds in the plant are present in the cell in free form, and as glycosidic non-volatile precursors which are rather polar (see e.g. Wilson et al., 1984). Beta-glucosidases might be used for the hydrolysis of monoterpene glycosides to enhance the aroma of grape juices and wines through the release of volatile monoterpenes (Voragen, 1989). The same mechanism might be expected for sesquiterpene lactones glycosides, which were isolated from chicory roots for the first time by Seto et al. (1988). These enzymes are present in commercial enzyme preparations containing cellulolytic activities.

1.5. Outline of this study

As a part of the Biotechnology Research Programme of the Dutch Government (Four Million Guilder Fund) we planned to isolate bitter substances as well as inulin from chicory roots in a one step enzyme treatment using a commercial enzyme preparation containing both pectinases and cellulases to obtain complete liquefaction of the roots. As a consequence more bitter compounds and sugars (inulin) would pass into the liquid phase. No second extraction step would be required, and no heat treatment involved, which might otherwise alter the amount of isolated compounds and give undesirable off-flavours. The completely liquefied root suspension can be used as raw material in the manufacture of soft drinks.

As a consequence analytical methods had to be improved, and studies on isolation, identification, and last but not least on the bitterness of sesquiterpene lactones were carried out.

The results of experiments presented in this thesis were obtained in the various laboratories involved in this project. The project was started at the former Sprenger Institute (now part of ATO Agrotechnologie), Wageningen, in co-operation with the Agricultural University, Wageningen, Section Food Chemistry. For identification of the bitter compounds we could rely on the experience of scientists from the Department of Organic Chemistry of the same University. During the second part of the project the co-operation with Organic Chemistry intensified, and also Quest International became involved with respect to sensory analysis.

During a part of the project a lively exchange of ideas with Prof. Gensch, Freie Universität, Berlin, working in the same field, took place.

CHAPTER 2

THE COMPOSITION OF CHICORY

2.1 Fresh chicory roots

2.1.1 Sesquiterpene lactones

Schmiedeberg (1912) isolated the bitter principle from chicory roots, a compound he named intybin. Grafe (1915) found that intybin was neither an alkaloid, nor chlorogenic acid or tannin, and that by roasting the bitter compounds were destroyed. Grafe showed intybin to be a glycoside with fructose, and not toxic to animals. However, experiments with animals were not clearly described.

Grafe (1915) did not structurally characterise the intybin, because his material was not pure. However, in 1936 he determined an empirical formula: $C_3H_4O_2$ (Grafe, 1936). He also found that intybin was composed of 25% proto catechuic aldehyde and 75% inulin, the main polysaccharide present in chicory root. When inulin was included in the calculation Grafe found a molecular formula $C_{24}H_{32}O_{16}$. Probably the isolated compound was not pure enough, because both formulas subsequently have been proved false. Earlier Zellner & Richling (1926) found that intybin is identical with lactucin.

Lactucin is also one of the components found in lactucarium, the dried milky juice of *Lactuca virosa* L. (Schenck & Graf, 1936). It was isolated from lactucarium by extraction with water. Lactucin as bitter compound was described for the first time by Buchner in 1833 (Schenck & Graf, 1936). A second bitter tasting compound in lactucarium, lactucopicrin, was mentioned by H. Ludwig & A. Kromayer (Arch. Pharm., 161, 1-3 (1862), cited by Schenck & Graf, 1936). They did not show which type of compound lactucopicrin was nor did they give the molecular formula. For lactucin two formulas were given: $C_{23}H_{14}O_8$ and $C_{22}H_{13}O_7$, but both are incorrect.

Lactucarium had the interest of scientists because of its potential pharmaceutical properties. Lactucarium has been used as a hypnotic and for sedative purposes. It tasted very bitter, as does its aqueous extract. In the 19th century it was proposed that the bitter compound of lactucarium was responsible for its sedative properties (Schenck & Graf, 1936). Much attention was therefore given to identification of the bitter (and possibly sedative) component of lactucarium.

Bauer & Schub (1929) and Bauer & Brunner (1936, 1937, 1938) identified in lactucarium in addition to lactucin also lactuceryl ($C_{30}H_{49}OH$) and lactucerin, which are resinous compounds, and neolactucin ($C_{23}H_{25}O_7$, m.p. 147-148 °C) in the fresh latex of *Lactuca virosa*. Two enzymes (oxidases) were also identified. The primary bitter compound of lactucarium and of the fresh milky juice of *L. virosa* was named neolactucin. Späth et al. (1951) suggested that neolactucin is the same component as lactucopicrin. No further work has been reported to identify the resinous compounds of lactucarium mentioned by Bauer and co-workers.

In 1939 Späth et al. published an extraction method to isolate lactucin from lactucarium with diethyl ether. It is a rather difficult method, and time consuming, but pure lactucin (m.p. 220-223 °C) was obtained.

After World War II publications on lactucarium concern only the identification of lactucin, lactucopicrin and other sesquiterpene lactones from *Lactuca* species. No publications are known in which the relationship between the sedative properties and bitter principles of lactucarium is established.

Späth et al. (1951) isolated pure lactucin from lactucarium and obtained the correct molecular formula: $C_{15}H_{16}O_5$. Previously published formulas of lactucin have been incorrect, because of the low solubility of lactucin (Späth et al. 1951). They argued that different methods for determination of the molecular weight of lactucin give variable results, because several types of solvents were used.

Wessely et al. (1951) proved that lactucin has an unsaturated character with an absorption maximum at 255 nm ($\log \epsilon=4.17$). They did not mention the solvent in which lactucin was dissolved for UV measurement.

In 1940 Schmidt showed that Compositae other than *L. virosa* contained lactucin and/or lactucopicrin, including *Cichorium intybus* L., chicory. A

quantitative method for determination of lactucin and lactucopicrin from the latex of *L. virosa* was published (Schmidt, 1940). Lactucin and lactucopicrin were determined after reaction with potassium cyanide (KCN) dissolved in methanolic NaOH in light (photochemical reaction) or in dark (so-called fluorescence reaction). After reaction with KCN in light a yellow product was obtained from lactucin (Lc) and a red product from lactucopicrin (Lp). Both products were measured by UV spectroscopy. The reaction of Lc and Lp with KCN in dark gave products with an intensive blue fluorescence character. No further details were given on the structure of the obtained products. The cyanide ion is able to add to (α,β -unsaturated) carbonyl groups not only from Lc and Lp, but also from other compounds present in the extract.

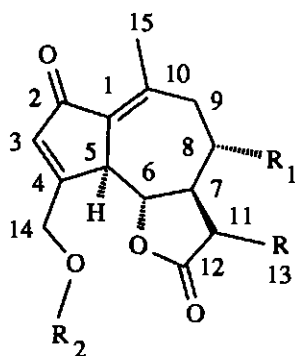
Zinke & Holzer (1953) and Holzer & Zinke (1953) isolated lactucin as well as lactucopicrin from the milky juice of chicory. They showed lactucopicrin to be the same as neolactucin, and determined the molecular formula as $C_{23}H_{22}O_7$. A lactone ring was shown to be present in both compounds. Lactucopicrin (m.p. 148-151 °C) is the p-hydroxyphenyl acetic acid ester of lactucin (m.p. 220-223 °C) (Zinke & Holzer, 1953).

Dolejs et al. (1958) and Barton & Narayanan (1958) published independently the structure and absolute configuration of lactucin (Fig. 2.1). They proved it to be a sesquiterpene lactone with a guaianolide skeleton and with the unsaturated lactone group attached to the 6-position. One of the two hydroxyl groups is secondary; it is in the 8-position. It is the first sesquiterpene lactone of the azulene series with a carbonyl group at C-2 (Barton & Narayanan, 1958).

In 1960 Michl & Högenauer published the chemical structure of lactucopicrin. They thought that the p-hydroxyphenyl acetic acid part of lactucopicrin is esterified to lactucin at C-14. However, Pyrek (1977) proved with NMR, IR, and MS that the site of esterification of lactucopicrin with p-hydroxyphenyl acetic acid is at C-8 in the lactucin molecule (Fig. 2.1).

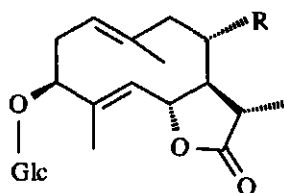
A third sesquiterpene lactone identified in chicory was 8-deoxylactucin (8dLc) (Leclercq, 1984; Pyrek, 1985). This compound was also detected in *L. serriola* (Pyrek, 1977). The secondary hydroxyl group at C-8 is reduced compared with Lc (Fig. 2.1).

In 1988 Japanese scientists (Seto et al., 1988) isolated four new components together with known sesquiterpene lactones from *Cichorium intybus* and *C. endivia* roots. The following compounds were identified in *C. intybus*: 8-



	R	R ₁	R ₂
Lc	=CH_2	OH	H
8dLc	=CH_2	H	H
Lp	=CH_2		H
dHLc	 CH ₃	OH	H
dH8dLc	 CH ₃	H	H
dHLp	 CH ₃		H
Crepidiaside B	 CH ₃	H	Glc
Cichorioside B	 CH ₃	OH	Glc

Fig. 2.1 Sesquiterpene lactones with a guaiane skeleton isolated from chicory roots.

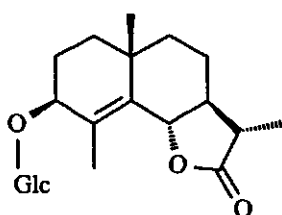


Sonchuside A

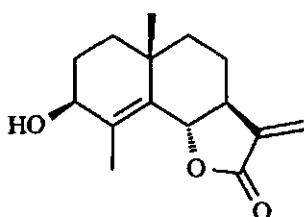
R= H

Cichorioside C

R= OH



Sonchuside C



Cichoriolide A

Fig. 2.2 Sesquiterpene lactones with an eudesmane and a germacranane skeleton isolated from chicory roots.

deoxylactucin, crepidiaside B (glycoside of 11(S),13-dihydro-8-deoxylactucin (syn. jacquilenin)), and cichorioside B (glycoside of 11(S),13-dihydrolactucin), all having a guaiane skeleton (Fig. 2.1); sonchuside A, and cichorioside C, having a germacranane skeleton (Fig. 2.2); and sonchuside C, and cichoriolide A, having a eudesmane skeleton (Fig. 2.2). Surprisingly they did not identify lactucin and lactucopicrin in chicory.

Van Beek et al. (1990) isolated lactucin, 8-deoxylactucin and lactucopicrin from chicory roots, together with their respective 11(S),13-dihydro derivatives. The 11(S),13-dihydrolactucopicrin was isolated and identified

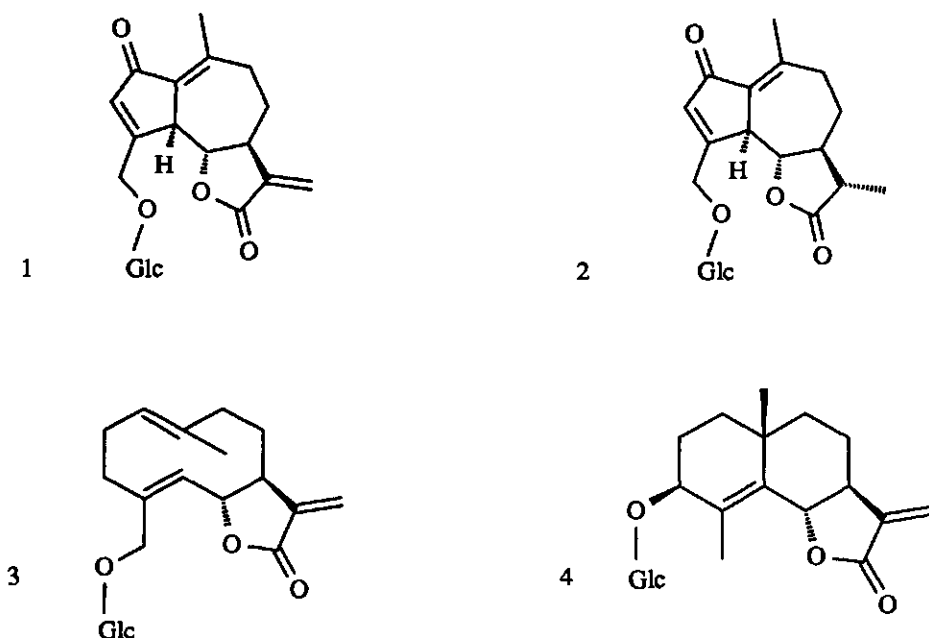


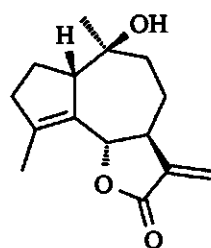
Fig. 2.3 Sesquiterpene lactones isolated from *Cichorium endivia* (after Seto et al., 1988).

1=crepidiaside A; 2=crepidiaside B; 3=picriside B; 4=cichorioside A.

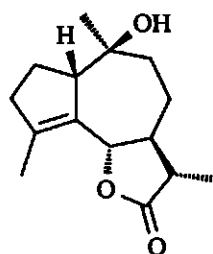
from *C. intybus* for the first time (Fig. 2.1).

Related sesquiterpene lactones were isolated and identified from *Cichorium endivia* L. and *C. pumilum* Jacq. (Seto et al., 1988; El-Masry et al., 1984; see Fig. 2.3 and 2.4 respectively).

Lactucin and lactucopicrin are, according to Schenck & Graf (1936) responsible for the bitter taste of lactucarium. Both compounds have been identified in chicory (Schmidt, 1940). They are held responsible for its bitter taste. However, analytical methods have become more sensitive enabling more components to be detected in chicory root. Van Beek et al. (1990) reported for the first time that 8-deoxylactucin and the 11(S),13-dihydro derivatives of lactucin, 8-deoxylactucin, and lactucopicrin also taste



1



2

Fig. 2.4 Sesquiterpene lactones isolated from *Cichorium pumilum* (after El-Nasry et al., 1984).

1=10(S)-hydroxycichopumilide; 2=10(S)-hydroxy-11(S),13-dihydrocichopumilide.

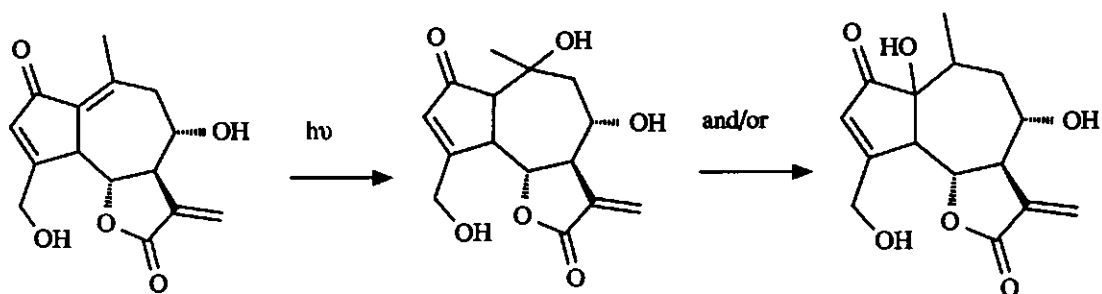


Fig. 2.5 Proposed reaction scheme for the addition of water to lactucin (after Schenck et al., 1964).

bitter.

Schenck et al. (1953, 1963, 1964) reported that lactucin and lactucopicrin, when dissolved in water, are not stable in light. Under the influence of daylight, addition of water to lactucin and lactucopicrin occurs. Schenck and co-workers (1964) gave an explanation for this reaction (Fig. 2.5).

Leclercq et al. (1988) proved that 8-deoxylactucin is also not stable in daylight when dissolved in water. However the end products were not analysed or tasted for bitterness.

Lactucopicrin as well as 8-deoxylactucin proved to be an antifeedant for the locust (*Schistocerca gregoria*) at levels comparable to those present in chicory (see also Chapter 2.1.3.7)(Rees & Harborne, 1985).

2.1.2 Carbohydrates

The main carbohydrate in chicory roots is inulin, a linear β -(2-1) linked fructose polymer terminated by a sucrose unit residue (Fig. 2.6). Its average molecular weight is about 6000 Daltons (35 DP). Inulin is only slightly soluble in water at 15 °C (225 mg/100 ml), but more so at 50 °C (1737 mg/100

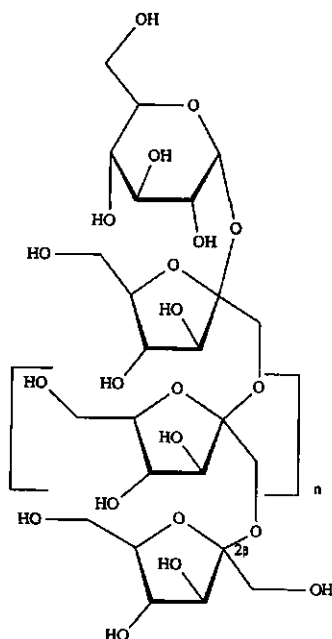


Fig. 2.6 Inulin.

ml)(Yanovsky & Kingsbury, 1933). The inulin content of chicory roots is approx. 16% (w/w), but the exact percentage depends on storage conditions.

Inulin can be used as raw material for fructose production. Fructose is an interesting sweetener. The sweetness and functionality of fructose syrups are considered satisfactory for complete or partial replacement of sucrose (Zittan, 1981).

The use of inulins as raw material is connected with their molecular weight distribution. For the production of fructose long-chain inulins are advantageous because after hydrolysis only little of the crystallization inhibitor glucose is obtained. Short-chain oligosaccharides are easily fermented by microorganisms, and thus are favourable for fermentation (Beck & Praznik, 1986).

Gupta and co-workers (1986) elucidated the fructosan metabolism in chicory roots. Different fructosyl transferases seem to be responsible for the various fructosylation steps in fructosan (inulin) synthesis.

Inulin is hydrolysed during storage of chicory roots. The extent of hydrolysis depends on time and temperature. After 5-6 weeks of storage at 3 °C, 90% of insoluble inulin (DP>10) is hydrolysed by an inulin degrading enzyme, increasing the soluble sugars (DP<10) (Rutherford & Jackson, 1965). These results have been confirmed by Rutherford & Weston (1967) and Fiala & Jolivet (1980).

Forcing of the chicory roots also influences its carbohydrate content. Total carbohydrate content decreases considerably whilst the amount of reducing sugars increases. The duration of cold storage of the roots is found to have little effect on the carbohydrate changes which occur during forcing (Rutherford & Phillips, 1975).

Extraction of inulin from plant material is possible by diffusion at elevated temperatures, or by enzymatic liquefaction (Chapter 7). Besides chicory roots, Jerusalem artichoke and dahlia can also be used for inulin production (Praznik & Beck, 1986; Fleming & Groot Wassink, 1975).

Inulin can be hydrolysed by acid under relatively mild conditions: pH 1 to 2 for 1-2 h at 80-100 °C (Zittan, 1981). Since fructose is easily degraded by acid through the processes of enolization and dehydration, flavoured and coloured compounds are produced which are undesirable in a syrup. Therefore

the pH, temperature, and time must be adjusted to minimize fructose degradation (Fleming & Groot Wassink, 1975).

Several enzymes capable of hydrolysing inulin have been described in the literature. Microbial enzymes originate mainly from yeasts and moulds, for example *Kluyveromyces fragilis*, *Aspergillus* sp. (Zittan, 1981). Complete enzymatic hydrolysis of inulin could be obtained at 50 °C in 3 h. Colour and flavour changes in the enzyme hydrolysate were minimal. So enzymatic treatment of inulin for fructose production is preferable to hydrolysis by acid (Fleming & Groot Wassink, 1979).

Gupta and co-workers (1988, 1989) studied the possibilities for using an aqueous extract of chicory roots containing fructosan (inulin) as raw material for fructose and inulinase production. They cultivated *Fusarium oxysporum* on a medium prepared from chicory roots, and the produced inulinases from *F. oxysporum* hydrolysed inulin giving primarily fructose.

Other carbohydrates present in chicory roots, besides sucrose, fructose and some glucose (Pazola, 1987), are cellulose, hemicelluloses, and pectin. These components provide the structural skeleton of both individual plant cells and the plant as a whole, unlike inulin, which is a storage carbohydrate. Pazola (1987) and Leroux (1987a) mentioned a crude fiber (cellulose) content of chicory roots of 5% and 4% (based on dry weight) respectively.

Hageman (1983) found a cellulose content of 3.4 to 5.5% in chicory roots dependent on forcing of the roots. Pectin content varied from 6 to 10%. All data are expressed as percentage of dry weight. Kim et al. (1978) found in dried chicory root 6.9% "crude fiber".

2.1.3 Other components

2.1.3.1 Nitrogenous compounds

The amounts of nitrogenous compounds (free amino acids and proteins) in chicory roots are not very high. Pazola (1987) mentioned a total nitrogen content of 6-9% (dry weight), which was confirmed by Leroux (1987a). Kim et al. (1978) found for dried chicory roots a "crude protein" content of 8.6%.

2.1.3.2 Lipids

Lipids are present in chicory roots in small amounts, 0.1-0.2% (dry weight) (Pazola, 1987). A crude fat content of 1.6% based on dried chicory root was found by Kim et al. (1978). The amount of unsaturated fatty acid is 65.4% of the total fat of the roots, of which linoleic acid represents the main part. The essential oil (0.007%) obtained from air-dried chicory root consists of 60% palmitic acid, 31.5% linoleic acid, 2.9% linoleic acid, 1.8% n-pentadecanoic acid, and 0.9% oleic acid (Sannai et al., 1982).

2.1.3.3 Minerals

The ash content of chicory roots is 4-6% (dry weight) (Pazola, 1987). The most important mineral components are potassium, sodium, calcium, and magnesium. Kim et al. (1978) identified phosphorus, and iron in chicory roots, and traces of other mineral compounds (zinc, copper).

2.1.3.4 Organic acids

Recently Gaber & Maier (1989) analysed and identified the acids of the chicory roots using HPLC. Dried and roasted samples were analysed. The main acids found in the roots were citric (9.80-10.00 g/kg) and malic (8.96-9.56 g/kg). These are also mentioned by Pazola (1987), but the amounts are much lower. Other acids detected in chicory roots are: formic, acetic, quinic, lactic, hydroxyacetic, phosphoric and pyroglutamic acid.

2.1.3.5 Alkaloids

No alkaloids were isolated from fresh chicory roots contrary to roasted roots (see Section 2.2.3.5)

2.1.3.6 Chlorogenic acids

Chlorogenic acid is a polyphenolic compound, which is a substrate for phenolases. The brown pigments that develop on the cut surface of fruit and vegetables is caused by the activity of this enzyme.

The term chlorogenic acid is used for in fact a mixture of various caffeoylquinic acids (CQAs). In chicory are determined 3-CQA (Fig. 2.7), 4-CQA, 5-CQA, 3,4-diCQA, 3,5-diCQA, and 4,5-diCQA (Haffke & Engelhardt, 1986; Clifford et al., 1987).

The chlorogenic acid content of unroasted chicory root, as well as coffee

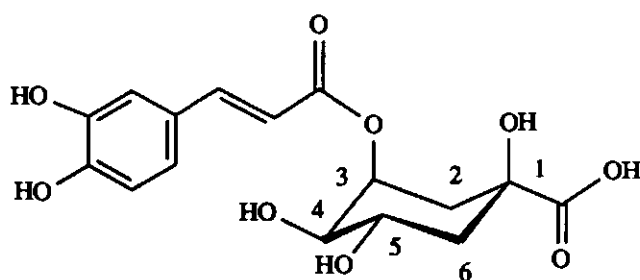


Fig. 2.7 Chlorogenic acid (3-caffeoylquinic acid, 3-CQA).

substitutes containing a mixture of roasted chicory and dandelion was determined by Clifford et al. (1987). Macrae et al. (1987) reported a total chlorogenic acids content of 3.5% in fresh chicory roots. This rather high value is probably due to the non specific spectrophotometric method used.

Determination of chlorogenic acid is one of the methods for quantitative analysis of the composition of coffee mixtures containing coffee substitutes. Coffee, in the form of roast beans or as instant powder, will contain significant amounts of chlorogenic acid. Most coffee substitutes do not contain appreciable levels of CQA. This provides the basis for a quantitative method for determining the proportion of coffee in mixtures (Macrae et al., 1987).

2.1.3.7 Coumarins

According to van Hee (1965) coumarins are also bitter. Already in 1876 Nietzki isolated a coumarin from the flowers of chicory, and named it cichoriin (Fig. 2.8 [3])(van Hee, 1965). Cichoriin is a glycoside of esculetin or dihydrocoumarin [1]. A third coumarin esculin [2], which is an isomer of cichoriin has been isolated from chicory. The three coumarins are mainly found in the leaves and flowers of chicory (Fedorin et al., 1974; Rees & Harborne, 1985). Only cichoriin is found to be present in the roots (Pazola, 1987; Rees & Harborne, 1986).

Rees & Harborne (1985) investigated coumarins isolated from chicory roots as antifeedant for locusts (*Schistocerca gregaria*). It was found that cichoriin

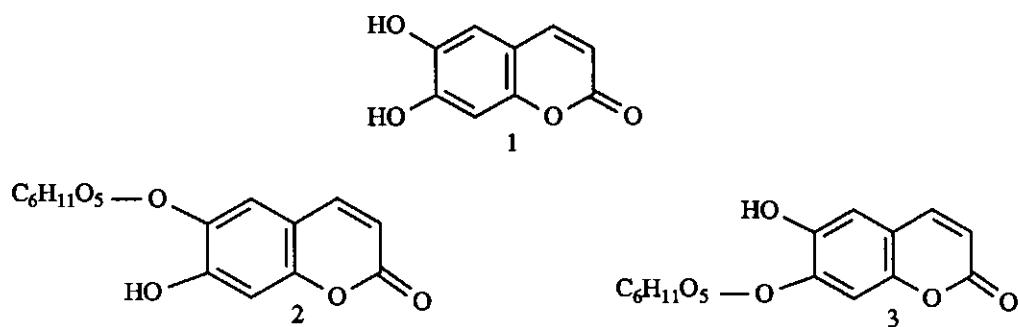


Fig. 2.8 Coumarins from chicory.
1=esculetin; 2=esculin; 3=cichoriin.

is still a significant antifeedant at low concentrations (0.006% (w/w)), while esculetin and esculin were inactive at this concentration.

According to Rees & Harborne (1985) these results are contrary to other findings. Coumarin itself inhibits feeding of some insect species only in relatively high concentrations (0.4% (w/w)). Hydroxycoumarins and/or their derivatives had no antifeedant properties (Rees & Harborne, 1985). However, these findings explain in part the recognized pest resistance of the chicory plant.

2.1.3.8 Volatile compounds

Until now no literature is known on volatile components of fresh unroasted chicory roots. Research on volatile compounds of chicory leaves has been carried out at the State University of Gent (Belgium) (P.J. Dirinck, pers. comm., 1990). Among other compounds n-hexanal and cis-3-hexenol were identified, which are responsible for the "fruity" and "green" flavour respectively.

Sannai et al. (1982) analysed the essential oil obtained from air-dried chicory roots. This oil consisted mainly of palmitic acid and linoleic acid (see Section 2.1.3.2).

2.2 Roasted chicory roots

2.2.1 Sesquiterpene lactones

Roasting of chicory roots is carried out at 160-170 °C for 1-1½ h (Stoltze, 1987). Grafe (1915) could not isolate any bitter sesquiterpene lactones from the roasted roots. He assumed that during the roasting process these compounds are degraded. Also Pazola (1987) suggested that the natural bitter substances of chicory are destroyed during roasting. No recent literature was found which described the extraction and analysis of sesquiterpene lactones from roasted roots, and whether they are degraded during roasting or not.

2.2.2 Carbohydrates

The main constituents of chicory roots, i.e. the carbohydrates inulin, sucrose and the monosaccharides fructose and glucose, are subjected to hydrolysis and/or depolymerisation (inulin) or caramelisation (sucrose, monosaccharides) during the roasting process. Cyclisation and condensation reactions with nitrogenous components (proteins, amino acids) occur (Maillard reaction). Reactions with lipid degradation products are possible. Volatile and non-volatile products, water soluble and insoluble, are produced, for example furfural and 5-hydroxymethylfurfural (Pazola, 1987).

Glucose and fructose were found to be present at all roasting temperatures. Their content increased up to 160 °C due to degradation of inulin, but decreased at higher roasting temperatures. The content of oligosaccharides from inulin decreases steadily during roasting: from 35% (based on dry matter) in the starting material to 5% in chicory roasted at 190 °C. The optimum roasting temperature was 160-170 °C, when the reducing sugar content reached a maximum value (Pazola, 1987).

2.2.3 Other compounds

2.2.3.1 Nitrogenous compounds

Chemical processes, which affect proteins during roasting are: Maillard

reactions, i.e. carbonyl-amino reaction between amino acids, proteins and sugars, hydrolysis of proteins to peptides and amino acids, and pyrolytic decomposition of amino acids. Thus volatile compounds are generated, but also water-soluble and insoluble coloured products are formed from above reactions (Pazola, 1987). No free amino acids were found in chicory roots roasted at 180 °C or higher temperatures. Water is also a byproduct of the Maillard reaction.

2.2.3.2 Lipids

No literature was found on the lipid content of roasted chicory roots. Lipids undergo some degradation reactions during roasting, which affect the volatile composition and taste of the roots after thermal treatment.

2.2.3.3 Minerals

Ash content of roasted chicory root is affected by the roasting temperature: an increase is seen. Due to water loss, dry matter content increases during roasting; the increase in ash content can be explained by the increase in dry matter content.

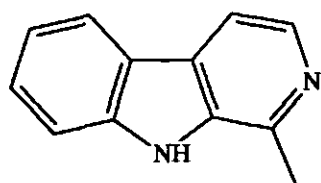
2.2.3.4 Organic acids

The amount of malic, citric, and tartaric acids decreases during roasting of chicory roots, and is dependent on the roasting temperature (Pazola, 1987; Gaber & Maier, 1989, 1990). Pazola (1987) found more acetic, formic, propionic, and lactic acids after roasting.

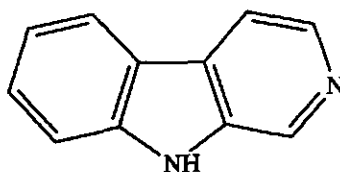
Gaber & Maier (1990) also determined the changes in percentage of the main acids of roasted chicory roots during wet storage, and during storage of chicory brews at elevated temperatures. In all solid samples and in all brews the titratable acidity and the contents of all organic acids measured, increased during storage.

2.2.3.5 Alkaloids

Proliac & Blanc (1976) isolated and identified from roasted chicory roots two beta-carbolines, namely harman and norharman (Fig. 2.9). They gave no evidence that these compounds contribute to the taste of roasted chicory.



harman



norharman

Fig. 2.9 Alkaloids isolated from roasted chicory roots.

2.2.3.6 Chlorogenic acids

Chlorogenic acids (CQAs) are partly degraded during roasting. In coffee beans 50-80% of the total CQAs may be destroyed during the roasting process (Macrae et al., 1987).

Haffke & Engelhardt (1986) determined chlorogenic acids in roasted chicory roots with HPLC. The concentrations ranged from 0.08 to 0.33 g/kg dry weight. In dried chicory a total amount of CQA of 1.93 g/kg was determined. This means a loss of CQAs during roasting of chicory roots between 83-96%.

Haffke & Engelhardt (1986) found one isomer in roasted chicory, namely 3-CQA, the other CQAs were below the detection limit. Clifford et al. (1987) found 5-CQA, and occasionally 4-CQA.

2.2.3.7 Coumarins

The effect of roasting on the coumarin content has not been studied, but it is likely that coumarins are not stable during the roasting process.

2.2.3.8 Volatile compounds

The first analysis of roasted chicory flavour compounds was published in 1930 by Reichstein & Beitter (Pazola, 1987). A distillate of fresh roasted chicory root was investigated, in which 15 compounds were detected. High amounts of furfural and 5-hydroxymethylfurfural (HMF), characteristic products of Maillard reactions, were found in the distillate.

Kawabata & Deki (1977) steam distilled roasted chicory roots and the composition of the distillate was detected by gas chromatography-mass

spectroscopy (GC-MS). Three pyrazines, 3 benzothiazoles, 6 aldehydes, 5 furans, 5 aromatic hydrocarbons, 3 phenols, 6 organic acids and 2 other components were identified. They stated that acetophenone was characteristic for roasted chicory root. In 1982 Sannai et al. identified 32 components in the extract of roasted chicory roots after steam distillation, 23 of which are reported as novel. They found a high amount of HMF and furfural in their chicory extract. In addition, palmitic acid, linoleic acid, and their methyl esters were found in large quantities in the roasted roots. However, no acetophenone was found in their distillate.

The flavour of a chicory brew is composed of volatile compounds and non-volatile taste components. Both are formed during the roasting process. A typical "spicy-peppery" flavour note has been described for chicory brews, but to date this does not appear to be related to any particular compound. With respect to the basic taste sensations, the acidity can be related to the organic acids present. The bitter taste of roasted roots is not so easily related to a specific compounds, since the bitter sesquiterpene lactones are assumed to be degraded during the roasting process (Pazola, 1987).

CHAPTER 3

BITTERNESS IN FOODS

3.1 Introduction

Bitterness is one of the four major taste sensations which are identified with the tongue and other parts of the mouth. The other sensations are saltiness, sourness, and sweetness. The mouth is also the major site of the responses to astringency, pungency, and "meatiness". The substances involved in all these sensations have a number of characteristics in common that distinguish them from substances commonly associated with odours. Taste substances are usually polar, water-soluble, and non-volatile. Besides their necessary volatility, odour substances are generally far less polar and elicit a much broader range of flavour sensations (Coultate, 1989).

Some naturally occurring bitter compounds known since antiquity have been used in certain healing herbal recipes and medicines. Therefore, bitterness is sometimes associated with medicines and pharmacological efficiency (Brieskorn, 1990).

By tasting bitter substances in foods and beverages, aversion arises because bitterness is perceived as a danger signal. Alkaloids present in many plants taste bitter and are toxic (Coultate, 1989).

However, it should be pointed out that all bitterness is not objectionable. In food products such as beverages (tonic water, beer or grapefruit juice), some bitterness is desirable. If these products exhibit no bitterness, they are usually judged as unacceptable. Furthermore bitterness at very low levels can impart a certain "cleanness", particularly to sweet flavours (Rouseff, 1990).

Bitter compounds may also be produced during processing of foods. For instance, amino acids and/ or peptides, which are formed during the proteolysis of milk proteins are primarily responsible for bitterness in for

example hypoallergenic infant formulas. Bitterness in cheese is an off-flavour and is thus regarded as a sensory defect. Maga (1990) reviewed both thermally promoted Maillard-type reactions and the interaction of enzymes in relation to bitterness in food as well as in model systems.

It has also been observed that the ability to detect bitterness varies widely within the population. Some individuals are extremely sensitive to bitterness, whereas others can detect bitter compounds only at very high concentrations. Since many naturally occurring toxins are bitter, one can speculate that the universal aversion to bitterness is the result of a primeval survival trait (Rouseff, 1990).

Bitterness of foods can be expressed by a wide range of molecules, with varying sizes and functional groups. Bitterness can be found in aliphatic or aromatic compounds, straight chained or polycyclic compounds, glycosides or aglycons with just about every functional group. Some inorganic salts and oxides, such as CaO , KCl , MgSO_4 , have also a bitter taste.

In theory any type of molecule can exhibit bitterness, yet a slight structural modification of a bitter molecule can render it nonbitter. Therefore the ability to predict bitterness from molecular composition is rather limited.

Recently Belitz & Wieser (1985) reviewed the most important types of bitter compounds of plant origin. Among the naturally occurring bitter principles, these are by far the larger group.

3.2 Taste receptors

Human taste sensing organs are found on the surface of the tongue. Bitterness receptors are particularly concentrated on the back of it. Taste sensing organs are also found in the mucosa of the cheeks (primarily in young children), in the anterior part of the soft palate, in the retropharyngeal wall, in the inner surface of the epiglottis and on the tip of the larynx (Brieskorn, 1990).

The sense organs of the tongue can be visualized as different types of little hills called papillae. The papillae contain clusters of taste buds. The taste

buds cannot further be subdivided into different types. They are constantly depleted and renewed. The average lifetime of a taste cell is approximately 250 hours.

The sensation of bitterness requires a reaction between the bitter compound (stimulant) and the taste cell. Within the taste cell receptors can be characterized. A receptor has functional groups and a certain specified conformation to bind the active (bitter) compound. If the conformation of a compound which comes in contact with the cell, is sufficiently specific and has sufficient binding energy, then the microstructural conformation of the receptor membrane undergoes a rapid, short term (1 msec) change. This is converted into an electric signal, because the potential of the cell membrane is changed by the interaction between stimulant and receptor cell.

Taste thresholds for most bitter compounds show a Gaussian distribution, but those for phenylthiocarbamide (PCT), containing the N-C=S group, are bimodal. Thus people can be grouped into either taster or nontaster population according to their ability to recognize PCT as bitter. This strongly suggests that there are at least two different types of bitterness receptors (Gardner, 1979). Probably PCT tasters have both types of receptors, whilst one of the receptors is absent with non PCT tasters.

The same sort of model accounts for the observations that the population in general can also be divided into bitter sensitive and insensitive tasters, where the insensitives could have fewer of the receptors near the surface and hence require higher concentrations of the tastant to ensure penetration into the deeper-lying receptor (Gardner, 1979).

3.3 Theories on bitterness

Bitterness can be expressed by a wide range of molecules with varying sizes and functional groups. There is a relationship between the bitterness and structure of selected molecular families. However, they are generalizations:

- a. Molecular size. Sodium chloride has a salty taste, whereas sodium iodide is bitter;
- b. Functional group. Electron-withdrawing groups such as nitro group may

cause bitterness;

c. Sugar position. Naringin and neohesperidin are both citrus flavanone glycosides. The bitterness of these compounds depends on the amount of sugar units (two or one) in the carbohydrate part of the molecule, and on the place of the glycoside bond between the two sugar residues;

d. Decrease of hydrophilic character of the molecule;

e. Stereochemistry. L-Amino acids taste bitter whereas their corresponding D-enantiomers are sweet (Brieskorn, 1990).

Hydrophobicity of molecules correlates with intensity of bitter taste (Belitz & Wieser, 1985). Surface tension seems to be inversely related with the bitter taste of aqueous solutions. Also Gardner (1979) related lipophilicity of a molecule, the lipid solubility of the molecule as a whole, with their relative bitterness.

Some workers have tried to give a more fundamental basis to relate bitterness with chemical structure. Especially amino acids and sugars have been investigated, because these compounds possess sweet as well as bitter taste.

3.3.1 *Q-value*

In 1962 Tanford proposed a model for calculation of the difference in free energy (δF) between the native and unfolded forms of a protein molecule in solution. The major term in the expression for δF arises from the increase in entropy which accompanies unfolding; then δF is negative. In water where a compact globular conformation is stable, intramolecular interactions exist which give a positive contribution to δF . When amino acids with non-polar side chains are dissolved in water, the same interactions occur. The magnitude of these interactions can then be estimated from relative solubilities of appropriate amino acids in water and other solvents, such as ethanol (Tanford, 1962). It is a measure for hydrophobicity. The δf value of an amino acid (in cal/mol) can be calculated from these solubility data. The factor δF of a peptide is calculated from the sum of the contributions of the single amino acid residues:

$$\delta F = \sum \delta f$$

Ney (1971) adapted this value to study bitter peptides. He defined a value Q, the average hydrophobicity of the peptide:

$$Q = \frac{\sum \delta f}{n}$$

in which n is the number of amino acid residues in the peptide, and δf represents the contribution of a single amino acid side chain to the hydrophobic interaction of the protein (Ney, 1971; 1979). Peptides with Q-value lower than 1300 were found non-bitter, whereas bitter peptides had a Q-value greater than 1400. However, this principle is valid for peptides with molecular weights up to approximately 6000 Daltons; above this limit peptides with a Q-value above 1400 are also not bitter (Ney, 1979).

Wieser & Belitz (1975) investigated the bitter taste of various amino acids, amino acid esters, and N-acyl amino acids. They found for amino acids and derivatives that the amino group is essential for the bitter taste, which interacts with the nucleophilic groups of the receptor cells. The influence of the carboxylic group was negligible. Not only hydrophobicity of the molecule is important for the bitter taste, but also steric factors, which influences the interactions with the receptor cells.

The same model was proposed for peptides (Wieser & Belitz, 1976). The amino group acts as polar group which interacts with the receptor cell. Hydrophobicity of the peptide, and the number and nature of the side chains of the molecule are related with bitterness intensity (Wieser & Belitz, 1976).

They postulated that one polar (electrophilic) group and one hydrophobic group are essential requirements for the bitter taste of amino acids, amino acid derivatives, and peptides (Wieser & Belitz, 1975, 1976). For amino acids both groups must be arranged in a defined manner. The model corresponds to the bitterness of all hydrophobic peptides, and is independent on the amino acid sequence and configuration.

Wieser & Belitz (1976) calculated the hydrophobicity of the side chain of an amino acid as the difference between the free energy of the amino acid and

that of glycine. The mean hydrophobicity of a peptide was then calculated from the sum of the hydrophobicities of the amino acids of the peptide and the hydrophobicity of the corresponding peptide consisting of only glycine:

$$\delta F_{\text{peptide}} = \delta F_{(\text{glycine})n} - \sum \delta F_{\text{amino acid}}$$

which gives according to Wieser & Belitz (1976) a more accurate value for hydrophobicity of a peptide and an estimate for bitterness.

Adler-Nissen (1988) studied bitterness intensity of protein hydrolysates as function of degree of hydrolysis, and demonstrated that Ney's Q-rule is theoretically unfounded.

He found that hydrophobicity of bitter peptides is not a simple function of the average hydrophobicity of the amino acids. The bitterness level of protein hydrolysates could be predicted and calculated from the molar concentration and the average hydrophobicity of the hydrophobic, i.e. 2-butanol extractable, peptides. The degree of hydrolysis, defined as the percentage of peptide bond cleaved, is the third variable which influences bitterness (Adler-Nissen, 1988).

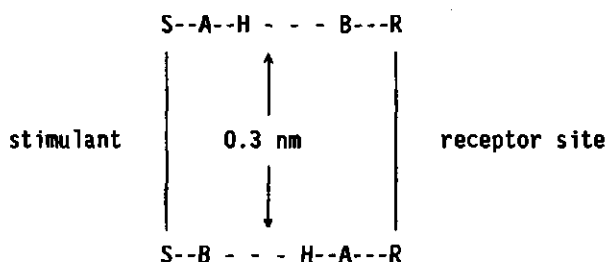
A hydrophobic amino acid gives rise to the strongest bitterness when it is positioned in the interior of the peptide, depending on chain length. For instance, hydrophobic side chains of a protein (polypeptide) are physically hindered in interacting with the taste receptors and thus cannot cause bitterness. A slightly weaker bitterness is observed when the hydrophobic amino acid is situated in the terminal position, and the lowest bitterness intensity is found as free amino acid. Thus, a dipeptide composed of two hydrophobic amino acids will taste much more intense than an equimolar solution of the same amino acids (Adler-Nissen, 1988).

3.3.2 AH-B theory

Shallenberger and co-workers studied the relationship between carbohydrate structure and sweet taste. They assumed that two adjacent hydroxyl groups in the sugar molecule are responsible for the sweet taste, and that the taste intensity is inversely related to the extent of hydrogen bonding between

these groups and, consequently that it depends upon their mutual conformation.

In 1967 Shallenberger & Acree postulated a molecular theory of sweet taste, in which all sweet agents (stimulants) possess a system of the type AH-B (proton-donor respectively proton-acceptor) in their structures, wherein A and B are electronegative atoms separated by a distance of 0.24-0.4 nm (Scheme 3.1).



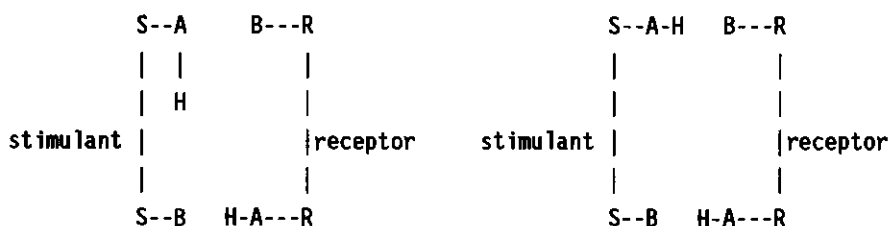
Scheme 3.1 AH-B model for sweet taste according to Shallenberger & Acree (1967).

The theory further assumes that receptor sites, which are involved in the interactions contributing to the generation of sweet taste, also possess a complementary AH-B system, and thus that the interaction between the two systems is based upon the simultaneous formation of two inter-system hydrogen bonds (Beets, 1978).

In the AH and B system two different molecules may contribute to the sweet taste by one acting as proton-donor to the receptor site and the other as proton-acceptor (Belitz & Wieser, 1985).

Kubota & Kubo (1969) postulated a similar AH-B system involved in the generation of bitterness (Scheme 3.2). They examined the taste and structure of a large number of bitter and tasteless diterpenes from *Isodon* species. In each bitter compound they investigated, proton donor and proton acceptor moieties were present, however the intramolecular distance between one AH-B pair is 0.15 nm. Also proton donors and proton acceptors of the taste bud can

act as receptor site, and these probably form hydrogen bonds with the bitter unit. In case of bitterness, however, the proton donor at the receptor site must be strong enough to sever the hydrogen bonding in the substrate site (Kubota & Kubo, 1969). For the bitterness of diterpenes from *Isodon* an intramolecular hydrogen bond was a requisite.



Scheme 3.2 AH-B model for bitter taste according to Kubota & Kubo (1969).

In the AH-B system two polar groups with definite steric arrangement are postulated as essential groups for sweet-tasting molecules, which may be supplemented by a hydrophobic group for intensifying the sweet taste. In contrast, bitter compounds need only one polar group (electrophilic or nucleophilic), and a hydrophobic group. The taste threshold of bitter compounds depends mainly on the apolar moiety, but is also related to steric factors and to the charge distribution within the molecule (Belitz et al., 1988).

The proposed proton-donor proton-acceptor system (AH-B) by Shallenberger & Acree (1967) gives evidence to the hypothesis that sweet and bitter receptors are strongly related. Based on investigations of aspartame analogues it is assumed that the bitter and sweet qualities are recognized by the same taste receptor and that the receptor site easily discriminates between bitter and sweet taste by the different combinations between AH-B (Belitz & Wieser, 1985).

However, this model is not fully supported by studies on bitterness in other compounds (Gardner, 1979). He postulated that lipophilicity is an important parameter in inducing a bitter taste. For example intramolecular hydrogen bonds correlate with bitterness because they increase the relative

lipophilicity of a molecule. Fewer groups are then available to form inter-molecular hydrogen bonds to the aqueous medium of saliva. Hence the degree to which the molecule will penetrate into the cell membrane will increase, giving it a better chance of reaching the bitterness receptor.

3.4 Bitterness of sesquiterpene lactones

The bitter taste of sesquiterpene lactones present in chicory roots, lactucin, lactucopicrin, 8-deoxylactucin, and their dihydro derivatives can in part be explained by above mentioned theories.

The bitter components are usually extracted from the roots with an apolar solvent. They are slightly soluble in water except Lp. This compound can be purified by recrystallisation in water (Holzer & Zinke, 1953).

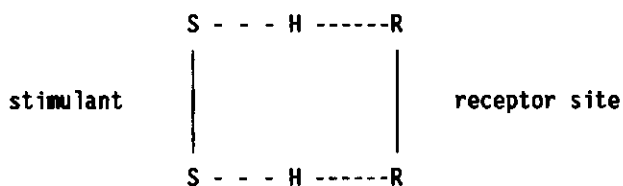
Lp and its dihydro analogue are the largest molecules of the sesquiterpene lactones investigated. Both molecules elute with RP-HPLC after Lc and 8dLc. With this chromatographic method only hydrophobic interactions of the solutes with the stationary phase are possible (Fallon et al., 1987).

Lc has at C-8 a hydroxyl group and 8dLc a hydrogen atom (see Fig. 2.1). Lp has the largest substituent at C-8, a p-hydroxyphenyl acetic acid group. Therefore Lc is the most polar and should have the lowest bitter intensity, and Lp the highest. Similar bitterness scores are expected for the dihydro analogues.

Intramolecular AH-B interactions are theoretically possible in the sesquiterpene lactones investigated between the O-atom of the lactone ring and the -OH group at C-14, and between the carboxylic group at C-2 and the methyl group at C-15. These interactions are similar for the three components, and should not give any difference in bitter intensity.

According to Beets (1978) a single lactone group in a sesquiterpene molecule seems to suffice for bitter taste. He proposes a modified AH-B theory or interaction complex, in which the donor functions are entirely supplied by the accommodating receptor site (Scheme 3.3).

The lactone group is a possible partner in above interaction complex. He states that bitterness must be due to the presence of more or less polar moieties in the structure, possible in combination with lipophilic centres



Scheme 3.3 AH-B model for bitter taste as proposed by Beets (1978).

(Beets, 1978).

Also the lactone group is identical for the three sesquiterpene lactones, and should therefore not contribute to different bitterness intensities of the compounds.

The conclusion is that the bitter taste of sesquiterpene lactones from chicory root, especially lactucin, lactucopicrin, and 8-deoxylactucin, can be explained by their hydrophobic character, and partly by the AH-B theory. Difference in bitter intensity will be caused by the difference of the substitutes at the C-8 atom.

CHAPTER 4

EXTRACTION OF SESQUITERPENE LACTONES

4.1 Introduction

Various extraction solvents have been used for the isolation of bitter compounds from lactucarium obtained from *Lactuca virosa* as well as other *Lactuca* sp., and from chicory roots. There are many publications in this area.

Späth et al. (1939) isolated lactucin (Lc) from dried lactucarium by soaking the powder in water, adjusting to pH 1, and partitioning into diethyl ether. Others used this method too for the isolation and purification of lactucin (Barton & Narayanan, 1958; Schenck et al., 1964).

Schenck & Wendt (1953) isolated lactucopicrin (Lp) from lactucarium by Soxhlet extraction using chloroform (30 h). Schmidt (1940) used methanol to isolate lactucopicrin and lactucin from fresh and dried milky juice of *Lactuca virosa* and for the isolation of these sesquiterpene lactones from other Compositae, including *Cichorium intybus*.

Schenck et al. (1961) isolated both lactucin and lactucopicrin from whole *Lactuca virosa* plants with 50% methanol acidified with 38% HCl (1 ml per 100 ml of 50% MeOH). They claimed that extraction at low pH (pH 2) prevented the oxidation of Lp by endogenous *Lactuca* enzymes, and that consequently at this pH the highest yield of Lp was obtained. Pyrek (1977) extracted *Lactuca serriola* roots with methanol and isolated Lc, Lp, 8-deoxylactucin (8dLc) as well as 11(S),13-dihydro-8-deoxylactucin (dH8dLc). Mahmoud et al. (1986) extracted the aerial parts of *L. sativa* with Et₂O-petrol (1:2) and isolated Lc, Lp and 11(S),13-dihydrolactucin (dHLc). Lactucopicrin, dHLc, and lactucopicroside (glycoside of lactucopicrin) were extracted from *Lactuca laciniata* roots with water (Nishimura et al., 1986).

Holzer & Zinke (1953) and Zinke & Holzer (1953) extracted lactucin and lactucopicrin with ethanol from the milky juice of fresh chicory roots, which

was stabilized with methanol. Dolejs et al. (1958) and Rees & Harborne (1985) used this method for isolation of lactucin, lactucopicrin as well as 8-deoxylactucin from chicory.

Pyrek (1985) used fresh chicory roots, extracting them with methanol or acetone. El-Masry et al. (1984) isolated from the roots of *Cichorium pumilum* (a subspecies of *C. endivia*) two new sesquiterpene lactones of the guaianolide type, 10(S)-hydroxycichopumilide (Fig. 2.4) and its 11(S),13-dihydro derivative (ratio ca. 5:3) with a mixture of diethyl ether-petrol.

Seto et al. (1988) isolated several sesquiterpene lactones, including lactucin and lactucopicrin from fresh *Cichorium endivia* and *C. intybus* roots, using methanol under reflux.

The influence of different forcing methods on the bitter constituents of chicory was studied using freeze dried roots and heads, by extraction with 50% methanol acidified with HCl. No concentration of HCl was given (Dolezal, 1976). Chicory heads proved to have a maximum of bitter components after forcing of the roots in synthetic foam flakes without cover. In the chicory roots an increase of bitter compounds was found during forcing.

Although various extraction procedures are described, only Pyrek (1985) compared an acetone extraction with a methanol extraction of chicory roots. The composition of both extracts was similar, however the methyl ester of lactucopicrin was only present in the MeOH extract. The other sesquiterpene lactones did not give analogue compounds during methanol extraction. Lactucopicrin therefore is particularly susceptible towards lactone ring opening in methanol.

We wanted to isolate the sesquiterpene lactones from chicory roots. HPLC methods were first developed to analyse, separate and identify the isolated compounds.

Sesquiterpene lactones isolated from chicory have a rather apolar character. High extraction yields are therefore expected when the roots are extracted with relatively apolar solvents. However, literature data are not clear: polar and more apolar solvents have been used. No yields were given and no comparison between different extraction solvents were made.

In this study various extraction solvents were evaluated for their ability to isolate sesquiterpene lactones from chicory roots. The effect of storage conditions of the chicory roots was also investigated. Special attention was

given to storage at various temperatures, and the effect of drying and milling on the extraction efficiency.

4.2 Results and discussion

4.2.1 Analysis

Initially a rapid and simple procedure for analysing sesquiterpene lactones from chicory roots with reversed phase HPLC was developed with a water-methanol mixture as eluent (isocratic method). Three major peaks were characterized with MS and NMR: lactucin, 8-deoxylactucin, and lactucopicrin (Fig. 4.1 A). The spectra were identical with those of Pyrek (1977).

However, at least one of the peaks consisted of two components as distinguished by MS: 8dLc and a compound with molecular formula $C_{15}H_{20}O_3$ (mass spectrum m/e (70 eV) 248 (M^+), 233, 230, 204, 191, 175, 163 and 141). This mass spectrum was compared with that of cichoriolide A (Fig. 2.2) described by Seto et al. (1988). It seems not unlikely that the two compounds are identical. This compound was not further identified.

It was also not possible to explain the increase of Lc and 8dLc during enzymatic liquefaction of chicory roots (see Chapter 5). Therefore a gradient HPLC method (water-methanol gradient) was developed for accurate determination and identification of the compounds present in chicory roots. Fig. 4.1 shows HPLC chromatograms of chicory root extract obtained by the first method (Fig. 4.1 A) and by gradient elution (Fig 4.1 B), the latter consisting of a large number of components many of which have not been identified. Two of the components were investigated further: one before dHLc (peak Q) and one before 8dLc (peak T) (see Chapter 5).

With the second developed HPLC method (gradient elution) the three major peaks of Lc, 8dLc and Lp obtained by the first method could be separated in two new ones: the already mentioned compounds and their dihydro derivatives; 11(S), 13-dihydrolactucopicrin (dHLp) was identified and described for the first time. The MS and NMR spectra of dHLc and dH8dLc were identical to those of Seto et al. (1988) and Pyrek (1977). The spectral data for dHLp are described in Chapter 4.4.3.

The reproducibility of both HPLC methods for the sesquiterpene lactones

analysed was satisfactory: the coefficient of variation of both methods was between 2 and 5% for all sesquiterpene lactones investigated (Leclercq, 1984; van Leeuwen, 1989; number of replicates of one run was $n=11$ and $n=7$ respectively).

4.2.2 Extraction solvents

The extraction of the bitter constituents of the roots was first carried out according to Späth et al. (1939) with diethyl ether for 30 h, combining a solid-liquid (roots-water) and liquid-liquid (water-diethyl ether)

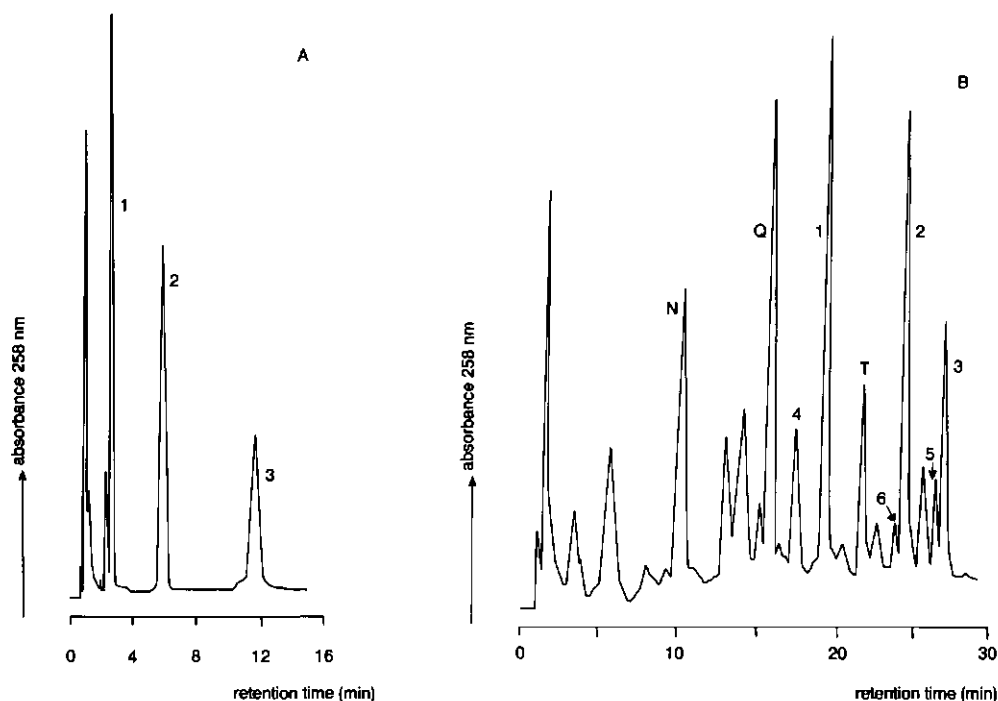


Fig. 4.1 Reversed phase HPLC (A) and gradient HPLC (B) chromatogram of chicory root extract.

1=Lc; 2=8dLc; ; 3=Lp; 4=dHLc; 5=dHLP; 6=dH8dLc Q=peak Q; T=peak T; N=peak N.

extraction. However, this extraction procedure has a number of disadvantages:

1. The extraction with diethyl ether is time consuming, thus the method is not suitable for rapid quantification of sesquiterpene lactones in chicory roots or the residues formed after enzymatic liquefaction.
2. Relatively large samples of roots or residues are needed with the apparatus used (100-200 g).
3. Further extraction of the chicory roots after 30 h with a fresh portion of diethyl ether using the method developed by Späth et al. (1939) enabled the isolation of more sesquiterpene lactones, so the extraction was not exhaustive.
4. The amount of sesquiterpene lactones extracted from the roots with the above mentioned method did not correspond with the amount of these compounds obtained after enzymatic liquefaction: more lactucin and 8-deoxylactucin was found after liquefaction than in the untreated raw material. This phenomenon was the reason for improving the extraction procedure of sesquiterpene lactones from chicory roots (as described further in this Section), for improving the method of analysis (see Section 4.2.1), and for concentrating on the precursors of Lc and 8dLc and the enzyme system of chicory roots (Chapter 5, 6).

The extraction solvents water, MeOH, EtOH, chloroform, and acetone, were evaluated for their ability to isolate sesquiterpene lactones from chicory roots. All extracts, except the chloroform extract, consisted of mainly polar compounds eluting before Lc in the HPLC chromatogram. The amount of Lc was less compared with an diethyl ether extract prepared according to Späth et al. (1939). No 8dLc and Lp could be detected (Netjes, 1985). Satisfactory results were obtained with repeated extraction with chloroform, however, lactucin was not completely extracted with this solvent from the roots nor from the residues of the roots after enzymatic liquefaction.

In a subsequent experiment four different solvents for extraction and isolation of the bitter compounds of fresh chicory roots were tried and compared qualitatively with TLC: ethyl acetate, ethyl acetate with 10% isopropanol, butanol, and chloroform. Ethyl acetate gave the highest yield of the three sesquiterpene lactones investigated. Analysis with gradient HPLC showed that this extract contained also the 11(S),13-dihydro analogues of the

sesquiterpene lactones investigated.

The effect of polarity of the extraction solvents on the quantitative recovery of sesquiterpene lactones from chicory roots was measured with gradient HPLC. Extraction solvents used were ethyl acetate (with and without addition to the roots of 2% Na_2SO_4), acidic ethyl acetate, methyl acetate, and a $\text{MeOH}/\text{H}_2\text{O}$ (55-45 or 80-20) mixture.

Addition of salt (Na_2SO_4) during the ethyl acetate extraction decreases the yield of lactucin and its 11(S),13-dihydro analogue. The salt was added to the fresh roots prior to extraction, thus probably lowering the activity of native enzymes of the roots, to give a lower yield of these compounds.

In the acid ethyl acetate soluble fraction more 11(S),13-dihydrolactucin was found compared to the ethyl acetate alone, and peak Q decreased. Peak Q, eluting before dHLC, is one of the components which was investigated further (Chapter 5).

Methyl acetate as solvent gave a similar extract as EtOAc, however, all peaks were smaller.

The extractions with $\text{MeOH}-\text{H}_2\text{O}$ mixtures were less selective and gave extra peaks compared with the ethyl acetate extraction, especially polar compounds eluting at the beginning of the HPLC chromatogram.

Ethyl acetate appeared to be the best extraction solvent for the isolation of sesquiterpene lactones from chicory roots. The reproducibility of the extraction of these compounds from chicory roots with EtOAc was established by four replicate analyses of the same sample. For Lc, dHLC, 8dLc and dH8dLC a satisfactory precision was obtained after combining two successive extracts (coefficient of variation between 9 and 21%). However, the coefficient of variation increased with apolarity of the compounds, which might be due to the decreasing solubility of the apolar compounds in the $\text{MeOH}/\text{H}_2\text{O}$ solvent in which the EtOAc solvent solubles were dissolved. The peak height of apolar compounds eluting in the end of the chromatogram, for example lactucopicrin, is relative small compared to more polar components measured, and more tailing occurs, both increasing the coefficient of variation. This decrease in precision of especially apolar compounds is also seen for other extraction solvents.

4.2.3 Effect of processing of raw material

Until now there are no publications on the effect of processing (i.e. freezing, milling degree, drying) on the extraction of sesquiterpene lactones from chicory roots. Therefore the effect of storage, milling, and drying on the extraction yield was investigated.

First storage conditions of the roots were investigated. The extraction of fresh chicory roots was compared to chicory roots which were extracted after

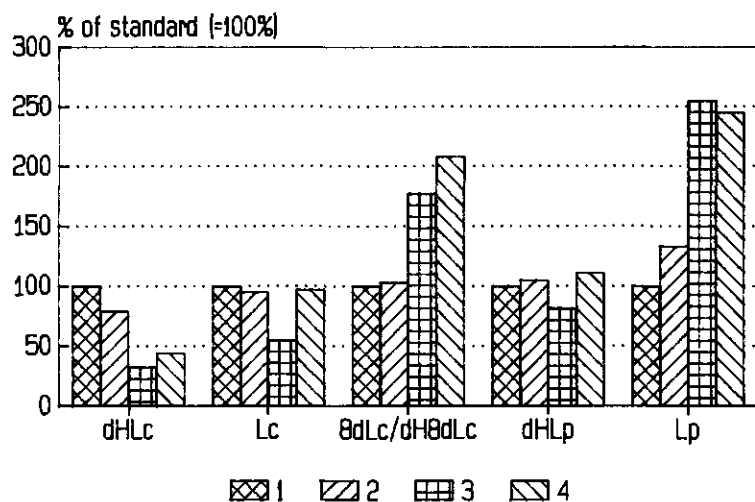


Fig. 4.2 Effect of storage conditions and milling on extraction efficiency of chicory roots.

- 1 Standard extraction procedure, no storage
- 2 Extraction after an extra milling step with sand
- 3 Extraction after 1 month storage at -30 °C
- 4 Extraction after 1 month storage at 1 °C

storage at 1 °C for one month, and chicory roots which were stored frozen for one month (-30 °C).

The amount of extracted sesquiterpene lactones is influenced by storage (1 °C or frozen): an increase is seen for 8-deoxylactucin, its 11(S),13-dihydro derivative, and lactucopicrin, while the amount of 11(S),13-dihydrolactucin decreases (Fig. 4.2).

During storage of the chicory roots at low temperature native enzymes could possibly convert polar compounds, e.g. glycosides of the sesquiterpene lactones investigated, into less polar aglycons, which elute later in the chromatogram. Freezing breaks the cell membranes of the chicory roots, thus increasing the extraction efficiency.

In a second experiment chicory roots were first milled with sand before extraction with EtOAc. The additional milling of the roots decreased the amount of dHlc, but increased that of Lp (Fig. 4.2), however, the latter amount falls within the error of analysis.

Milling with sand increases the total surface of the roots exposed to the solvent and thus the extraction might be more efficient. However, the total dry matter of material to be extracted increases substantially when sand is added. Therefore no increase in extraction efficiency is seen (see next part of this section). Thus a similar extraction efficiency with regard to isolation of sesquiterpene lactones is obtained compared to the standard extraction procedure.

An EtOAc extract of air dried chicory roots (70 °C, 24 h) contained almost no sesquiterpene lactones. The procedure decreased tremendously the compounds of interest. After roasting of chicory roots (1 h at 130 °C), no bitter sesquiterpene lactones could be detected: presumably they were degraded (Stoltze, 1987; Pazola, 1987).

After steam blanching of the chicory roots (for 1 min) no sesquiterpene lactones could be extracted with a chloroform extraction.

A low extraction yield was also obtained from freeze dried chicory roots extracted with ethyl acetate: almost all components decreased by about 50% compared to fresh roots (Fig. 4.3).

The use of freeze dried chicory samples is not unusual: Dolezal (1976) used freeze dried samples of chicory roots and heads and extracted them with 50%

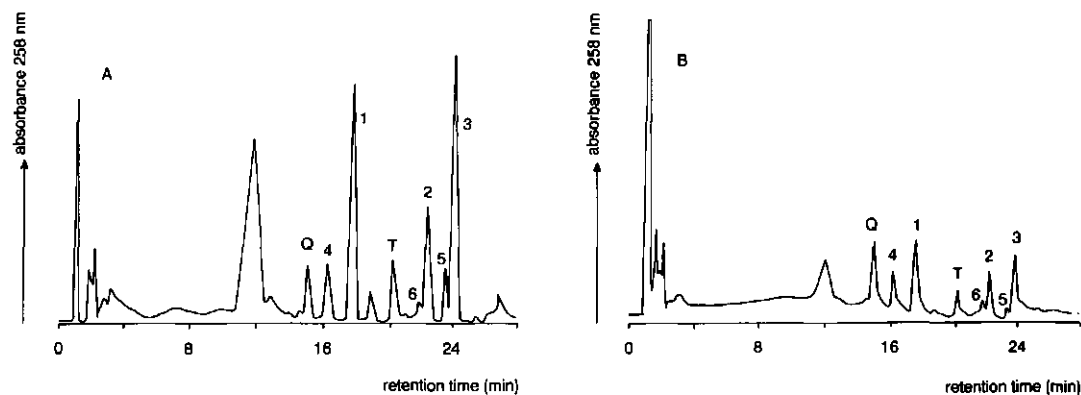


Fig. 4.3 HPLC chromatograms of EtOAc extracts from fresh chicory root (A) and freeze dried chicory root powder (B).

1=Lc; 2=8dLc; 3=Lp; 4=dHLC; 5=dHLP; 6=dH8dLc; Q=peak Q; T=peak T.

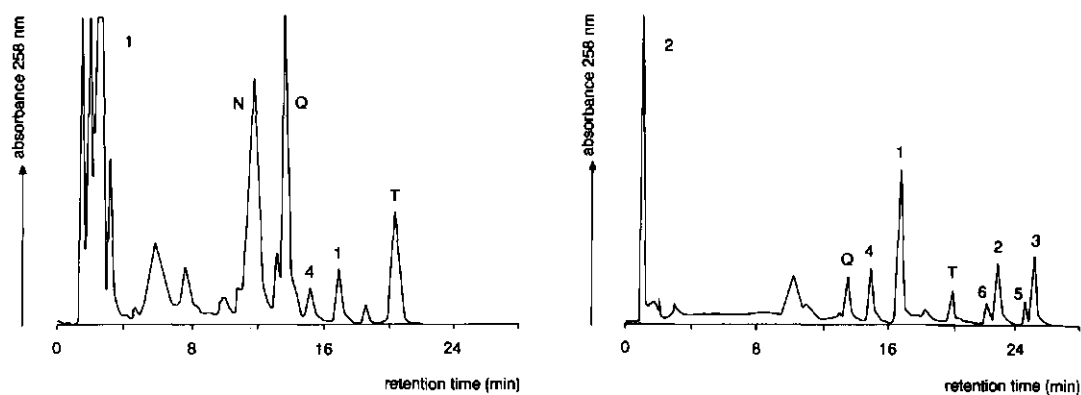


Fig. 4.4 HPLC chromatograms of EtOAc extract from freeze dried chicory root powder after soaking with water.

1=H₂O layer; 2=EtOAc layer.

1=Lc; 2=8dLc; 3=Lp; 4=dHLC; 5=dHLP; 6=dH8dLc; Q=peak Q; T=peak T; N=peak N.

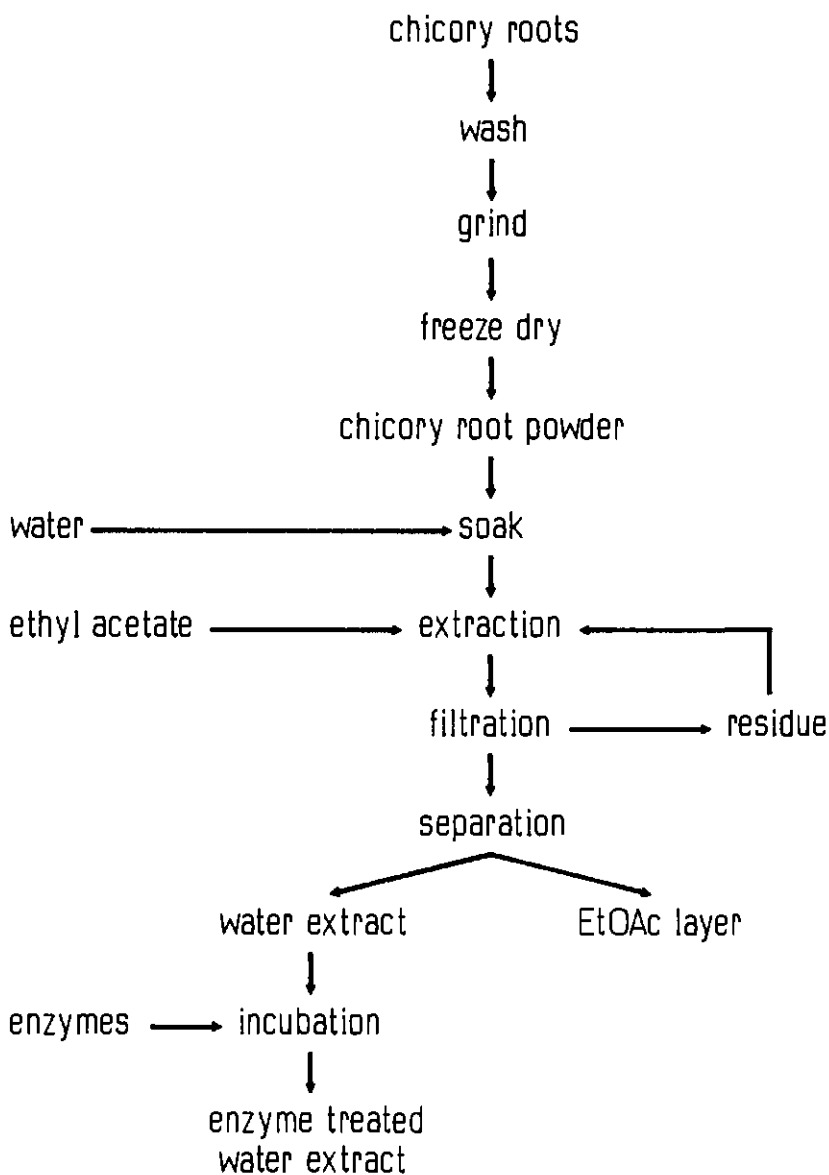


Fig. 4.5 Flow diagram for extraction of sesquiterpene lactones from chicory roots via a freeze drying step.

methanol acidified with HCl at 70 °C. No problems were mentioned with this extraction, probably because a sufficient amount of water was available.

Therefore freeze dried chicory root powder was first soaked with water (15 min) before extraction with ethyl acetate (see Fig. 4.5 for flow diagram). The yield of sesquiterpene lactones increased. The amount of water added to the dried chicory root powder was also found to be important: higher yields were obtained with twice the natural quantity of water added to the dried powder. The obtained water layer consisted mainly of (unknown) polar compounds, probably precursors of bitter sesquiterpene lactones (Fig. 4.4).

This increase of total yield of sesquiterpene lactones could be due to a moisturizing effect of the dried roots, by which the extraction with ethyl acetate is improved. Carbohydrates are the main components of chicory roots. They do not dissolve in EtOAc, so that they prevent the sesquiterpene lactones to come into contact with the solvent. In an aqueous solution more Lc, 8dLc and Lp could be detected in the presence of polysaccharides (Leclercq et al., 1988). Späth et al. (1939) stated that soaking of lactucarium with water gives a considerable amount of sesquiterpene lactones in the water phase before extraction with diethyl ether, and thus suggests that soaking with water gives a higher yield of bitter compounds and/ or an increase in extraction efficiency. Water appeared to be necessary for extraction of the sesquiterpene lactones present in the roots.

Native enzymes can be activated during soaking of the dried roots with water. Sugars present in the roots will protect enzymes against activity losses, which is described for other, pure enzymes (Carpenter & Crowe, 1988). The effect of native enzymes on yield of sesquiterpene lactones is discussed in more detail in Chapter 5 and 6.

4.3 Conclusions

Ethyl acetate is the best extraction solvent of those tested for the isolation of sesquiterpene lactones from chicory roots, giving a simple procedure and giving reproducible extracts. However, the precision of the analysis of the apolar compounds (such as lactucopicrin) is less than that of the more polar compounds (e.g. lactucin).

Chicory roots extracts obtained from polar solvents, such as water, methanol, and acetone, consist of more polar components than ethyl acetate or diethyl ether extracts. Less Lc, 8dLc and Lp are found. Seto et al. (1988) used MeOH for chicory root extraction and found many (more polar) glycosides in the solvent solubles. It might be expected that glycosides are present in above described "polar" extracts, and that they elute at the beginning of the HPLC chromatogram.

Depending on which compounds have to be extracted from chicory roots, a suitable extraction solvent can be chosen. For polar compounds methanol/water mixtures are appropriate, for apolar compounds ethyl acetate or diethyl ether. The extraction with diethyl ether as solvent is not useful when a rapid assay of a sample is necessary, and is not exhaustive. Therefore the use of ethyl acetate is preferable.

Gradient elution with reversed phase HPLC is the most suitable method for determination and identification of sesquiterpene lactones from chicory roots (Fig. 4.1B). The first developed, isocratic method for rapid determination of bitter compounds (Fig. 4.1A) appears to be useful for screening of a chicory extract, for presence and elucidation of compounds, and might also be appropriate to associate sensory analysis of bitter sesquiterpene lactones with HPLC analysis. However, the three major peaks obtained with this rapid method consisted of at least two (and probably more) components.

Storage conditions, freezing, thawing, and the degree of milling, all influenced the total yield of sesquiterpene lactones investigated, and thus partly effected the reproducibility of chicory extraction. Especially the milling step is crucial for obtaining reproducible extracts. To inhibit enzyme activity it is recommended to grind the chicory roots at the lowest possible temperature, and to do it in the shortest time possible. Cryomilling seems to be the best option. A heat treatment, for instance blanching, or drying at high temperature, (partly) degrades the compounds of interest.

4.4 Experimental section

4.4.1 Raw material

Fresh chicory roots (*Cichorium intybus* L.) were obtained from a grower in Veenendaal, the Netherlands, and stored at 1 °C before use. The roots were divided in several portions at random.

i. After arrival and milling fresh roots were immediately extracted, and the extracts obtained were compared with those from roots, which were stored at 1 °C or frozen for one month before use.

ii. Part of the chicory roots were milled, and the pieces obtained were frozen (-30 °C), freeze dried or dried in a hot-air oven with forced ventilation for 24 h at 70 °C.

iii. Chicory roots were cut into small pieces, and further reduced in size by milling with sand.

Chicory roots used for the extraction with diethyl ether, water, MeOH, EtOH, acetone and chloroform were cut into small pieces (about 4 mm³) under liquid nitrogen and stored in portions of 100 g each at -60 °C.

Before use all chicory roots were cleaned to remove adhering soil.

4.4.2 Extraction procedures

A portion of milled and frozen chicory roots (200 g) was suspended in 600 ml of water at room temperature, and sodium chloride (20 g) was added. After 30 min, the suspension was extracted continuously for 30 h with diethyl ether in a liquid-liquid extractor according to Späth et al. (1939). After extraction, the diethyl ether was removed by evaporation and the residue dissolved in 50 ml of 95% ethanol.

Extraction of the chicory roots with methanol, ethanol, acetone or water was carried out as follows. Frozen chicory root pieces (10 g) were successively extracted for 5 x 4 h with one of the above mentioned solvents (20-25 ml) at room temperature. After each period of time the solvent was removed by filtration and replaced by a fresh portion. The five extracts were combined and the solvent was removed by evaporation. The residue of the extract was

dissolved in 1 ml of MeOH. This extraction was also carried out at the boiling temperature of the respective solvent. The eight thus obtained extracts were analysed for the sesquiterpene lactones (first method).

Extraction of chicory roots (10 g) with chloroform (20 ml) was carried out at room temperature. The material was extracted four times for 16, 4, 4, and 16 h respectively by shaking continuously. After each period of time chloroform was removed by filtration and replaced by a fresh portion. The four extracts were combined and the chloroform was removed by evaporation, after which the residue of the extracts was redissolved in 1 ml of MeOH.

Ethyl acetate extraction was carried out by boiling chicory roots (1 g) twice with a fresh portion of solvent (10 ml) for 15 min. The two extracts were combined and evaporated in vacuo. The residue obtained was redissolved in 10 ml of MeOH/H₂O (50-50).

Extraction with a mixture of methanol-water, methyl acetate, and acidified ethyl acetate, was performed as described for ethyl acetate. Acidified EtOAc was a mixture of 0.1 N HCl and EtOAc (10-90).

Unless stated otherwise ethyl acetate was used as the extraction solvent.

Extraction of freeze dried chicory root powder is described in Section 5.3.2. All solvents were obtained from Merck, Darmstadt, Germany.

4.4.3 Analysis

Extracts obtained by diethyl ether, acetone, water, ethanol or chloroform extraction were analysed by isocratic, reversed phase HPLC (RP-HPLC) using a 10 cm x 8 mm Radial PAK C18 cartridge (Waters Assoc., no. 84720) with a C18 Guard-PAK pre column (no. 85824), which were pressurized in a radial compression Z-Module before use. The solvent was water-methanol (50-50) and the flow-rate was 2.0 ml/min. UV detection at 258 nm was used.

The extracts obtained by using EtOAc, acidified EtOAc, MeOAc, and MeOH-H₂O as solvent, were analysed by gradient HPLC using a Spherisorb C-18 column (250 x 4.6 mm, particle size 10 µm). Eluent A was methanol-water (5-95); eluent B was methanol-water (70-30). During one run of 25 min 100% eluent A decreased

linearly to 0%, and eluent B increased from 0% to 100%. The flow rate was 1 ml/min, and UV detection at 258 nm was used.

Deionized, double distilled water was used. The other solvents were of HPLC grade.

Ready-made silica gel TLC plates (60 F-254, Merck, no. 5719) were used with EtOAc as solvent. Detection was carried out by viewing under 254 nm UV light. Mass spectra were obtained on an AEI MS-902 at 70 eV in the electron impact mode.

NMR spectra were recorded in CDCl_3 or $\text{CDCl}_3\text{-CD}_3\text{OD}$ on a Bruker CXP300.

Spectral data for 11(S),13-dihydrolactucopicrin are as follows. UV (MeOH) absorbance maximum at 255, 230 (sh) nm.

Mass spectrum (70 eV) m/e (relative intensity): 412 (M^+ , 1), 322 (1), 260 (8), 231 (6), 198 (19), 187 (48) 152 (41), 107 (100).

$^1\text{H-NMR}$ (300 MHz, CDCl_3) δ 1.20 (H-13, d, $J = 7$ Hz), 2.32 (H-7, ddd, $J = 11.5$, 10.4, 10.3 Hz), 2.36 (H-9B, dd, $J = 13.7$, 2.5 Hz), 2.44 (H-15, s), 2.46 (H-11, dq, $J = 11.5$, 7 Hz), 2.70 (H-9a, dd, $J = 13.7$, 10.7 Hz), 3.55 (H- α' , d, $J = 15$ Hz), 3.58 (H-5, br d, $J = 10$ Hz), 3.61 (H- α'' , d, $J = 15$ Hz), 3.69 (H-6, dd, $J = 10.3$, 10 Hz), 4.53 (H-14a, br d, $J = 17.6$ Hz), 4.82 (H-8, ddd, $J = 10.8$, 10.4, 2.5 Hz), 4.85 (H-14b, br d, $J = 17.6$ Hz), 6.44 (H-3, m), 6.81 (H-3', H-5', d, $J = 9$ Hz), 7.13 (H-2', H-6', d, $J = 9$ Hz).

$^{13}\text{C-NMR}$ (75 MHz, $\text{CDCl}_3\text{-CD}_3\text{OD}$) δ 14.5 (C-13), 21.2 (C-15), 40.5* (C-11), 40.8* (C- α), 44.5 (C-9) 48.8 (C-5), 58.5 (C-7), 61.9 (C-14), 70.6 (C-8), 80.6 (C-6), 115.5 (C-3'), 115.5 (C-5'), 123.8 (C-1'), 130.1 (C-2'), 130.1 (C-6'), 132.5# (C-1), 133.1# (C-3), 146.5 (C-10), 156.1 (C-4'), 171.0 (C-8), 172.8 (C-4), 177.0 (C-12), 195.0 (C-2).

CHAPTER 5

ENZYMATIC LIQUEFACTION OF CHICORY ROOTS: RELEASE OF SESQUITERPENE LACTONES

5.1 Introduction

The application of enzymes in the fruit industry has been described in literature for flavour enrichment of wine and fruit juices. In several fruits and fruit juices taste and aroma are associated with the presence of various free volatile monoterpene compounds (see for instance Wilson et al., 1984; Engel & Tressl, 1983). In addition to these free terpenes non-volatile water-soluble precursor compounds are present in these juices. In grape juice these precursors have been elucidated as a mixture of disaccharide glycosides of several monoterpene alcohols (Wilson et al., 1984). This was also found for passion fruit (Engel & Tressl, 1983), and papaya, apricot and mango (Salles et al., 1988). An extra enzymatic or acid hydrolysis of the fruit pulp or juice is necessary to obtain the volatile aglycons for improving the flavour (Wilson, et al., 1984; Engel & Tressl, 1983; Salles et al., 1988). The flavour of passion fruit juice was improved after treatment of the juice with β -glucosidase; the press juice was used as substrate (Shoseyov et al., 1990). Monoterpene glycosides have a function in the biosynthesis of terpenes as reactants. They are also the transport form of the free monoterpenes in plants (Stahl-Biskup, 1987). Similar observations might be expected in the biosynthesis of sesquiterpene lactones in chicory roots.

Few publications are known in which the use of enzymes has been applied in order to increase the yield of flavours or antimicrobial compounds after partial maceration of plant material with (hemi)cellulase (e.g. Tateo and co-workers, 1979, 1977, 1982; Chuyen et al., 1982; Szakács-Dobozi et al., 1988). Nitz et al. (1985) incubated *Majorana hortensis* first with pectinase or glucosidase before extraction by steam distillation under reduced pressure. They compared these extracts with those obtained from untreated plant

material. Enzymatic treatment increased the yield of flavour compounds. This increase is probably due to precursors present in the plant as glycosides, which are released depending on the extraction method and the use of enzymes.

The reproducibility of the extraction of the bitter sesquiterpene lactones from chicory root was influenced by the history of the sample (Chapter 4). Storage and process conditions during drying and milling affected the yield of these compounds. Also the type of solvent used for the extraction, had an effect on the extraction efficiency.

In this Chapter the complete liquefaction of chicory roots with commercial enzyme preparations is described. These preparations are sold for their pectolytic and cellulolytic activities. The advantage of this process could be that more bitter compounds would pass into the liquid phase, than by a one step solid-liquid extraction. The liquefied root suspension should also contain inulin and other carbohydrates, which as a whole might be used as raw material in the manufacture of soft drinks.

5.2 Results and discussion

5.2.1 *Enzymatic liquefaction of chicory roots*

The release of lactucin, 8-deoxylactucin, and lactucopicrin has been studied during enzymatic liquefaction of chicory roots with commercial enzyme preparations, containing both pectinases and cellulases (see Fig. 5.1 for flow diagram). During 24 h of liquefaction, samples were taken and analysed by HPLC. The isocratic HPLC method was used, so no distinction between Lc, 8dLc, Lp and their dihydro derivatives was made. As control the same mixture was stirred without added enzymes. Both mixtures were kept at pH 4.

In the liquefaction mixture more Lc and 8dLc (and/or their dihydro analogues) could be detected compared to the control mixture. The total amount of sesquiterpene lactones investigated was rather constant for the control; in the enzyme treated sample the amount of lactucin and 8-deoxylactucin increased continuously over the investigated period (Fig. 5.2). No increase of lactucopicrin was found during enzymatic liquefaction of the roots.

Several hypotheses are formulated to explain the increase in bitter

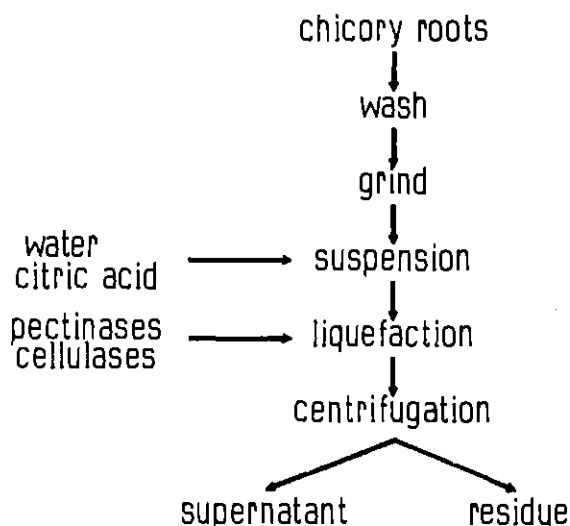


Fig. 5.1 Flow diagram for enzymatic liquefaction of chicory roots with commercial enzyme preparations.

constituents during enzymatic liquefaction.

Enzymatic hydrolysis of lactucopicrin into lactucin and p-hydroxy-phenylacetic acid using commercial enzyme preparations might partly explain the increase of lactucin during liquefaction. However, it was found that this reaction did not occur with the enzyme preparation used (Leclercq et al., 1988).

Unblanched chicory roots were used during enzymatic liquefaction. Therefore native chicory root enzymes could still be active during this liquefaction, and convert precursors into lactucin and 8-deoxylactucin.

On the other hand enzymes present in the used enzyme preparation might also be able to catalyse the formation of sesquiterpene lactones from precursors, e.g. glycosides. An unpurified commercial preparation consisting of many different activities was used for liquefaction of chicory roots. Prevalently pectolytic and cellulolytic activities were present, but also glycosidase activity might be expected in this preparation.

Therefore a chicory root extract with inactivated endogenous enzymes was used

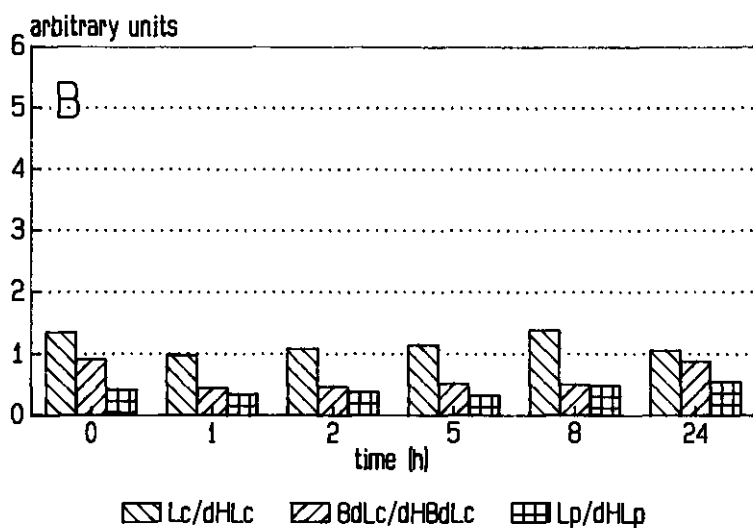
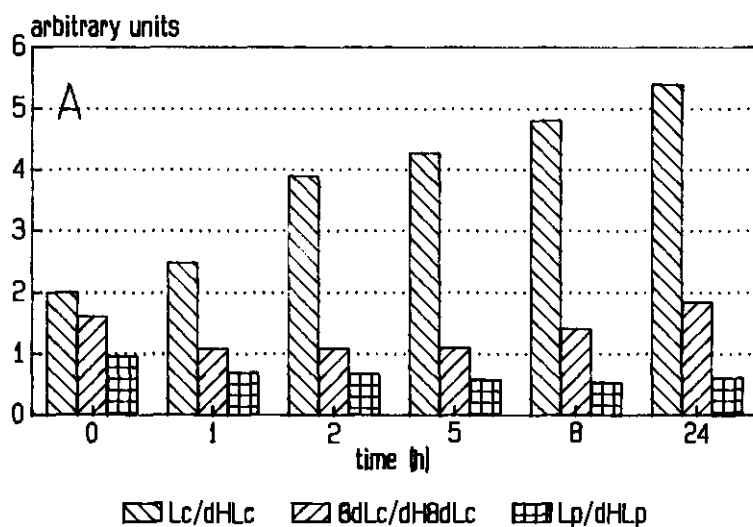


Fig. 5.2 Release of bitter compounds during enzymatic liquefaction of chicory roots (A) and control mixture (B).

as a substrate for a commercial enzyme preparation to elucidate, whether the increase of sesquiterpene lactones is due to the liquefaction process resulting in improved extraction efficiency, or to the conversion of precursors into known compounds (Section 5.2.2). All unknown compounds in the HPLC chromatogram, especially the polar compounds, were theoretically considered to be precursors.

The enzyme activity of chicory root was also investigated. Native enzymes might be active during liquefaction process, and thus be able to transform precursors into sesquiterpene lactones (Chapter 5.2.3).

5.2.2 *Enzymatic treatment of chicory root extract*

An aqueous chicory root extract (with inactivated endogenous enzymes) was incubated with Hemi II, a commercial enzyme preparation, having high pectolytic and cellulolytic activities. This solution was analysed qualitatively by gradient HPLC before and after enzyme treatment.

When compared with the control, some peaks in the chromatogram disappeared (peak N, T), or decreased (peak Q), while peaks of dHLC and dH8dLc increased (Fig. 5.3). Thus the commercial enzyme preparation is able to influence the composition of a chicory root extract. During enzymatic liquefaction of the chicory roots more polar compounds, which elute before peak N in the chromatogram, might also be converted into the known sesquiterpene lactones (dHLC, dH8dLc), and thus explain their increase. However, this was not further investigated.

With the above described experiment it is not possible to explain these results. Therefore the experiment was repeated with chicory root extract, which was partly purified on a small scale qualitatively with a Sep-Pak reversed phase C-18 column. The eight fractions obtained were treated with the same commercial enzyme preparation in a similar way as the whole extract, and analysed with HPLC before and after enzymatic treatment.

Peak N disappeared following enzymatic treatment and peak Q appeared (Fig. 5.4). In the fraction consisting of compound Q, peak Q decreased by enzymatic treatment, but did not disappear completely, while the peak of dHLC (peak 4) increased. The same was found in the fraction with compound T: peak T decreased, and the peak attributed to dH8dLc (peak 6) appeared in the HPLC

chromatogram after enzyme treatment. It was assumed that the molecular extinction coefficient did not change during enzymatic treatment, and thus that the decrease of for instance compound N is equal to the increase of compound Q.

No increase of Lp was seen after incubation of the chicory root extract with a commercial enzyme preparation.

As a result of above experiments a hypothesis is proposed: compound N (corresponding with peak N) is a precursor of compound Q (corresponding with

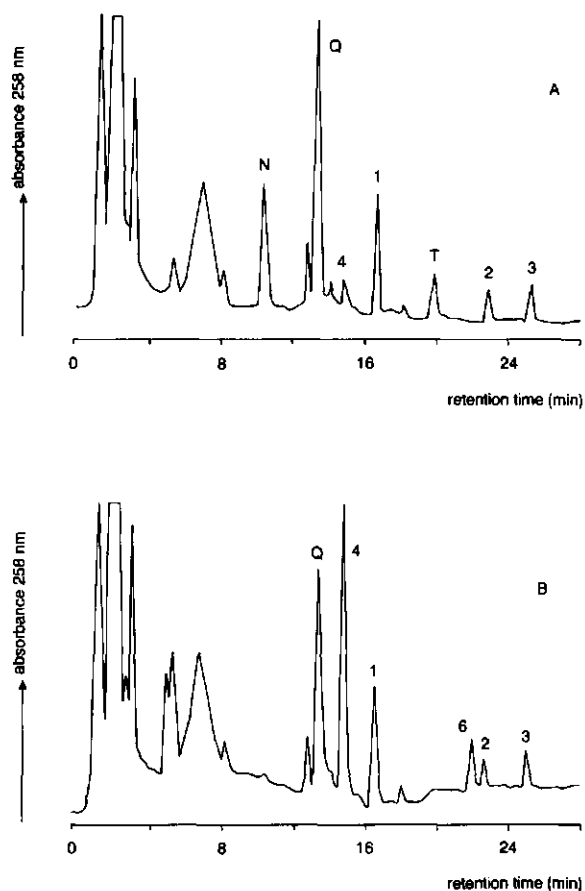


Fig. 5.3 HPLC chromatograms of chicory root extract before (A) and after (B) incubation with Hemi II enzyme preparation.

1=Lc; 2=8dLc; 3=Lp; 4=dHLc; 6=dH8dLc; Q=peak Q; T=peak T; N=peak N.

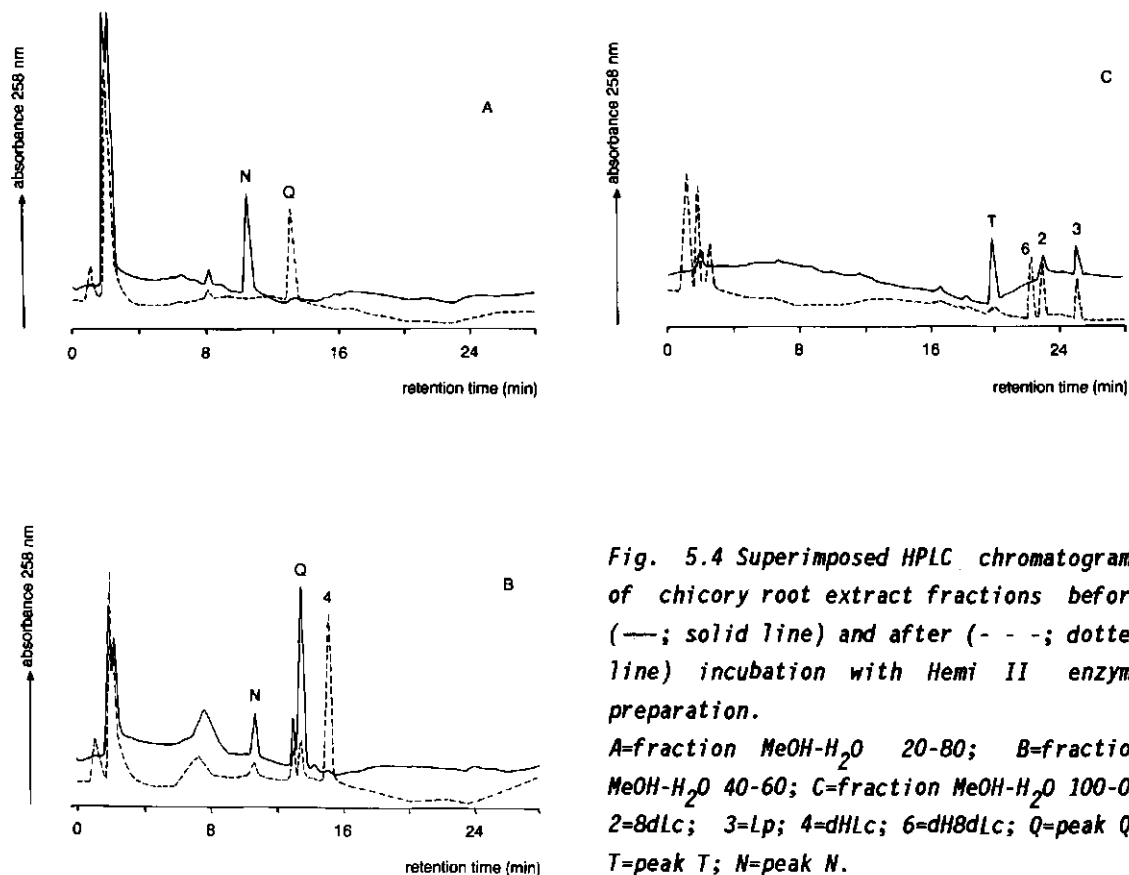


Fig. 5.4 Superimposed HPLC chromatograms of chicory root extract fractions before (—; solid line) and after (---; dotted line) incubation with Hemi II enzyme preparation.

A=fraction MeOH-H₂O 20-80; B=fraction MeOH-H₂O 40-60; C=fraction MeOH-H₂O 100-0. 2=8dlc; 3=Lp; 4=dHlc; 6=dH8dlc; Q=peak Q; T=peak T; N=peak N.

peak Q), compound Q is a precursor of dHlc, and compound T is the precursor of dH8dlc: N --> Q --> dHlc; T --> dH8dlc.

5.2.3 Endogenous enzyme activity of chicory roots

The experiment described in the previous Section was repeated with chicory root as the enzyme preparation. An aqueous chicory root extract (prepared according to Section 5.3.2 and thus free of active endogenous chicory enzymes) was incubated with a suspension of freeze dried chicory root powder. This crude enzyme preparation contained next to endogenous enzymes, also sesquiterpene lactones. This amount is neglected, because it will be far less than the amount of sesquiterpene lactones in the extract. The mixture was

incubated at 30 °C for 24 h (pH 6) and the changes in the extract were investigated by HPLC. The control was inactive chicory root powder, obtained by boiling the suspension for 8 min before it was added to the extract.

Compound Q and N decreased during incubation of the extract with a chicory root suspension, and Lc, dHLC, and dH8dLc increased. This suggests that native enzymes are able to form new compounds from an aqueous suspension of chicory root extract consisting of various known and unknown compounds detectable at 258 nm. Compound Q did not disappear completely after incubation with endogenous chicory enzymes, contrary to compound N which could not be identified after enzymatic treatment. Lp did not increase during enzymatic treatment with endogenous enzymes of the chicory extract.

These results are similar with those obtained by incubation of chicory root extract with commercial enzymes concerning decrease of compound N and Q, and increase of dHLC and dH8dLc. However, an increase of Lc is seen during incubation with endogenous enzymes.

A chicory root suspension incubated with inactive chicory root enzymes, did not change the composition of this extract. The amount of Lc, dHLC, and dH8dLc did not increase after incubation, and peak N and Q did not decrease.

Therefore the above mentioned hypothesis was extended. The enzymes from the chicory root as well as enzymes originated from a commercial enzyme preparation are able to convert precursors into other precursor compounds (compound N -> compound Q), and into known sesquiterpene lactones (compound Q -> dHLC; compound T -> dH8dLc). Chicory enzymes are able to convert the precursor(s) into Lc.

The fractions consisting of component Q and T were analysed and characterized in order to confirm this hypothesis.

5.2.4 Identification of precursors

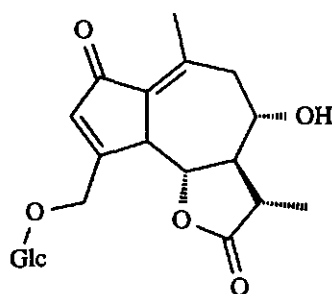
5.2.4.1 Compound Q

Various fractions of compound Q with different concentrations of compound Q were analysed for total sugar content according to Dubois et al. (1956). Also "bound" sugars (as glycosides) and sugars present as polymers were determined. It was found that a higher amount of compound Q present in the

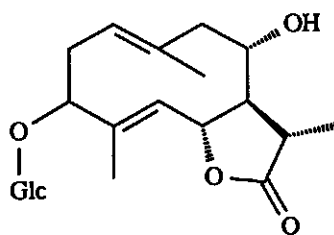
extract gave a more intense colour after reaction with phenol and sulphuric acid, which indicated that compound Q is indeed a glycoside. The sugar unit obtained after enzymatic hydrolysis of compound Q with Hemi II was found to be glucose as measured by HPLC.

Glycosides in chicory roots are already identified and described by Seto et al. (1988). They identified glycosides of sesquiterpene lactones of both the guaiane type, such as lactucin, and of the germacrane and eudesmane type not yet identified in our chicory root extract (Fig 1.1). In other Compositae, especially *Lactuca* sp., glycosides from Lc, dHLc, Lp, and BdLc were found (Mahmoud et al., 1986; Nishimura et al., 1986a; Nishimura et al., 1986b; Adegawa et al., 1985).

Component Q was first analysed and characterized with ^{13}C -NMR. It was found that this compound consisted of two sesquiterpene lactone glycosides. Therefore this fraction was further purified with normal-phase HPLC. The ^1H -NMR, ^{13}C -NMR and MS spectra of the two fractions, Q1 respectively Q2, were compared with those of pure crepidiaside A, cichorioside B, cichorioside C, and sonchuside A. It was found that compound Q is a mixture of cichorioside B and cichorioside C. Cichorioside B is the glycoside of dHLc, and cichorioside C is a glycoside of a germacranolide (Fig. 5.5). Both components have also been identified in *Cichorium intybus* roots by Seto et al. (1988).



cichorioside B (Q1)



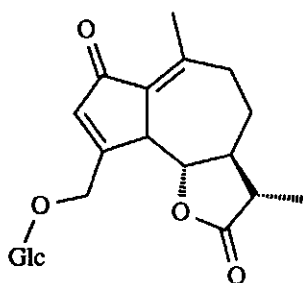
cichorioside C (Q2)

Fig. 5.5 Structures of compounds in peak Q.

5.2.4.2 Compound T

The fraction consisting of compound T was analysed and characterized by ^1H -NMR and ^{13}C -NMR. The data were compared with those of pure crepidiaside A, cichorioside B, cichorioside C, and sonchuside A, and with those published by Seto et al. (1988). They were found similar to the data of crepidiaside B, the glycoside of 11(S),13-dihydro-8-deoxylactucin (Fig. 5.6). This was confirmed by MS. The presence of crepidiaside B was reported in *C. endivia* and *C. intybus* by Seto et al. (1988).

For structure analysis Seto et al. (1988) and Adegawa et al. (1985) hydrolysed cichorioside B, cichorioside C respectively crepidiaside B with acid as well as with enzymes (cellulase respectively hesperidinase for 2 h at 38°C ; ratio enzyme-substrate was 1). Conversion of the glycosides was found into their respective aglycons and sugar unit. It might therefore be expected that above components are subjected to enzymatic hydrolysis during liquefaction of chicory roots.



crepidiaside B

Fig. 5.6 Structure of compound T.

5.2.5 Conclusions

The release of lactucin, 8-deoxylactucin and lactucopicrin during enzymatic liquefaction of chicory roots is described. More lactucin and 8-deoxylactucin are detected in the liquefaction mixture. No increase is observed in Lp

content during the liquefaction. However, analysis was carried out with the isocratic HPLC method, which can not distinguish Lc, 8dLc and Lp from their dihydro derivatives. Therefore the increase of Lc as seen during enzymatic liquefaction of chicory roots is due to an increase of Lc, dHLc, or both. The same can be stated for 8dLc and dH8dLc.

It was found that some commercial enzyme preparations, which are used for liquefaction because of their pectolytic and cellulolytic activities, are also able to hydrolyse cichorioside B and crepidiaside B, into their aglycons dHLc and dH8dLc respectively (Fig 5.7 and Fig. 5.8). The same phenomenon is observed when chicory root powder was used as crude enzyme preparation, indicating that chicory contains enzymes with glycosidase activity.

After incubation of purified chicory root fractions with commercial enzyme

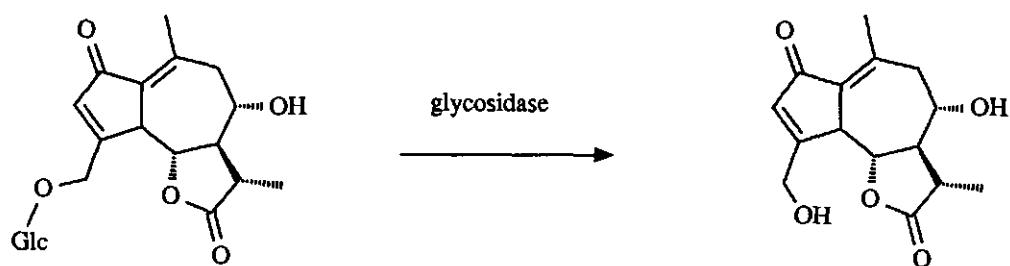


Fig. 5.7 Enzymatic conversion of cichorioside B into dHLc.

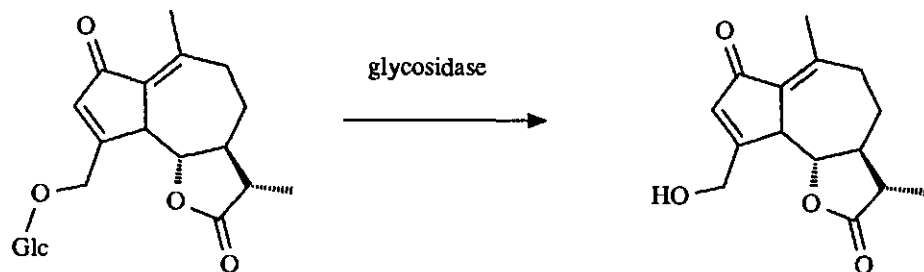


Fig. 5.8 Enzymatic conversion of crepidiaside 8 (compound T) into dH8dLc.

preparation only an increase of dHlc and dH8dLc peaks is found in the gradient HPLC chromatogram. So the increase of lactucin and 8-deoxylactucin peaks in the isocratic HPLC chromatogram during enzymatic liquefaction of chicory roots is due to an increase of their dihydro analogue.

It is not unlikely that other polar compounds eluting at the beginning of the HPLC chromatogram are also involved in the enzymatic conversions during incubation of chicory roots with commercial enzyme preparations.

Compound N is converted into compound Q when incubated with a commercial enzyme preparation. The structure of compound N is not yet elucidated. However, the first results indicate that compound N is a disaccharide glycoside of dHlc.

In Chapter 4 the solvent extraction of sesquiterpene lactones from chicory roots is discussed. Storage conditions, milling, freezing, thawing, all influenced the total yield of these compounds. These observations can now be explained as a function of endogenous chicory enzyme activity, depending on the "history" of the sample. The quality, i.e. bitter taste of a chicory suspension after liquefaction, can therefore probably also be affected by the type of enzyme used for liquefaction and by the activity of endogenous enzymes from the roots. This will be discussed further in Chapter 8.

Compound Q appeared to be a precursor of dHlc. It consists of two compounds: cichorioside C, a glycoside of a germacranolide, and cichorioside B, the glycoside of dHlc. Also crepidiaside B is identified in chicory roots. This compound is the glycoside of dH8dLc. Both cichorioside B and crepidiaside B can be hydrolysed into their sugar unit and respective aglycons. These conversions have now been proven to occur during enzymatic liquefaction of chicory roots. Crude chicory enzymes are also able to hydrolyse cichorioside B and crepidiaside B.

The hydrolysis of cichorioside C into its (unnamed) aglycon and sugar unit has yet not been proven during enzymatic liquefaction of chicory roots, but it is not unlikely.

It is yet not known whether commercial enzyme preparations consisting of many activities are able to convert a germacranolide into a guaianolide, for instance cichorioside C -> cichorioside B. Probably the pH plays also a role in this conversion. New experiments are necessary to verify both options.

Although still not proven, it is plausible that chicory enzymes are also able to perform the above reaction. Both types of sesquiterpene lactones are characteristic for the chicory roots. Many endogenous enzymes are involved in their synthesis. It is thus not unlikely that endogenous enzymes are able to catalyse the reaction cichorioside C $\rightarrow$ cichorioside B. This may be a subject for further investigations.

5.3 Experimental section

5.3.1 Materials

Fresh chicory roots were obtained from a grower in Veenendaal, the Netherlands. The roots were used as such, or first frozen (-30°C), freeze dried, and crushed by sieving (4 mm). The powder was stored at 4°C in dark. Before use the chicory roots were first washed to remove adhering soil.

Crepidiaside A, cichorioside B, cichorioside C, and sonchuside A, were a gift from T. Myase, School of Pharmaceutical Sciences, University of Shizuoka, Japan.

5.3.2 Preparation of chicory extract

Freeze dried chicory root powder (4.5 g) was soaked (15 min) with twice the natural quantity (60 g) of water added to the dried powder. This was extracted with ethyl acetate by boiling twice under reflux with a fresh portion of solvent for 15 min. The water layer and EtOAc layer were separated (Fig. 4.5). The chicory root powder was removed from the water layer by filtration, and the residue resuspended in water (60 g), and a second extraction with EtOAc as described above, was carried out. The two water layers were combined. The remaining EtOAc was removed by evaporation. The final volume of the water extract was 100 ml. Endogenous chicory root enzymes were inactivated during this process.

5.3.3 Enzymatic treatment with commercial enzyme preparation

Portions of fresh chicory roots (150 g) were suspended in 150 ml of 22 mM citric acid, to which 150 mg of Rapidase C600 (pectolytic and cellulolytic enzymes (Gist-brocades, the Netherlands)) was added as a dry powder. The suspension (pH 4) was stirred continuously at 40 °C. After various periods of time (0, 1, 2, 5, 8 and 24 h) samples were removed with a pipette with a wide orifice (9 mm I.D.) and centrifuged for 30 min at 10000 g to obtain residue (pellet) and supernatant (liquid phase). The control was the same mixture without added enzymes but using 73 mM citric acid instead of 22 mM to maintain the pH at 4, since no galacturonic acid is liberated.

The supernatant obtained after liquefaction of the roots (as well as of the control mixture) was diluted with methanol (1-1 v/v) and after filtration of the suspension injected into the liquid chromatograph for determination of Lc, 8dLc and Lp. The isocratic HPLC method was used as described in Section 4.4.3.

From the solid material, i.e. residue obtained after liquefaction or solid material obtained from incubation mixture without enzymes, the sesquiterpene lactones were extracted with chloroform as described in Section 4.4.2. The obtained extract was injected into the liquid chromatograph. Similar equipment and procedures were used as described for the supernatant. With this HPLC method Lc, 8dLc, and Lp could not be distinguished from their dihydro derivatives.

Chicory root extract (prepared as described in Section 5.3.2) was incubated with enzyme preparation Hemi II (Gist-brocades, the Netherlands), consisting of hemicellulolytic, cellulolytic and pectolytic activities (Militz, 1990). Before use this enzyme was purified by dialysis in order to decrease the sugar content (the enzyme preparation contains sugar as drying aid). The enzyme concentration used was 50 mg enzyme/10 ml 0.05 M sodium acetate buffer, pH 5. Incubation of the sample (250 µl in 750 µl 0.05 M NaOAc buffer, pH 5) was carried out at 30 °C (water bath) during 6 min with 50 µl of Hemi II suspension; final volume was 1050 µl. The enzymes and extract were mixed thoroughly before incubation. After incubation the enzymes were inactivated by heat treatment (water bath, 100 °C, 10 min). Blank was 250 µl sample dissolved in 800 µl buffer solution.

Chicory root extract was obtained as described in Section 5.3.2. This extract was fractionated on a Sep-Pak RP-18 column (10 x 5 mm) (Waters Assoc.). A sample (1 ml) was fractionated by gradient elution (100 % H₂O to 100 % MeOH) in 8 steps of 1 ml each. The 8 fractions obtained were incubated with Hemi I1 at pH 5: a 200 μ l sample was treated with 50 μ l of enzyme in 750 μ l NaOAc buffer (0.05 M) at 30 °C during 10 min. The enzymes were inactivated by heat treatment after incubation (100 °C, 10 min). The control experiment was carried out with 250 μ l sample and 750 μ l 0.05 M NaOAc buffer at pH 5.

5.3.4 *Chicory root as enzyme preparation*

Chicory root extract was prepared according to Section 5.3.2. This substrate (2 ml) was diluted with buffer (pH 6; 17.5 ml) made according to McIlvaine (1921). The total mixture was incubated with 0.5 ml of an aqueous suspension of freeze dried chicory root powder (4% (w/v)) at 30 °C for 24 h. After incubation the enzymes were inactivated by boiling, and the samples were analysed by gradient HPLC.

A control experiment was carried out by dissolving the chicory root powder in boiling water (100 °C, 8 min) to inactivate endogenous chicory enzymes. After cooling, the incubation and analysis was carried out as described above.

5.3.5 *Isolation and purification of compound Q*

Fresh chicory roots (7.5 kg) were extracted twice with 10 l of MeOH-H₂O (80-20) under reflux for 20 min. The two extracts were combined and concentrated under reduced pressure until all MeOH was removed. The combined extract (5.3 l) was partitioned twice with BuOH (1.7 resp. 2.3 l). The BuOH fraction was concentrated under reduced pressure, and 64.18 g of residue was obtained. This fraction was washed twice with MeOH. The obtained MeOH solubles (42.10 g) were fractionated by gelfiltration using a Jobin Yvon 500 x 40 mm Modulprep column filled with 300 g of Sephasorb HP ultrafine (Pharmacia), the eluent was MeOH-H₂O (80-20), the flow rate was 10 ml/min, UV detection at 254 nm was used. Fractions (5-20 ml) were collected and analysed by gradient RP-HPLC as described in Section 4.4.3. The fractions consisting mainly of

compound Q and compound T were combined (total 1.09 g) and separated with RP-MPLC and RP-HPLC respectively (RP-MPLC: a Jobin Yvon 500 x 20 mm Modulprep column filled with 60 g Spherisorb C-18, particle size 40 μm , flow rate 5 ml/min, detection at 254 nm, eluent MeOH-H₂O (50-50); RP-HPLC was carried out on a 250 x 10 mm column filled with Microsorb C-18, particle size 5 μm (Rainin C-18, 80-299-C5, s/n 10027), flow rate 4 ml/min, detection at 258 nm, eluent MeOH-H₂O (30-70)). Pure compound Q (13.9 mg) and compound T (13.3 mg) were obtained.

After analysis of compound Q with ¹³C-NMR it was apparent that compound Q consisted of two sesquiterpene lactones. Therefore compound Q was dissolved in BuOH and separated and purified with normal-phase HPLC (Microsorb silica gel column, particle size 3 μm , flow rate 1 ml/min, eluent tBuMeO-MeOH (90-10)). The compounds were detected by their UV absorbance at 215 and 258 nm. Two fractions were obtained, consisting of cichorioside B (3.0 mg) respectively cichorioside C (3.1 mg), were investigated by ¹H-NMR and MS. The obtained spectra were compared with those of Seto et al. (1988).

5.3.6 Isolation and purification of compound T

Pure compound T (13.3 mg) from fresh chicory roots (7.5 kg) was obtained as described in Section 5.3.5. It was characterized with ¹H-NMR, ¹³C-NMR and MS. The structure was found to be crepidiaside B. The obtained spectra were compared with those described by Seto et al. (1988).

5.3.7 Analysis

EtOAc extracts were analysed by HPLC as described in Section 4.4.3. However, a different gradient elution pattern was used. Eluent A was water, eluent B was MeOH. In 26 min 90% eluent A decreased to 20%, and 10% eluent B increased to 80%. Flow rate was 1.5 ml/min. ¹H-NMR and ¹³C-NMR spectra were recorded in D₂O on a Bruker CXP300 (200MHz and 50 MHz respectively).

Mass spectra were obtained on an AEI MS-902 at 70 eV in the electron impact mode.

The total amount of sugar present in the fractions containing only compound Q

were analysed according to Dubois et al. (1956). Glucose was used for calibration.

HPLC analysis of sugars was carried out using a CHPB column (Merck) connected in line with a guard column filled with 35% AG50-WX4 (minus 400 mesh, H^+ -form) and 65% AG3-X4A (200-400 mesh, OH^- -form) both from Bio-Rad. Eluent was double distilled water, degassed by filtration through a Millipore-filter of pore size $0.45\ \mu m$ for aqueous solutions. A RI (refractive index) detector was used. The column and detector were kept at 85 and 40 °C respectively. The flow rate was 1 ml/min. Before analysis 1 ml of sample was treated with 50 μl of 1 M $Pb(NO_3)_2$ to avoid precipitation in the column.

CHAPTER 6

ENZYMATIC LIQUEFACTION OF CHICORY ROOTS: ROLE OF ENDOGENOUS ENZYMES

6.1 Introduction

During enzymatic liquefaction of chicory roots glycosides of known sesquiterpene lactones are hydrolysed into their aglycons and carbohydrate unit. The added commercial enzyme preparation as well as endogenous enzymes from chicory are likely to be responsible for this phenomenon. There are also indications that germacrane type sesquiterpene lactones are converted into guaiane type during enzyme treatment (see Chapter 5).

The use of isolated enzymes from plants to generate interesting secondary metabolites (for instance flavours) is still in its infancy (Drawert, 1988). Plant enzymes are only used in cell and tissue cultures, but to date industrial attempts to establish these techniques for the production of biochemicals have been hampered by low yields of the desired substances (Constable, 1988).

The only publications on chicory enzymes known to the author are those about enzymes involved in the fructose metabolism in chicory root. Singh and coworkers investigated glucofructosan metabolism and isolated also fructosyl transferase, the enzyme responsible for the synthesis of fructosan (inulin) (Singh & Bahtia (1971a,b); Gupta et al. (1986)).

Other enzyme systems of this plant have not been reported so far.

Chicory roots contain interesting enzymes (see Section 5.2.3). Therefore endogenous chicory root enzymes were studied in more detail. The release of sesquiterpene lactones during incubation with chicory root powder as enzyme preparation was investigated. Chicory root extract was used as substrate. The properties of chicory root enzymes obtained after salt extraction of the chicory powder, and after further purification were also studied, and

compared with commercial enzyme preparations.

6.2 Results and discussion

6.2.1 Release of sesquiterpene lactones

Enzymes from chicory roots can convert precursor compounds into known sesquiterpene lactones, without any other enzymes involved (see Section 5.2.3). This indicates that endogenous enzymes from the roots might also be responsible for the increase of lactucin during liquefaction. The experiment as discussed in Section 5.2.3 was carried out for only one incubation time (24 h). Chicory root extract (free of active endogenous enzymes) was used as substrate and freeze dried chicory root powder as the enzyme preparation. The release of Lc, dHLc, and Lp was investigated with chicory root enzymes during incubation, and compared the results with those obtained from enzymatic liquefaction of the roots with commercial enzymes (described in Section 5.2.1). During 24 h samples were taken and analysed by gradient HPLC. The control with inactive chicory root enzymes was carried out simultaneously.

An increase in Lc and dHLc is seen during incubation of chicory root extract as substrate and chicory root powder as crude enzyme preparation (Fig. 6.1). This increase is significant compared with the inactivated control. Also an increase is observed for dH8dLc during incubation with chicory root compared with control (data not shown). The amount of Lp remains constant over the period investigated. In the control mixture Lc and Lp increased somewhat, but this might be due to a solubility effect.

Precursors of Lc, dHLc and dH8dLc are hydrolysed by chicory enzymes into the sugar moiety and aglycons. The precursors of dHLc and dH8dLc are cichorioside B respectively crepidiaside B. The glycoside of Lc is expected as precursor in view of the results above mentioned. This compound, picriside A (Fig. 6.2) is to date only identified in *Picris hieracioides* L., like chicory also a member of the Compositae family (Nishimura et al., 1986b). The increase of Lc during enzymatic treatment with chicory enzymes proves indirectly that picriside A is a constituent of chicory roots. However, the best experiment

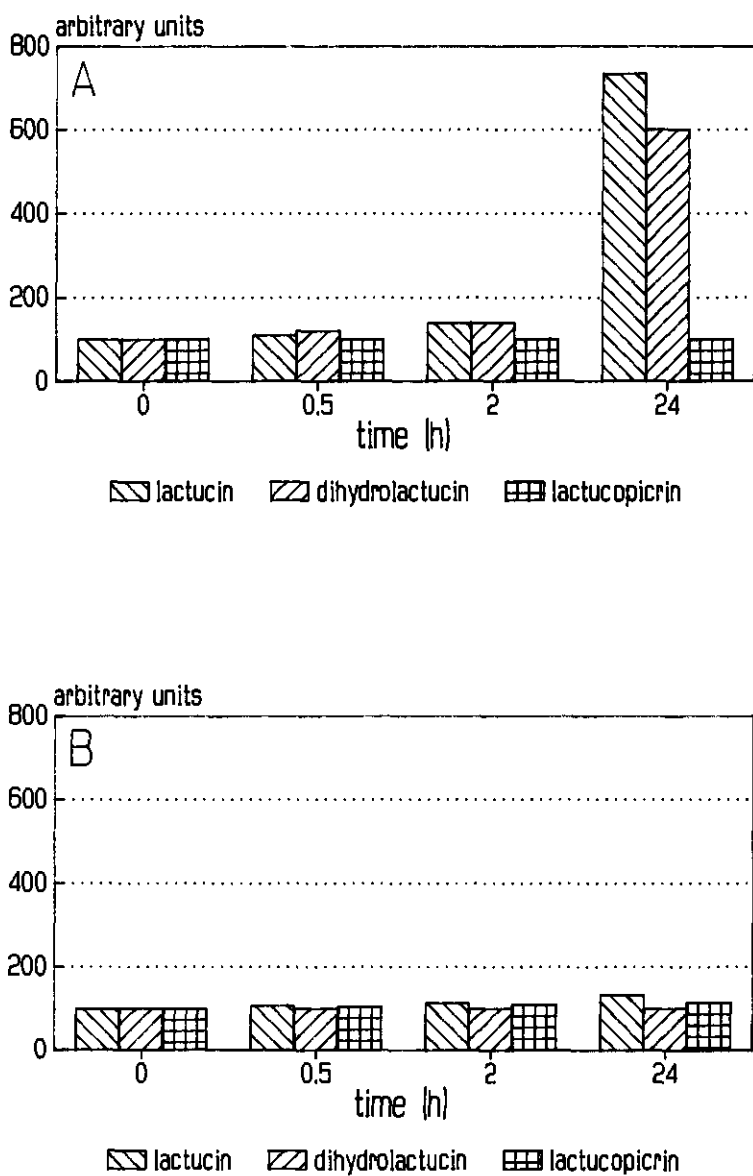


Fig. 6.1 Increase of sesquiterpene lactones during incubation of chicory root extract with crude chicory root enzyme preparation (A) and control (B).

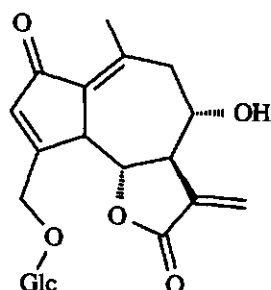


Fig. 6.2 Structure of picriside A.

in this matter is extraction and identification.

Above results confirm our earlier findings using commercial enzyme preparations and crude chicory enzymes (see Chapter 5). The increase of Lc during incubation with enzymes is similar, compare Fig. 5.1 with Fig. 6.1. However, the increase of Lc as shown in Fig. 5.1 is in fact an increase of Lc, dHLc or both. This increase seems less compared to the increase of Lc and dHLc as shown in Fig. 6.1. The differences found in the two experiments are due to different substrates and different enzymes. The experiment described in Section 5.2.1 (see Fig. 5.1) was carried out with fresh chicory root as substrate, and this new experiment with chicory root extract.

In the extract only precursors were available as substrate for the endogenous enzymes. During the liquefaction of chicory, also cell wall components are present in a higher amount than the precursors of the sesquiterpene lactones. The used commercial enzyme preparations are selected for hydrolysing the plant cell wall and not precursors.

Additional the experiments with commercial enzymes were carried out using a different extraction procedure for roots and pellet: chloroform was used as solvent instead of EtOAc. This should influence negatively the results obtained with liquefaction with exogenous enzymes. A less specific isocratic HPLC method was used in the experiments as described in Section 5.2.1; the

above mentioned results were obtained with the gradient HPLC method described in Section 4.4.3.

When incubation with endogenous enzymes is continued (up to 3 weeks), only Lc, dHLc, and dHBdLc are found in the chicory root extract. This indicates that endogenous enzymes seem also to be able to convert germacranolide precursor into a guaianolide. All other constituents of the chicory root extract, polar as well as apolar (Lp), have thus been used as substrate.

6.2.2 Enzyme characteristics

6.2.2.1 pH and temperature optimum

The effect of pH (pH 3-8) on the release of three bitter sesquiterpene lactones by endogenous chicory root enzymes was investigated (30 °C, 24 h). Chicory root extract free from endogenous enzyme activity, was used as substrate. The results are shown in Fig. 6.3.

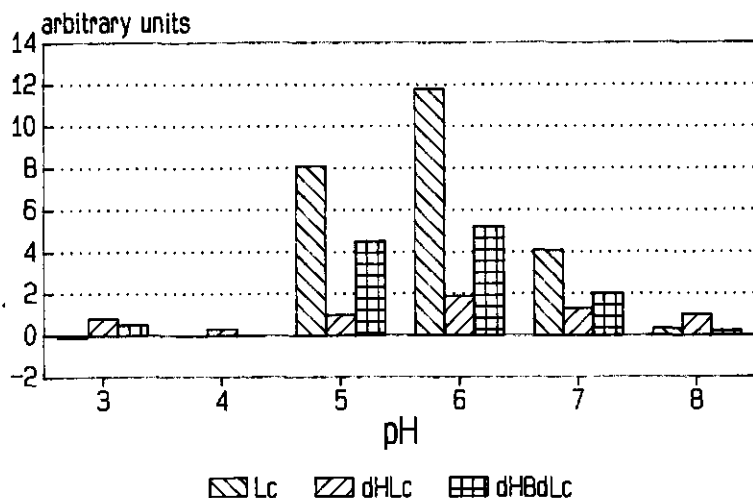


Fig. 6.3 Effect of pH on the release of sesquiterpene lactones during incubation of chicory root extract with crude chicory enzyme preparation.

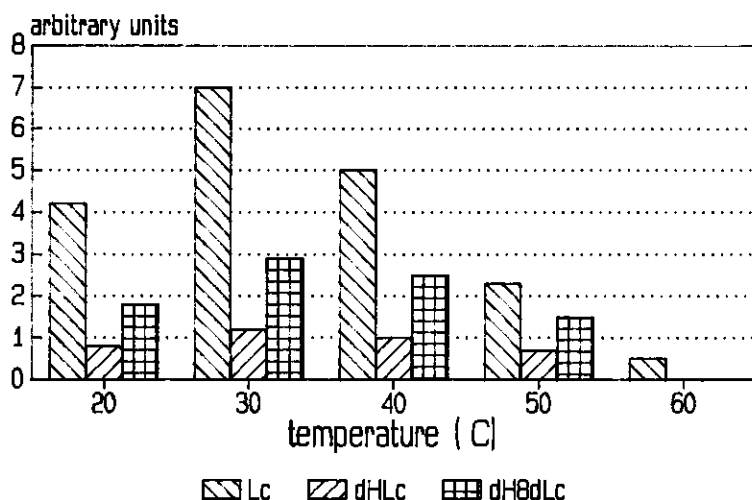


Fig. 6.4 Effect of temperature on the release of sesquiterpene lactones during incubation of chicory root extract with crude chicory enzyme preparation.

For Lc, dHLc as well as dH8dLc the pH optimum was between pH 5 and 6. Hardly any chicory enzyme activity could be detected at pH 3-4 and 8. The rate at which the hydrolysis of precursors into the sesquiterpene lactones investigated occurred, was higher at pH 6 than at pH 5. So all further experiments were carried out at pH 6.

The effect of temperature on the formation of sesquiterpene lactones when incubated with a crude chicory root enzyme preparation at pH 6, is illustrated in Fig. 6.4. In this experiment chicory root extract was also used as substrate. The optimum temperature giving maximum release for all sesquiterpene lactones investigated, is 30 °C. The temperature used during enzymatic liquefaction of chicory roots with commercial enzyme preparations (40 °C) is not optimal for the chicory root enzymes. Especially the formation of Lc has been decreased.

6.2.2.2 Conversion of compound N and compound Q

The conversion of precursors, especially compound N and compound Q (consisting of cichorioside B and cichorioside C) was investigated during incubation of chicory root extract (free of endogenous enzyme activity) with chicory root powder as crude enzyme preparation for 24 h at 30 °C and pH 6.

Fig. 6.5 shows the pH optimum for conversion is pH 6 for compound N; no pH optimum could be detected for compound Q. This might be due to the character of compound Q, which consists of two glycosides: cichorioside B and cichorioside C, which are both different sesquiterpene lactone type (guaiane respectively germacrane). The hydrolysis of compound Q into its aglycons may need at least two enzymes with different properties.

Other precursor compounds, among them crepidiaside B, also decrease after incubation of an chicory extract with crude chicory root enzymes (data not shown).

For endogenous chicory root enzymes the optimum conditions for the conversion

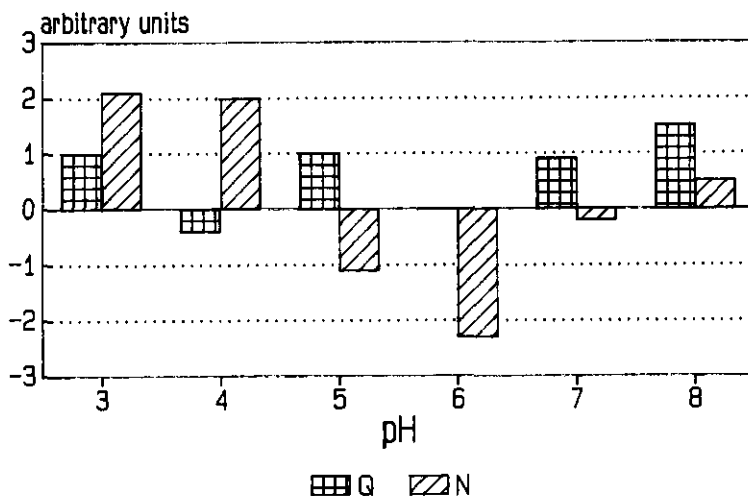


Fig. 6.5 Effect of pH on the decrease of compound Q (cichorioside B, cichorioside C) and compound N during incubation of chicory root extract with crude chicory root enzyme preparation.

of precursors into known sesquiterpene lactones are: pH 6 and 30 °C. The rate of these reactions is less than that of commercial enzyme preparations. After 2 h incubation with chicory root enzymes hardly any difference between the incubation mixture and control mixture is seen, contrary to the commercial enzymes. The optimum pH and temperature for the commercial preparation is pH 4 and 40 °C (Chapter 5). These conditions were used during liquefaction. At pH 4 hardly any endogenous chicory enzyme activity is seen, and also 40 °C is suboptimal for the chicory enzymes. Thus the release of sesquiterpene lactones during enzymatic liquefaction is only due to the commercial enzymes used.

6.2.2.3 Purification of chicory enzyme

Freeze dried chicory root powder was extracted with a solution of salt. The extract was dialysed and further purified by ion exchange and ultra filtration as described in Section 6.4.2. Five fractions were obtained and investigated for the conversion of sesquiterpene lactones and their precursors. Chicory root extract was used as substrate (pH 6, 24 h).

Similar results were obtained as described in Sections 6.2.2.1 and 6.2.2.2: a decrease of compound N and cichorioside B, and an increase of Lc, dHLc and dHBdLc was found.

One of these fractions was found to have the highest enzyme activity for conversion of compound N and cichorioside B into other components, among them dHLc. This compound was increased after incubation.

This purified chicory root enzyme fraction was compared with crude chicory enzyme and two commercial enzyme preparations for their ability to hydrolyse pure cichorioside B and crepidiaside B into dHLc respectively dHBdLc. The two commercial enzyme preparations, Exo I and Hemi II, had similar p-nitrophenyl-B-D-glucopyranoside (PNPG) activity, which was used as standard.

Exo I is an enzyme preparation with cellulase (mainly B-glucosidase) activity, and Hemi II is a preparation consisting of (hemi) cellulase and pectinase activities. The results are summarized in Table 6.1.

After 21 h incubation with Exo I all cichorioside B and crepidiaside C were hydrolysed into dHLc and dHBdLc respectively. This could not be reproduced

using the other enzyme preparations, only partial hydrolysis was seen. With inactive chicory enzyme no hydrolysis of cichorioside B and crepidiaside B was found.

From Table 6.1 it can be concluded that Exo I has a higher enzyme activity, especially β -D-glucosidase, than Hemi II, relating to hydrolysis of cichorioside B and crepidiaside B, despite their similar glucosidase activity

Table 6.1 Enzymatic hydrolysis of cichorioside B (Q) and crepidiaside B (T) after incubation for 21 h with enzyme preparations. Data are in height (mm) of the compounds in the HPLC chromatogram.

Enzyme preparation	compound			
	Q	dHLC	T	dH8dLC
Blank	36	-	80	-
Exo I	-	33	-	74
Hemi II	17	19	32	46
Crude chicory enzyme	12	20	13	63
Purified chicory enzyme	22	12	54	26

towards PNPG. This might be due to enzyme activities other than β -D-glucosidases, which are necessary for the conversion of precursors into the compounds investigated.

According to Günata et al. (1990) the activity of β -glucosidases is dependent on the structure of the aglycon (primary, secondary, or tertiary alcohol), and the origin of the enzyme. However, cichorioside B and crepidiaside B are both glycosides of a primary alcohol, so this can not explain differences

between Exo I and Hemi II.

The crude chicory root enzyme preparation hydrolysed more cichorioside B and crepidiaside B than the purified chicory enzyme: only 40% of both substrates were hydrolysed by the purified enzyme preparation, contrary to the crude chicory enzyme preparation, which hydrolysed about 70-80% of the substrates. The activity of the crude enzyme preparation towards crepidiaside B was higher than that towards cichorioside B. So during purification of the chicory enzyme part of the enzyme activity with respect to the hydrolysis of both pure compounds has been partly lost. Hemi II had similar activity for cichorioside B and crepidiaside B as had the purified chicory root enzyme preparation, however, the rate of hydrolysis was higher when Hemi II was used at the time scale investigated.

6.3 Conclusions

Endogenous chicory root enzymes are able to hydrolyse precursor compounds into their aglycon and sugar unit, as can be seen by the increase of dHlc and dH8dLc and the decrease of cichorioside B and crepidiaside B. Under the conditions used, more time is necessary to hydrolyse the precursor glycosides with endogenous enzymes than with the commercial enzyme preparations.

Endogenous chicory enzymes are also able to convert germacrane type of compounds into guaiane type of compounds. Only guaianolides (Lc, dHlc, and dH8dLc) are found in chicory extract after incubation with these enzymes. No Lp could be detected. This compound is probably hydrolysed to Lc and p-hydroxy-phenylacetic acid by endogenous enzymes.

The pH optimum of these enzymes is pH 6, and the optimum temperature is 30 °C. Enzymatic liquefaction with commercial enzymes was carried out at pH 4 at 40 °C. Under these conditions endogenous chicory root enzymes are not active. So the release of sesquiterpene lactones as described in Chapter 5 is therefore due to the added, exogenous commercial enzymes.

The enzyme preparation Exo I has a high activity for hydrolysing pure cichorioside B and crepidiaside B into dHlc respectively dH8dLc. Hemi II has a lower activity towards these two compounds despite similar glucosidase activity for PNPG.

The purified chicory root enzyme fraction has lost part of the enzyme activity in comparison with the crude chicory enzyme preparation, since it is less able to hydrolyse crepidiaside B.

6.4 Experimental section

6.4.1 *Materials*

Pure cichorioside B and crepidiaside B were obtained from fresh chicory roots as described in Section 5.3.4 and 5.3.5.

6.4.2 *Release of sesquiterpene lactones*

Chicory root extract was prepared as described in Section 5.3.2. It was free of endogenous chicory enzyme activity. This substrate (2 ml) was diluted with McIlvaine buffer (17.5 ml, pH 6). The total mixture was incubated (30 °C) with 0.5 ml of an aqueous suspension of freeze dried chicory root powder (4% (w/v)). After various periods of time (0, 0.5, 2 and 24 h) samples (0.5 ml) were removed. Enzyme inactivation was by boiling (water bath, 8 min). The extracts were analysed by HPLC as described in Section 4.4.3. Compounds were identified according to their retention time.

A control experiment was carried out by dissolving the chicory root powder in boiling water (100 °C, 8 min) to inactivate the endogenous chicory enzymes. After cooling, the incubation and analysis were carried out as described above.

6.4.3 *pH and temperature optimum*

Buffers of pH 3-8 were prepared according to McIlvaine (1921). Incubation conditions were: 50 µl enzyme, 200 µl substrate, 1750 µl buffer solution at 30 °C for 24 h. Chicory root extract was obtained as described in Section 5.3.2, and used as substrate. Inactivation was by boiling for 8 min. The

samples were analysed by gradient HPLC as described in Section 4.4.3. In the control mixture, the enzyme was replaced by the same amount of buffer.

In order to determine the temperature optimum of chicory root enzymes, 50 μ l enzyme was mixed with 200 μ l substrate and 750 μ l McIlvaine buffer (pH 6), and incubated (20-60 $^{\circ}$ C) for 2 h. The mixture was boiled for 8 min to inactivate the enzyme. Samples were analysed by gradient HPLC.

6.4.4 Purification of chicory root enzymes

Freeze dried chicory root powder (6 g) was extracted with 5% NaCl solution (81 ml), containing also 0.25% ascorbic acid and 0.01% sodium azide, for 2 h at pH 7. During extraction the material was stirred continuously and the temperature kept constant at 5 $^{\circ}$ C. After centrifugation (10 min, 12000 g) the solution was dialysed twice using 5 l sodium succinate solution (20 mM, pH 6.8). This crude enzyme solution was used for the experiments with pure cichorioside B and crepidiaside B.

A part of above enzyme solution was further purified by fractionation with DEAE (Biogel) ion exchange column (22 x 3.5 cm). Before elution the enzyme solution (35 ml) was first centrifuged (10 min, 49500 g) to remove the final remainder of chicory root particles.

The enzymes were eluted from the column at 5 $^{\circ}$ C with 20 mM sodium succinate (pH 6.8) with gradient of NaCl (0-1 M) as eluent. Gradient was 100% 20 mM sodium succinate (A) for 2 h; linear increase for 6 h from A to 100% A with 0.5 M NaCl (B); elution with B for 2 h; linear gradient from 100% B to 100% A with 1 M NaCl in 4 h. Flow rate was 20 ml/h, UV detection at 280 nm was used. Fractions (300 each of 10 ml) were collected. The fractions obtained were assessed for p-nitrophenyl- β -D-glucopyranoside (PNPG) activity, on the basis of which they were combined into 5 fractions.

6.4.5 Enzymatic hydrolysis of cichorioside B and crepidiaside B

Solutions of pure cichorioside B and crepidiaside B (1950 μ l; 0.1 mg/100 ml resp. 0.3 mg/100 ml) were incubated with 50 μ l of Exo 1, Hemi II, crude chicory root enzyme preparation, and purified chicory root enzyme preparation (made as described in Section 6.4.4) at pH 5 (Exo 1, Hemi II) or pH 6 (chicory root enzyme preparations) for 21 h at 30 °C. Samples were taken before and after incubation and analysed with gradient HPLC after inactivation of the enzymes by boiling (water bath, 8 min).

6.4.6 PNPG activity

Enzyme fractions were analysed for their p-nitrophenyl- β -D-glucopyranoside activity. Chicory root enzyme (75 μ l) was incubated with 50 μ l PNPG solution (0.375%, McIlvaine buffer, pH 6) for 45 min at 30 °C. The reaction was terminated by addition of 125 μ l 0.5 M glycine buffer (pH 9) containing 0.002 M EDTA. The extinction of the solution was measured at 405 nm, after which PNPG activity could be calculated.

CHAPTER 7

ENZYMATIC LIQUEFACTION OF CHICORY ROOTS: RELEASE OF INULIN

7.1 Introduction

In addition to bitter sesquiterpene lactones chicory roots contain also inulin, which is a carbohydrate reserve. Inulin cannot be digested by humans because of lack of the appropriate enzymes, and may therefore be used as dietary fibre. Inulin can be used as raw material for the production of fructose syrup (Zittan, 1981) and 5-hydroxymethylfurfural (Kuster, 1989). Inulin is usually extracted from sliced plant material using hot water. The yield of inulin depends on its degree of polymerisation, and on the milling degree of the chicory roots from which inulin has to be extracted (Fleming & Groot Wassink, 1975).

De Baynast de Septfontaines et al. (1986) have patented a process for liquefaction of sugar beets by an enzymatic treatment using cellulases or pectinases, and inulinases, which is also suitable for chicory roots. The resulting hydrolysate may be used for fermentation to produce alcohol. The advantage of this process over extraction by diffusion is that no extra water is needed during incubation, and that it is suitable for two types of agricultural raw materials. There are no claims for a higher efficiency of the process compared to hot water extraction.

Enzymatic liquefaction of chicory roots with pectinases and cellulases should not only release the bitter constituents but also inulin, and optionally after treatment with inulinase, fructose. Thus a bitter, sweet syrup can be obtained, which might be used as raw material for the production of beverages, e.g. tonic water.

Release of inulin was investigated as well as inulinase activity of enzyme preparations used.

7.2 Results and discussion

7.2.1 Enzymatic liquefaction of chicory roots

Several commercial enzyme preparations were evaluated for their ability to liquefy chicory roots and to release inulin without its hydrolysis by determination of the total sugar content and reducing sugars in the supernatant after liquefaction.

A large amount of fructose and other reducing sugars was found in the supernatant after liquefaction of chicory roots using Rapidase C80 (see Table 7.1). This is due to the inulinase activity of this enzyme preparation, contrary to Maxazym CL2000 and Rapidase C600, which both gave higher amounts of inulin. However, Maxazym CL2000 did not liquefy chicory roots very well: giving only 53% of total sugars in the supernatant. With a mixture of

Table 7.1 Sugar composition of supernatant after enzymatic liquefaction of chicory roots with several enzyme preparation at pH 4 for 24 h. Data are expressed as % of total dry matter of chicory roots.

enzyme preparation *	enzyme concentration **	total sugars	glucose	fructose	sugars with DP $\geq$ 4
C80	0.25	63	13	43	0.2
CL2000	0.20	53	2	2	3.8
C80 + CL2000	0.25 + 0.20	64	16	38	0
C80 + CL2000	0.20 + 0.20	64	16	36	0.6
C600	0.03	58	2	3	4.4
C600	0.10	73	5	5	5.2

* C80=Rapidase C80; CL2000=Maxazym CL2000; C600=Rapidase C600.

** expressed as percentage of fresh weight of chicory roots.

Rapidase C80 and Maxazym CL2000 chicory roots could be liquefied, however the amount of Rapidase C80 was still too high for recovery of inulin. Rapidase C600 gave a 73% recovery of total sugars, and a low amount of reducing sugars. This indicates that no inulin has been hydrolysed.

In order to confirm that inulinase activity of Rapidase C600 can be neglected, pure inulin was used as the substrate. Inulinase activity of Rapidase C600 was compared with commercial inulinase. Incubation of inulin with Rapidase C600 for 4 h showed no release of fructose, glucose, or saccharose.

Rapidase C600 was therefore used in all further experiments to investigate the release of inulin from chicory roots during enzymatic liquefaction.

7.2.2 Release of inulin

The release of inulin during enzymatic liquefaction of chicory roots has been studied with a commercial enzyme preparation, containing pectinases and cellulases. During 24 h of liquefaction, samples were taken and analysed for fructose, glucose, saccharose and inulin content by HPLC. The control was the same mixture without the addition of enzymes.

In the control mixture no increase is seen of the carbohydrates analysed, contrary to the liquefaction mixture. So no (endogenous) enzyme activity was found.

During liquefaction the glucose content of the supernatant increased due to hydrolysis of cellulose (Fig. 7.1).

The fructose content remained constant up to 5 to 8 h incubation time with commercial enzymes (0.1 resp. 0.01%) and then increased somewhat. Probably the (endo-) inulinase activity of Rapidase C600 is rather low, so that the effect of this enzyme (increase of fructose) is only seen after prolonged incubation (>4 h). No inulinase activity of Rapidase C600 was detected during incubation for 4 h at 40 °C at pH 4.5 when pure inulin was used as substrate. This was not investigated further.

Hydrolysis of inulin might also be due to endogenous inulinase activity of the chicory roots. Singh and co-workers (1971a, b) investigated fructose and inulin (fructosan) metabolism, and found that pH 5.6 and 37 °C were optimum

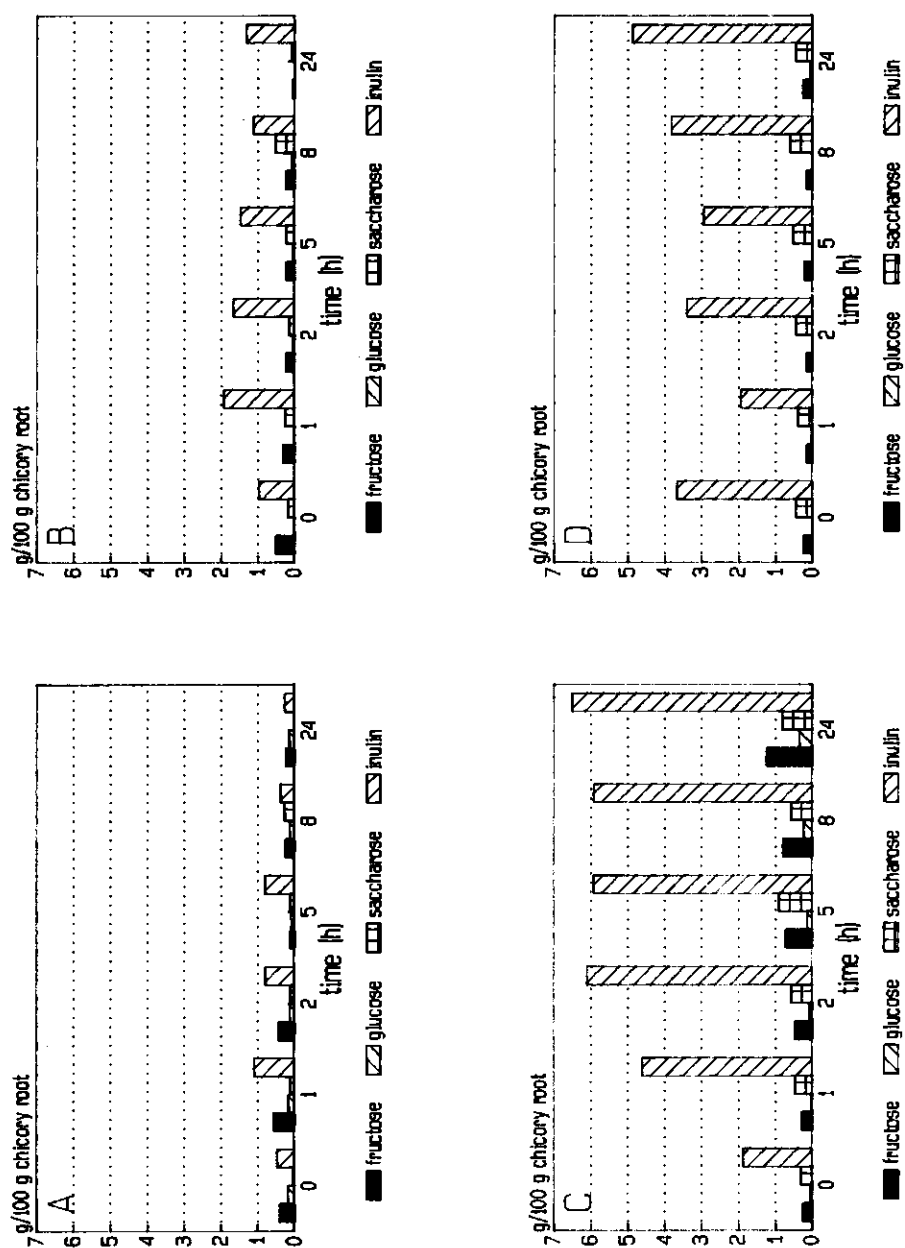


Fig. 7.1 Distribution of inulin and sugars between residue and supernatant during enzymatic liquefaction (A resp. C) with Rapidase C600 (0.1%) and control (B resp. D).

for fructosyl transferase, responsible for the synthesis of inulin. In later stages of the growth of chicory root, the enzyme fructosan hydrolase (inulinase) is responsible for the hydrolysis of fructosan (Gupta et al., 1985). No optimum conditions for the latter enzyme were reported. Probably fructosan hydrolase has the same optimum pH and temperature as has fructosyl transferase. If this is true then the pH during enzymatic liquefaction is too low for endogenous inulinase activity, however, the temperature used is almost optimal for this endogenous enzyme. Thus hydrolysis of inulin during enzymatic liquefaction of chicory roots by endogenous enzymes is not expected. As already mentioned before no inulinase activity was found in the control mixture, because no increase of fructose was seen.

Fig. 7.1 shows also that the supernatant from the enzymatic liquefaction contained almost all inulin originating from the chicory roots. Almost no inulin was found in the residue. However, the residue from the control liquefaction (without commercial enzymes) contained a relatively large amount of inulin. During the control liquefaction the chicory root cell walls are not hydrolysed and thus inulin will not pass into the liquid phase. An incomplete extraction is seen.

Optimum release of inulin is obtained after 2 h incubation with Rapidase C600 (Fig. 7.2). Incubation of the chicory roots with 0.1 or 0.01% Rapidase C600 gave no difference in release of inulin, only the time scale was different: hydrolysis of the cell wall components is more rapid when a higher amount of enzyme preparation is added to the root suspension. Thus optimum release of inulin is obtained after 2 h (Netjes, 1985).

Recovery of inulin in the control is approximately 100%, and for enzyme treated chicory roots between 100-150%. This great variation might be due to problems with inulin determination. Leclercq & Hageman (1985) showed that inulin can be determined by HPLC. However, only pure inulin could be detected; smaller heterogenous oligo-saccharides did not separate well on the column used, and one sugar gave double peaks. Retention times of sugars with the same DP were different.

Inulin content was therefore measured indirectly by determining fructose, glucose, and saccharose content before and after incubation with inulinase.

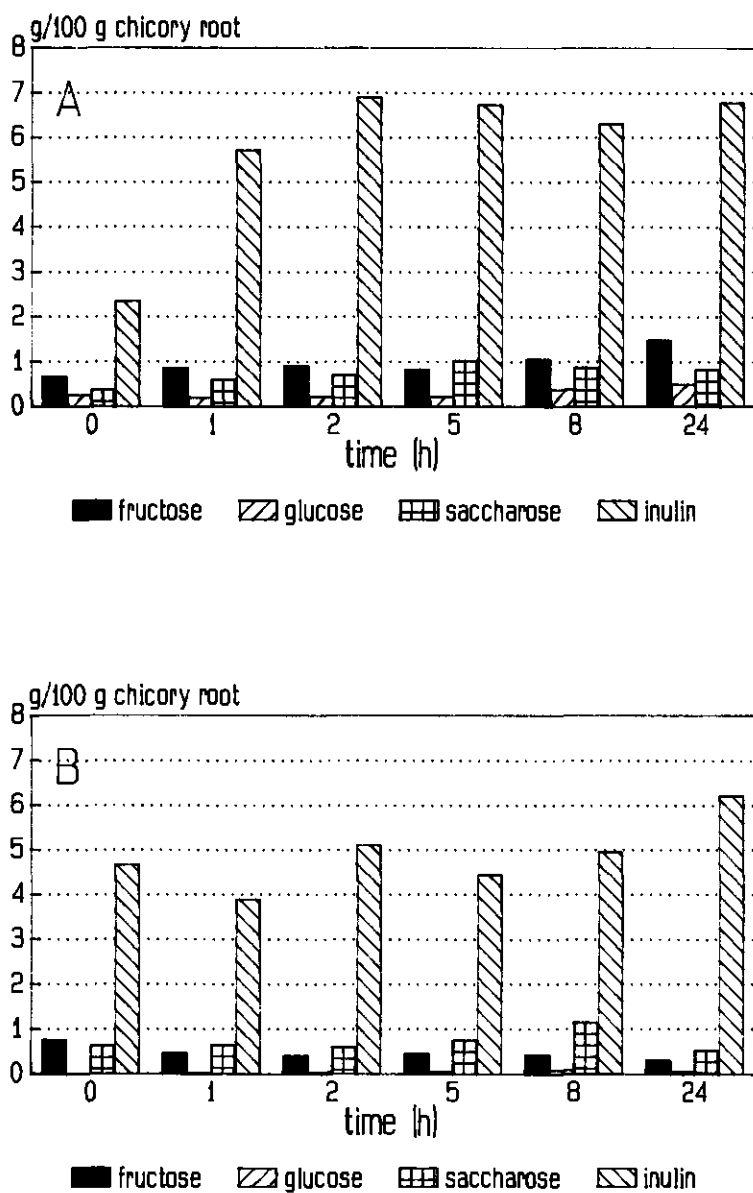


Fig. 7.2 Release of inulin and sugars during enzymatic liquefaction of chicory roots (A) and control mixture (B).

7.3 Conclusions

Inulin can be released by enzymatic liquefaction of chicory roots with a recovery of approximately 100%. The results of the liquefaction corresponds with repeated batch-wise liquid-solid extraction of the roots with hot water. The higher yield obtained during this liquefaction may thus be ascribed to the inefficiency of the incomplete one-step batch extraction of the untreated control, with which the liquefaction mixture was compared.

Incubation with Rapidase C600 (0.1%) has to be terminated within 5 h due to hydrolysis of inulin. No endogenous inulinase activity was found during incubation of the roots, which could be responsible for this hydrolysis.

No difference was seen between enzymatic treatment of the roots at 0.1 and 0.01% enzyme concentration. At low concentration only the hydrolysis was more lengthy.

Isolation of inulin using enzymatic liquefaction of chicory roots is warranted only in combination with the isolation of other interesting compounds, such as bitter sesquiterpene lactones, or for the production of bulk chemicals such as ethanol.

7.4 Experimental section

7.4.1 Materials

Chicory roots were obtained from a grower and stored one week at 1 °C before they were cut into small pieces (about 4 mm³) under liquid nitrogen, and frozen at -60 °C before use.

Rapidase C80 (pectinases), Rapidase C600 (pectinases and cellulases), and Maxazym CL2000 (cellulases) were obtained from Gist-brocades, Delft, the Netherlands. Novozym 230, an inulinase preparation was obtained from NOVO industries, Copenhagen, Denmark. The inulinase activity according to the supplier was 3000 units/g.

Inulin was purchased from BDH Ltd (United Kingdom).

7.4.2 Liquefaction of chicory roots

Portions of frozen roots (10 g) were suspended in 0.1 M sodium acetate buffer (10 ml, pH 4) and incubated at 40 °C for 24 h under continuous stirring with 0.025 g Rapidase C80, 0.02 g Maxazym CL2000, 0.003 and 0.01 g Rapidase C600 , and 0.02 + 0.02 g and 0.025 + 0.02 g Rapidase C80 + /Maxazym CL2000 respectively. The enzymes were added to the suspension as dry powders. Samples were centrifuged (3000 g, 30 min) after incubation. The supernatant was analysed for reducing sugars using the Nelson-Somogyi test as modified by Spiro (1966). Total sugars were measured using the method according to Dubois et al. (1956). Fructose and glucose were both used for calibration. The glucose, fructose, saccharose, and oligosaccharides content of the samples were determined with HPLC. An Aminex HPX-87 Pb column (300 x 7.8 mm; Bio-Rad) kept at 90 °C was used connected in line with a guard column filled with 35% AG50-WX4 (minus 400 mesh, H⁺-form) and 65% AG3-X4A (200-400 mesh, OH⁻-form) both from Bio-Rad. Eluent was double distilled water degassed with helium. An RI detector was used (40 °C). The flow rate was 0.5 ml/min.

The release of inulin and sugars during enzymatic liquefaction of chicory roots was followed as function of time, as described in Section 5.3.3 for bitter compounds. The roots were incubated with Rapidase C600 (0.01 or 0.1%), which was added as dry powder to the chicory roots suspension. Samples were removed after 0, 1, 2, 5, 8, and 24 h. They were centrifuged for 30 min at 10000 g to obtain the residue and supernatant. Both were analysed for inulin, fructose, glucose, and saccharose. The control was the same mixture without added enzymes.

7.4.3 Inulinase activity

Inulinase activity of Rapidase C600 was compared with that of Novozym 230 by incubating pure inulin (100 ml of 5% solution) at 40 °C for 4 h at pH 4.5 with 0.05 g of Rapidase C600 or with 50 units of commercial inulinase. The enzyme reaction was stopped by adding MeOH (4 ml of MeOH to 1 ml of inulin solution). The sample was filtered (0.45 µm filter), and analysed for fructose, glucose, and saccharose as described in Section 7.4.2.

7.4.4 Analysis

Fresh chicory roots, and residues and supernatants obtained during enzymatic and control liquefaction were analysed for fructose, glucose, and saccharose by HPLC as described in Section 7.4.2. The roots and residues (both 1.5 g) were extracted twice with water (5 ml, 70 °C). The two extracts were combined and the mixture was diluted with MeOH (4 ml of MeOH to 1 ml of total extract), filtered (0.45 µm filter), and injected into the liquid chromatograph. Supernatant was diluted with MeOH (as described above) before analysis.

The inulin content was measured indirectly after incubation with inulinase (Novozym 230). Aqueous extracts from chicory root and the residues, as well as the obtained supernatants, were incubated with inulinase. Inulinase (25 µl) was added to 1 ml of extract or supernatant, the pH adjusted to 4.5 with 0.1 N HCl and incubated (60 °C) for 3 h. Addition of MeOH (see above) was used to terminate the reaction. The samples were analysed for fructose, glucose, and saccharose as described in Section 7.4.2. The inulin content was calculated from the sugar content before and after incubation with inulinase.

CHAPTER 8

SENSORY ANALYSIS OF CHICORY ROOTS

8.1 Introduction

The first attempts to evaluate bitterness of lactucin and lactucopicrin were carried out with fresh and dried milky juice of *L. virosa* by Schenck & Graf (1939a, b). They found that lactucarium only contained the bitter compounds Lc and Lp. With this material they determined the lowest concentration at which Lc and Lp were perceived as bitter: about 2 and 1.6 ppm respectively (Schenck & Graf, 1939a).

A relation was also found between bitterness perception of lactucarium and composition of the soil in which *L. virosa* was grown (Schenck & Graf, 1939b). However, only the total bitterness of lactucarium was determined, and not that of the individual components. A more bitter lactucarium is obtained with an acid soil containing less calcium.

Dolezal (1976) investigated the influence of forcing methods on the yield of chicory heads and on the content of bitter principles in the roots as well as heads. Bitter compounds were analysed after extraction of the sample with acid methanol and reaction with KCN using fluorescence spectroscopy. Chicory heads proved to have a maximum of bitter compounds after forcing in synthetic foam flakes without any cover compared with forcing in soil with or without cover. In the roots no difference in bitterness was detected between the various forcing methods. However, the method of analysis for bitter constituents as used by Dolezal (1976) is inaccurate, because all compounds reacting with KCN are taken into account, including the compounds which are not bitter.

Kuusi & Autio (1985) investigated total bitterness of extracts of chicory heads and roots obtained by extraction with water. Kuusi & Autio (1985) compared bitterness of dandelion (*Taraxacum* sp.) with that of chicory. In dandelion extract they found glucosides of sesquiterpene lactones with a

germacrane skeleton, and also p-hydroxyphenyl acetic acid, which is a part of Lp, causing bitterness (Kuusi et al., 1985).

Voirol et al. (1987) compared total bitterness of an aqueous chicory root extract with that obtained from the leaves. The leaves appeared to be more bitter than the roots and bitterness persistency lasted longer for leaves than for chicory roots. They did not analyse chemically their extracts for bitter compounds. It is most likely (see Chapter 4 and 5) that the water extracts contained only precursor compounds (i.e. glycosides) and hardly any Lc and Lp. However, Voirol et al. (1987) presumed that these last two compounds are present in the extracts.

Dirinck et al. (1985), Price et al. (1990) and Van der Meer et al. (1985) tried to relate bitterness of chicory heads with chemical analysis of the bitter compounds. Dirinck et al. (1985) found a relationship between bitterness of fresh chicory heads and the amount of lactucin in chicory heads as measured by HPLC. However, their correlation coefficient is rather low ($r=0.69$).

Price et al. (1990) found a relationship between bound lactucin (lactucin glycoside) obtained after MeOH extraction of the chicory heads by boiling under reflux, and bitterness of fresh chicory heads ($r=0.80$). No relationship was found between the bitter score and the amount of 8dLc, Lp and their glycosides in chicory leaves. However, no evidence is given that the glycoside of Lc (picriside A, Fig. 6.2) was identified in the analysed samples. The water soluble components of the extracts were assumed to be the glycosides of Lc, 8dLc, and Lp. After treatment with a cellulase only these three sesquiterpene lactones were determined. As was seen in Chapter 4 many precursors are present in an MeOH extract of chicory roots. Various compounds from such an extract might be converted to Lc or other sesquiterpene lactones during incubation with cellulase.

It is also possible that by tasting a fresh sample of chicory in the mouth presursors are hydrolysed to their aglycons by endogenous chicory enzymes, which might both influence the results of Dirinck et al. (1985) and Price et al. (1990). Only three sesquiterpene lactones (Lc, 8dLc, Lp) were investigated. Price et al. (1990) could have known that chicory also contained other sesquiterpene lactones, such as dihydro equivalents (Seto et al., 1988), which were not taken into account. Pure compounds were not tested.

Van der Meer et al. (1985) related bitter taste of cooked chicory heads from various varieties with the respective extracts of uncooked samples. The extracts were analysed according to the rather unspecific fluorescence method as described by Dolezal (1976) after the reaction of the chicory extract with KCN. They found high correlation between bitterness score and chemical analysis ($r=0.78-0.91$). However, with their analytical method it is not possible to detect 8dLc (Van der Meer et al., 1985) and with the extraction method used (extraction with MeOH) a large amount of glycosides will be extracted and a low amount of bitter sesquiterpene lactones (see Chapter 4). It is uncommon to compare the chemical analysis of untreated chicory with the sensory analysis of a cooked equivalent. Also the influence of cooking on bitter principles of chicory has not been investigated, neither as pure compounds nor the effect on extraction efficiency and profile.

No publication is known in which the bitterness of pure, individual sesquiterpene lactones has been investigated and compared with for instance quinine. However, as can be seen from Fig. 4.1 B chicory root extract contains many compounds of which only few have been identified. We extracted and isolated six known sesquiterpene lactones (Lc, Lp, 8dLc, and their dihydro analogues), and determined their threshold value.

Further we investigated the possibility to use chicory root extract as flavouring material in soft drinks, especially tonic water, bitter orange, and bitter lemon, which usually contain quinine as bitter principle. The influence of daylight and pasteurization on bitter taste of bitter orange flavoured with chicory root extract or quinine as bitter constituent was studied. The effect of enzymatic treatment of chicory root extract on bitter taste was investigated.

8.2 Results and discussion

8.2.1 Threshold values of sesquiterpene lactones

Threshold values of pure Lc, Lp, 8dLc, dHLc, dHLP, dH8dLc were measured as described by Van Beek et al. (1990). In Table 8.1 threshold values of these compounds are summarized.

Table 8.1 Threshold values for the six sesquiterpene lactones and quinine hydrochloride (in ppm) (after Van Beek et al., 1990).

lactucin (Lc)	1.7
8-deoxylactucin (8dLc)	1.1
lactucopicrin (Lp)	0.5
11(S),13-dihydrolactucin (dHLc)	1.4
11(S),13-dihydro-8-deoxylactucin (dH8dLc)	1.1
11(S),13-dihydrolactucopicrin (dHLp)	0.2
quinine hydrochloride	1.6

Four sesquiterpene lactones, Lc, dHLc, 8dLc and dH8dLc, have threshold values similar to that of quinine hydrochloride. The other two, Lp and dHLp, are more bitter than quinine.

Schenck & Graf (1939a) have found a threshold value for lactucin and lactucopicrin from lactucarium of respectively 2 and 1.6 ppm. We found for lactucin a similar value, but the value for Lp was much lower.

Probably the preparation containing Lp used by Schenck & Graf (1939a) was not pure as was assumed. It is likely that it was contaminated with Lc and/or 8dLc.

In Chapter 3 it was predicted that lactucopicrin should be the most bitter compound of the three sesquiterpene lactones isolated from chicory roots, as a consequence of its structure, and that lactucin should be the least bitter compound. This has been corroborated by the afore mentioned experiment.

The same order of bitterness intensity is found also with the dihydro sesquiterpene lactones. Reduction of the exocyclic methylene group of the α,β -unsaturated lactone ring enhances bitterness somewhat. This can only be explained by increase of hydrophobicity of the molecules (see Chapter 3).

8.2.2 Sensory analysis of soft drinks

In the first experiment three types of soft drinks were prepared, i.e. tonic

Table 8.2. Composition of soft drinks (g/l).

	tonic	bitter orange	bitter lemon
fructose	23	21	0
glucose	37	22	50
sucrose	21	61	62
citric acid	3.6	0	0
Na-benzoate	0.5	0.5	0.5
orange juice*	0	100	0
lemon juice*	0	0	48
lemon extract*	0	0	40
quinine sulphate**	30	20	30
or			
chicory extract*	12	20	24

* ml/l

** mg/l

water, bitter orange, and bitter lemon with chicory root extract as the bitter principle. They were compared to identical controls, made with quinine sulphate. The composition of these drinks, summarized in Table 8.2, was determined after chemical analysis of commercial samples.

A higher concentration of chicory root extract was necessary in bitter orange lemonade and bitter lemon, since the bitter taste was masked by other flavour ingredients in the above mentioned beverages.

Bitterness of chicory root extract as flavouring material in tonic water was perceived to be different from that of quinine. About 37% of the panellists judged the beverage with chicory root extract as the most bitter, and 45% the beverage with quinine; the other panellists (18%) were not able to distinguish the beverage with chicory root extract from its reference with

quinine.

The second part of this experiment was a preference test to establish the degree of liking for bitter orange or bitter lemon containing quinine or chicory root extract. No preference was given to quinine or to chicory root extract in bitter orange, contrary to bitter lemon in which quinine as bitter principle was most preferred ($p < 0.05$).

Quinine is an accepted and well known bitter constituent in soft drinks. Panellists are not familiar with the taste of chicory root extract as bitter principle in soft drinks. They may have rejected the beverage with this ingredient associating it with an off-taste.

In the second experiment the effect of pasteurization and storage in daylight or darkness on the bitter taste of bitter orange lemonade was measured. This beverage contained chicory root extract or quinine as bitter constituent (see Table 8.2 for the composition).

In the bitter orange lemonade containing chicory root extract a small difference in bitter score was seen between the pasteurized sample stored in darkness, and the untreated control (Table 8.3). Pasteurization had a small positive effect on the bitter taste. Storage in daylight of the pasteurized beverage decreased the bitter intensity slightly. However, the differences

Table 8.3 Influence of pasteurization and storage conditions on bitter score of bitter orange flavoured with quinine or chicory root extract (n=19).

	chicory root extract		quinine	
	mean	s.d.	mean	s.d.
untreated control, dark	57.1	8.3	14.3	8.8
pasteurization, dark	65.2	6.9	15.9	8.2
pasteurization, daylight	58.4	11.4	2.9	3.2

between these three samples are not significant ($p < 0.05$). Pasteurization of bitter orange containing quinine had no effect on the bitter taste, only storage of the beverage in daylight affected the bitterness which is significant ($p < 0.05$). This is in agreement with Sulser & Mändli (1987), who found in tonic water a practically complete degradation of quinine after a few hours when tonic was exposed to sunlight.

The bitter taste of the bitter oranges containing chicory root extract was perceived more intense when compared to the bitter oranges containing quinine despite the standardization of the used extract. After preparation of this extract, it was analysed, and standardized for the amount of lactucin as was the extract used in the first experiment. The influence of season, and variety when related to the bitter taste of chicory root extract is unknown, which both might have altered total bitterness. The extract was not standardized for the other bitter constituents.

8.2.3 Bitterness of glycosides

To investigate the influence of sesquiterpene lactone glycosides on bitterness of chicory root extract, the extract was first treated with Hemi II before sensory analysis. The experiment was carried out twice, because after the first experiment (10 panellists) no judgement could be given on whether the enzyme treatment of the chicory root extract gave rise to a more bitter taste.

In the first experiment 6 judges ($n=10$) could discriminate between the samples. All found the incubated extract the most bitter.

In the second experiment 17 panellists ($n=36$) could detect correctly the two pairs from four submitted samples. They too judged that the treated samples with Hemi II had the highest bitter intensity suggesting that the glycosides are less bitter when compared with their aglycons. However, the other 19 panellists could not detect any differences between the tasted samples.

From the above results it is not possible to conclude that precursors are less bitter than their aglycons. The influence of sugars, released by the exogenous enzymes, on the bitter taste is also not known. No pure compounds were evaluated, so the interpretation of the above results has to be carried out carefully.

8.3 Conclusions

The threshold values found for the six sesquiterpene lactones investigated (Lc, 8dLc, lp, and their dihydro derivatives) depend to a great extent on the substituent at C-8. Lactucopicrin and its dihydro equivalent are more bitter than the other four compounds (about three to eight times). This is in agreement with the hypothesis formulated in Chapter 3.

Bitter orange, containing chicory root extract, does not lose its bitter taste upon storage in daylight. However, pure lactucin reacts with water under influence of daylight, which has been reported independently by Schenck et al. (1964), Leclercq et al. (1988), Sessink (1988), and Van Leeuwen (1989).

Schenck et al. (1964) proposed a mechanism for the addition of water to lactucin under the influence of daylight (Fig. 8.1), by which the molecule becomes more polar.

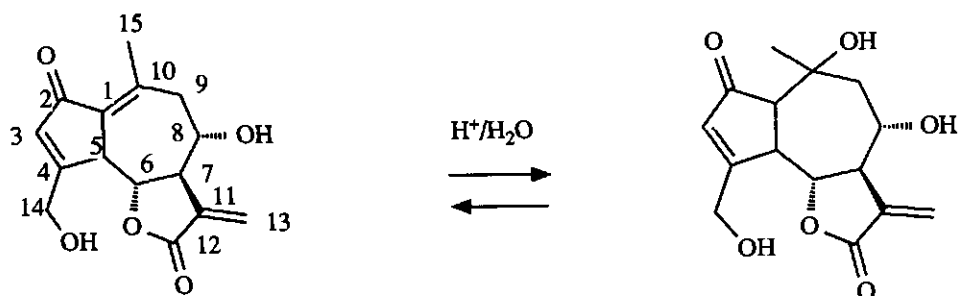


Fig. 8.1 Addition reaction of water to lactucin as proposed by Schenck et al. (1964).

The addition of water at C-10 is favoured above that of C-1 (also proposed by Schenck et al., 1964) for resonance reasons. The carbonyl group at C-2 is strongly polarized, with the electrons shifted toward the more electronegative oxygen atom. The carbonyl carbon is therefore electron deficient. This can be neutralized by the electrons from the C=C bonds

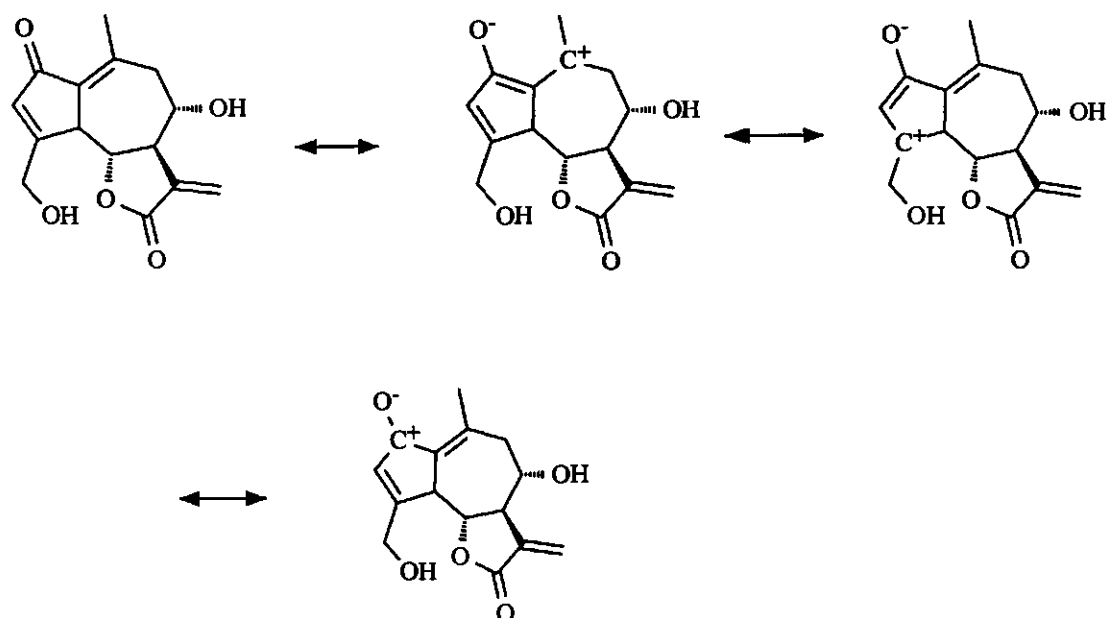


Fig. 8.2 Resonance structures of lactucin.

between C-3 and C-4, and between C-10 and C-1. The carbon atoms at C-4 and C-10 are thus slightly positively charged (Fig. 8.2). Addition of water at C-4 and C-2 next to addition at C-10 is possible (Fig. 8.3; Fig. 8.4), but these products have not been described in literature.

However, another reaction may also occur (Fig. 8.5). As a result of a photochemical reaction the double bond between C-10 and C-1 in the lactucin molecule is out of conjugation, and has been moved to C-10 and C-15 as described by Pfennig-Yeh according to Van Leeuwen (1989). The polarity of the solvent influences which type of reaction occurs (Van Leeuwen, 1989). In general a lot of energy is needed for a molecule to move out of conjugation. This mechanism is therefore not expected in the absence of (day)light.

According to the theories on bitterness, the newly formed compounds following addition of water should taste less bitter.

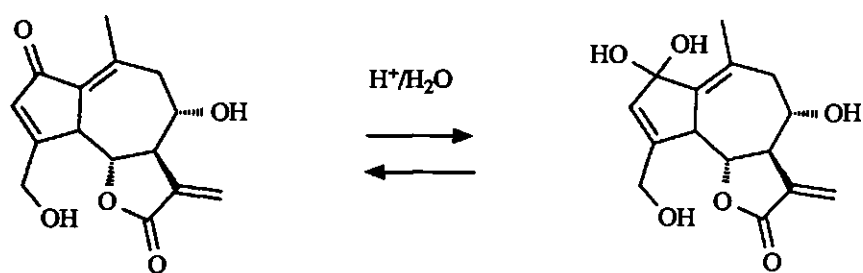


Fig. 8.3 Addition reaction of water to lactucin at C-2.

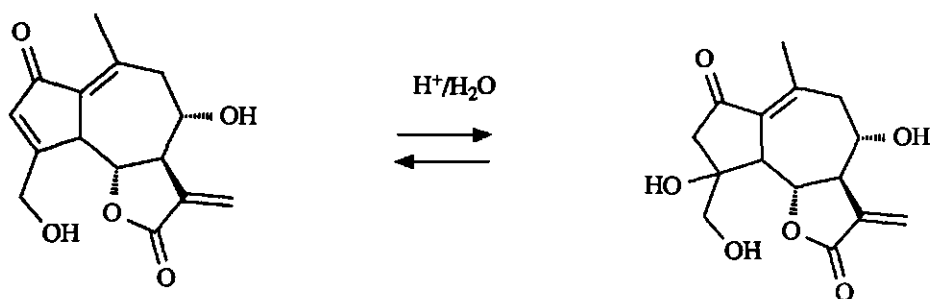


Fig. 8.4 Addition reaction of water to lactucin at C-4.

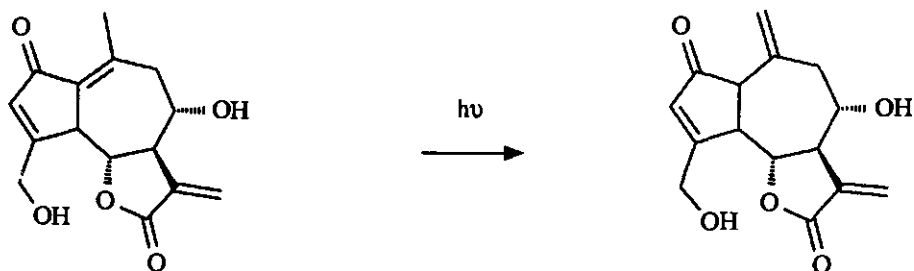


Fig. 8.5 Photochemical reaction of lactucin.

The photochemical reaction product of lactucin, which is out of conjugation, is expected to be equally bitter to Lc.

Probably this reaction with rearrangement of the double bond is favoured in bitter orange when stored in daylight, because equal bitterness is obtained when compared with bitter orange stored in dark. A stabilization effect of other ingredients during irradiation may also occur. This was not investigated further.

Quinine can be replaced as a flavouring material in soft drinks by chicory root extract, however the panel was not familiar with its bitter note, especially in bitter lemon. Probably this is also true for other bitter tasting compounds. Busch-Stockfisch & Domke (1991) reported that the bitter taste of amarogentin, a bitter tasting component of gentian root, was not identical to that of quinine, and that sucrose was necessary for obtaining a well-rounded bitter taste as well as for masking its off-taste. Bitterness of chicory root extract and that of quinine was also perceived as different.

Taste thresholds for bitter compounds show a Gaussian distribution, but for some bitter principles they are bimodal (see Chapter 3). Probably the population can be divided into tasters, which do recognize chicory bitterness, and tasters, which are not sensitive for the bitter taste of a chicory root extract. The same phenomenon may be true for the bitterness of the sesquiterpene lactones and their glycosides. About half of the panellists judged the glycosides to be equally bitter as their aglycons, the other part judged the sesquiterpene lactones as most bitter.

However, the interpretation of the above results has to be carried out very carefully, since no pure compounds were used. A complex mixture of precursors and their aglycons were tasted before and after enzymatic treatment. Not known are the effects of the release of the sugars from the glycosides on the bitter taste of the aglycons, i.e. whether there are synergistic or antagonistic effects of the various ingredients of the chicory root extract.

8.4 Experimental section

8.4.1 Determination of threshold value

Threshold determinations of six pure sesquiterpene lactones were determined by triangle testing. A professional panel of 16 housewives (40-55 years old) employed by Quest International was asked to select the one cup, out of three cups, that contained a stimulant other than water. Evaluations were conducted at room temperature. Samples were presented as 50 ml aqueous solutions in plastic serving cups.

8.4.2 Sensory analysis of soft drinks

Chicory root extract was prepared as described in section 5.3.2. The extract was analysed and standardized for the amount of Lc (30 mg/100 ml extract; 20 ml of extract (6 mg of Lc) was judged equally bitter as 20 mg quinine sulphate per 1 bitter orange). This extract was used as a bitter ingredient in three types of soft drinks: tonic water, bitter orange, and bitter lemon. They were compared with the same type of beverage containing quinine sulphate. The composition of the beverages is summarized in Table 8.2. Lemon extract was prepared by steam distillation of lemon peel (340 ml extract was obtained from the peel of one lemon). Lemon juice was freshly pressed prior to use. Orange juice was bought in the supermarket.

In the first experiment a consumer panel consisting of selected housewives (n=102) was asked to identify the most bitter beverage out of two, thus comparing the quinine flavoured beverage with the chicory flavoured beverage. Only one type of beverage (for instance tonic water) was judged each time. Samples were presented as 50 ml solutions in plastic serving cups at room temperature.

In the second experiment a panel consisting of students from the Agricultural University, Wageningen (n=17) was asked to rank 6 samples of bitter orange lemonade. The beverages were prepared with chicory root extract or quinine sulphate as bitter ingredient. The composition of the beverages is summarized

in Table 8.2. The influence of different process conditions on the bitterness of the beverages was investigated. A part of the bitter orange was pasteurized (80 °C, 30 min), and divided into two portions: one was stored in daylight (june 1990), the other part in darkness at 5 °C, both for 3 days. The non-pasteurized bitter orange samples (control) were stored in dark at 5 °C for 3 days prior to use. The six samples were presented as 20 ml solutions in plastic serving cups at room temperature, and were presented simultaneously in random order. The students were selected for their ability to perceive a bitter taste.

8.4.3 Bitterness of glycosides

Chicory root extract was prepared as described in section 5.3.2. The thus obtained aqueous extract was divided in two portions, one of which was incubated with 0.05% enzyme preparation (Hemi II, Gist-brocades, the Netherlands) for 26 h at 30 °C under continuous stirring. Inactivation of the enzymes was by boiling. The extracts were diluted 5 times with tap water before further analysis.

The treated and untreated chicory root extract was tasted by a student panel (n=36), which was selected for their ability to taste bitter. Samples were presented as 50 ml aqueous solutions in plastic serving cups at room temperature. The panel was asked to identify two pairs out of four samples, and to state which pair had the highest bitter intensity.

CHAPTER 9

GENERAL DISCUSSION AND CONCLUDING REMARKS

9.1 Enzymatic liquefaction

Isolation of substances from plant material is usually carried out with a solvent. Complete extraction of both bitter sesquiterpene lactones and inulin from chicory roots in one step is not possible when extraction is performed with one solvent.

Inulin is soluble in (hot) water. It is extracted from the roots by liquid-solid extraction. Countercurrent diffusion may also be used in place of batchwise extraction (Fleming & Groot Wassink, 1979). The sesquiterpene lactones are rather apolar and will thus remain in the pulp fraction. Extraction with more apolar solvents give only the bitter substances as solvent solubles, and inulin will remain in the pulp.

According to our results a one step process is only possible when enzymes are used to degrade chicory root cell wall polysaccharides, in order to solubilize inulin as well as the bitter substances. An almost complete liquefaction can be obtained when pectinases and cellulases are involved (Pilnik & Rombouts, 1979). However, such a process is rather unusual for the isolation of flavour compounds.

With enzymatic liquefaction of chicory roots not only inulin and bitter compounds will pass into the liquid phase, but also a higher yield is expected, especially for the bitter principles, compared to solvent extraction.

The extraction of the roots with different solvents is investigated to determine the effect of solvents on extraction efficiency and yield, for analytical purposes (development of an HPLC method), and for comparison with literature data.

Of all solvents evaluated for extraction of bitter compounds from chicory roots EtOAc is the best one, giving a simple procedure and reproducible extracts. Chicory root extracts obtained from more polar solvents, such as water and MeOH, consist of mainly polar compounds and less Lc, 8dLc, and Lp. These polar compounds elute at the beginning of the HPLC chromatogram (see Chapter 4). Some of them are expected to be glycosides of the sesquiterpene lactones investigated. Seto et al. (1988) extracted chicory roots with MeOH and found many glycosides in the solvent solubles.

Storage conditions, the degree of milling, or freezing, all influence the total yield and extraction efficiency of the sesquiterpene lactones investigated (Chapter 4). Storage at low temperature (1 °, -30 °C) gives a higher yield of especially the apolar compounds. Drying of the roots at 70 °C degrades bitter compounds almost completely. The same results have been described for the bitter substances from *Taraxacum*, which are glycosides of germacranolides (Kuusi et al., 1985).

The milling step is critical for obtaining a reproducible extract from chicory root. Endogenous enzymes may be active during this process, converting precursor compounds into other compounds. The yield of sesquiterpene lactones, the reproducibility of the extraction, and also the bitter taste of the extract are influenced in this way.

Freeze dried chicory root powder has first to be soaked in an excess of water to obtain high extraction efficiency with EtOAc as solvent. Water seems to play an important role during extraction. This might be due to a low solubility of carbohydrates in the apolar extraction solvent and may have prevented the sesquiterpene lactones to come into contact with the solvent.

When chicory roots are liquefied enzymatically with commercial pectinases and cellulases more sesquiterpene lactones are isolated compared to roots which are extracted after milling and/or frozen storage (Chapter 5). Especially Lc, dHLc, 8dLc, and dH8dLc increased during enzyme treatment of the roots. This increase can be explained by:

i. Total solubilization of the chicory roots by exogenous enzyme treatment. Thus all compounds present in the roots can be detected in the liquid phase.

Extraction efficiency of the roots with a solvent will also depend on diffusion of the compounds through the cells, and on interactions of the solvent solubles with other cell components. These effects can be neglected after complete liquefaction.

ii. Conversion of precursors (glycosides) into their sesquiterpene lactone aglycons by added commercial enzyme preparations or by endogenous chicory enzymes or both. However, the optimum conditions for both enzyme systems are different: optimum pH and temperature are pH 4-4.5 and 40 °C, and pH 6 and 30 °C respectively. During enzymatic liquefaction of chicory roots, exogenous enzymes are responsible for the hydrolysis of precursors into the sesquiterpene lactones investigated. Chicory root enzymes are also able to catalyse the same type of reactions, but only at higher pH and at slightly lower temperature (Chapter 5, 6). Endogenous chicory enzymes play a role during processing and storage of the roots.

The hydrolysis of two precursors, cichorioside B and crepidiaside B (compound Q and compound T respectively), into dHLc and dHBdLc was found during incubation of chicory roots and chicory root extract both with commercial enzymes containing pectolytic and cellulolytic activity and with endogenous chicory enzymes. Incubation of a chicory root extract (inactive endogenous enzymes) with a commercial enzyme preparation shows only an increase in dHLc, contrary to the incubation with chicory root enzymes, where also an increase in Lc is seen. The glycoside of Lc, picriside A, is probably present in the extract, but is not hydrolysed by the enzymes from the commercial preparation.

The nature of compound N is still unknown. It is converted in cichorioside B during incubation with the used enzymes. There are indications are that compound N is a diglycoside of dHLc.

iii. Possible conversion of sesquiterpene lactones with a germacrane skeleton into sesquiterpene lactones with a guaiane skeleton. Transformation of compounds with a germacrane skeleton into compounds with guaiane skeleton has been described with endogenous chicory enzymes (Chapter 6). When chicory root extract is incubated with endogenous root enzymes for more than 24 h, only sesquiterpene lactones with a guaiane skeleton are found in the HPLC chromatogram.

Whether commercial enzyme preparations are able to convert a germocranolide into a guaianolide is still a subject of speculation. It is plausible that endogenous chicory enzymes are capable to perform this reaction. Both types of sesquiterpene lactones are found in the chicory root. More research is needed to evaluate commercial enzyme preparations as well as chicory enzymes for their ability to catalyse the above mentioned reactions and to evaluate above findings with pure compounds. The result might be valuable for new applications in the synthesis of terpenes.

Use of pectinases and cellulases for isolation of flavour compounds from plant material is not common (Chapter 1). Glucosidases have been described in literature for hydrolysing monoterpene glucosides through which volatile monoterpenes are released, in order to enhance the aroma of fruit juices and wines (Wilson et al., 1984; Voragen, 1989).

Similar effects may be true for other vegetables and plant materials subjected to enzymatic liquefaction. Endogenous enzymes may be active during this treatment. It can be stated that by enzymatic liquefaction more interesting compounds are released in the liquid phase (juice), and depending on conditions chosen more precursors are released and can be hydrolysed into their aglycons, thus changing flavour and taste of the juice. Also non-volatile taste components can be released. Jenniskens et al. (1991) studied the effect of liquefying enzymes on the aroma constituents of apple juice. Liquefaction caused an extra release of aroma compounds or precursors of flavour compounds from the pulp into the juice. To date no results are reported discussing vegetables in this context.

Inulin can be released during enzymatic liquefaction. When compared with hot water extraction, the yield of inulin is about the same. Enzymatic treatment in order to release inulin is only economically feasible when other interesting compounds can be released simultaneously (Chapter 7).

9.2 Sensory analysis

The six sesquiterpene lactones which were investigated, have been proven to taste bitter. Their threshold value varies depending on the group attached to

C-8. Lactucopicrin and 11(S),13-dihydro-lactucopicrin proved to be the most bitter compounds of the six lactones investigated, and lactucin and its dihydro derivative were the least bitter, but have about the same threshold value as quinine hydrochloride.

Sensory analysis of soft drinks prepared with chicory root extract as such, and after enzymatic treatment, suggested that glycosides of the sesquiterpene lactones are less bitter than their respective aglycons. However, an extract was tasted and not the pure, isolated compounds. It was difficult to obtain a chicory root extract with similar bitter intensity compared to a previous prepared extract made from another portion of chicory roots. Storage of the roots increased the amount of especially apolar compounds, and therefore its bitterness.

The effect of natural variation (season, variety) on the bitter taste of chicory root and its extract is not known.

Chicory extract contained cichorioside C, a germacranolide. Kuusi et al. (1985) isolated from *Taraxacum* bitter glucosides of sesquiterpene lactones with a germacrane skeleton. It might be expected that cichorioside C (as part of compound Q) has a bitter taste. However, the bitter intensity of this compound is not known, nor that of the other unknown components present in chicory root extract.

Eudesmanolides have been identified in *C. intybus* and *C. endivia*, a relative of chicory (Seto et al., 1988). This was not confirmed by other authors. In the chicory roots extracts described in this thesis no sesquiterpene lactones with an eudesmane skeleton were found. However, many compounds were not identified further. It is therefore conceivable that our chicory extract also contained eudesmanolides. Their possible influence on the bitter taste is not known, but some eudesmanolides are reported to taste bitter (Hänsel et al., 1980).

After incubation of chicory roots with endogenous enzymes only guaianolides are obtained. This may provide a possibility to prepare a chicory root extract of a more constant bitter quality. An extract which consists of only a few compounds is more easy to handle.

Depending on the final application, various chicory root extracts may be produced with different bitter intensities. The bitterness of the extract can

be influenced by choosing the desired condition: enzymatic liquefaction, treatment with endogenous chicory enzymes, or extraction with polar or apolar solvents.

REFERENCES

- Adegawa, S., Miyase, T., Ueno, A., Noro, T., Kuroyanagi, M. & Fukushima, S., 1985. Sesquiterpene glycosides from *Crepidiastrum keiskeanum* Nakai. Chem. Pharm. Bull., 33 (11) 4906-4911.
- Adler-Nissen, J., 1988. Bitterness intensity of protein hydrolyzates - chemical and organoleptic characterization. In: Charalambous, G. (Ed.) Frontiers of Flavour. Proceedings of the 5th international Flavor Conference, Porto Karras, 1-3 July 1987. Elsevier Science Publishers, Amsterdam, p. 63-77.
- Barton, D.H.R. & Narayanan, C.R., 1958. Sesquiterpenoids. Part X. The constitution of lactucin. J. Chem. Soc., 963-971.
- Bauer, K.H. & Schub, E., 1929. Lactucarium. Arch. Pharm., 267, 413-424.
- Bauer, K.H. & Brunner, K., 1936. Lactucarium II. Enzymes of the sap of *Lactuca virosa*. Pharm. Zentralhalle, 77, 598-601 (cited in Chem. Abstr., 31, abstract nr. 5837 (1937)).
- Bauer, K.H. & Brunner, K., 1937. Die Bitterstoffe des Milchsafte von *Lactuca virosa* (III. Mitteil. über Lactucarium). Ber., 2, 261-263.
- Bauer, K.H. & Brunner, K., 1938. Resin alcohols of lactucarium. Arch. Pharm., 276, 605-617 (cited in Chem. Abstr., 33, abstract nr. 3799, 1939).
- Baynast de Septfontaines, R.J.M.P. de, Brouard, F.E.M.E., Baret, J.L.A.G., Gicquiaux, Y.G.A.J.M. & Olsen, H.S., 1986. Procédé de liquéfaction de betteraves et de racines de chicorée par hydrolyse enzymatic et hydrolysats liquide obtenu. EP 0256899 (date of filing 07-07-1986; publication date 24-02-88).
- Beck, R.H.F. & Praznik, W., 1986. Inulinhaltige Pflanzen als Rohstoffquelle. Biochemische und pflanzenphysiologische Aspekte. Starch/Staerke, 38 (11) 391-394.
- Beek, T.A. van, Maas, P., King, B.M., Leclercq, E., Voragen, A.G.J. & Groot, A. de, 1990. Bitter sesquiterpene lactones from chicory roots. J. Agric. Food Chem., 38, 1035-1038.
- Beets, M.G.J., 1978. Structure-Activity Relationships in Human Chemoreception. Applied Science Publishers, London.
- Belitz, H.D. & Wieser, H., 1985. Bitter compounds: occurrence and structure-activity relationships. Food Rev. Int., 1 (2) 271-354.
- Belitz, H.D., Rohse, H., Stempf, W., Wieser, H. et al., 1988. Schematic sweet and bitter receptors - a computer approach. In: Charalambous, G. (Ed.) Frontiers of Flavour. Proceedings of the 5th international Flavor Conference, Porto Karras, 1-3 July 1987. Elsevier Science Publishers, Amsterdam, p. 49-62.
- Brieskorn, C.H., 1990. Physiological and therapeutical aspects of bitter

compounds. In: Rouseff, R.L. (Ed.) Bitterness in Foods and Beverages. Elsevier Science Publishers, Amsterdam, p. 15-33.

Busch-Stockfisch, M. & Domke, A., 1991. Sensorische Beurteilung des Bittergeschmacks von Amarogentin und Austauschmöglichkeiten gegen Chinin in Erfrischungsgetränken. I. Einfluss von Saccharose und Citronensäure. Z. Lebensm. Unters. Forsch., 192, 11-14.

Carpenter, J.F. & Crowe, J.H., 1988. The mechanism of cryoprotection by solutes. Cryobiology 25, 244-255.

Cecchini, T., 1976. Encyclopedie van geneeskrachtige planten. Delphia Press, p. 64.

Chuyen, N.V., Karata, T., Kato, H. & Fujimaki, M., 1982. Antimicrobial activity of kumazasa (*Sasa albo-marginata*). Agric. Biol. Chem., 46, 971-978.

Clarke, R.J. & Macrae, R., 1987. Coffee Volume 5: Related Beverages. Elsevier Applied Science, London.

Clifford, M.N., Shutler, S., Thomas, G.A. & Ohiopehai, O., 1987. The chlorogenic acids content of coffee substitutes. Food Chem., 24 (2) 99-107.

Constable, F., 1988. Cytodifferentiation. In Schreier, P. (Ed.) Bioflavour '87: Analysis, Biochemistry, Biotechnology. Proceedings of the international Conference. Walter de Gruyter, Berlin, p. 315-325.

Coultate, T.P., 1989. Food. The Chemistry of Its Components. Second Edition. Royal Society of Chemistry, London.

Dirinck, P., Poucke, P. van, Acker, M. van & Schamp, N., 1985. Objective measurement of bitterness in chicory heads (*Cichorium intybus* L.). In: Baltes, W., Czedik-Eysenberg, P.B., Deelstra, H., Dirinck, P., Ooghe, W. & Pfannhauser, W. (Eds.) Strategies in Food Quality Assurance: Analytical, Industrial and Legal Aspects. Proceedings of the third European Conference on Food Chemistry (EURO FOOD CHEM 111). De Sikkel, Antwerp, p. 111: 62-68.

Dolejs, L., Soucek, M., Horak, M., Herout, V. & Sorm, F., 1958. On terpenes. XCIV. The structure of lactucin. Coll. Czech. Chem. Comm., 23, 2195-2199.

Dolezal, J., 1976. Einfluss verschiedener Treibverfahren auf Ertragsleistung und Inhaltsstoffe von Chicorée (*Cichorium intybus* L. var. *foliosum*). Gartenbauwissenschaft, 41 (4) 160-166.

Drawert, F., 1988. In Schreier, P. (Ed.) Bioflavour '87: Analysis, Biochemistry, Biotechnology. Proceedings of the international Conference. Walter de Gruyter, Berlin, p. 3-32.

Dubois, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.F., Rebers, P.A. & Smith, F., 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Anal. Chem., 28, 350-356.

El-Masry, S., Ghazy, N.M., Zdero, C. & Bohlmann, F., 1984. Two guaianolides from *Cichorium pumilum*. Phytochemistry, 23 (1) 183-185.

Engel, K.H. & Tressl, R., 1983. Formation of aroma components from nonvolatile precursors in passion fruit. J. Agric. Food Chem., 31, 998-1002.

Eres'ko, G.A., Il'yashenko, T.I. & Burtovaya, Z.A., 1987. Condensed milk with sugar and chicory. Teknol. i Oborud. dlya Pr-va Nov. Moloch. Produktov, Kiev, 28-30 (cited in Chem. Abstr., 108, abstract nr. 185445, 1988).

Fallon, A., Booth, R.F.G. & Bell, L.D., 1987. Applications of HPLC in Biochemistry. Elsevier Science Publishers, Amsterdam.

Fedorin, G.F., Dem'yanenko, V.G., Georgievskii, V.P., Dranik, L.I. & Prokopenko, A.P., 1974. *Cichorium intybus* as a source of esculetin. Rastit. Resur., 10 (4) 573-574 (cited in Chem. Abstr., 82, abstract nr. 90001, 1975).

Fiala, V. & Jolivet, E., 1980. The aptitude of roots of witloof chicory for chicon production studied by their carbohydrate composition. Scientia Horticulturae, 13, 125-134.

Fleming, S.E. & Groot Wassink, J.W.D., 1975. Preparation of high fructose syrup from the tubers of the Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.). CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr., 12, 1-28.

Fuchs, A., 1989. Perspectives for inulin and inulin-containing crops in the Netherlands and in Europe. In: Fuchs, A. (Ed.) Proceedings of the Third Seminar on Inulin. NRLO Report 90/28, The Hague, p. 80-102.

Gaber, C. & Maier, H.G., 1989. Säuren der Zichorienwurzel. I. Veränderung der Gehalte an den Hauptsäuren mit dem Röstgrad. Z. Lebensm. Unters. Forsch., 189 (6) 443-447.

Gaber, C. & Maier, H.G., 1990. Säuren der Zichorienwurzel. II. Veränderung der Gehalte an den Hauptsäuren bei feuchter Lagerung von Röstzichorie und beim Warmhalten des Getränks. Z. Lebensm. Unters. Forsch., 190 (1) 40-43.

Gardner, R.J., 1979. Lipophilicity and the perception of bitterness. Chem. Senses & Flavour, 4 (4) 275-286.

Garger, G., 1938. Chicory. Spirto-Vodochnaya Prom., 15 (7) 39-30 (cited in Chem. Abstr., 34, abstract nr. 7061 (1940)).

Grafe, V., 1915. Untersuchungen über die Zichorie. Biol. Zeitschr., 68, 1-22.

Grafe, V., 1936. Untersuchungen über den Zusammenhang des Bitterstoffes von *Cichorium intybus* mit den anderen Inhaltstoffen der Pflanze und seine Wanderung in der Keimpflanze. Beitr. Biol. Pflanzen, 24, 138-149.

Günata, Y.Z., Bayonove, C.L., Tapiero, C. & Cordonnier, R.E., 1990. Hydrolysis of grape monoterpenyl B-D-glucosides by various B-glucosidases. J. Agric. Food Chem., 38, 1232-1236.

Gupta, A.K., Mamta, & Bhatia, I.S., 1985. Glucofructosan metabolism in *Cichorium intybus* roots. Phytochemistry, 24 (7) 1423-1427.

Gupta, A.K., Mamta, Kaur, N. & Singh, R., 1986. Fructosan metabolism in

Cichorium intybus roots. Phytochemistry, 25 (12) 2765-2768.

Gupta, A.K., Nagpal, B., Kaur, N. & Singh, R., 1988. Mycelial and extracellular inulinases from *Fusarium oxysporum* grown on aqueous extract of *Cichorium intybus* roots - production and characterization; potential industrial fructose syrup production from inulin. J. Chem. Technol. Biotechnol., 42, 69-76.

Gupta, A.K., Kaur, N. & Singh, R., 1989. Fructose and inulinase production from waste *Cichorium intybus* roots. *Fusarium oxysporum* cultivation on culture medium prepared from chicory roots. Biol. Wastes, 29, 73-77.

Haffke, H. & Engelhardt, U.H., 1986. Chlorogensäuren in Kaffee-Ersatzstoffen. Z. Lebensm. Unters. Forsch., 183 (1) 45-46.

Hageman, G.J., 1983. Witlofwortels als fructosebron. M. Sc. Thesis Agricultural University, Wageningen, The Netherlands.

Hänsel, R., Kartarahardja, M., Huang, J.T. & Bohlmann, F., 1980. Sesquiterpenlacton-B-D-glucopyranoside sowie ein neues Eudesmanolid aus *Taraxacum officinale*. Phytochemistry, 19, 857-861.

Hee, L. van, 1965. Les substances amères de *Cichorium intybus*. Ann. Gembloux, 71, 211-220.

Holzer, K. & Zinke, A., 1953. Über die Bitterstoffe der Zichorie (*Cichorium intybus* L.) II. Mitteilung: Lactucin und Lactucopikrin. Monatsh. Chem., B4, 901-909.

Huyskes, J.A., 1962. Cold requirements of witloof chicory varieties (*Cichorium intybus* L.) as a yield-determining factor. Euphytica, 11, 36-41.

Hyvönen, L., Kurkela, R., Koivistoinen, P. & Merimaa, P., 1977. Effects of temperature and concentration on the relative sweetness of fructose, glucose, and xylitol. Lebensm.-Wiss. Technol., 10, 316-320.

Jenniskens, L.H.D., Voragen, A.G.J., Pilnik, W. & Postumus, M.A., 1991. Effects of the treatment of apple pulp with liquefying enzymes on the aroma of apple juice. Lebensm.-Wiss. u. -Technol., 24, 86-92.

Kawabata, S. & Deki, M., 1977. Flavour components of roasted chicory. Kanzei Chuo Bunsekishoho, 17, 63-71 (cited in Chem Abstr., 87, abstract nr. 66760, 1977).

Kim, T.Y., Yoon, Y.L. & Lee, K.W., 1978. Studies on the constituents of chicory roots. Korean J. Food Sci. Technol., 10, 258-262 (cited in FSTA, 11 (2) H 312 (1979)).

Koster, R.A.C. & Schneider, J., 1989. An economic evaluation of the Jerusalem artichoke, a new crop for the Dutch cropping plan. In: Fuchs, A. (Ed.) Proceedings of the Third Seminar on Inulin. NRLO Report 90/28, The Hague, p. 68-79.

Kubota, T. & Kubo, I., 1969. Bitterness and chemical structure. Nature, 223,

Kuster, B.F.M., 1989. 5-Hydroxyfurfural (HMF). In: Fuchs, A. (Ed.) Proceedings of the Third Seminar on Inulin. NRLO Report 90/28, The Hague, p. 28-37.

Kuusi, T. & Autio, K., 1985. The bitterness of dandelion. I. Sensory investigations. *Lebensm.-Wiss. u. -Technol.*, 18 (6) 339-346.

Kuusi, T., Pyysalo, H. & Autio, K., 1985. The bitterness of dandelion. II. Chemical investigations. *Lebensm.-Wiss. u. -Technol.*, 18 (6) 347-349.

Leclercq, E., 1984. Determination of lactucin in roots of chicory (*Cichorium intybus* L.) by high-performance liquid chromatography. *J. Chromatogr.*, 283, 441-444.

Leclercq, E., 1985. Vegetables as raw materials in biotechnological processing. *Process Biochem.*, 20 (3) 75-78.

Leclercq, E. & Hageman, G.J., 1985. Release of inulin by enzymatic liquefaction of chicory roots. *Food Chem.*, 18, 131-138.

Leclercq, E. & Netjes, J.J., 1985. Release of sesquiterpene lactones by enzymatic liquefaction of chicory roots. *Z. Lebensm. Unters. Forsch.*, 181, 475-477.

Leclercq, E., Voragen, A.G.J., Brugging, L.M. & Pilnik, W., 1988. Effect of light, solvents and commercial enzymes on the solubility and stability of sesquiterpene lactones from chicory roots. *Z. Lebensm. Unters. Forsch.*, 187, 440-443.

Leeuwen, H.G.W. van, 1989. Gehaltebepaling van de bittere sesquiterpeen lactonen in witlofwortels. M. Sc. Thesis, Agricultural University, Wageningen, the Netherlands.

Leroux, A., 1987a. Various aspects of chicory. In: Clarke, R.J. & Macrae R. (Eds.) *Coffee Volume 5: Related Beverages*. Elsevier Applied Science, p. 193-205.

Leroux, A.A.A., 1987b. Chicory base drink and method of preparing same. US 4671962 (date of filing 27-2-1986; publication date 9-6-1987).

Macrae, R., Beaumont, J. & Vaughan, J.G., 1987. Detection and analysis. In: Clarke, R.J. & Macrae, R. (Eds.) *Coffee Volume 5: Related beverages*. Elsevier Applied Science, p. 149-178.

Maga, J.A., 1990. Compound structure versus bitter taste. In: Rouseff, R.L. (Ed.) *Bitterness in Foods and Beverages*. Elsevier Science Publishers, Amsterdam, p. 35-48.

Mahmoud, Z.F., Kassem, F.F., Abdel-Salam, N.A. & Zdero, C., 1986. Sesquiterpene lactones from *Lactuca sativa*. *Phytochemistry*, 25 (3) 747-748.

Maier, H.G., 1987. Introduction. In: Clarke, R.J. & Macrae R. (Eds.) *Coffee*

Volume 5: Related Beverages. Elsevier Applied Science, p. 1-18.

McIlvaine, T.C., 1921. A buffer solution for colorimetric comparison. J. Biol. Chem., 49, 183-186.

McKellar, R.C. & Modler, H.W., 1989. Metabolism of fructo-oligosaccharides by *Bifidobacterium* spp.. Appl. Microbiol. Biotechnol., 31, 537-541.

Meer, M.A. van der, Robbers, J.E. & Mertens, H., 1985. De bitterheid van witloof. Proc. 8th International Biennial on Chicory, 6 September, 1985, Geneve-Vaud, Belgium.

Meyer, W. & Borm, G., 1990. Twee gewassen voor een markt. Landbouwkundig Tijdschrift, 102 (3) 29-30.

Michl, H. & Högenauer, G., 1960. Über die chemische Konstitution des Lactucopikrins. Monatsh. Chem., 91 (3) 500-504.

Militz, H., 1990. Die Verbesserung der Imprägnierbarkeit von Fiegenholz mittels chemischer und enzymatischer Vorbehandlung. Ph. D. Thesis, Agricultural University, Wageningen, the Netherlands.

Nachmedov, F.G. & Kuljasova, N.V., 1988. Chicory-apple juice as coffee substitute. Pishchевaya Promyshlennost, no. 6, 20-21. (cited in FSTA, 20 (8) H88 (1990)).

Ney, K.H., 1971. Voraussage der Bitterkeit von Peptiden aus deren Aminosäurezusammensetzung. Z. Lebensm. Unters. Forsch., 147, 64-68.

Ney, K.H., 1979. Bitterness of peptides: amino acid composition and chain length. In: Boudreau, J.C. (Ed.) Food Taste Chemistry. American Chemical Society, Washington DC, p. 149-173.

Netjes, J.J., 1985. Isolatie van bitter sesquiterpeen lactonen uit witlofwortels. M. Sc. Thesis Agricultural University, Wageningen, the Netherlands.

Nishimura, K., Miyase, T., Ueno, A., Noro, T., Kuroyanagi, M. & Fukushima, S., 1986a. Sesquiterpene lactones from *Lactuca laciniata*. Phytochemistry, 25 (10) 2375-2379.

Nishimura, K., Miyase, T., Ueno, A., Noro, T., Kuroyanagi, M. & Fukushima, S., 1986b. Sesquiterpene lactones from *Picris hieracioides* L. var. *japonica* Regel. I. Chem. Pharm. Bull., 34 (6) 2518-2521.

Nitz, S., Fischer, N. & Drawert, F., 1985. Über gebundene Aromastoffe in Pflanzen. I. Mitt.: Flüchtige Terpenverbindungen aus gebundenen Vorstufen in "*Majorana hortensis* Moench". Chem. Mikrobiol. Technol. Lebensm., 9, 87-94.

Ohmura, K., Miyase, T. & Ueno, A., 1989. Sesquiterpene glucosides and a phenylbutanoid glycoside from *Hypochoeris radicata*. Phytochemistry, 28 (7) 1919-1924.

Pazola, Z., 1987. The chemistry of chicory and chicory-product beverages. In: Clarke, R.J. & Macrae R. (Eds.) Coffee Volume 5: Related Beverages. Elsevier

Applied Science, p. 19-57.

Pederson, C.S., 1980. Vegetable juices. In: Nelson, P.E. & Tressler, D.K. (Eds.) Fruit and Vegetable Juice Processing Technology. AVI Publishing Co., 3rd Edition, p. 573-596.

Pilnik, W. & Rombouts, F.M., 1979. Pectic enzymes. In: Blanshard, J.M.V. & Mitchell, J.R. (Eds.) Polysaccharides in Food. Butterworths, London, p. 109-126.

Price, K.R., DuPont, M.S., Shepherd, R., Chan, H.W.S. & Fenwick, G.R., 1990. Relationship between the chemical and sensory properties of exotic salad crops - Coloured lettuce (*Lactuca sativa* L.) and chicory (*Cichorium intybus* L.). J. Sci. Food Agric., 53 (2) 185-192.

Pyrek, J.S., 1977. Terpenes of Compositae plants. Part V. Sesquiterpene lactones of *Lactuca serriola* L. The structure of 8-deoxylactucin and the site of esterification of lactupicrin. Roczn. Chem., 51, 2165-2170.

Pyrek, J.S., 1985. Sesquiterpene lactones of *Cichorium intybus* and *Leontodon autumnalis*. Phytochemistry, 24 (3) 186-188.

Rees, S.B. & Harborne, J.B., 1985. The role of sesquiterpene lactones and phenolics in the chemical defence of the chicory plant. Phytochemistry, 24 (10) 2225-2231.

Rouseff, R.L., 1990. Bitterness in food products: an overview. In: Rouseff, R.L. (Ed.) Bitterness in Foods and Beverages. Elsevier Science Publishers, Amsterdam, p. 1-14.

Rutherford, P.P. & Jackson, A.A., 1965. L'Influence du froid sur la dégradation des oligosaccharides de fructose dans les racines de chicorée de Bruxelles et l'effet sur la production des chicons. Ann. Gembloux, 71, 187-196.

Rutherford, P.P. & Weston, E.W., 1968. Carbohydrate changes during cold storage of some inulin-containing roots and tubers. Phytochemistry, 7, 175-180.

Rutherford, P.P. & Phillips, D.E., 1975. Carbohydrate changes in chicory during forcing. J. Hort. Sci., 50, 463-473.

Salles, C., Essaïed, H., Chalié, P., Jallageas, J.C. & Crouzet, J., 1988. Evidence and characterization of glycosidically bound volatile components in fruits. In: Schreier, P. (Ed.), 1988. Bioflavour '87. Analysis, Biochemistry, Biotechnology. Proceedings of the international Conference. Walter de Gruyter, Berlin, p. 145-160.

Sannai, A., Fujimori, T. & Kato, K., 1982. Studies on flavor components of roasted chicory roots. Agric. Biol. Chem., 46, 429-433.

Saryanov, P., Kvasnikov, B. & Malyugin, A., 1938. Chicory as raw material for the alcohol industry. Spirto-Vodochnaya Prom., 15 (3) 8-11 (cited by Chem. Abstr., 34, abstract nr. 6007, 1940)).

Schenck, G. & Graf, H., 1936. Zur Kenntnis des Lactucariums. Arch. Pharm., 274, 537-542.

Schenck, G. & Graf, H., 1939a. Die Bitterstoffgeschmacksbestimmung der Bitterstoffe des Milchsafte von *Lactuca virosa*. Arch. Pharm., 277, 257-261.

Schenck, G. & Graf, H., 1939b. Über die Beziehungen zwischen dem Bitterstoffgehalt des Milchsafte von *Lactuca virosa* und der Bodenbeschaffenheit. Arch. Pharm., 277, 297-305.

Schenck, G. & Wendt, F., 1953. Über die fermentative Zerstörung des Lactucopikrins. Arch. Pharm., 286, 117-124.

Schenck, G., Loth, H. & Reubert, W., 1961. Untersuchungen zur Darstellung von Lactucin und Lactucopikrin aus *Lactuca virosa* Pflanzen. Arch. Pharm., 294, 17-25.

Schenck, G., Huke, M. & Naumann, T., 1963. Über die Zerstörung des Bitterstoffes Lactucin. Naturwissenschaften, 50 (24) 734.

Schenck, G., Huke, M. & Naumann, T., 1964. Untersuchungen über die photochemische Umwandlung des Lactucins. Arch. Pharm., 297, 703-710.

Schmidt, A., 1940. Die quantitative Bestimmung des Lactucopikrins und Lactucins bei Compositen, insbesondere bei *Lactuca virosa*. Bot. Arch., 40, 516-559.

Schmiedeberg, O., 1912. Historische und experimentelle Untersuchungen über die Zichorie- und die Zichoriekaffee in diätetischer und gesundheitlicher Beziehung. Arch. f. Hyg., 76, 210-244.

Sessink, A.A.M., 1988. Het vrijkomen van bittere sesquiterpeen lactonen bij de enzymatische vervloeiing van witlofwortels. M.Sc. Thesis Agricultural University, Wageningen, the Netherlands.

Seto, M., Miyase, T., Umehara, K., Ueno, A., Hirano, Y. & Otani, N., 1988. Sesquiterpene lactones from *Cichorium endivia* L. and *C. intybus* L. and cytotoxic activity. Chem. Pharm. Bull., 36 (7) 2423-2429.

Shallenberger, R.S. & Acree, T.E., 1967. Molecular theory of sweet taste. Nature, 216, 480-482.

Shoseyov, O., Bravdo, B.A., Siegel, D., Goldman, A. et al., 1990. Immobilized endo- β -glucosidase enriches flavor of wine and passion fruit juice. J. Agric. Food Chem., 38, 1387-1390.

Singh, R. & Bhatia, I.S., 1971a. Isolation and characterization of fructosyltransferase from chicory roots. Phytochemistry, 10, 495-502.

Singh, R. & Bhatia, I.S., 1971b. Substrate specificity of fructosyltransferase from chicory roots. Phytochemistry, 10, 2037-2039.

Späth, E., Schenck, G. & Schreiber, W., 1939. Über die Darstellung des Lactucins. Arch. Pharm., 277, 203-206.

Späth, E., Lorenz, R. & Kuhn, H., 1951. Über das Lactucin. *Monatsh. Chem.*, 82, 114-121.

Spiro, R.G., 1966. Analysis of sugars found in glycoproteins. *Methods in Enzymology*, 8, 3-26.

Stahl-Biskup, E., 1987. Monoterpene glycosides, state-of-the-art. *Flavour and Fragrance J.*, 2, 75-82.

Stat. Cultura Sfecle, 1987. Natural concentrate for refreshing drinks, containing roast chicory extract, water, carbon dioxide, limonene, citral, citronellal, citral-B or geraniol. RO 92171. (date of filing 21-03-85) (cited in Derwent, accession nr. 87-353633/50).

Stoltze, A., 1987. The manufacture of chicory products and other beverages. In: Clarke, R.J. & Macrae R. (Eds.) *Coffee Volume 5: Related Beverages*. Elsevier Applied Science, p. 121-148.

Sulser, H. & Mändli, H., 1987. Zur Lichtempfindlichkeit der Chiningetränke. *Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg.*, 78, 133-140.

Szakács-Dobozi, M., Halász, A., Kozma-Kovács, E. & Szakács, G., 1988. Enhancement of mustard oil yield by cellulolytic pretreatment. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 29, 39-43.

Tanford, C., 1962. Contribution of hydrophobic interactions to the stability of the globular conformation of proteins. *J. Amer. Chem. Soc.*, 84, 4240-4247.

Tateo, F., 1977. Preparation of edible vegetable extracts by mechanical and enzyme processes. I. *Riv. It. Sostanze Grasse*, 54, 114-115 (cited in FSTA, 9 (9) G 705 (1977)).

Tateo, F., 1979. Use of enzymes in the production of vegetable food flavouring extracts. *Enzyme Microb. Technol.*, 1, 282-286.

Tateo, F., Cavalli, S. & Pozzoli, M.A., 1982. Preparation of East Indian rhubarb extracts by an enzymic method. *Riv. Soc. It. Sci. Aliment.*, 11, 183-188.

Vaughn, R.H., 1982. Lactic acid fermentation of cabbage, cucumbers, olives, and other produce. In: Reed, G. (Ed.) *Prescott and Dunn's Industrial Microbiology*. AVI Publishing Co., 4th Edition, p. 185-236.

Voirol, E., Daget, N. & Schlienger, C., 1987. Sensory analysis of chicory bitterness. In: Martens, M., Dalen, G.A. & Russwurm Jr, H. (Eds.) *Flavour Science and Technology. Proceedings of the 5th Weurman Flavour Research Symposium*, Oslo, 23-25 March, 1987. John Wiley & Sons, Chichester, p. 341-345.

Vonasek, F., Trepkova, E. & Dousova, J., 1986. Syrup from dried chicory root extract for the production of non-alcoholic beverages. CS 8407906 (filing date 18-10-84)(cited in Derwent, accession nr. 85-303517/49).

Voragen, A.G.J., 1989. Food enzymes. In: Roozen, J.P., Rombouts, F.M. & Voragen, A.G.J. (Eds.) *Food Science: Basic Research for Technological*

Progress. Pudoc, Wageningen, p. 59-81.

Wessely, F., Lorenz, R. & Kuhn, H., 1951. Über das Lactucin. Monatsh. Chem., 82, 322-329.

Wieser, H. & Belitz, H.D., 1975. Zusammenhänge zwischen Struktur und Bittergeschmack bei Aminosäuren und Peptiden. I. Aminosäuren und verwandte Verbindungen. Z. Lebensm. Unters. Forsch., 159, 65-72.

Wieser, H. & Belitz, H.D., 1976. Zusammenhänge zwischen Struktur und Bittergeschmack bei Aminosäuren und Peptiden. II. Peptide und Peptidderivate. Z. Lebensm. Unters. Forsch., 160, 383-392.

Wilson, B., Strauss, C.R. & Williams, P.J., 1984. Changes in free and glycosidically bound monoterpenes in developing muscat grapes. J. Agric. Food Chem., 32, 919-924.

Yanovsky, E. & Kingsbury, R.M., 1933. Solubility of inulin. J. Amer. Chem. Soc., 55, 3658-3663.

Zellner, J. & Richling, J., 1926. Zur Chemie milchsaftführender Pflanzen. XVI. *Cichorium intybus* L.. Monatsh. Chem., Sitzungsber. Abt. IIb, 135, 653-659.

Zinke, A. & Holzer, K., 1953. Über die Bitterstoffe der Zichorie (*Cichorium intybus* L.). Monatsh. Chem., 84, 212-214.

Zittan, L., 1981. Enzymic hydrolysis of inulin - an alternative way to fructose production. Starch/Staerke, 33 (11) 373-377.

SUMMARY

Chicory (*Cichorium intybus* L.) is one of the many species of the family Compositae. Chicory has been cultivated for the production of leaves or chicons, which have been used as a vegetable since approximately 300 BC, and for its roots, which can be used as a coffee substitute after roasting.

Chicory leaves are appreciated for their slightly bitter taste. Two bitter compounds were known at the start of this project: lactucin (Lc) and lactucopicrin (Lp), both sesquiterpene lactones with a guaiane skeleton. These compounds are also present in the roots, which remain as a waste product after harvesting of the chicons. Chicory roots contain besides bitter substances also inulin, a linear β -(2-1) linked fructose polymer terminated by a sucrose unit residue and the main carbohydrate of the chicory plant.

In Chapter 2 all known constituents of chicory roots are discussed as well as the effect of roasting on these compounds. A survey is given of work carried out on the isolation and identification of bitter principles in Compositae, especially chicory. The aim of this project was to isolate the bitter constituents and inulin in one step from waste chicory roots. A one step process is only possible when enzymatic liquefaction is applied. Both bitter compounds and inulin will then pass into the liquid phase. The obtained bitter, sweet liquid can be used as a raw material for soft drinks. Quinine eventually could be replaced by the bitter principles from chicory roots.

An isocratic HPLC method was developed for the analysis of the sesquiterpene lactones. Three components were identified in the chicory root extract: Lc, Lp and 8-deoxylactucin (8dLc). Various extraction solvents were tried for the isolation of the sesquiterpene lactones from chicory roots. Polar solvents gave many unknown polar compounds, which eluted at the beginning of the HPLC chromatogram. More apolar solvents gave the sesquiterpene lactones and hardly any of the polar components.

Storage of the roots and further processing, such as drying and milling, affects the amount of sesquiterpene lactones in the roots and thus the composition of the chicory extract (Chapter 4).

The release of bitter compounds and inulin has been studied during enzymatic

liquefaction of chicory roots with commercial pectinases and cellulases (Chapter 5 and 7). An increase was seen in the amount of Lc and 8dLc found in the liquid phase during enzymatic liquefaction. After improvement of the HPLC method (gradient elution instead of isocratic method) it was found that the increase of Lc and 8dLc was due to the increase of their dihydro derivatives, which eluted at the same place as Lc respectively 8dLc with the isocratic method.

Endogenous chicory root enzymes have also been studied in this context, because they have proven to be capable to release bitter components as well (Chapter 6). However, the optimum pH and temperature for the performance of endogenous chicory root enzymes are different from those of the commercial enzyme preparations tested, and may therefore not play a role in the release of sesquiterpene lactones during enzymatic liquefaction.

Cichorioside B (glycoside of 11(S),13-dihydro-lactucin), crepidiaside B (glycoside of 11(S),13-dihydro-8-deoxylactucin), cichorioside C (glycoside of a germacranolide), and 11(S),13-dihydro-lactucopicrin were identified in chicory roots. Compound N could not be identified, but there are indications that this compound is a diglycoside of dHLc. The presence of the glycoside of Lc is plausible, but to date this compound was not extracted from the chicory roots.

The threshold value of six pure sesquiterpene lactones (Lc, Lp, 8dLc, dHLc, dHLp, dH8dLc) was determined (Chapter 8) and related to the theories on bitterness as discussed in Chapter 3.

The effect of processing and storage on the bitter taste of bitter orange lemonade was investigated. A comparison was made between quinine as bitter substance and chicory root extract as the bitter ingredient.

The storage in daylight of the bitter orange containing quinine caused a tremendous decrease of the bitterness of the beverage. No decrease in bitterness was seen in the beverage with chicory root extract. Pasteurization did not affect the bitter taste of bitter orange with chicory root extract.

The bitterness of the various chicory root extracts made for sensory analysis differed in bitter intensity in spite of standardisation of the Lc content.

Bitter intensities of chicory root extract before and after incubation with pectolytic and cellulolytic enzymes were determined. Thus the bitterness of the precursors was compared with that of the aglycons. However, no judgement could be given on whether the enzyme treatment of the chicory root extract

could be given on whether the enzyme treatment of the chicory root extract gave rise to a more bitter taste. About half of the panellists judged the extract with the glycosides more bitter than the extract with the aglycons, the other half could not taste any difference between these samples.

SAMENVATTING

Witlof (*Cichorium intybus* L.) is een van de vele soorten van de familie der Composieten. Als sinds de oudheid worden de bladeren als groente gegeten. De geroosterde wortels worden gebruikt als koffiesurrogaat. Dit gebruik stamt uit de 16e eeuw.

Witlof smaakt enigszins bitter. Deze bitterheid werd bij de start van dit project toegeschreven aan twee sesquiterpeen lactonen: lactucine en lactucopicrine. Deze twee verbindingen komen ook in de wortels voor.

Witlofwortels komen vrij na het oogsten van het lof. Ze worden als afvalproduct beschouwd. Behalve de bitterstoffen bevatten de wortels ook het polysaccharide inuline. Het doel van dit onderzoek was de isolatie van zowel inuline als de bitterstoffen uit de witlofwortels met behulp van enzymatische vervloeiing. Op deze manier zou een bitter, zoete stroop kunnen worden verkregen, die als grondstof kan dienen voor de bereiding van bittere dranken, zoals tonic. Tonic bevat nu kinine. Sommige mensen zijn gevoelig voor kinine en vertonen een allergische reactie als kinine in het dieet voorkomt.

In Hoofdstuk 2 worden alle tot nu toe geïdentificeerde inhoudstoffen van witlofwortels besproken. Het effect van roosteren op deze verbindingen is nagegaan. Ook is een overzicht opgenomen van publicaties over de isolatie en identificatie van bittere stoffen in Compositae, waarbij vooral de aandacht aan witlof wordt gegeven.

Het isoleren van zowel inuline als de bitterstoffen in één extractieprocedure is niet goed mogelijk. Inuline is oplosbaar in (heet) water, de bitterstoffen niet. De sesquiterpeen lactonen kunnen worden geëxtraheerd met een apolair oplosmiddel, maar dan blijft inuline in de restfractie achter. Als oplossing voor dit probleem is daarom gekozen voor een complete vervloeiing van de witlofwortels met behulp van pectolytische en cellulolytische enzymen. De celwanden worden daarbij afgebroken en de gehele celinhoud komt in de vloeibare fase terecht.

Als eerste werd de extractie en analyse van de bitterstoffen ter hand genomen (Hoofdstuk 4). Een isocratische HPLC methode werd ontwikkeld, waarmee de extracten van de witlofwortels werden geanalyseerd. In het witlofwortel

extract werden drie sesquiterpeen lactonen aangetoond: lactucine (Lc), lactucopicrine (Lp) en 8-deoxylactucine (8dLc).

Het soort oplosmiddel dat tijdens een extractie werd gebruikt bleek van grote invloed op de hoeveelheid geëxtraheerde sesquiterpeen lactonen. In een polair oplosmiddel kwamen voornamelijk polaire stoffen voor, eluerend in het begin van het HPLC chromatogram, en nauwelijks Lc, Lp en 8dLc. Werd een apolair solvent gebruikt dan werden vooral deze drie verbindingen in het extract aangetroffen en weinig polaire verbindingen. De precieze aard van deze polaire stoffen is onbekend, maar vermoedelijk betreft het glycosiden.

Ook de bewaarcondities beïnvloeden het extractierendement, evenals de bewerking (malen, drogen). De wat wisselende resultaten met betrekking tot de opbrengst aan bitterstoffen kon in de loop van het onderzoek worden toegeschreven aan de endogene enzymactiviteit van de witlofwortels zelf.

Het vrijkomen van bitterstoffen en inuline gedurende enzymatische vervloeiing is bestudeerd (Hoofdstuk 5 en 7). De hoeveelheid bitterstoffen bleek tijdens vervloeiing toe te nemen ten opzichte van een blanco vervloeiing (dezelfde condities werden aangehouden, alleen werd geen enzym toegevoegd). Met name de hoeveelheden Lc en 8dLc namen toe.

Na optimalisatie van de HPLC methode (een gradient elutie werd gebruikt in plaats van de isocratische methode) kon worden aangetoond dat de toename van Lc en 8dLc het gevolg was van de enzymatische hydrolyse van de glycosiden van 11(S),13-dihydro-lactucine (dHLc) en 11(S),13-dihydro-8-deoxylactucine (dH8dLc). Beide dihydro-derivaten vielen in het isocratische HPLC chromatogram samen met de pieken van Lc en 8dLc.

Endogene witlofenzymen bleken ook in staat om bovenstaande omzettingen te geven. Echter de optimale pH en temperatuur van deze enzymen verschilt van die van het gebruikte enzympreparaat tijdens vervloeiing. Gedurende de enzymatische vervloeiing met exogene enzympreparaten zijn de endogene enzymen waarschijnlijk niet actief.

In witlofwortels zijn aangetoond cichorioside B (glycoside van dHLc), crepidiaside B (glycoside van dH8dLc), cichorioside C (glycoside van een germacranolide) en 11(S), 13-dihydro-lactucopicrine (dHLp). De aanwezigheid van het glycoside van Lc werd aannemelijk gemaakt, maar deze stof kon tot op heden niet worden geïsoleerd. Een andere verbinding, component N, werd tijdens de enzymatische vervloeiing omgezet in cichorioside B. Waarschijnlijk

gaat het hier om een diglycoside van dHLC, maar dit is niet nader onderzocht.

De drempelwaarde van zes sesquiterpeen lactonen (Lc, Lp, 8dLc, dHLC, dHLP, dH8dLc, uit witlofwortels geëxtraheerd en gezuiverd) is bepaald en vergeleken met die van kinine (Hoofdstuk 8). De uitkomst is gerelateerd aan de theorieën over bitterheid. Deze zijn in Hoofdstuk 3 besproken.

De bitterheid van een witlofwortel extract in tonic, bitter orange, en bitter lemon is vergeleken met die van kinine. De bitterheid van het extract werd anders waargenomen dan die van kinine. Ook bleek de bitterheid van de gemaakte extracten verschillend te zijn, ondanks de standaardisatie van het Lc-gehalte.

Het effect van pasteurisatie op de bitterheid van bitter orange waaraan witlofextract is toegevoegd en het effect van bewaren in daglicht werden onderzocht. Beide bewerkingen hebben weinig effect op de bitterheid van bitter orange. Dit in tegenstelling tot bitter orange, waaraan kinine als bitterstof was toegevoegd. Met name bewaren in daglicht had een negatief effect op de bitterheid van de drank.

De bitterheid van een witlofextract voor en na incubatie met pectolytische en cellulolytische enzymen werd bepaald om te onderzoeken of de glycosiden even bitter zijn als hun aglycon. Hierover kon geen uitspraak worden gedaan, omdat de bitterheid van het extract met glycosiden anders was dan die van het behandelde extract. Het experiment zal daarom moeten worden herhaald met zuivere glycosiden.

DANKWOORD

Bijna alle dingen in het leven doe je samen met andere mensen. Mag het schrijven van een proefschrift een eenzame bezigheid zijn, aan het resultaat zoals dat voor u ligt, hebben toch veel mensen een steentje bijgedragen.

Prof. Dr. Walter Pilnik gaf de eerste aanzet tot dit onderzoek. Zijn discussies, juist ook buiten het levensmiddelentechnologisch vakgebied, heb ik zeer gewaardeerd. Prof. Dr. Aede de Groot was bereid om een deel van het onderzoek bij de vakgroep Organische Chemie onder te brengen. Deze samenwerking heb ik als zeer positief ervaren.

Op de afdeling Biochemisch Onderzoek van het Sprenger Instituut ben ik door Frouwe Heidema, Jan Robbers, Teun Honkoop en Menno van der Meer prima opgevangen als vreemde (technologische) eend in de bijt. Ik heb nog vele fijne herinneringen aan deze tijd. Natalio Gorin bracht mij daar de eerste beginselen bij van de "echte" wetenschap, het ontwerpen en uitvoeren van goed opgezette experimenten. Daarvan pluk ik nog steeds de vruchten.

De inbreng van de Begeleidingscommissie, samengesteld uit medewerkers van zowel het Sprenger Instituut (Erwin Steinbuch, Hans Meffert, Wim Klop) als de vakgroep Levensmiddelenchemie (Fons Voragen, Frans Rombouts), was verfrissend. Diverse delen van het vakgebied passeerden tijdens de vergaderingen de revue.

Dank ook aan Teris van Beek, Henk Schols, Gerrit Beldman en Jacques Roozen, die de begeleiding van studenten in het tweede deel van het onderzoek op zich hebben genomen.

Veel studenten hebben een stuk van hun doctoraalstudie aan de bitterheid van witlof besteed. Zij zullen dan ook het gemakkelijkst hun steentje in dit proefschrift terug vinden. Hen wil ik hier zeker noemen: Geja Hageman, Jenneke Netjes, Lenie Brugging, Sandra Sessink, Paul Maas, Remco van der Grift, Jurgen Jansen, Huub van Leeuwen, André Meijerink, Margot Bergmans en Nicolette Wessels Boer.

Prof. Dr. K.H. Gensch, Freie Universität, Berlijn, wil ik bedanken voor zijn belangstelling voor dit onderzoek, zijn inbreng en de interessante

discussies, die we mochten voeren. Een uitwisseling van studenten is hierdoor mogelijk geworden.

Een aantal collega's van Quest International wil ik hier ook noemen. Twee van hen hebben mij over de hoge drempel geholpen om toch maar eens dit proefschrift af te maken: Kate Maume en Rosemary O'Reilly. Beide wil ik ook bedanken voor het corrigeren van mijn Nederengelse tekst.

Theo Tabak offerde tijd voor mij op om alle chemische structuurformules netjes op papier te krijgen.

Tenslotte Doeke, jij hebt het meest geleden onder mijn inspanningen. Desondanks had je het volste vertrouwen in de goede afloop. Soms fungeerde je zelfs als "stok achter de deur". Gelukkig was je ook een geïnteresseerde lezer. Bovendien heb je het uiterlijk van dit boekje mee bepaald.

CURRICULUM VITAE

De auteur van dit proefschrift werd geboren in 1955 te Drachten. In 1972 behaalde zij het diploma Atheneum B aan het Drachtster Lyceum in Drachten. Na het behalen van de akte N XIX (1975) begon zij aan de studie Levensmiddelen-technologie aan de Landbouwhogeschool te Wageningen. Het doctoraal diploma werd in 1982 behaald. In dat jaar werd zij aangesteld als wetenschappelijk onderzoeker bij het toenmalige Sprenger Instituut te Wageningen, waar het onderzoek zoals beschreven in dit proefschrift, in nauwe samenwerking met de vakgroepen Levensmiddelenchemie en Organische Chemie, werd uitgevoerd. Tegenwoordig is zij als onderzoeker werkzaam bij Quest International te Naarden.

FULL TEXT LINKS



> [Planta Med.](#) 1994 Feb;60(1):93-4. doi: 10.1055/s-2006-959419.

Sesquiterpene Lactones in Tissue Culture of Lactuca virosa

[A Stojakowska](#)¹, [J Malarz](#), [W Kisiel](#)

Affiliations

PMID: 17236022 DOI: [10.1055/s-2006-959419](https://doi.org/10.1055/s-2006-959419)

No abstract available

LinkOut - more resources

Full Text Sources

[Georg Thieme Verlag Stuttgart, New York](#)



National Library of Medicine
National Center for Biotechnology Information

Log in



PubMed Central®



Springer Food Science and Biotechnology

[Food Sci Biotechnol](#). 2017; 26(3): 807–814. Published online 2017 May 29. doi: [10.1007/s10068-017-0107-1](https://doi.org/10.1007/s10068-017-0107-1)

PMCID: PMC6049580 | PMID: [30263607](#)

Sleep-inducing effect of lettuce (*Lactuca sativa*) varieties on pentobarbital-induced sleep

[Hae Dun Kim](#),¹ [Ki-Bae Hong](#),² [Dong Ouk Noh](#),³ and [Hyung Joo Suh](#)^{✉4}

► [Author information](#) ► [Article notes](#) ► [Copyright and License information](#) [Disclaimer](#)

This article has been [cited by](#) other articles in PMC.

Abstract

Go to: ►

 Feedback

The objective of this study was to investigate the sleep-inducing effect of lettuce varieties and the extracts derived from romaine lettuce on pentobarbital-induced sleep. Romaine lettuce had a higher lactucin content (red romaine: 361.50 µg/g of extract, green romaine: 1071.67 µg/g of extract) compared to the green and red lettuce varieties. The seed and leaf extracts derived from romaine lettuce induced an increase in the sleep duration at low and high doses respectively. The seed extract of romaine lettuce showed higher content of polyphenols, including caftaric acid, chlorogenic acid, and chicoric acid, compared to the leaf extract. The IC₅₀ value of the leaf extract for its DPPH radical-scavenging was significantly less (0.11 mg/mL) than that of the seed extract (0.21 mg/mL) ($p < 0.05$). Romaine lettuce is an interesting and valuable source of sleep potentiating material and contains antioxidant phenolics that protect from the oxidant stress caused by sleep disturbance.

Keywords: Lettuce, *Lactuca sativa*, Sleep, Anti-radical

Introduction

[Go to: ►](#)

Sleep is necessary in order to maintain good health and performance, yet many individuals are sleep deprived. Physical, psychological, physiological, and environmental factors all influence the quantity and quality of sleep. Ancoli-Israel and Roth [1] reported that approximately one-third of the population might be exposed to a chronic disorder related to sleep. Sleep disorder, a subjective complaint, is the one in which it is hard to start or maintain sleep, which is usually non-refreshing or of poor quality and quantity [2].

Benzodiazepine and non-benzodiazepine prescription drugs, which act as potentiators of the central nervous system by suppressing the activity of γ -aminobutyric acid A (GABA_A) receptors in the brain, are widely used to treat patients with sleep disorder. However, it is concerning that people may experience residual daytime effects, development dependency and related withdrawal symptoms, all of which are related to use of hypnotic drugs [3].

 **Feedback**

Herbal and natural products are the most common forms of complementary and alternative medicine [4]. These medicines can be purchased at supermarkets, pharmacies, and health food stores, and used without supervision. Therefore, the products should be safe and risk-free [5]. According to the National Health Interview Survey dataset published in 2006, therapies based on herbal medicine and relaxation therapies were used as the most commonly used alternative medicine modality for insomnia [6]. Among herbs and dietary supplements, valerian root, St. John's wort, kava, passionflower and melatonin have been promoted as natural sleep aids [3].

Lactuca sativa, a member of the *Compositae* family, is the most popular herb used in salads in Korea. In addition, lettuce seed oil has been used as a sleeping aid and for pain and inflammation relief in folk medicine since a long time [7, 8]. The extracts of *L. sativa* seeds with crude methanol and petroleum ether have been reported to have a time- and dose-dependent analgesic effect in the formalin test in addition to a dose-dependent anti-inflammatory activity in a carrageenan model of inflammation [7].

Therefore, in current study, the hydro-alcoholic was prepared from varieties of commercial lettuces, and its sleep-prolonging effect was examined with the analysis of the content of lactucin and lacucopicrin, which were known to be sleep-inducing compounds. Moreover, romaine lettuce extracts, which showed a shorter sleep latency time than other lettuce, were assessed for their sleep latency and sleep duration in a pentobarbital-induced sleep model, and for their radical-scavenging activity against oxidative stress.

Methods and materials

[Go to: ►](#)

Materials

Four varieties of lettuce (*L. sativa* L.), including two green varieties (Sangnok and Chung romaine) and two red varieties (Hongbit and Juk romaine) were studied. Lettuce seeds were purchased from Danong Co

 **Feedback**

Korea) and fresh lettuce leaves were purchased from the local market. Fresh leaves of lettuce were transported to the laboratory in coolers.

For high performance liquid chromatography (HPLC), all solvents used were of HPLC-grade and purchased from Caledon (Caledon, Canada). Pentobarbital sodium was purchased from HYPHARM. Co., Ltd. (Gyeonggi-do, Korea).

Preparation of extracts

The fresh lettuce was trimmed, washed with tap water, and dried at 60°C. Subsequently, the dried lettuce was powdered and stored at 5°C. The dried lettuce leaves and seeds were extracted twice with 70% ethanol in a Soxhlet apparatus for 4 h. The extracts were dried in a water bath followed by dissolving the yield (37% w/w) in a 1% saline (v/v) solution of Tween 80.

Determination of polyphenols and flavonoids

Total polyphenol and flavonoid contents of the extracts were measured using Folin–Ciocalteu and *p*-dimethylaminocinnamaldehyde reagents, respectively using the method described by Amous et al. [9]. The results were expressed as the equivalents of gallic acid and catechin.

Determination of free radical-scavenging activity

In order to measure the free radical-scavenging activities of the extracts of the Korean lettuce (*L. sativa*), stable DPPH and ABTS were used. The method reported by Quang et al. [10] was slightly modified and used to measure the DPPH-scavenging activity. Similarly, the methods described by Wang et al. [11] and Almajano et al. [12] were slightly modified and used to measure the ABTS radical-scavenging activity. The IC₅₀, defined as the

 **Feedback**

extract needed to decrease the absorbance of DPPH and ABTS radicals by 50%, was measured to estimate the antioxidant activity of the sample.

Animals

Korea University Animal Care Committee (Seoul, Korea) approved the protocols (KUIACUC-20160824-1) for the use of animals in the experiment. The animals (4-week-old ICR mice) used in the experiment were purchased from Orient Bio Inc. (Gyeonggi-do, Korea). The rodents were housed in acrylic cages supplied with food and water. The room was maintained at 24 °C, under the atmospheric humidity of 50–60%, and with a 12-h light/dark cycle. The mice were tested for pentobarbital-induced sleep after 1 week allowed for adaptation.

Pentobarbital-induced sleep test

The experiments were performed from 1:00 to 5:00 pm; the mice were not fed for 24 h. A 0.9% solution of physiological saline was used to suspend all the samples. The lettuce extract was orally administered in both the groups (80 mg and 160 mg/kg), such that the observers were blind to the individual treatment. The mice were injected with the pentobarbital (hypnotic dose: 42 mg/kg) 40 min later. Finally, the mice were housed individually and the sleep latency and duration were measured using the method described by Yang et al. [[13](#)]. Mice that did not sleep 15 min after the injection were excluded from the experiment.

Identification and quantification of lactucin and lactucopicrin

The Agilent HPLC series 1100 (Agilent, Waldbronn, Germany), equipped with a degasser, binary pump, autosampler, thermostat, and a photodiode array detector (DAD), was used to detect sesquiterpene lactones (STL) at 320 and 254 nm. The analytical conditions were the same as those described by Abu-Reidah et

 **Feedback**

reversed-phase C18 analytical column (4.6 mm × 150 mm, 5 µm, Phenomenex) with the mobile phases consisted of acidified water (0.2% phosphoric acid, v/v) (A) and acetonitrile (B) was used. A linear gradient elution was programmed as follows: 0 min, 15% B; 5 min, 15% B; 35 min, 100% B; 45 min, 100% B; 46 min, 15% B; 60 min, 15. The flow rate was 0.7 mL/min, and the injection quantity was 20 µL.

Identification and quantification of phenolic compounds

Freeze-dried materials were ground and the resulting fine powder was extracted to identify and quantify the phenolic compounds using the method described by Ferreres et al. [15] with a little modifications. The seeds and leaves (0.4 g of freeze-dried) from each romaine sample were extracted twice with an 8 mL mixture of methanol, water and formic acid (25:24:3 v: v: v), and filtered using a 0.45 µm PVDF filter (Millex HV13, Millipore, Bedford, MA). The extracts (20 µL) were analyzed with an Agilent HPLC series 1100 equipped with a degasser, binary pump, autosampler, thermostat and a photodiode array detector (DAD). Separations were obtained on a LiChroCart C18 column (250 × 4 mm²; 5 µm particle size; Phenomenex). The mobile phases consisted of water with 5% formic acid (A) and methanol (B) at a solvent flow rate of 1 mL/min were applied in a gradient program starting with 5% B in A that reached 40% B at 25 min and then remained isocratic for 5 min. The UV chromatograms were read at 330 and 520 nm and the mean of three experiments with the standard error was used to express the results.

Statistical analysis

Statistical Package for Social Sciences version 12.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) was used to analyze the data. Data from the in vivo and in vitro tests are represented as mean ± standard error (SE), and mean ± standard deviation (SD), respectively. The results of the sleeping tests were analyzed by one-way analysis of variance (ANOVA), and Duncan's multiple range tests using SPSS (version 12.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA). In order to compare the

 **Feedback**

extraction yield, total polyphenols, and total flavonoids, between the seed and leaf extract, the Student's *t* test was used. *P* values < 0.05 were considered statistically significant.

Results and discussion

[Go to: ►](#)

Lactucin and lactucopicrin contents of seed extracts derived from lettuce varieties

Lactuca sativa (lettuce), an annual herb which belongs to the Compositae family, is known for its medicinal value. Traditionally, lettuce has been suggested to have a sedative-hypnotic property [16]. Lactucopicrin and lactucin are the major active compounds of lactucarium, and were reported to have analgesic activity equal to or greater than that of ibuprofen in mice. They also showed a sedative activity as revealed by measuring the spontaneous movement in mice. Lactucin, a sesquiterpene lactone of the *Lactuca* species, was reported to have a sedative property in the spontaneous locomotor activity test [17]. The lettuce opium is known to have these analgesic, antitussive, and sedative properties because of the lactucin; its ester lactucopicrin has been used in Europe for centuries [17]. However, no analgesic and sedative effect has been reported for lactucopicrin in the other report [18]. Unlike lactucopicrin, lactucin is presumed to be the predominant substance exhibiting the sedative property including sleep-promoting effect.

Table 1 shows the lactucin and lactucopicrin contents of seed extracts from four different types of lettuce. Lactucin contents of seed extracts ranged from 226.20 to 1071.67 µg/g of extract. Romaine lettuce had a higher lactucin content compared to green and red lettuce. The lactucin contents of red and green romaine lettuce were 361.50 and 1071.67 µg/g of extract, respectively. In contrast, green and red lettuce had a higher lactucopicrin content compared to green and red romaine lettuce. The lactucopicrin contents of green and red lettuce were 1448.08 and 1321.18 µg/g of extract respectively.

 **Feedback**

Table 1

Lactucin and lactucopicrin contents of seed extract from different types of lettuces

Sesquiterpene lactones	Lettuce (µg/g of extract)		Romaine (µg/g of extract)	
	Red	Green	Red	Green
Lactucin	226.20 ± 32.63	446.42 ± 15.81	361.50 ± 27.63	1071.67 ± 199.24
Lactucopicrin	1321.18 ± 180.93	1448.08 ± 1.48	226.20 ± 32.65	150.22 ± 1.79

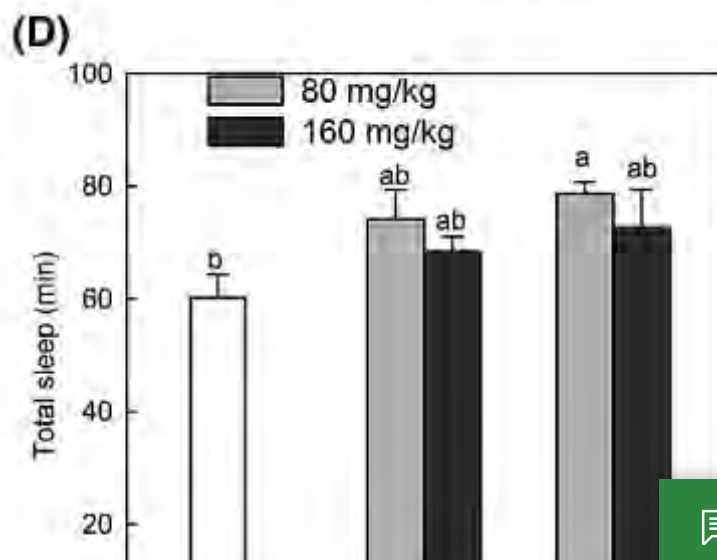
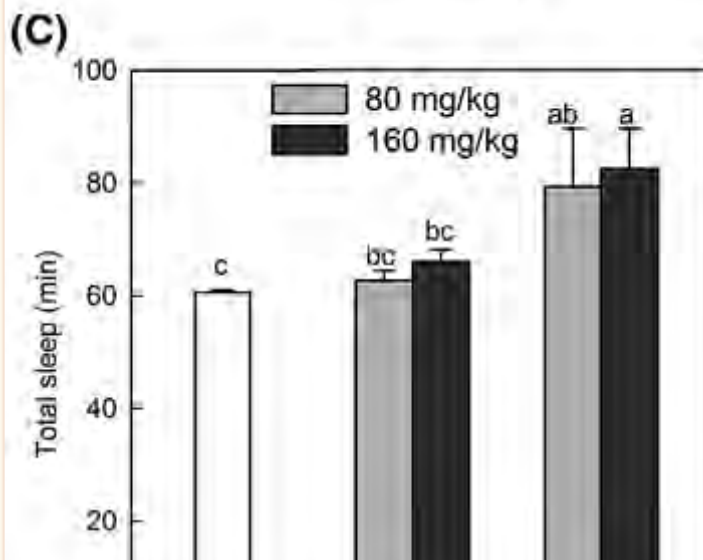
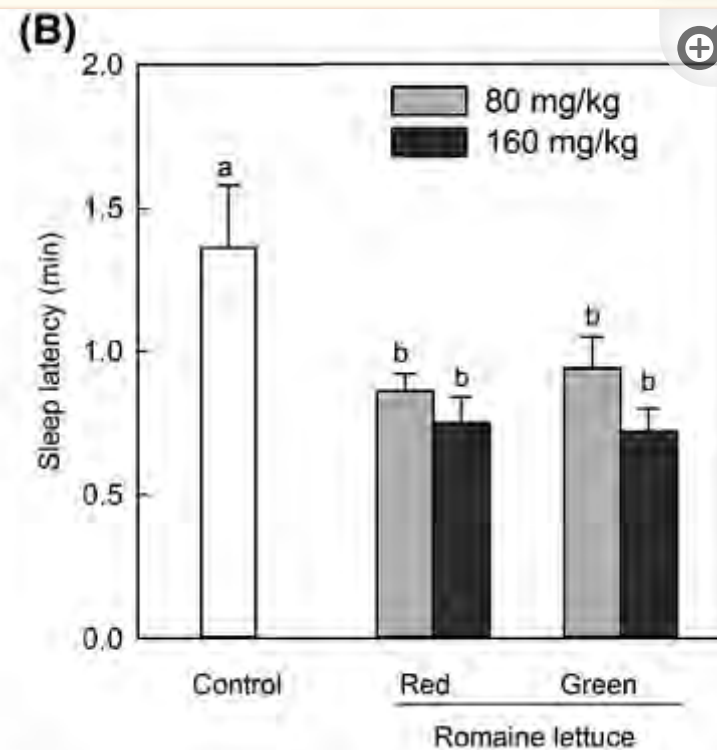
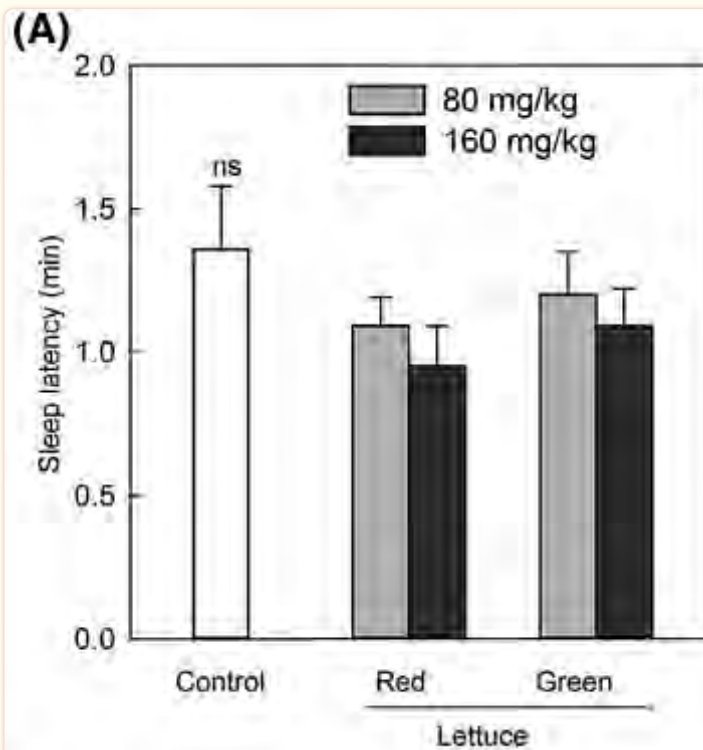
[Open in a separate window](#)

The effect of lettuce seed extract on sleep latency and total sleep duration of pentobarbital-induced sleep in mice

Pentobarbital sodium, one of the barbiturate compounds, is known to induce sleep in both rodents and humans [19]. The pentobarbital-induced sleep in mice is a classic method used to screen sedative–hypnotic drugs. Therefore, we used to this method to evaluate the sleep-prolonging effect of various lettuce varieties.

Seed extracts were administered 40 min prior to the pentobarbital-induced sleeping test. The seed extracts from lettuce and the vehicle group showed differences in their effect on the onset of sleep (Fig. 1). The sleep latency and the sleep duration in pentobarbital-treated mice were 1.36 ± 0.22 and 60.56 ± 0.43 min, respectively. The seed extracts derived from green and red lettuce at doses of 80 and 160 mg/kg did not decrease the sleep latency compared to the control [Fig. 1(A)]. However, the seed extracts derived from green and red romaine lettuce at doses of 80 and 160 mg/kg decreased the sleep latency significantly when compared to the control [$p < 0.05$, Fig. 1(B)].

 **Feedback**



 **Feedback**



Fig. 1

Effect of lettuce seed extract on sleep onset and sleep duration in mice treated with pentobarbital (42 mg/kg, i.p.). Control was just pentobarbital treated-mice group and pentobarbital was administered 40 min after oral administration of the lettuce seed extract. (A) Sleep latency of red and green lettuce seed extract. (B) Sleep latency of red and green romaine lettuce seed extract. (C) Sleep duration of red and green lettuce seed extract. (D) Sleep duration of red and green romaine lettuce seed extract. *Each column* represents the mean $\pm$ SE of the values obtained from 8 mice. *Different letters* mean significant differences ($p < 0.05$) among samples (Duncan's multiple range test)

Oral administration (80 and 160 mg/kg) of the seed extracts derived from green and red lettuce showed a tendency to increase the sleep duration in pentobarbital-induced mice. Specifically, the seed extract derived from green lettuce significantly increased the sleep duration compared to the control at 160 mg/kg [$p < 0.05$, Fig. 1(C)] but not at 80 mg/kg [Fig. 1(C)]. While the seed extract derived from green romaine lettuce decreased the sleep latency at the 80 mg/kg concentration, it increased the duration of sleep significantly ($p < 0.05$). It has also been reported that both State-Trait Anxiety Inventory and sleep scores were significantly improved by *L. sativa* seed oil without any side effects at the dose strength used [20]. Ghorbani et al. [21] reported that the butanol fraction of the lettuce extract potentiates sleep parameters indicating that non-polar agents are responsible for these effects of lettuce.

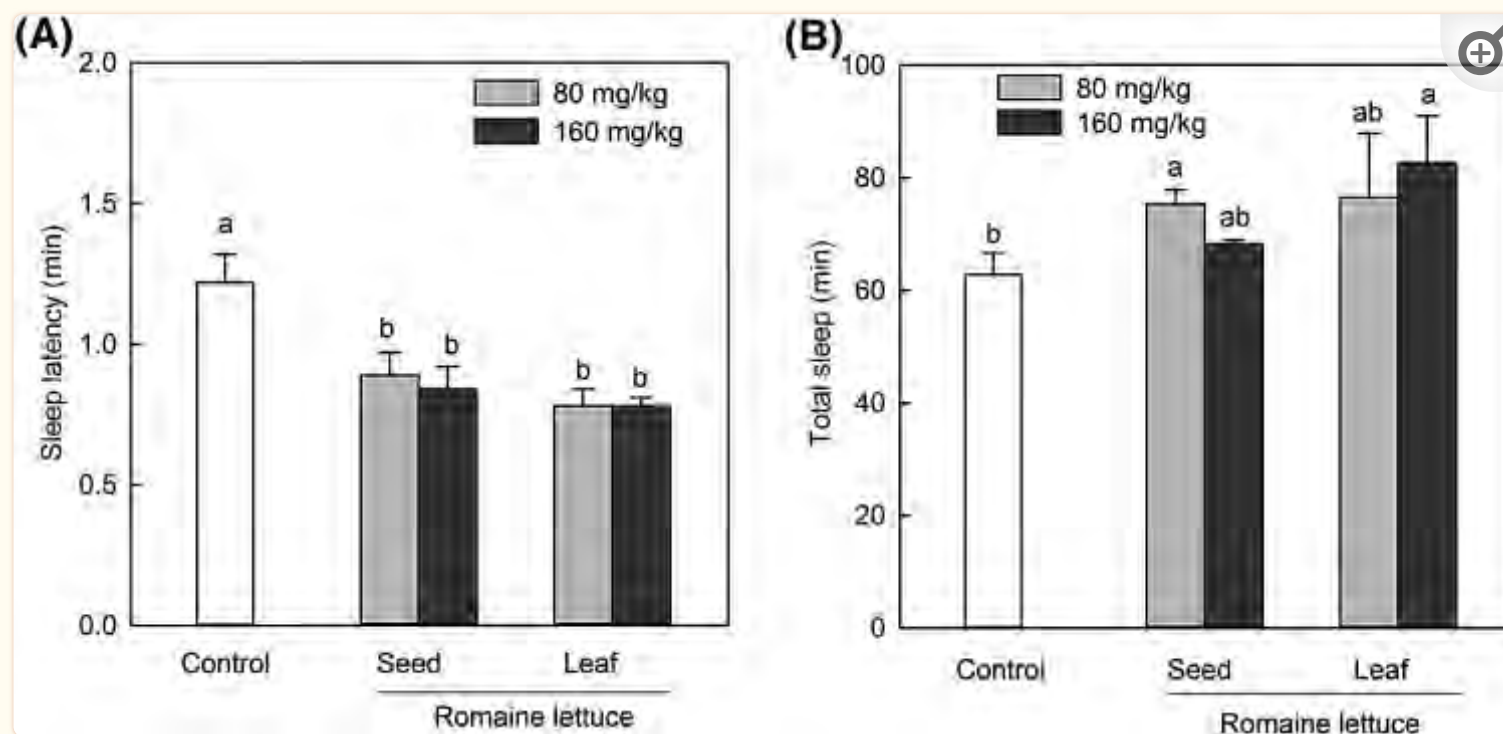
Unlike green and red lettuce, red and green romaine lettuce showed a significant difference in sleep latency [Fig. 1 (B)]. The content of lactucin, which was known as the active substance of lettuce, was higher in romaine lettuce.

 **Feedback**

especially green romaine lettuce, than the other lettuces (Table [1](#)). Therefore, romaine lettuces were selected for further experiments.

The effect of seed and leaf extracts derived from green romaine lettuce on sleep latency and total sleep duration of pentobarbital-induced sleep in mice

The seed extract derived from green romaine lettuce significantly reduced sleep latency and increased sleep duration in pentobarbital-induced mice when compared to other lettuce varieties (Fig. [1](#)). Therefore, we compared the effect of seed and leaf extracts of green romaine lettuce on sleep latency and sleep duration (Fig. [2](#)). Both the extracts at doses of 80 and 160 mg/kg caused a significant reduction in sleep latency ($p < 0.05$, Fig. [2](#)).



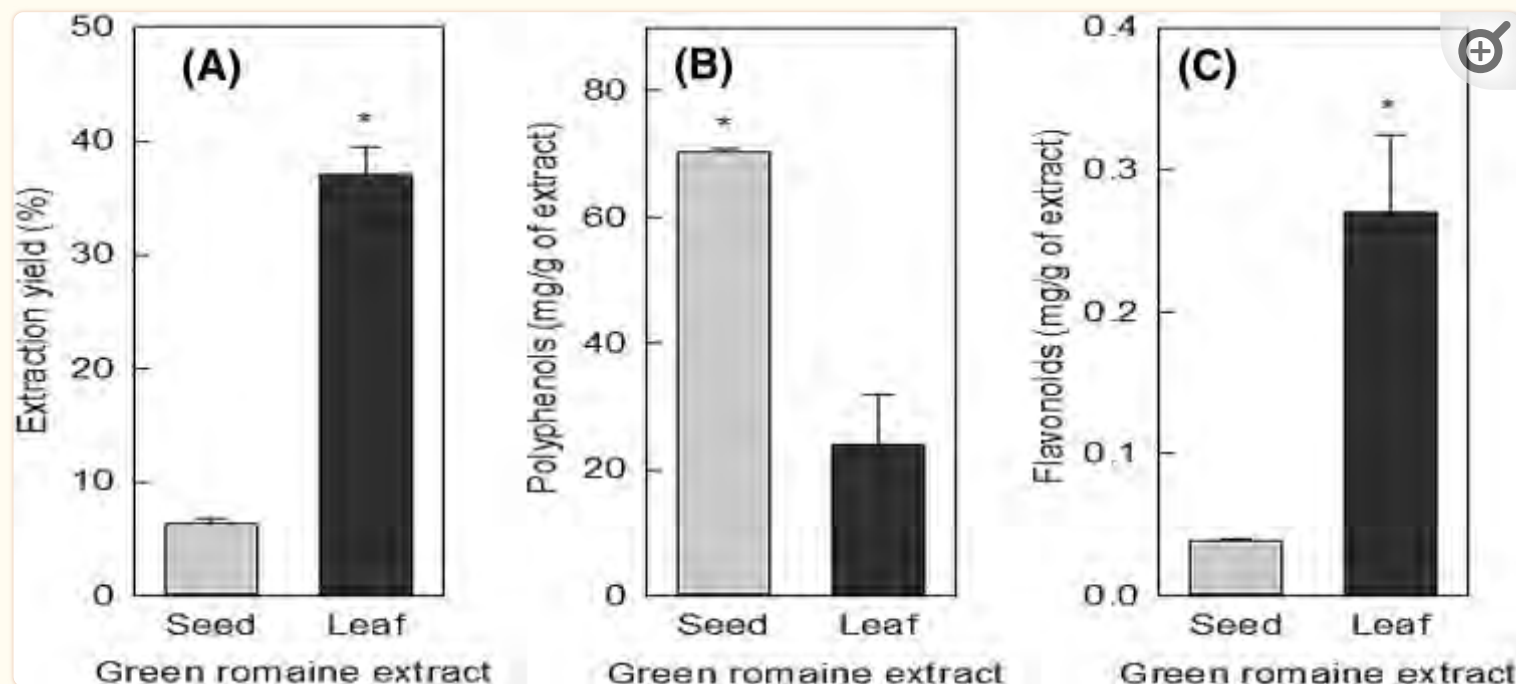
[Fig.2](#)

Effects of the administration of seed and leaf extracts derived from green romaine lettuce on sleep onset and sleep duration in mice treated with pentobarbital (42 mg/kg, i.p.). Control was just pentobarbital treated-mice group and pentobarbital was administered 40 min after the oral administration of seed and leaf extracts derived from green romaine lettuce. **(A)** Sleep latency of green romaine seed and leaf extract. **(B)** Sleep duration of green romaine seed and leaf extract. *Each column* represents the mean $\pm$ SE values obtained from 8 mice. *Different letters* show significant differences ($p < 0.05$) among samples (Duncan's multiple range test)

The seed extract had a significant effect on the sleep duration at a dose of 80 mg/kg compared to control, but not at 160 mg/kg. The leaf extract had a significantly effect on the sleep duration at 160 mg/kg compared to control. The effect of the seed extract at 80 mg/kg and the leaf extract at 160 mg/kg on the sleep duration did not show a significant difference. Thus, the seed and leaf extracts derived from romaine lettuce induced an increase in the sleep duration at low and high doses respectively. In addition, both low and high doses of the seed and leaf extracts derived from romaine lettuce caused a significant reduction in sleep latency ($p < 0.05$).

Extraction yield, total polyphenols, and total flavonoids in green romaine lettuce

Good extraction is a crucial step for getting extracts with acceptable yields and strong antioxidant activity. The percentage yields of the ethanol extract, and the contents of polyphenols and flavonoids in green romaine lettuce are shown in Fig. [3](#).



[Fig.3](#)

Extraction yield (A), total polyphenols (B), and total flavonoids (C) of the green romaine lettuce extract. The seed and leaf extract were compared using the Student's *t* test. Each value is represented as mean $\pm$ SD ($n = 3$). Values of $p < 0.05$ are considered statistically significant

The extraction yield (dry basis) of the seed and leaf were 6.41 and 37.13% respectively. The leaf extract had a higher extraction yield compared to the seed extract [Fig. 3(A)]. Being plant secondary metabolites, polyphenols are very important in judging the antioxidant activities of the extract. The total polyphenolic contents of the seed and leaf extracts were 70.37 and 23.84 mg/g, respectively [Fig. 3(B)]. However, the leaf extract showed

[Feedback](#)

flavonoids compared to the seed extract [Fig. 3(C)]. The seed extract had a higher polyphenol content and a lower flavonoid content compared to the leaf extract ($p < 0.05$). Total polyphenols (885.18 mg) and flavonoid (10.02 mg) contents of leaf extract were higher than those of seed extract (451.07 and 0.25 mg, respectively). High yield of polyphenols and flavonoids derived from leaf extract might contribute to the enhancement of their medical applications. Therefore, leaf extract was selected for further studies.

The polyphenol contents of the green and red romaine lettuce were significantly different (Table 2). The major compounds obtained in the seed extract of romaine lettuce were more than those obtained from the leaf extract. The seed extract had a high level of chlorogenic acid (28.71 mg/g), while the leaf extract had a high level of chicoric acid (3.85 mg/g), among other phenolic components. The seed extract had a higher polyphenols content including caftaric acid, chlorogenic acid, and chicoric acid, than the leaf extract. However, the seed extract had a lower extraction yield than the leaf extract.

Table 2

Main phenolic compounds in the leaf and seed extracts derived from romaine lettuce

Romaine lettuce	Caftaric acid (mg/g of extract)	Chlorogenic acid (mg/g of extract)	Chicoric acid (mg/g of extract)	Isochlorogenic acid (mg/g of extract)
Leaf	1.86 ± 0.35	1.22 ± 0.32	3.85 ± 0.48	0.33 ± 0.17
Seed	5.78 ± 1.07	28.71 ± 1.32	13.13 ± 0.76	4.94 ± 0.62

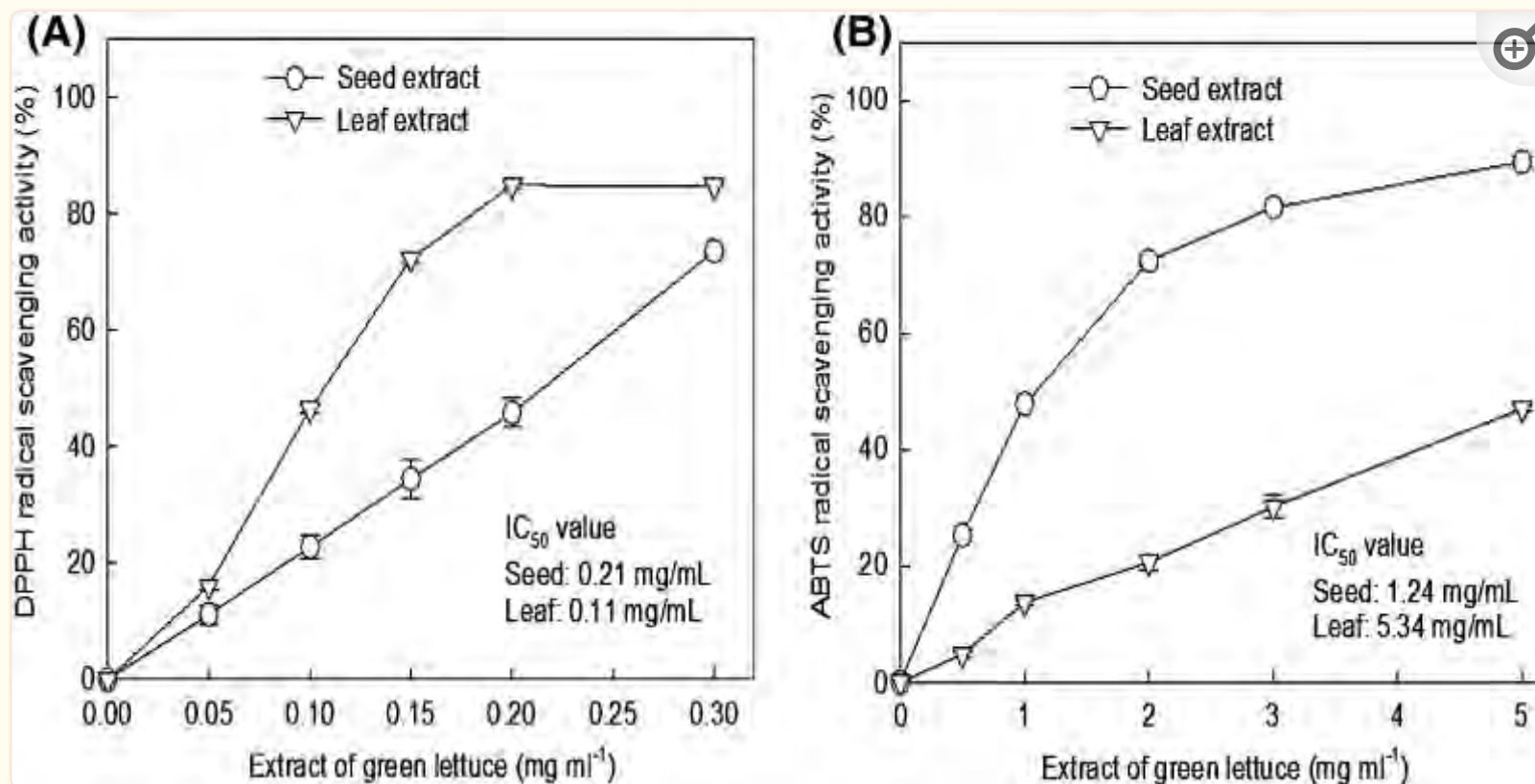
[Open in a separate window](#)

 Feedback

Lettuce provides many antioxidant compounds such as vitamin C and polyphenols in addition to the fiber [22]. Polyphenols, flavonols, and anthocyanins were shown to contain the higher antioxidant activities than vitamins C and E [23]. The genetic information of the plant determines the phenolic contents both qualitatively and quantitatively. As seen in Table 2, the seed extract shows a higher polyphenol content including the main phenolic compounds than the leaf extract derived from romaine lettuce. However, the leaf extract showed a higher content of flavonoids and a higher yield than the seed extract. The seed or leaf of romaine lettuce could prove to be good sources of antioxidants that would assist in the enhancement of the overall antioxidant capacity of an organism and protection against oxidative damage.

Radical-scavenging activity of green lettuce seed and leaf extract on DPPH and ABTS radicals

Methanol and water were used for the assay for DPPH $\cdot$ and ABTS $\cdot^+$. This method is useful in evaluating the free radical-scavenging activities of water- and non-water-soluble compounds. Figure 4 shows the DPPH and ABTS radical-scavenging activity of the seed and leaf extracts with different concentrations. As shown in Fig. 4(A), the IC₅₀ value of the leaf extract for DPPH radical-scavenging was significantly lower (0.11 mg/mL) than that of the seed extract (0.21 mg/mL) ($p < 0.05$). However, ABTS radical-scavenging activity [Fig. 4(B)] of the leaf extract showed a significantly higher IC₅₀ value (5.34 mg/mL) than that of the seed extract (1.24 mg/mL) ($p < 0.05$).



[Fig. 4](#)

Radical scavenging activity of the seed and leaf extracts on DPPH (A) and ABTS radical (B). Each value represents mean $\pm$ SD

The lack of strong correlation between these two assays is likely attributable to the fact that every individual phenolic compound contained in lettuce causes a different response to each specific radical used in the assay. Antioxidant capacities by both assays were more strongly correlated with polyphenolics than with flavonoid content as reported previously [24, 25]. Kim et al. [25] found that antioxidant capacity measured

[Feedback](#)

highly correlated with polyphenolics content in plums, while its correlation with flavonoids contents was relatively weak. High ABTS radical scavenging activity of romaine leaf lettuce is presumably due to high content of polyphenols. And DPPH radical scavenging activity would be related to hydroxyl groups in the aromatic rings of flavonoids, which provide their hydrogen donating ability [26]. The structure-radical scavenging activity relationships of flavonoids demonstrated that the positions of phenolic OH groups could be more important for the radical scavenging activity than the number of phenolic OH groups [27]. The structural difference of flavonoids may be closely related to DPPH radical scavenging.

There are reports showing that oxidative stress to the brain might be induced by the sleep loss [28, 29]. It has been shown that sleep loss produces effects similar to those observed during the aging process [30]. It is thought that sleep plays a natural and important role in the amelioration of ROS generation during the sleep and wake cycle. Graves et al. [31] reported that both acute and chronic sleep deprivation increased the oxidative stress in the hippocampus and other areas of the brain. Zhang et al. [32] confirmed that significant changes in hippocampal and cortical oxidative stress resulted from acute sleep deprivation for 24 h or 72 h and that the changes were caused by the reduction of the superoxide dismutase activity and increase of the levels of malondialdehyde and nitric oxide. When the antioxidant defense mechanism fails, an increase in oxidative stress follows, which can explain the deficit in memory after sleep deprivation. It was reported that a higher metabolic rate resulted in the presence of abundant amount of polyunsaturated fatty acids, a deficiency in the antioxidant defense, and a high rate of the oxygen utilization. This situation made the brain more sensitive to the damage by oxidation [33]. Lettuce, especially romaine lettuce might play a potential neuroprotectants.

The results of this study show that lettuce, especially romaine lettuce, is an interesting and cheap source of sleep-potentiating material and antioxidant polyphenols. The seed and leaf extracts derived from romaine lettuce potentiates the pentobarbital-induced sleeping behavior in mice. Romaine lettuce could provide extracts with sleep-potentiating activity. In addition, the antioxidant polyphenols being used as natural antioxidants of the brain against the oxidative damage could be obtained from these extracts. Therefore, it is obvious that f



the sleep structure and sleep mechanisms induced by romaine lettuce extracts is required before they can be used as dietary complements or as natural food antioxidants.

Acknowledgement

[Go to: ►](#)

This research was supported by the Ministry of Trade, Industry and Energy (MOTIE) and the Korea Institute for Advancement of Technology (KIAT) through the Encouragement Program for The Industries of Economic Cooperation Region.

Compliance with ethical standards

[Go to: ►](#)

Conflict of interest

[Go to: ►](#)

The authors declare no conflicts of interest.

References

[Go to: ►](#)

1. Ancoli-Israel S, Roth T. Characteristics of insomnia in the United States: results of the 1991 National Sleep Foundation Survey. *I. Sleep*. 1999;22(Suppl 2):S347–S353. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
2. Richardson CE, Gradisar M, Barbero SC. Are cognitive “insomnia” processes involved in the development and maintenance of delayed sleep wake phase disorder? *Sleep Med. Rev.* 2016;26:1–8. doi: 10.1016/j.smrv.2015.05.001. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
3. Ramakrishnan K, Scheid DC. Treatment options for insomnia. *Am. Fam. Physician.* 2007;76:517–526. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

 **Feedback**

4. Ni H, Simile C, Hardy AM. Utilization of complementary and alternative medicine by United States adults: results from the 1999 national health interview survey. *Med. Care.* 2002;40:353–358. doi: 10.1097/00005650-200204000-00011. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
5. Ernst E. When natural is not harmless. *Int. J. Clin. Pract.* 2006;60:380. doi: 10.1111/j.1368-5031.2006.00924b.x. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
6. Pearson NJ, Johnson LL, Nahin RL. Insomnia, trouble sleeping, and complementary and alternative medicine - Analysis of the 2002 National Health Interview Survey data. *Arch. Intern. Med.* 2006;166:1775–1782. doi: 10.1001/archinte.166.16.1775. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
7. Sayyah M, Hadidi N, Kamalinejad M. Analgesic and anti-inflammatory activity of *Lactuca sativa* seed extract in rats. *J. Ethnopharmacol.* 2004;92:325–329. doi: 10.1016/j.jep.2004.03.016. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
8. Said S, Kashef HE, Mazar ME, Salama O. Phytochemical and pharmacological studies on *Lactuca sativa* seed oil. *Fitoterapia.* 1996;67:215–219. [[Google Scholar](#)]
9. Arnous A, Makris DP, Kefalas P. Anthocyanin composition and colour characteristics of selected aged wines produced in Greece. *J. Wine Res.* 2002;13:23–34. doi: 10.1080/0957126022000004039. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
10. Quang DN, Hashimoto T, Nukada M, Yamamoto I, Tanaka M, Asakawa Y. Antioxidant activity of curtisians I-L from the inedible mushroom *Paxillus curtisii*. *Planta Med.* 2003;69:1063–1066. doi: 10.1055/s-2003-45159. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
11. Wang HC, Chen CR, Chang CMJ. Carbon dioxide extraction of ginseng root hair oil and ginsenosides. *Food Chem.* 2001;72:505–509. doi: 10.1016/S0308-8146(00)00259-4. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
12. Almajano MP, Carbo R, Delgado ME, Gordon MH. Effect of pH on the antimicrobial activity and oxidative stability of oil-in-water emulsions containing caffeic acid. *J. Food Sci.* 2007;72:C258–C263. doi: 10.1111/j.1750-3841.2007.00387.x. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]

 **Feedback**

13. Yang H, Lee YC, Han KS, Singh H, Yoon M, Park JH, Cho CW, Cho S. Green and gold kiwifruit peel ethanol extracts potentiate pentobarbital-induced sleep in mice via a GABAergic mechanism. *Food Chem.* 2013;136:160–163. doi: 10.1016/j.foodchem.2012.07.111. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
14. Abu-Reidah IM, Arráez-Román D, Quirantes-Piné R, Fernández-Arroyo S, Segura-Carretero A, Fernández-Gutiérrez A. HPLC–ESI–Q–TOF–MS for a comprehensive characterization of bioactive phenolic compounds in cucumber whole fruit extract. *Food Res. Int.* 2012;46:108–117. doi: 10.1016/j.foodres.2011.11.026. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
15. Ferreres F, Gil MI, Castaner M, TomasBarberan FA. Phenolic metabolites in red pigmented lettuce (*Lactuca sativa*). Changes with minimal processing and cold storage. *J. Agric. Food Chem.* 1997;45:4249–4254. doi: 10.1021/jf970399j. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
16. Ceolin T, Heck R, Barbieri R, de Souza A, Rodrigues W, Vanini M. Medicinal plants used as sedative by ecological farmers from Southern Rio Grande do Sul State. *Brazil. Rev. Enferm. UFPE On line.* 2009;3:253–260. [[Google Scholar](#)]
17. Wesołowska A, Nikiforuk A, Michalska K, Kisiel W, Chojnacka-Wójcik E. Analgesic and sedative activities of lactucin and some lactucin-like guaianolides in mice. *J. Ethnopharmacol.* 2006;107:254–258. doi: 10.1016/j.jep.2006.03.003. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
18. Gromek D, Kisiel W, Klodzinska A, Chojnackawojcik E. Biologically-Active Preparations from *Lactuca-Virosa* L. *Phytother. Res.* 1992;6:285–287. doi: 10.1002/ptr.2650060514. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
19. Koch-Weser J, Greenblatt DJ. The archaic barbiturate hypnotics. *N. Engl. J. Med.* 1974;291:790–791. doi: 10.1056/NEJM197410102911512. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
20. Yakoot M, Helmy S, Fawal K. Pilot study of the efficacy and safety of lettuce seed oil in patients with sleep disorders. *Int. J. Gen. Med.* 2011;4:451–456. doi: 10.2147/IJGM.S21529. [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
21. Ghorbani A, Rakhshandeh H, Sadeghnia HR. Potentiating effects of *Lactuca sativa* on pentobarbital-induced sleep. *Iran J Pharm Res.* 2013;12:401–406. [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]



22. Nicolle C, Cardinault N, Gueux E, Jaffrelo L, Rock E, Mazur A, Amouroux P, Remesy C. Health effect of vegetable-based diet: lettuce consumption improves cholesterol metabolism and antioxidant status in the rat. *Clin. Nutr.* 2004;23:605–614. doi: 10.1016/j.clnu.2003.10.009. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
23. Rice-Evans C, Miller NJ. Total antioxidant status in plasma and body fluids. *Methods Enzymol.* 1994;234:279–293. doi: 10.1016/0076-6879(94)34095-1. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
24. Chun OK, Kim DO, Moon HY, Kang HG, Lee CY. Contribution of individual polyphenolics to total antioxidant capacity of plums. *J. Agric. Food Chem.* 2003;51:7240–7245. doi: 10.1021/jf0343579. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
25. Kim DO, Chun OK, Kim YJ, Moon HY, Lee CY. Quantification of polyphenolics and their antioxidant capacity in fresh plums. *J. Agric. Food Chem.* 2003;51:6509–6515. doi: 10.1021/jf0343074. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
26. Brandwilliams W, Cuvelier ME, Berset C. Use of a Free-Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. *Food Sci Technol-Leb.* 1995;28:25–30. doi: 10.1016/S0023-6438(95)80008-5. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
27. Okawa M, Kinjo J, Nohara T, Ono M. DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) radical scavenging activity of flavonoids obtained from some medicinal plants. *Biol. Pharm. Bull.* 2001;24:1202–1205. doi: 10.1248/bpb.24.1202. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
28. Singh R, Kiloung J, Singh S, Sharma D. Effect of paradoxical sleep deprivation on oxidative stress parameters in brain regions of adult and old rats. *Biogerontology.* 2008;9:153–162. doi: 10.1007/s10522-008-9124-z. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
29. Hipolide DC, D'almeida V, Raymond R, Tufik S, Nobergá JN. Sleep deprivation does not affect indices of necrosis or apoptosis in rat brain. *Int. J. Neurosci.* 2002;112:155–166. doi: 10.1080/00207450212022. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
30. Andersen ML, Martins PJ, D'Almeida V, Santos RF, Bignotto M, Tufik S. Effects of paradoxical sleep deprivation on blood parameters associated with cardiovascular risk in aged rats. *Exp. Gerontol.* 2004;39:817–824. doi: 10.1016/j.exger.2004.02.007. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]



31. Graves LA, Heller EA, Pack AI, Abel T. Sleep deprivation selectively impairs memory consolidation for contextual fear conditioning. *Learn. Mem.* 2003;10:168–176. doi: 10.1101/lm.48803. [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
32. Zhang L, Zhang HQ, Liang XY, Zhang HF, Zhang T, Liu FE. Melatonin ameliorates cognitive impairment induced by sleep deprivation in rats: role of oxidative stress. *BDNF and CaMKII. Behav. Brain Res.* 2013;256:72–81. doi: 10.1016/j.bbr.2013.07.051. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
33. Dringen R, Pawlowski PG, Hirrlinger J. Peroxide detoxification by brain cells. *J. Neurosci. Res.* 2005;79:157–165. doi: 10.1002/jnr.20280. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]

Articles from Food Science and Biotechnology are provided here courtesy of **Springer**

FOLLOW NCBI



[Connect with NLM](#)

 **Feedback**



National Library of Medicine
[8600 Rockville Pike](#)
[Bethesda, MD 20894](#)

[Web Policies](#)

[FOIA](#)

[HHS Vulnerability Disclosure](#)

[Help](#)

[Accessibility](#)

[Careers](#)

[NLM](#) | [NIH](#) | [HHS](#) | [USA.gov](#)

 **Feedback**

[Oils](#) ▾[Botanicals](#) ▾[Incense](#) ▾[Candles](#) ▾[Ceramics](#)[Perfumes](#) ▾

01458 834777



WILD LETTUCE

£3.40

25g

1



ADD TO CART

WILD LETTUCE

Lactuca virosa

Wild Lettuce, a relative of our common garden lettuce, once played an interesting role in ritual and medicine in ancient Egypt and Greece. In Egypt it was associated with the God Min, a fertility deity who has sometimes been compared with lusty Pan. During his festival a statue of the God was placed in a small patch of wild lettuce and carried around as part of the procession. The Egyptians used Wild Lettuce as an aphrodisiac, but warned that excessive use would dull the brain. The Greeks on the other hand used it as an anaphrodisiac and it was part of the staple diet for priests, presumably to cool their carnal appetites. Wild Lettuce was brought to the US early on and in 1792 a doctor from Philadelphia first wrote about the opium-like qualities of dried lettuce latex. At the time opium was still commonly used as medicine and henceforth dried lettuce juice has often been used to adulterate opium and opium containing medicines. More recently the herb has become popular as 'not-pot', a legal Marihuana substitute.

Traditional

Today, Wild Lettuce is rarely used in herbal medicine, but in ancient times it was commonly employed as a relaxant sedative. It was said to be useful for insomnia, nervousness and anxiety. It is sometimes used to calm overexcited and restless children. It soothes a spasmodic cough and acts as a mild pain reliever. In ancient Greece it was regarded as an anaphrodisiac, while in Egypt it was used as an aphrodisiac. It was also used to treat sexual problems such as premature ejaculation and to prevent nocturnal emissions.

Magical

Wild Lettuce may be used in fertility rituals to honour the ancient Egyptian God Min or added to love potions. It may also be used as a meditation aid to help calm and centre the mind and to assist the practitioner on astral journeys and pathworkings.



SHARE



TWEET



PIN IT

[Privacy Policy](#) [Shipping](#) [Contact us](#)

Join our mailing list

SUBSCRIBE

© 2022, Star Child



Taxonomy
Browser

Entrez

PubMed

Nucleotide

Protein

Genome

Structure

PMC

Taxonomy

BioCollections

Search for as ☒ lock

Display levels using filter:

Lactuca virosa

Taxonomy ID: 75947 (for references in articles please use NCBI:txid75947)

current name

Lactuca virosa L.

NCBI BLAST name: **eudicots**

Rank: **species**

Genetic code: [Translation table 1 \(Standard\)](#)

Mitochondrial genetic code: [Translation table 1 \(Standard\)](#)

Plastid genetic code: [Translation table 11 \(Bacterial, Archaeal and Plant Plastid\)](#)

[Lineage\(full \)](#)

[cellular organisms](#); [Eukaryota](#); [Viridiplantae](#); [Streptophyta](#); [Streptophytina](#); [Embryophyta](#); [Tracheophyta](#); [Euphyllophyta](#); [Spermatophyta](#); [Magnoliopsida](#); [Mesangiospermae](#); [eudicotyledons](#); [Gunneridae](#); [Pentapetalae](#); [asterids](#); [campanulids](#); [Asterales](#); [Asteraceae](#); [Cichorioideae](#); [Cichorieae](#); [Lactucinae](#); [Lactuca](#)

Entrez records	
Database name	Direct links
Nucleotide	30,193
Protein	204
Popset	9
PubMed Central	49
SRA Experiments	45
Identical Protein Groups	64
Bio Project	3
Bio Sample	61
Taxonomy	1

Comments and References:

[GRIN taxonomy](#)



Name verified on date of entry into database in: USDA, ARS, National Genetic Resources Program. Germplasm Resources Information Network - (GRIN) [Online Database]. National Germplasm Resources Laboratory, Beltsville, Maryland.

[Flora Europaea](#)



Name verified on date of entry into taxonomy database in: Flora Europaea, Royal Botanic Garden Edinburgh (RBGE), Inverleith Row, Edinburgh, EH3 5LR, United Kingdom.

[FNA - Lactuca](#)



Strother JL. 2006. Lactuca Linnaeus, Sp. Pl. 2: 795. 1753; Gen. Pl. ed. 5, 348. 1754. In: Flora of North America Editorial Committee (Eds.) Flora of North America North of Mexico, Vol. 19, 20, 21: Asteraceae. New York and Oxford. On-line version.

[Euro+Med Plantbase](#)



Name verified on date of entry into database in: The Euro+Med Plantbase - the information resource for Euro-Mediterranean plant diversity. W. Greuter (Ed.) Botanic Garden and Botanical Museum Berlin-Dahlem.

External Information Resources (NCBI LinkOut)

LinkOut	Subject	LinkOut Provider
Lactuca virosa	taxonomy/phylogenetic	CalPhotos
Lactuca virosa L.	taxonomy/phylogenetic	Encyclopedia of life
Show Biotic Interactions	taxonomy/phylogenetic	Global Biotic Interactions
Lactuca virosa L.	taxonomy/phylogenetic	Integrated Taxonomic Information System
Lactuca virosa	taxonomy/phylogenetic	PLANTS Database (USDA/NRCS)
Lactuca virosa	taxonomy/phylogenetic	Plants of the World Online
Lactuca virosa	taxonomy/phylogenetic	The International Plant Names Index
Lactuca virosa L.	taxonomy/phylogenetic	USDA-ARS GRIN Taxonomy
search W3TROPICOS	taxonomy/phylogenetic	Vascular Tropicos
diArk: Lactuca virosa	organism-specific	diArk - a resource for eukaryotic genome research
Wikipedia	taxonomy/phylogenetic	iPhylo

Notes:

Groups interested in participating in the LinkOut program should visit the [LinkOut home page](#).

A list of our current non-bibliographic LinkOut providers can be found [here](#).

Information from sequence entries

[Show organism modifiers](#)

Disclaimer: The NCBI taxonomy database is not an authoritative source for nomenclature or classification - please consult the relevant scientific literature for the most reliable information.

Reference: How to cite this resource - Schoch CL, et al. *NCBI Taxonomy: a comprehensive update on curation, resources and tools. Database (Oxford)*. 2020: [baaa062](#). PubMed: [32761142](#) PMC: [PMC7408187](#).

Comments and questions to info@ncbi.nlm.nih.gov

[Help]

[Search]

[NLM NIH]

[Disclaimer]

The Encyclopedia of Psychoactive Plants: Ethnopharmacology and Its Applications

Lactuca virosa Linnaeus

Wild Lettuce

Family

Compositae: Asteraceae (Aster Family); Subfamily Cichorioideae, Lactuceae Tribe

Forms and Subspecies

The taxonomy of the wild *Lactuca* species has not been completely clarified. It is possible that there may be several varieties of *Lactuca virosa*.

Synonyms

Lactuca agrestis nom. nud.

Lactuca sylvestris nom. nud.

Folk Names

Bitter lettuce, German lactucarium, giftlattich, giftsalat, kompaßpflanze, lactuca agresti, lactucke, laitue vireuse (French), lattichopium, lattig, latuga velenosa (Italian), leberdistel, lettuce, lettuce opium, lopium, prickly lettuce, stinksalat, totenkraut, wild lettuce, wilder lattich

History

Egyptian grave paintings dated to approximately 4500 B.C.E. depict plants whose appearance is strongly reminiscent of a wild lettuce species or a cultivated form bred from it (Whitaker 1969, 261). There was already some confusion about the name and source of *Lactuca* pharmacologic material in ancient times (Schneider 1974, 2:222 ff.*). Thus, we still do not know with certainty which lettuce species was known to and used by the ancient Egyptians. It may have been *Lactuca scariola* L. [syn. *Lactuca serriola* Torner], *Lactuca virosa*, or a form of *Lactuca sativa* (Harlan 1986, 7). The garden salad *Lactuca sativa* presumably was derived from *Lactuca scariola* in ancient Egypt (Lindqvist 1960).

Wild lettuce clearly had a ritual (divination) and medicinal significance in ancient times:

The wild lettuce, which the prophets knew as "Titan's blood," Zoroaster as *pherumbros*, the Romans as *Lactuca silvatica*, is similar to the garden lettuce but has a sturdier stalk, whiter, thinner, coarser, and bitter-tasting leaves. Overall, it is similar in its effects to the poppy, which is why some also mix its juice into opium. . . . It generally is able to make one sleepy and relieve pain. Furthermore, it promotes the catamenia and is also drunk

for scorpion and spider stings. The seed is taken like that of the garden lettuce and inhibits pollution and coitus. After it has been dried in the sun, the juice that is pressed from it is stored in earthen vessels like the other juices. (Dioscorides 2.165)

It may be that the “twelve gods’ herb” that Pliny praised as a panacea was a species of *Lactuca*, perhaps even wild lettuce itself (see **Dodecatheon**). The Arabic physician Avicenna (= Ibn Sina, 980–1036), who established the use of opium (cf. *Papaver somniferum*) in Islamic medicine, wrote, “Opium is sometimes also produced from the seeds of *Lactuca agrestis* (lettuce), this is only mildly sedating” (*Qanun*, 5.526).

Hildegard von Bingen certainly played a role in establishing the psychoactive reputation of the plant:

The lettuces, which can be eaten, are very cold, and when eaten without spice they make the brain of man empty with their useless juice. . . . But the wild lettuces have almost the same nature. For anyone who would eat lettuces, which are useless and are called weeds, either raw or cooked, would become mad, that is insane, and he will become empty in the core, because those are neither warm nor cold, but simply a useless wind that dries out the fruit of the earth and brings forth no fruit. And those lettuces grow from the foam of the earth’s sweat and are therefore useless. (*Physica* 1.90/91)

In 1543, Leonard Fuchs depicted a lettuce plant in his *Kräuterbuch* [Herbal] under the name *Lactuca capitata*, a wild or already cultivated species of *Lactuca* (Whitaker 1969, 262).

Wild lettuce was once an important opium substitute (Coxe 1799; Schneider 1974, 2:226*). It has been claimed that some North American Indians smoked lettuce (Miller 1993, 48*). In 1792, a physician in Philadelphia named Kore invented lactucarium, the thickened latex (Bibra 1855, 254*).



The stalks and leaves of the forest lettuce, regarded as the “fourth race of incense spice,” are also said to contain an opium-like juice. Unfortunately, it is no longer possible to botanically identify the plant in question. (Woodcut from Tabernaemontanus, *Neu Vollkommen Kräuter-Buch*, 1731)



Wild lettuce (*Lactuca virosa*) in bloom.



Lactucarium, obtained from the latex of wild lettuce, is regarded as an opium substitute.

“There is also a form of white lettuce which the Greeks called opium lettuce because a juice with sleep-promoting powers flows richly within it. It is thought, however, that all lettuce species bring sleep. This was the only species of lettuce that grew in Italy in ancient times and is recalled in the Latin name for lettuce [*lactuca*], which is derived from the word for milk.”

PLINY

NATURAL HISTORY

(19.38)

"The salad or lettuce (*Lactuca sativa*) increases the milk of the sucklers and lessens the fire of love. The sharp eye of the eagle is said to be due to the fact that it eats lettuce from time to time."

K. RITTER VON PERGER

DEUTSCHE PFLANZENSAGEN [GERMAN PLANT LEGENDS]

(1864, 201*)

"Among the most important attributes of the fertility god Min is lettuce. At the festival of the god, a small bed with this plant was included in the procession. Lettuce was depicted in numerous relief images of Min (and borrowing from him, in a special form of Amun as well, e.g., in the temple of Luxor). The plant was regarded as an aphrodisiac, which also explains its popularity as a cultic gift of offering (preserving the procreative power = life)."

MANFRED LURKER

LEXIKON DER GÖTTER UND SYMBOLE DER ALTEN ÄGYPTER [LEXICON OF THE GODS AND SYMBOLS OF THE ANCIENT EGYPTIANS]

(1987, 124)

Distribution

Lactuca virosa's original range was in southern Europe. It now grows wild in many parts of central Europe, where it was once cultivated as a source of lactucarium. Wild lettuce is also widespread in southern North America, where it was introduced from Europe.

Cultivation

Propagation occurs via the seeds (just as with garden salad). The seeds are simply broadcast over the ground in spring (Grubber 1991, 66*). Lettuce prefers loose, well-drained humus soil (topsoil).

Appearance

Lactuca virosa is an annual or sometimes biennial plant that can grow from 60 to 150 cm tall. It has a round stalk that branches into panicles at the top. The leaves are spinose and toothed, and their midveins have spines on the lower side. The flowers are light yellow and basket-shaped. The blackish fruits are narrow and resemble wings. The plant is most easily recognized by the white latex that flows through all of its parts and issues when the plant is injured.

Lactuca virosa is easily confused with prickly lettuce, *Lactuca scariola* [syn. *Lactuca serriola* L.]. The leaves of the latter, however, are deeply incised/retuse. Lettuce is also sometimes confused with various species of the genus *Sonchus* (cf. ***Erythroxylum coca***).

Psychoactive Material

—Thickened juice (latex): lactucarium,^{[198](#)} lactu carium germanicum

—Dried leaves^{[199](#)}

Preparation and Dosage

The dried leaves can be smoked alone or in **smoking blends** with other herbs.

Lactucarium is obtained in a variety of ways:

The juice of the plant can be obtained by using an electric juicer and then drunk. More frequently, the upper part of the plant is cut repeatedly and the milk that emerges collected. This is allowed to dry and can then be smoked. The entire plant can also be dried and smoked. The largest single dosage of lactucarium was 0.3 g, the maximum daily dosage 1 gram. (Schuldes 1995, 46*)

Lactucarium can be obtained simply by collecting the latex and allowing it to dry. The dried latex then can be either dissolved in **alcohol** and drunk or mixed together with other herbs (mint, hemp, thorn apple; cf. **smoking blends**) and smoked:

Lettuce opium was often used by North American Indians who smoked the dried resin or sap obtained from the plant. They cut the flower heads off, gathered the sap that drained, and then let it air dry. This process was repeated over a two-week period by cutting just a little bit off the top each time. (Miller 1985, 96)

The leaves and lactucarium were also ingredients in the so-called **witches' ointments**.

A psychoactive dosage of wild lettuce leaves is 28 g (Miller 1985, 96*). When used for medicinal purposes, the largest single dosage of lactucarium is 0.3 g, while the total daily dosage is 1.0 g (Roth et al. 1994, 444*).

Ritual Use

Lettuce was sacred to the popular Egyptian god Min (Keimer 1924), who was already being worshipped in the time of the Old Kingdom. The Greeks saw Min as a form of their lusty god Pan (cf. ***Arundo donax***). Min was usually portrayed with an erect penis. He was the god of the desert, the lightning, and the sandstorm as well as a god of fertility and procreation. He wore a headdress made of ostrich feathers. His symbols were the phallus and the lettuce. His festival, which was a kind of harvest celebration, was celebrated during the first month of summer. At this festival, a statue of Min was carried in a sacred procession on a bed of lettuce (Harlan 1986, 6).

Artifacts

Lettuce was frequently depicted in Egyptian works of art and is often found in association with representations of the god Min (Lurker 1987, 124). Min's ceremonial procession is depicted in many wall paintings in buildings from the time of Ramses II, Ramses III, Herihor, Seti I, Amenhotep III, Sosestris, and Thutmosis III (Harlan 1986, 6).

Medicinal Use

Aphrodisiacs were once made from lettuce and the lactucarium it yields. The ancient Egyptians possessed a book of love agents, which has unfortunately been lost. For this reason, the Egyptians' recipes for aphrodisiacs based upon lettuce are unknown. Oddly enough, the ancient Greeks attributed lettuce with the opposite effect, namely that of an anaphrodisiac (Harlan 1986, 8).

In the modern period, lactucarium was used as a sedative and as a substitute for opium (cf. ***Papaver somniferum***).

In homeopathy, *Lactuca virosa* is used according to the medical description (which differs from that for *Lactuca sativa*) to treat sleeplessness, dry cough, and other ailments (Roth et al. 1994, 444*):

This agent primarily affects the brain and the circulatory system. Delirium tremens with sleeplessness, cold and tremor. Hydrothorax and ascites. Impotence. Feelings of lightness and tightness that affect the entire body, especially the chest. It appears to be a true lactagogue. Pronounced effects upon the extremities. (Boericke 1992, 460*)

Constituents

Lactucarium contains the sedative sesquiterpene lactone/bitter substance (guaianolide) lactucine ($C_{15}H_{16}O_5$) and its p-hydroxyphenylacetic acid ester, lactupicrine (= lactucopicrine),²⁰⁰ along with triterpene alcohols (lactuceryl), a melampolglycoside (lactuside A), and other guaianolides (11 β ,13-dihydrolactucine, 8-deoxylactucine, jacquineline, zaluzanin derivatives) (Stojakowska et al. 1993, 1994). The older literature speaks of the presence of a "hyoscyamine-like alkaloid" (cf. **tropane alkaloids**) (Frohne and Pfänder 1983, 67 f.*).

It should be noted that opium-like alkaloids are also present in garden salad or lettuce (*Lactuca sativa* L.) (Bibra 1855, 259*). When the cabbage lettuce forms its stalk, a white, milky sap develops that contains alkaloids with sedative effects (Rätsch 1995a*, 1995c*). The variety *Lactuca sativa* var. *capitata* L., which is grown for use in salads, is also known as lettuce opium and French lactucarium (Brown and Malone 1978, 23*).

Effects

Lactucarium has analgesic, sedative, and cough-suppressing effects (Stojakowska et al. 1993). The effects were once compared to those of the deadly nightshade (***Atropa belladonna***) (Harlan 1986, 10). They also have been used to explain the effects of kava (see ***Piper methysticum***).

The effects have been described as a “languid dream state” (Miller 1985, 97*) or an aphrodisiac high.

The pioneer Freiheer Ernst von Bibra (1806–1878), who experimented with lactucarium a great deal, came to the following conclusion: “Quite similar to opium, lactucarium from various species and varieties of *Lactuca* species also possesses somewhat diverging properties, but in its main effects, just as with opium, it is the same” (Bibra 1855, 255*).

The sedative effects are attributed to the sesquiterpene lactones of the guaiane type that occur in the latex and often are present in the form of glycosides (Stojakowska et al. 1994, 93).

Commercial Forms and Regulations

All preparations of *Lactuca virosa* may be sold without restriction.

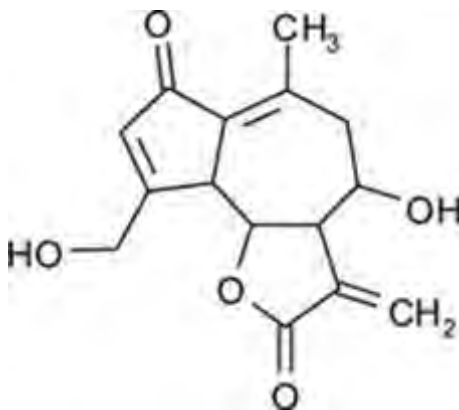
Recently, lettuce preparations (such as Lettucene) have been sold as “extra strong” hashish substitutes under such provocative names as *hash oil* and *hashish* (see ***Cannabis indica***). These consist of damiana (***Turnera diffusa***) and extracts of *Lactuca sativa* and sometimes also contain yohimbé bark (***Pausinystalia yohimba***).



The flower of *Lactuca sativa* var. *sativa*.



A cultivated form of the garden salad (*Lactuca sativa* cv.), here shown in flower, during which phase it produces a narcotic juice.



Lactucine

Literature

See also the entry for ***Papaver somniferum***.

Coxe, John Redman. 1799. Inquiry into the comparative effects of the opium officinarum, extracted from the *Papaver somniferum* or white poppy of Linnaeus; and of that procured from *Lactuca sativa*, or common cultivated lettuce of the same author. *Transactions of the American Philosophical Society*, o.s., 4:387–414.

Harlan, Jack R. 1986. Lettuce and the sycomore: Sex and romance in ancient Egypt. *Economic Botany* 40 (1): 4–15.

Helm, J. 1954. *Lactuca sativa* L. in morphologischsystematischer Sicht. *Kulturpflanze* 2:72–129.

Keimer, L. 1924. Die Pflanze des Gottes Min. *Zeitschrift für Ägyptische Sprache und Altertumskunde* 59:140–43.

Lindqvist, K. 1960. On the origin of cultivated lettuce. *Hereditas* 46:319–50.

Lurker, Manfred. 1987. *Lexikon der Götter und Symbole der alten Ägypter*. Bern, Munich, and Vienna: Scherz.

Stojakowska, A., J. Malarz, and W. Kisiel. 1994. Sesquiterpene lactones in tissue culture of *Lactuca virosa*. *Planta Medica* 60:93–94.

Stojakowska, A., J. Malarz, W. Kisiel, and S. Kohlmünzer. 1993. Callus and hairy root cultures of *Lactuca virosa*. *Planta Medica* 59 suppl.: A658.

Whitaker, Thomas W. 1969. Salads for everyone—a look at the lettuce plant. *Economic Botany* 23:261–64.

← **Previous**
Page



Next →
Page

SEARCH

Type something...



FOLLOW US



OUR TWITTER



30 June 2018

View of The Manhattan Bridge Under Construction from Washington Street Brooklyn/New York – February 21, 1908.





30 June 2018

National Woman's Party marching in Washington D.C. May 21, 1922.





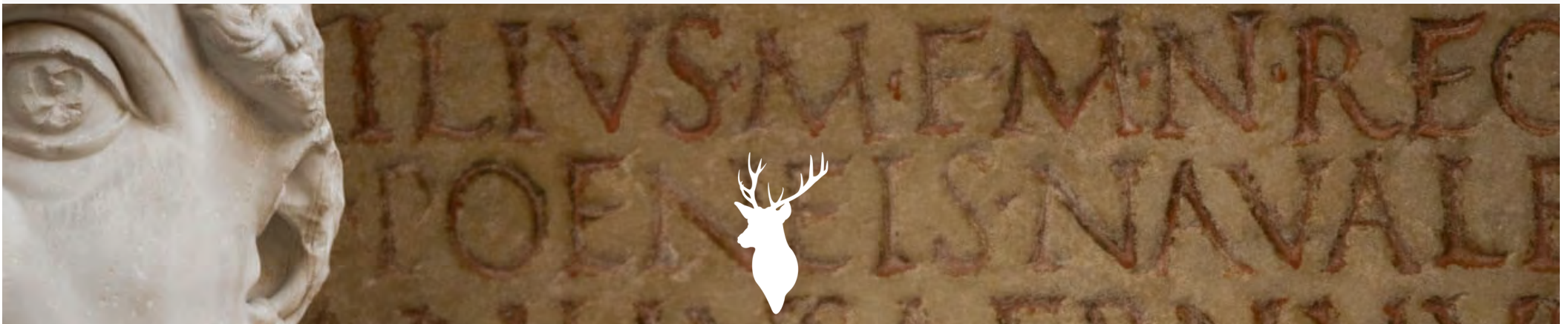


“

“I am being frank about myself in this book. I tell of my first mistake on page 850.”

— Henry Kissinger

American diplomat and political scientist who served as the Secretary of State and National Security Advisor under the presidential administrations of Richard Nixon and Gerald Ford.





The ethnobotany of psychoactive plant use: a phylogenetic perspective

Nashmiah Aid Alrashedy* and Jeanmaire Molina*

Department of Biology, Long Island University, Brooklyn, NY, United States

*These authors contributed equally to this work.

ABSTRACT

Psychoactive plants contain chemicals that presumably evolved as allelochemicals but target certain neuronal receptors when consumed by humans, altering perception, emotion and cognition. These plants have been used since ancient times as medicines and in the context of religious rituals for their various psychoactive effects (e.g., as hallucinogens, stimulants, sedatives). The ubiquity of psychoactive plants in various cultures motivates investigation of the commonalities among these plants, in which a phylogenetic framework may be insightful. A phylogeny of culturally diverse psychoactive plant taxa was constructed with their psychotropic effects and affected neurotransmitter systems mapped on the phylogeny. The phylogenetic distribution shows multiple evolutionary origins of psychoactive families. The plant families Myristicaceae (e.g., nutmeg), Papaveraceae (opium poppy), Cactaceae (peyote), Convolvulaceae (morning glory), Solanaceae (tobacco), Lamiaceae (mints), Apocynaceae (dogbane) have a disproportionate number of psychoactive genera with various indigenous groups using geographically disparate members of these plant families for the same psychoactive effect, an example of cultural convergence. Pharmacological traits related to hallucinogenic and sedative potential are phylogenetically conserved within families. Unrelated families that exert similar psychoactive effects also modulate similar neurotransmitter systems (i.e., mechanistic convergence). However, pharmacological mechanisms for stimulant effects were varied even within families suggesting that stimulant chemicals may be more evolutionarily labile than those associated with hallucinogenic and sedative effects. Chemically similar psychoactive chemicals may also exist in phylogenetically unrelated lineages, suggesting convergent evolution or differential gene regulation of a common metabolic pathway. Our study has shown that phylogenetic analysis of traditionally used psychoactive plants suggests multiple ethnobotanical origins and widespread human dependence on these plants, motivating pharmacological investigation into their potential as modern therapeutics for various neurological disorders.

Submitted 28 June 2016

Accepted 9 September 2016

Published 5 October 2016

Corresponding author

Jeanmaire Molina,
jeanmaire.molina@liu.edu

Academic editor

Michael Wink

Additional Information and
Declarations can be found on
page 23

DOI 10.7717/peerj.2546

© Copyright

2016 Alrashedy and Molina

Distributed under
Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Subjects Anthropology, Biodiversity, Evolutionary Studies, Neuroscience, Plant Science

Keywords Ethnopharmacology, Drug discovery, Traditional medicine, Evolutionary ethnobotany, Neuropsychopharmacology, Psychotropic

INTRODUCTION

Plants constantly evolve to produce various defensive secondary metabolites against their equally adaptive predators (Polya, 2003; Wink, 2003; Wink, 2016). Some well-known psychoactive compounds such as atropine, caffeine, cocaine, nicotine and

morphine are believed to have been products of this evolutionary arms race (Howe & Jander, 2008; Fürstenberg-Hägg, Zagrobelny & Bak, 2013). Psychoactive, alternatively psychotropic, substances act on the nervous system affecting mental processes and behavior (Spinella, 2001; Rättsch, 2005). They include hallucinogens that distort reality, sedatives/narcotics that induce sleep, calmative or anxiolytics, antidepressants, and stimulants that wake the mind (Spinella, 2001; Rättsch, 2005; Van Wyk & Wink, 2014). Interestingly, humans have exploited alternate uses for plants containing psychoactive phytochemicals that have purportedly evolved to ward off plant predators. However, the affinity of these phytochemicals within the hominid nervous system may also indicate some kind of mutualistic co-evolution, with ancient humans seeking and perhaps cultivating plant psychotropics to facilitate survival, by alleviating starvation, fatigue and pain (Sullivan & Hagen, 2002).

Psychoactive compounds have specific molecular targets in the nervous system, and interact in a particular way with neuronal receptors to produce various psychoactive effects (Spinella, 2001; Polya, 2003). For instance, morphine in opium poppy (*Papaver somniferum*, Papaveraceae) eliminates pain by binding to opioid receptors (Polya, 2003), but simultaneously promotes sedation and euphoria, by disinhibiting dopamine-containing neurons in the limbic system (Johnson & North, 1992). Dopamine is ultimately responsible for feelings of elation and satisfaction, which occur after some rewarding act like sex or food satiety. Addiction arises from wanting to re-experience the pleasure due to the drug's ability to cause dopamine buildup (Lüscher & Ungless, 2006). Compounds that mimic serotonin and act as receptor agonists like mescaline in the peyote cactus (*Lophophora williamsii*, Cactaceae), trigger hallucinations and cognitive breakdown (Polya, 2003). Stimulating substances, such as the alkaloid nicotine in tobacco, *Nicotiana tabacum* (Solanaceae), mimic the endogenous neurotransmitter acetylcholine stimulating muscle contractions and cholinergic areas of the brain involved in arousal and attention (Polya, 2003). Yet, the confamilial *Atropa belladonna*, contains a chemically different alkaloid, atropine, which promotes sedation and incapacitation via its action as muscarinic acetylcholine antagonist, blocking neuromuscular communication (Spinella, 2001).

It is well established that all cultures, ancient or modern, have some kind of drug culture, relying on psychoactives for recreational, ritual and/or medicinal uses (Schultes, 1976; Schultes, Hofmann & Rättsch, 2001; Rättsch, 2005). Shamanistic religions have existed in the Old World of Europe, Asia and Africa, believing that psychoactive plants are capable of healing through divine power. Marijuana (*Cannabis* spp., Cannabaceae) and opium poppy are among the most popular psychoactive plants used by Old World shamans. Marijuana was used in ancient China for various afflictions like malaria and constipation, and even as a narcotic in surgeries. In India, the plant was considered sacred promoting pleasurable sensations in the user (Clarke & Merlin, 2013). Tetrahydrocannabinol (THC) in marijuana, exerts these actions by binding to cannabinoid receptors, mediating sensory pleasure (Mahler, Smith & Berridge, 2007). Another familiar psychoactive, opium poppy was used for medicinal and recreational purposes. It probably originated in the Mediterranean, but widespread use has confounded its evolutionary origin (Merlin, 2003). It was recorded in the Eber papyrus, an ancient Egyptian scroll, that opium poppy was used to stop the

excessive crying of children ([Vetulani, 2001](#)). The plant contains morphine and codeine that are responsible for its hypnotic and analgesic properties ([Heinrich et al., 2012](#)).

Indigenous people of the New World have also used psychotropic substances, including tobacco, ayahuasca, and coca, even more so than cultures of the Old World ([Schultes, 1976](#)). Tobacco from the leaves of *N. tabacum* has long been used in the Americas, with cultivation in pre-Columbian Mexico or Peru ([Rätsch, 2005](#)). American Indians believed in the medicinal power of tobacco, and it was smoked in ceremonial peace pipes to seal covenants. In the Amazon Basin of South America, the hallucinogenic beverage, ayahuasca, is made by healers from the boiled crushed stems of the caapi, *Banisteropsis caapi* (Malpighiaceae), along with the leaves of chacruna, *Psychotria viridis* (Rubiaceae). Chacruna contains serotonergic N, N-dimethyltryptamine (DMT), that is activated by the beta-carbolines in caapi ([McKenna, 1996](#)). In the Andes, indigenous peoples chew coca leaves of *Erythroxylum coca* (Erythroxylaceae) to cope with hard labor, removing symptoms of fatigue and hunger ([Nigg & Seigler, 1992](#)). Its cocaine content prevents dopamine reuptake producing increased energy and mood elevation ([Spinella, 2001](#)).

The ubiquity of psychoactive plants in various cultures motivates investigation of the commonalities among these plants, in which a phylogenetic framework may be insightful. Information is assigned to nodes of the phylogeny, instead of one species at a time, facilitating the study of trait distributions ([Saslis-Lagoudakis et al., 2015](#)). Phylogenetic studies of culturally diverse medicinal plants have repeatedly shown that medicinal uses and phytochemical traits are not randomly distributed on the phylogeny, but are shared by closely related plants, regardless of these plants' cultural and geographic designations ([Saslis-Lagoudakis et al., 2012](#); [Saslis-Lagoudakis et al., 2015](#); [Xavier & Molina, 2016](#)). In this study we aimed to understand if there is a similar pattern of cultural convergence ([Xavier & Molina, 2016](#)) in psychoactive plants using phylogenetic analysis—does the phylogeny of culturally important psychoactive plants reveal a preference for certain plant families and for specific psychoactive effects (hallucinogenic, sedative, stimulant, etc.)? Additionally, we sought to understand if there is also a pattern of mechanistic convergence, such that unrelated plants with similar psychoactive effects ultimately affect similar neurotransmitter systems. Our study provides insight into the ethnobotanical origins of psychoactive plant use and suggests new plant sources of psychopharmacological drugs.

MATERIALS AND METHODS

Psychoactive taxa of seed plants (126 genera) used by various indigenous groups were compiled for this study ([Table 1](#)), but plants with psychoactive uses only after alcoholic fermentation were excluded (e.g., wine from grapes, *Vitis vinifera*). Congeneric species were only represented once in the phylogeny, e.g., *Datura* spp. included *D. discolor* Bernh., *D. ferox* L., *D. innoxia* Mill., *D. metel* L., *D. stramonium* L., *D. wrightii* Regel. This is to account for taxonomic uncertainties that are common in species circumscriptions, and also not to visually bias the phylogeny towards a certain family with multi-species genera (e.g., *Datura*). The plants' names were verified in ([The Plant List, 2013](#)), a working list

Table 1 Psychoactive plant taxa in this study. Culturally diverse psychoactive plant taxa, their uses, indigenous psychoactive cultural origin, and corresponding Genbank numbers.

Family (Order)	Accepted binomial name	Common name	Indigenous psychoactive culture	Mechanism of action	Genbank numbers
Acanthaceae (Lamiales)	<i>Justicia pectoralis</i> Jacq.	justicia	Native American (Rätsch, 2005)	Hallucinogen, antidepressant, sedative, aphrodisiac (Rätsch, 2005)	AJ879453
Acoraceae (Acorales)	<i>Acorus calamus</i> L.	sweet flag	Indomalayan, Temperate Asian (Rätsch, 2005)	Stimulant, antidepressant, sedative (Rätsch, 2005)	AJ879453
Aizoaceae (Caryophyllales)	<i>Sceletium</i> spp.	kougoed	African and Middle Eastern (Gericke & Viljoen, 2008)	Sedative, analgesic (Gericke & Viljoen, 2008)	HM850175
Apiaceae (Apiales)	<i>Angelica sinensis</i> (Oliv.) Diels	dong quai	Temperate Asian (Rätsch, 2005)	Stimulant, sedative (O'Mahony, 2010)	GQ436632
Apiaceae (Apiales)	<i>Centella asiatica</i> (L.) Urb.	gotu kola	Indomalayan, Temperate Asian (Rätsch, 2005)	Antianxiety, antidepressant (Mamedov, 2005)	GQ436635
Apocynaceae (Gentianales)	<i>Alstonia scholaris</i> (L.) R. Br.	dita	African and Middle Eastern, Australasian, Indomalayan (Rätsch, 2005; Arulmozhi et al., 2012)	Stimulant, antianxiety, antidepressant, sedative, analgesic, aphrodisiac (Rätsch, 2005; Arulmozhi et al., 2012)	EU916739
Apocynaceae (Gentianales)	<i>Apocynum venetum</i> L.	luobuma	Temperate Asian (Grundmann et al., 2007)	Antianxiety, antidepressant (Grundmann et al., 2007; Zheng, Fan & Liu, 2013)	KP088474
Apocynaceae (Gentianales)	<i>Carissa edulis</i> (Forssk.) Vahl	Arabian numnum	African and Middle Eastern (Rätsch, 2005)	Hallucinogen, aphrodisiac (Rätsch, 2005)	JF265327
Apocynaceae (Gentianales)	<i>Rauvolfia serpentina</i> (L.) Benth. ex Kurz	snakeroot	Indomalayan (Mamedov, 2005)	Antianxiety, antidepressant, sedative, analgesic (Spinella, 2001; Mamedov, 2005; Rätsch, 2005)	KJ667614
Apocynaceae (Gentianales)	<i>Tabernaemontana</i> spp.	milkweed	Indomalayan, African, Native American (Rätsch, 2005)	Hallucinogen, stimulant, antidepressant, sedative, analgesic (Rätsch, 2005; Pratchayasakul et al., 2008; Cardoso et al., 2015)	EU916740
Apocynaceae (Gentianales)	<i>Tabernanthe iboga</i> Baill.	iboga	African and Middle Eastern (Sayin, 2014)	Hallucinogen, stimulant, antianxiety, antidepressant, analgesic, aphrodisiac (Nigg & Seigler, 1992; Sayin, 2014)	AJ419763

(continued on next page)

Table 1 (continued)

Family (Order)	Accepted binomial name	Common name	Indigenous psychoactive culture	Mechanism of action	Genbank numbers
Apocynaceae (Gentianales)	<i>Voacanga</i> spp.	voacango bush	African and Middle Eastern (<i>Rätsch, 2005</i>)	Hallucinogen, stimulant, aphrodisiac (<i>Rätsch, 2005</i>)	KC628529
Aquifoliaceae (Aquifoliales)	<i>Ilex</i> spp.	yerba mate	Native American (<i>Rätsch, 2005</i>)	Stimulant (<i>Rätsch, 2005</i>)	FJ394625
Araliaceae (Apiales)	<i>Panax ginseng</i> C.A.Mey.	ginseng	Temperate Asian (<i>Rätsch, 2005</i>)	Stimulant, antidepressant, aphrodisiac (<i>Rätsch, 2005</i>)	KM088019
Arecaceae (Arecales)	<i>Areca catechu</i> L.	betel nut	Indomalayan (<i>Rätsch, 2005</i>)	Stimulant, sedative, aphrodisiac (<i>Rätsch, 2005</i>)	JX571781
Asteraceae (Asterales)	<i>Artemisia</i> spp.	wormwood	European; Temperate Asian (<i>Rätsch, 2005; Sayin, 2014</i>)	Hallucinogen, stimulant, analgesic aphrodisiac (<i>Rätsch, 2005; Sayin, 2014</i>)	KM360653
Asteraceae (Asterales)	<i>Calea ternifolia</i> Oliv	dream herb	Native American (<i>Rätsch, 2005</i>)	Hallucinogen, sedative (<i>Rätsch, 2005</i>)	AY215089
Asteraceae (Asterales)	<i>Lactuca virosa</i> Habl.	wild lettuce	African and Middle Eastern (<i>Rätsch, 2005</i>)	Sedative, aphrodisiac (<i>Rätsch, 2005</i>)	KM360888
Asteraceae (Asterales)	<i>Tagetes</i> spp.	Mexican marigold	Native American (<i>Rätsch, 2005</i>)	Hallucinogen, stimulant, antianxiety, antidepressant, aphrodisiac (<i>Rätsch, 2005</i>)	AY215184
Bignoniaceae (Lamiales)	<i>Bignonia nocturna</i> (Barb.Rodr.) L.G.Lohmann [= <i>Tanaecium nocturnum</i> (Barb.Rodr.) Burea & K.Schum.]	koribo	Native American (<i>Rätsch, 2005</i>)	Sedative, analgesic and aphrodisiac (<i>Rätsch, 2005</i>)	KR534325
Burseraceae (Sapindales)	<i>Boswellia sacra</i> Flueck.	olibanum tree	African and Middle Eastern (<i>Rätsch, 2005</i>)	Hallucinogen (<i>Rätsch, 2005</i>)	KT934315
Cactaceae (Caryophyllales)	<i>Ariocarpus fissuratus</i> (Engelm.) K.Schum.	chautle	Native American (<i>Rätsch, 2005</i>)	Hallucinogen, analgesic (<i>Rätsch, 2005</i>)	KC777009
Cactaceae (Caryophyllales)	<i>Echinopsis</i> spp. (incl. <i>Trichocereus pachanoi</i> Britton & Rose)	San Pedro cactus	Native American (<i>Rätsch, 2005</i>)	Hallucinogen, stimulant (<i>Rätsch, 2005</i>)	FR853367

(continued on next page)

Table 1 (continued)

Family (Order)	Accepted binomial name	Common name	Indigenous psychoactive culture	Mechanism of action	Genbank numbers
Cactaceae (Caryophyllales)	<i>Lophophora williamsii</i> (Lem. Ex Salm-Dyck) J.M. Coult.	peyote	Native American (<i>Vetulani, 2001</i>)	Hallucinogen (<i>Vetulani, 2001</i>)	KC777011
Cactaceae (Caryophyllales)	<i>Mammillaria</i> spp.	false peyote	Native America (<i>Rätsch, 2005</i>)	Hallucinogen (<i>Rätsch, 2005</i>)	KC777008
Cactaceae (Caryophyllales)	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i> (Engelm. ex S. Watson) Britton & Rose	pitayo	Native American (<i>Schultes, 1976</i>)	Hallucinogen (<i>Schultes, 1976</i>)	JN191499
Campanulaceae (Asterales)	<i>Lobelia tupa</i> L.	tupa	Native American (<i>Schultes, 1976</i>)	Hallucinogen, sedative (<i>Schultes, 1976; Rätsch, 2005</i>)	EF174606
Cannabaceae (Rosales)	<i>Cannabis</i> spp.	marijuana	Indomalayan, Temperate Asian (<i>Rätsch, 2005</i>)	Hallucinogen, stimulant, anti-anxiety, antidepressant, sedative, analgesic, aphrodisiac (<i>Rätsch, 2005</i>)	AF500344
Cannabaceae (Rosales)	<i>Humulus lupulus</i> L.	hops	European (<i>Rätsch, 2005</i>)	Anti-anxiety, sedative (<i>Heinrich et al., 2012</i>)	KT266264
Caprifoliaceae (Dipsacales)	<i>Nardostachys jatamansi</i> (D. Don) DC.	jatamansi	Indomalaya (<i>Chaudhary et al., 2015</i>)	Antidepressant, sedative (<i>Chaudhary et al., 2015</i>)	AF446950
Caprifoliaceae (Dipsacales)	<i>Valeriana officinalis</i> L.	valerian	European (<i>Heinrich et al., 2012</i>)	Anti-anxiety and sedative (<i>Heinrich et al., 2012</i>)	AY362490
Celastraceae (Calastrales)	<i>Catha edulis</i> (Vahl) Endl.	khat	African and Middle Eastern (<i>Rätsch, 2005</i>)	Stimulant, antidepressant, aphrodisiac (<i>Rätsch, 2005</i>)	JQ412336
Columelliaceae (Bruniales)	<i>Desfontainia spinosa</i> Ruiz & Pav.	taique	Native American (<i>Rätsch, 2005</i>)	Hallucinogen (<i>Rätsch, 2005</i>)	Z29670
Combretaceae (Myrtales)	<i>Terminalia bellirica</i> (Gaertn.) Roxb.	bellerian myrobalan	Indomalaya (<i>Rätsch, 2005</i>)	Hallucinogen, sedative (<i>Rätsch, 2005</i>)	KT279740
Convolvulaceae (Solanales)	<i>Argyreia nervosa</i> (Burm. F.) Bojer (= <i>Argyreia speciosa</i> (L. f.) Sweet)	Hawaiian baby	Native American (<i>Rätsch, 2005</i>)	Hallucinogen, analgesic, aphrodisiac (<i>Rätsch, 2005; Galani, Patel & Patel, 2010</i>)	KF242477
Convolvulaceae (Solanales)	<i>Convolvulus tricolor</i> L.	dwarf morning glory	European (<i>Rätsch, 2005</i>)	Sedative, analgesic (<i>Rätsch, 2005</i>)	L11683

(continued on next page)

Table 1 (continued)

Family (Order)	Accepted binomial name	Common name	Indigenous psychoactive culture	Mechanism of action	Genbank numbers
Convolvulaceae (Solanales)	<i>Ipomoea</i> spp.	morning glory	Native American (<i>Rätsch, 2005</i>)	Hallucinogen, stimulant, aphrodisiac (<i>Rätsch, 2005</i> ; <i>Meira et al., 2012</i>)	KF242478
Convolvulaceae (Solanales)	<i>Turbina corymbosa</i> (L.) Raf.	ololiuqui vine	Native American (<i>Rätsch, 2005</i>)	Hallucinogen, analgesic (<i>Rätsch, 2005</i>)	AY100966
Cupressaceae (Pinales)	<i>Juniperus recurva</i> Buch.-Ham. ex D. Don	Himalayan weeping juniper	Indomalayan, Temperate Asian (<i>Rätsch, 2005</i>)	Hallucinogen (<i>Rätsch, 2005</i>)	JQ512552
Ephedraceae (Ephedrales)	<i>Ephedra</i> spp.	ephedra	Temperate Asian (<i>Heinrich et al., 2012</i>)	Stimulant (<i>Rätsch, 2005</i>)	AY056562
Ericaceae (Ericales)	<i>Ledum palustre</i> L.	wild rose-mary	Temperate Asian (<i>Rätsch, 2005</i>)	Hallucinogen, sedative, analgesic (<i>Rätsch, 2005</i>)	AF419831
Ericaceae (Ericales)	<i>Rhododendron molle</i> G.Don.	yang zhi zhu	Temperate Asian (<i>Mamedov, 2005</i>)	Antidepressant (<i>Mamedov, 2005</i>)	AF421101
Erythroxylaceae (Malpighiales)	<i>Erythroxylum</i> spp.	Coca	Native American (<i>Rätsch, 2005</i>)	Stimulant, antianxiety, analgesic and aphrodisiac (<i>Rätsch, 2005</i>)	AB925614
Fabaceae (Fabales)	<i>Acacia</i> spp.	wattle	African/Middle Eastern Australasian, Indomalayan, Native American (<i>Rätsch, 2005</i>)	Hallucinogen, aphrodisiac (<i>Rätsch, 2005</i>)	HM849736
Fabaceae (Fabales)	<i>Anadenanthera</i> spp.	vilca, yopo	Native American (<i>Rätsch, 2005</i>)	Hallucinogen and analgesic (<i>Schultes, 1976</i>)	KJ082119
Fabaceae (Fabales)	<i>Astragalus</i> spp.	milk vetch	Native America (<i>Rätsch, 2005</i>)	Hallucinogen (<i>Rätsch, 2005</i>)	KU666554
Fabaceae (Fabales)	<i>Calliandra anomala</i> (Kunth) J.F. Macbr.	cabellito	Native American (<i>Rätsch, 2005</i>)	Hallucinogen and analgesic (<i>Rätsch, 2005</i>)	AM234255
Fabaceae (Fabales)	<i>Desmanthus illinoensis</i> (Michx.) MacMill.	prairie bundle flower	Native American (<i>Halpern, 2004</i>)	Hallucinogen (<i>Halpern, 2004</i>)	KP126868
Fabaceae (Fabales)	<i>Erythrina</i> spp.	coral trees	Native American, Indomalaya (<i>Rätsch, 2005</i>).	Hallucinogen and sedative (<i>Rätsch, 2005</i>)	AB045801
Fabaceae (Fabales)	<i>Lonchocarpus violaceus</i> Benth.	balche' tree	Native American (<i>Rätsch, 2005</i>)	Hallucinogen (<i>Rätsch, 2005</i>)	JQ626245
Fabaceae (Fabales)	<i>Mimosa</i> spp.	mimosa	Native American, Indomalayan (<i>Rätsch, 2005</i>)	Hallucinogenic, sedative, aphrodisiac (<i>Rätsch, 2005</i>)	KJ773686

(continued on next page)

Table 1 (continued)

Family (Order)	Accepted binomial name	Common name	Indigenous psychoactive culture	Mechanism of action	Genbank numbers
Fabaceae (Fabales)	<i>Mucuna pruriens</i> (L.) DC.	velvet bean	Indomalayan (Lampariello et al., 2012)	Hallucinogen, aphrodisiac (O'Mahony, 2010; Lampariello et al., 2012)	EU128734
Fabaceae (Fabales)	<i>Rhynchosia pyramidalis</i> (Lam.) Urb.	bird's eyes	Native American (Rätsch, 2005)	Sedative (Rätsch, 2005)	KJ594450
Fabaceae (Fabales)	<i>Sophora secundiflora</i> (Ortega) DC.	mescal bean	Native American (Schultes, 1976)	Hallucinogen (Schultes, 1976)	Z70141
Hypericaceae (Malpighiales)	<i>Hypericum perforatum</i> L.	St. John's wort	European (Spinella, 2001)	Antianxiety, antidepressant (Spinella, 2001; Heinrich et al., 2012)	AF206779
Iridaceae (Asparagales)	<i>Crocus sativus</i> L.	saffron	European (Rätsch, 2005)	Antianxiety, sedative, aphrodisiac (Rätsch, 2005; Hosseinzadeh & Noraei, 2009)	KF886671
Lamiaceae (Lamiales)	<i>Lavandula angustifolia</i> Mill. (= <i>Lavandula officinalis</i> Chaix)	lavender	European (Rätsch, 2005)	Antianxiety, sedative, analgesic (Lis-Balchin & Hart, 1999; Hajhashemi, Ghannadi & Sharif, 2003)	KT948988
Lamiaceae (Lamiales)	<i>Leonotis leonurus</i> (L.) R. Br.	lion's tail	African and Middle Eastern (Rätsch, 2005)	Hallucinogen, sedative, analgesic (Rätsch, 2005)	AM234998
Lamiaceae (Lamiales)	<i>Leonurus cardiaca</i> L.	motherwort	European (Rauwald et al., 2015)	Antianxiety, antidepressant, sedative (Rauwald et al., 2015)	KM360848
Lamiaceae (Lamiales)	<i>Melissa officinalis</i> L.	lemon balm	European (Vogl et al., 2013)	Antianxiety, sedative (Heinrich et al., 2012)	KM360879
Lamiaceae (Lamiales)	<i>Plectranthus scutellarioides</i> (L.) R.Br. (= <i>Coleus blumei</i> Benth.)	coleus	Indomalayan (Rätsch, 2005)	Hallucinogen, analgesic (Rätsch, 2005)	JQ933273
Lamiaceae (Lamiales)	<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	rosemary	European (Ferlemi et al., 2015)	Antianxiety, antidepressant, analgesic (Ferlemi et al., 2015)	KR232566
Lamiaceae (Lamiales)	<i>Salvia divinorum</i> Epling & Jativa	yerba de la pastora	Native American (Rätsch, 2005)	Hallucinogen, analgesic (Rätsch, 2005)	AY570410
Lamiaceae (Lamiales)	<i>Scutellaria lateriflora</i> L.	skullcap	Native American (Awad et al., 2003)	Antianxiety, sedative (Awad et al., 2003)	HQ590266
Lauraceae (Laurales)	<i>Cinnamomum camphora</i> (L.) J. Presl	camphor	Indomalayan, Temperate Asian (Rätsch, 2005)	Stimulant, sedative (Rätsch, 2005)	L12641

(continued on next page)

Table 1 (continued)

Family (Order)	Accepted binomial name	Common name	Indigenous psychoactive culture	Mechanism of action	Genbank numbers
Lauraceae (Laurales)	<i>Sassafras albidum</i> (Nutt.) Nees	sassafras	Native American (Rätsch, 2005)	Stimulant (Rätsch, 2005)	AF206819
Loganiaceae (Gentianales)	<i>Strychnos nux-vomica</i> L.	strychnine tree	Indomalaya (Rätsch, 2005)	Stimulant, antianxiety, antidepressant, aphrodisiac (Rätsch, 2005)	L14410
Lythraceae (Myrtales)	<i>Heimia salicifolia</i> (Kunth) Link	sinicuiche	Native American (Rätsch, 2005)	Hallucinogen, sedative (Rätsch, 2005)	AY905410
Malpighiaceae (Malpighiales)	<i>Banisteriopsis</i> spp.	ayahuasca	Native American (Sayin, 2014)	Hallucinogen (Sayin, 2014)	HQ247440
Malpighiaceae (Malpighiales)	<i>Diplopterys cabrerana</i> (Cuatrec) B. Gates	chaliponga	Native American (Sayin, 2014)	Hallucinogen (O'Mahony, 2010)	HQ247482
Malvaceae (Malvales)	<i>Cola</i> spp.	kola nut	Africa and Middle Eastern (McClatchey et al., 2009)	Stimulant (McClatchey et al., 2009)	AY082353
Malvaceae (Malvales)	<i>Sida acuta</i> Burm.f.	broomweed	Native America (Rätsch, 2005)	Stimulant (Rätsch, 2005)	KJ773888
Malvaceae (Malvales)	<i>Theobroma</i> spp.	cacao	Native American (Rätsch, 2005)	Stimulant (Rätsch, 2005)	JQ228389
Malvaceae (Malvales)	<i>Tilia</i> spp.	linden	European (Rätsch, 2005)	Antianxiety, sedative (Rätsch, 2005)	KT894775
Melanthiaceae (Liliales)	<i>Veratrum album</i> L.	white hellebore	European (Rätsch, 2005)	Hallucinogen (Rätsch, 2005)	KM242984
Myristicaceae (Magnoliales)	<i>Horsfieldia australiana</i> S. T. Blake	nutmeg	Australasian (Rätsch, 2005)	Hallucinogen (Rätsch, 2005)	KF496315
Myristicaceae (Magnoliales)	<i>Myristica fragrans</i> Houtt.	nutmeg	Australasia, Indomalaya (Rätsch, 2005)	Hallucinogen, stimulant, sedative aphrodisiac (Rätsch, 2005)	AF206798
Myristicaceae (Magnoliales)	<i>Osteophloeum platyspermum</i> (Spruce ex A.DC.) Warb.	huapa	Native American (Rätsch, 2005)	Hallucinogen (Rätsch, 2005)	JQ625884
Myristicaceae (Magnoliales)	<i>Virola elongata</i> (Benth.) Warb.	epena	Native American (Rätsch, 2005)	Hallucinogen, stimulant (Rätsch, 2005)	JQ626043
Myrtaceae (Myrtales)	<i>Psidium guajava</i> L.	guava	African and Middle Eastern (Rätsch, 2005)	Sedative, analgesic (Rätsch, 2005)	JQ025077
Nitrariaceae (Sapindales)	<i>Peganum harmala</i> L.	harmal	African and Middle Eastern (Sayin, 2014)	Hallucinogen, stimulant, analgesic (Vetulani, 2001; Farouk et al., 2008)	DQ267164

(continued on next page)

Table 1 (continued)

Family (Order)	Accepted binomial name	Common name	Indigenous psychoactive culture	Mechanism of action	Genbank numbers
Nymphaeaceae (Nymphaeales)	<i>Nuphar lutea</i> (L.) Sm.	yellow water lily	European (<i>Rätsch, 2005</i>)	Sedative (<i>Rätsch, 2005</i>)	DQ182338
Nymphaeaceae (Nymphaeales)	<i>Nymphaea</i> spp.	water lily	African and Middle Eastern (<i>Rätsch, 2005</i>)	Sedative (<i>Rätsch, 2005</i>)	GQ468660
Olacaceae (Santalales)	<i>Ptychopetalum olacoides</i> Benth.	marapuama	Native American (<i>Pioto et al., 2008</i>)	Stimulant, Antidepressant (<i>Pioto et al., 2008</i>)	FJ038139
Orchidaceae (Asparagales)	<i>Vanilla planifolia</i> Jacks. ex Andrews	vanilla	Native America (<i>Rätsch, 2005</i>)	Stimulant, sedative, aphrodisiac (<i>Rätsch, 2005</i> ; <i>O'Mahony, 2010</i>)	KJ566306
Orobanchaceae (Lamiales)	<i>Cistanche deserticola</i> K.C.Ma	rou cong rong	Temperate Asian (<i>Wang, Zhang & Xie, 2012</i>)	Stimulant, aphrodisiac (<i>O'Mahony, 2010</i>)	KC128846
Pandanaceae (Pandanales)	<i>Pandanus</i> spp.	screwpine	Australasian (<i>Rätsch, 2005</i>)	Hallucinoge, analgesic (<i>Rätsch, 2005</i>)	JX903247
Papaveraceae (Ranunculales)	<i>Argemone mexicana</i> L.	Mexican poppy	Native American (<i>Rätsch, 2005</i>)	Hallucinogen, sedative, analgesic, aphrodisiac (<i>Rätsch, 2005</i> ; <i>Brahmachari, Gorai & Roy, 2013</i>)	U86621
Papaveraceae (Ranunculales)	<i>Eschscholzia californica</i> Cham.	California poppy	Native American (<i>Rolland et al., 1991</i>)	Antianxiety, sedative, analgesic (<i>Rolland et al., 1991</i>)	KM360775
Papaveraceae (Ranunculales)	<i>Meconopsis horridula</i> Hook. f. & Thomson	prickly blue poppy	Temperate Asian (<i>Fan et al., 2015</i>)	Sedative, analgesic (<i>Fan et al., 2015</i>)	JX087717
Papaveraceae (Ranunculales)	<i>Papaver somniferum</i> L.	opium poppy	African and Middle Eastern (<i>Vetulani, 2001</i>)	Hallucinogen, sedative, analgesic, aphrodisiac (<i>Rätsch, 2005</i>)	KU204905
Passifloraceae (Malpighiales)	<i>Passiflora</i> spp.	passion flower	Native American (<i>Rätsch, 2005</i>)	Antianxiety, sedative (<i>Heinrich et al., 2012</i>)	HQ900864
Passifloraceae (Malpighiales)	<i>Turnera diffusa</i> Willd. ex Schult.	damiana	Native American (<i>Rätsch, 2005</i>)	Stimulant, antianxiety, aphrodisiac (<i>Rätsch, 2005</i>)	JQ593109
Phytolaccaceae (Caryophyllales)	<i>Phytolacca acinosa</i> Roxb.	pokeweed	Temperate Asian (<i>Rätsch, 2005</i>)	Hallucinogen (<i>Rätsch, 2005</i>)	HM850257
Piperaceae (Piperales)	<i>Arundo donax</i> L.	giant reed	African and Middle Eastern; Native American (<i>Rätsch, 2005</i>)	Hallucinogen (<i>Rätsch, 2005</i>)	U13226
Piperaceae (Piperales)	<i>Piper</i> spp.	pepper, kava	Native American, Indomalayan, Australasian (<i>Rätsch, 2005</i>)	Stimulant, antianxiety, sedative, analgesic, aphrodisiac (<i>Rätsch, 2005</i>)	AY032642

(continued on next page)

Table 1 (continued)

Family (Order)	Accepted binomial name	Common name	Indigenous psychoactive culture	Mechanism of action	Genbank numbers
Plantaginaceae (Lamiales)	<i>Bacopa monnieri</i> (L.) Wettst.	brahmi	Indomalayan (<i>Shinomol, Muralidhara & Bharath, 2011</i>)	Antianxiety, aphrodisiac (<i>Shinomol, Muralidhara & Bharath, 2011</i>)	KJ773301
Poaceae (Poales)	<i>Lolium temulentum</i> L.	bearded darnel	African and Middle Eastern (<i>Rätsch, 2005</i>)	Hallucinogen (<i>Rätsch, 2005</i>)	KM538829
Ranunculaceae (Ranunculales)	<i>Aconitum</i> spp.	monkshood	European, Indomalayan, Temperate Asian (<i>Rätsch, 2005</i>)	Hallucinogen, analgesic, aphrodisiac (<i>Rätsch, 2005</i>)	EU053898
Ranunculaceae (Ranunculales)	<i>Hydrastis canadensis</i> L.	goldenseal	Native American (<i>Foster & Duke, 2000</i>)	Stimulant, sedative, analgesic (<i>O'Mahony, 2010</i>)	L75849
Rubiaceae (Gentianales)	<i>Catunaregam nilotica</i> (Stapf) Tirveng. (= <i>Randia nilotica</i> Stapf)	chibra	Africa and Middle Eastern (<i>Danjuma et al., 2014</i>)	Antianxiety, antidepressant (<i>Danjuma et al., 2014</i>)	AJ286700
Rubiaceae (Gentianales)	<i>Coffea arabica</i> L.	coffee	African and Middle Eastern (<i>Rätsch, 2005</i>)	Stimulant (<i>Rätsch, 2005</i>)	EF044213
Rubiaceae (Gentianales)	<i>Corynanthe</i> spp.	pamprama	African and Middle Eastern (<i>Rätsch, 2005</i>)	Stimulant and aphrodisiac (<i>Rätsch, 2005</i>)	AJ346977
Rubiaceae (Gentianales)	<i>Mitragyna speciosa</i> (Korth.) Havil	kratom	Indomalaya (<i>Idayu et al., 2011; Suhaimi et al., 2016</i>)	Stimulant, analgesic, sedative (<i>Rätsch, 2005; Suhaimi et al., 2016</i>)	AJ346988
Rubiaceae (Gentianales)	<i>Pausinystalia johimbe</i> (K.Schum.) Pierre ex Beille	yohimbe	African and Middle Eastern (<i>Rätsch, 2005</i>)	Hallucinogen, stimulant, antidepressant, aphrodisiac (<i>Rätsch, 2005</i>)	AJ346998
Rubiaceae (Gentianales)	<i>Psychotria</i> spp.	chacrana	Native American (<i>Rätsch, 2005</i>)	Hallucinogen, sedative, analgesic (<i>Rätsch, 2005</i>)	KJ805654
Santalaceae (Santalales)	<i>Santalum murrayanum</i> C.A Gardner	sandalwood	Australasian (<i>Rätsch, 2005</i>)	Sedative (<i>Rätsch, 2005</i>)	L26077
Sapindaceae (Sapindales)	<i>Paullinia</i> spp.	guarana	Native American (<i>McClatchey et al., 2009</i>)	Stimulant (<i>McClatchey et al., 2009</i>)	AY724365
Solanaceae (Solanales)	<i>Atropa belladonna</i> L.	belladonna	European (<i>Schultes, 1976</i>)	Hallucinogen, stimulant, sedative, aphrodisiac (<i>Rätsch, 2005</i>)	AJ316582
Solanaceae (Solanales)	<i>Brugmansia</i> spp.	angel's trumpet	Native American (<i>Rätsch, 2005</i>)	Hallucinogen, sedative, aphrodisiac (<i>Rätsch, 2005</i>)	HM849829

(continued on next page)

Table 1 (continued)

Family (Order)	Accepted binomial name	Common name	Indigenous psychoactive culture	Mechanism of action	Genbank numbers
Solanaceae (Solanales)	<i>Brunfelsia</i> spp.	raintree	Native American (<i>Rätsch, 2005</i>)	Hallucinogen, analgesic (<i>Rätsch, 2005</i>)	AY206720
Solanaceae (Solanales)	<i>Cestrum</i> spp.	flowering jessamine	Native American (<i>Rätsch, 2005</i>)	Hallucinogen, sedative, analgesic (<i>Rätsch, 2005</i>)	JX572398
Solanaceae (Solanales)	<i>Datura</i> spp.	toloache	Native American, Indomalayan, European (<i>Rätsch, 2005</i>)	Hallucinogen, sedative, analgesic, aphrodisiac (<i>Rätsch, 2005</i>)	JX996059
Solanaceae (Solanales)	<i>Duboisia</i> spp.	pituri	Australasian (<i>Rätsch, 2005</i>)	Hallucinogen, stimulant, aphrodisiac (<i>Rätsch, 2005</i>)	KM895868
Solanaceae (Solanales)	<i>Hyoscyamus</i> spp.	Henbane	European (<i>Rätsch, 2005</i>)	Hallucinogen, sedative (<i>Rätsch, 2005</i>)	KF248009
Solanaceae (Solanales)	<i>Ichroma fuchsoides</i> (Bonpl.) Miers	yas	Native American (<i>Rätsch, 2005</i>)	Sedative (<i>Rätsch, 2005</i>)	KU310432
Solanaceae (Solanales)	<i>Mandragora</i> spp.	mandrake	European, African and Middle Eastern (<i>Rätsch, 2005</i> ; <i>Sayin, 2014</i>)	Hallucinogen, sedative, analgesic, aphrodisiac (<i>Rätsch, 2005</i> ; <i>Sayin, 2014</i>)	U08614
Solanaceae (Solanales)	<i>Nicotiana</i> spp.	tobacco	Native American, Australasian (<i>Vetulani, 2001</i> ; <i>Rätsch, 2005</i>)	Stimulant, antianxiety (<i>Rätsch, 2005</i>)	KU199713
Solanaceae (Solanales)	<i>Petunia violacea</i> Lindl.	shanin	Native American (<i>Schultes, 1976</i>)	Hallucinogen (<i>Schultes, 1976</i>)	HQ384915
Solanaceae (Solanales)	<i>Physalis</i> spp.	groundcherry	Native American (<i>Rätsch, 2005</i>)	Sedative, analgesic (<i>Rätsch, 2005</i>)	KP295964
Solanaceae (Solanales)	<i>Scopolia carniolica</i> Jacq.	scopolia	European (<i>Rätsch, 2005</i>)	Hallucinogen, sedative, aphrodisiac (<i>Rätsch, 2005</i>)	HQ216145
Solanaceae (Solanales)	<i>Solandra</i> spp.	arbol del viento	Native American (<i>Knab, 1977</i> ; <i>Rätsch, 2005</i>)	Hallucinogen, aphrodisiac (<i>Knab, 1977</i> ; <i>Rätsch, 2005</i>)	U08620
Solanaceae (Solanales)	<i>Solanum</i> spp.	nightshade	European, Native American (<i>Rätsch, 2005</i>)	Sedative, analgesic (<i>Rätsch, 2005</i>)	KC535803
Solanaceae (Solanales)	<i>Withania somnifera</i> (L.) Dunal	ashwagandha	Indomalayan (<i>Rätsch, 2005</i>)	Sedative, aphrodisiac (<i>Rätsch, 2005</i>)	FJ914179
Theaceae (Ericales)	<i>Camellia sinensis</i> (L.) Kuntze	tea	Temperate Asian (<i>Rätsch, 2005</i>)	Stimulant, aphrodisiac (<i>Rätsch, 2005</i>)	EU053898
Urticaceae (Rosales)	<i>Urtica urens</i> L.	nettle	African and Middle Eastern (<i>Doukkali et al., 2015</i>)	Hallucinogen, antianxiety, sedative (<i>O'Mahony, 2010</i> ; <i>Doukkali et al., 2015</i>)	KM361027

of all known plant species that is maintained by the Royal Botanic Gardens and the Missouri Botanical Garden. The psychoactive uses of each plant were categorized as follows: hallucinogen, sedative (=narcotic/hypnotic), stimulant, anxiolytic (=relaxant), and antidepressant. As psychotropic plants may also exert analgesia and/or aphrodisiac effects, these effects were determined for each plant in addition to their original psychoactive use. Multiple effects based on literature were not uncommon. Thus, plants were assigned multiple psychoactive attributes, if applicable. For congeneric taxa, uses for each species were all noted.

The 126 psychoactive plant taxa were categorized according to the ethnic groups they were associated with: Native American (including North, Central and South America, 49 genera), European (15), Temperate Asian (including China, Russia, 10), Middle Eastern and African (19), Indomalayan (including India and Southeast Asia, 10), Australasia (including Australia, New Guinea, New Zealand, Pacific Islands, 4). Taxa with traditional psychoactive uses in at least two of these groups were designated multi-cultural (19). The uses of the plants were based on the originating indigenous cultures. For example, harmal, *Peganum harmala* (Nitrariaceae), is native in the Mediterranean (Europe), but it was used as a stimulant in the Middle East and in Africa, so harmal was assigned to the latter. Guava, *Psidium guajava* (Myrtaceae), is native to tropical America, but was only used as psychoactive in Africa (Rätsch, 2005). *Argyreia nervosa* (=A. *speciosa*), though of Indian origin, is considered multi-cultural here. It has been used in Ayurvedic medicine as an analgesic and aphrodisiac (Galani, Patel & Patel, 2010), but Hawaiians (Australasia) have been using it as alternative to marijuana (Rätsch, 2005). Cultural designations for each plant were all noted, with overlapping origins, if applicable, indicated.

To construct the phylogeny, the sequence of *rbcL* (the gene that codes for the photosynthetic enzyme rubisco; Clegg, 1993) for each psychoactive plant taxon was obtained from the GenBank database (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank>) using BLASTN (*e*-value = 0, query coverage >50%; Altschul et al., 1990). If there are multiple species within the genus, only the genus name was indicated. The *rbcL* sequences were not available in GenBank for the following species: *Calea ternifolia*, *Calliandra anomala*, *Crocus sativus*, *Horsfieldia australiana*, *Iochroma fuchsoides*, *Juniperus recurva*, *Justicia pectoralis*, *Lactuca virosa*, *Ledum palustre*, *Lonchocarpus violaceus*, *Nymphaea ampla*, *Pachycerus pectenaboriginum*, *Psychotria viridis*, *Ptychopetalum olacoides*, *Psidium guajava*, *Rhynchosia pyramidalis*, *Sassafras albidum*, *Sceletium tortuosum*, *Tanaecium nocturnum*, *Tilia tomentosa*, *Urtica urens*, *Veratrum album*, and *Viola elongata*. In these cases, the *rbcL* sequence for any species within the corresponding genus was downloaded instead.

The *rbcL* sequences of the psychoactive plants were aligned using default parameters in MAFFT v.7 (Katoh & Standley, 2013). PhyML (Guindon & Gascuel, 2003) was utilized to reconstruct the phylogeny applying the general time reversible (GTR) DNA model (Tavaré, 1986) with aLRT (approximate likelihood ratio test) Shimodaira-Hasegawa-like (SH-like) branch support (Simmons & Norton, 2014) and 100 bootstrap replicates. ITOL (Interactive Tree of Life, <http://itol.embl.de>), a web-based tool used for the display and manipulation of phylogenetic trees (Letunic & Bork, 2006), was used to highlight and map the traits in Table 1 (indigenous culture, psychoactive uses). Affected neurotransmitter

(NT) systems (Table 2) for the main psychoactive families were also added to the phylogeny. Cosmetic editing of the ITOL results was completed in Adobe Illustrator CS4.

RESULTS

The 126 psychoactive seed plant taxa belong to 56 families and 31 orders (Table 1) and together comprise 1.6% of the total generic diversity for these families. The phylogeny reflects expected relationships (*The Angiosperm Phylogeny Group, 2016*). Within eudicots there seems to be cultural bias of psychotropic use toward asterid members (61) vs. rosids (31). Nonetheless, the scattered distribution of psychoactive taxa throughout the angiosperm phylogeny suggests that psychoactive phytochemicals have evolved multiple times throughout angiosperm evolution. However, certain families are more diverse with at least 3 or more genera: Myristicaceae, Papaveraceae, Malvaceae, Fabaceae, Cactaceae, Asteraceae, Convolvulaceae, Solanaceae, Lamiaceae, Rubiaceae, Apocynaceae. However, psychoactive diversity within these families may be positively correlated with the family's generic diversity. To test this, a Pearson's product moment correlation coefficient was calculated to test the relationship between the number of psychoactive genera in our study versus the generic diversity of each family (from *Christenhusz & Byng, 2016*). Taxonomically diverse families like Asteraceae and Rubiaceae (>500 genera each) did not always have proportionally higher number of psychoactive genera with the correlation coefficient very weakly positive ($r = 0.004$). However, Myristicaceae (4 psychoactive genera out of 21 total), Papaveraceae (4/42), Cactaceae (5/127), Convolvulaceae (4/53), Solanaceae (16/100), Lamiaceae (8/241), Apocynaceae (7/366) have a disproportionate number (>1.6%) of their family's generic diversity psychoactive. We focused on the neurotransmitter systems affected by psychotropic members of these families as well as psychoactive members in the inherently diverse families of Fabaceae, Malvaceae, Rubiaceae, and Asteraceae (Fig. 1).

Unrelated families may exert similar psychoactive effects (Fig. 1). Cactaceae, Fabaceae, Myristicaceae, Convolvulaceae, and Solanaceae are mainly hallucinogens, though they are unrelated. Of the five cultural groups, Native Americans have traditionally used the most psychoactives (49/126) with predilection for hallucinogens (Fig. 2) in Cactaceae, Fabaceae, Convolvulaceae. These families mainly work as serotonin receptor agonists (Fig. 1; Table 2), the same mechanism as hallucinogenic Myristicaceae that has been used in Australasia and Indomalaya. Members of Solanaceae have also been used as hallucinogens, predominantly by Native Americans and Europeans, but act via a different mechanism—as acetylcholine antagonists. Hallucinogenic asterids are also often used as aphrodisiacs (16/30 = 53% vs. 4/18 = 22% hallucinogenic rosids).

The unrelated Papaveraceae and Lamiaceae similarly show sedative/narcotic qualities, another popular psychoactive effect among different cultural groups (Fig. 2). However, they affect different neurotransmitter systems with Papaveraceae working mainly as opioid receptor agonists. Lamiaceae work as receptor agonists of gamma-amino butyric acid (GABA), which also mediates the family's anxiolytic effects. Psychoactive members of these families also tend to exhibit analgesic effects.

Plants with anxiolytic and antidepressant properties are relatively sparse (Figs. 1 and 2), with Europeans showing slightly increased use of these plants. Members of Apocynaceae

Table 2 Main psychoactive families (cf. Fig. 1), their primary psychoactive effect, suspected phytochemical constituents producing the effect, and the primary neurotransmitter (NT) systems potentially affected. “±” refers to the activation (receptor agonist) and inhibition (receptor antagonist), respectively, of certain NT receptors by the psychoactive substance.

Family	Main psychoactive effect	Active phytochemicals	Neurotransmitter systems affected
Apocynaceae	Antidepressant	Indole alkaloids, e.g., ibogaine, rauwolscline, reserpine, yohimbine (<i>Spinella, 2001; Poly, 2003; Rättsch, 2005; Pratchayasakul et al., 2008; Sayin, 2014; Cardoso et al., 2015</i>)	Serotonin (+), dopamine (+), noradrenaline (+) (<i>Wells, Lopez & Tanaka, 1999; Spinella, 2001; Poly, 2003; Grundmann et al., 2007; Arulmozhi et al., 2012; Zheng, Fan & Liu, 2013; Sayin, 2014; Cardoso et al., 2015</i>) (except reserpine but other indole alkaloids may counteract its effects (<i>Poly, 2003</i>))
Asteraceae	Hallucinogen, aphrodisiac	Sesquiterpene lactones (<i>Rättsch, 2005; Sayin, 2014</i>)	Unknown mechanisms for various sesquiterpene lactones (<i>Chadwick et al., 2013</i>)
Cactaceae	hallucinogen	Phenethylamine alkaloids, e.g., hordenine, mescaline, pectenine (<i>Rättsch, 2005; Sayin, 2014</i>)	Serotonin (+) (<i>Poly, 2003</i>)
Convolvulaceae	hallucinogen	Ergot indole alkaloids (<i>Rättsch, 2005; McClatchey et al., 2009</i>)	Serotonin (+) (<i>Poly, 2003; Kennedy, 2014</i>)
Fabaceae	Hallucinogen	Indole alkaloids, e.g., bufotenin, DMT; tryptamines (<i>Poly, 2003; Wink, 2003; Halpern, 2004; Rättsch, 2005</i>)	Serotonin (+)
Lamiaceae	Anxiolytic, sedative, analgesic	Terpenoids e.g., baicalin, linalool, labdane, rosmarinic acid, salvinorin A, wogonin, etc. (<i>Lis-Balchin & Hart, 1999; Awad et al., 2003; Awad et al., 2009; Poly, 2003; Wink, 2003; Heinrich et al., 2012</i>); leonurine alkaloid (<i>Rauwald et al., 2015</i>)	GABA (+) (<i>Awad et al., 2003; Awad et al., 2009; Hajhashemi, Ghannadi & Sharif, 2003; Shi et al., 2014; Rauwald et al., 2015</i>)
Malvaceae	Stimulant	Xanthine alkaloids, e.g., caffeine, theobromine (in <i>Cola, Theobroma</i> ; <i>Rättsch, 2005; McClatchey et al., 2009</i>); phenethylamine ephedrine (in <i>Sida</i> ; <i>Prakash, Varma & Ghosal, 1981</i>)	Adenosine (–) by xanthine alkaloids (<i>Poly, 2003; McClatchey et al., 2009</i>); adrenaline (+) by ephedrine (<i>Poly, 2003</i>)
Myristicaceae	Hallucinogen	DMT (indole alkaloid in <i>Virola</i>); phenylpropene e.g., myristicin, elemicine, safrole (<i>Poly, 2003; Rättsch, 2005</i>)	Serotonin (+) (<i>Spinella, 2001; Poly, 2003</i>)
Papaveraceae	Hallucinogen	Isoquinoline alkaloids, e.g., codeine; morphine; reticuline; thebaine (<i>Poly, 2003; Heinrich et al., 2012; Fedurco et al., 2015; Shang et al., 2015</i>)	Opioid (+) (<i>Rolland et al., 1991; Poly, 2003; Shang et al., 2015</i>)
Rubiaceae	Stimulant	caffeine (xanthine alkaloid in <i>Coffea</i> ; <i>Poly, 2003</i>); indole alkaloids in others, e.g., corynanthine, mitragynine, yohimbine (indole alkaloid; <i>Poly, 2003; Rättsch, 2005; Suhaimi et al., 2016</i>)	Adenosine (–) by xanthine alkaloids (<i>Poly, 2003; McClatchey et al., 2009</i>); adrenaline (+) and serotonin (+) by indole alkaloids (<i>Poly, 2003</i>)
Solanaceae	Hallucinogen, sedative,	Tropane alkaloids, e.g., atropine, hyoscyamine, scopolamine (<i>Poly, 2003; Wink, 2003; Rättsch, 2005</i>)	Acetylcholine (–) (<i>Poly, 2003</i>)

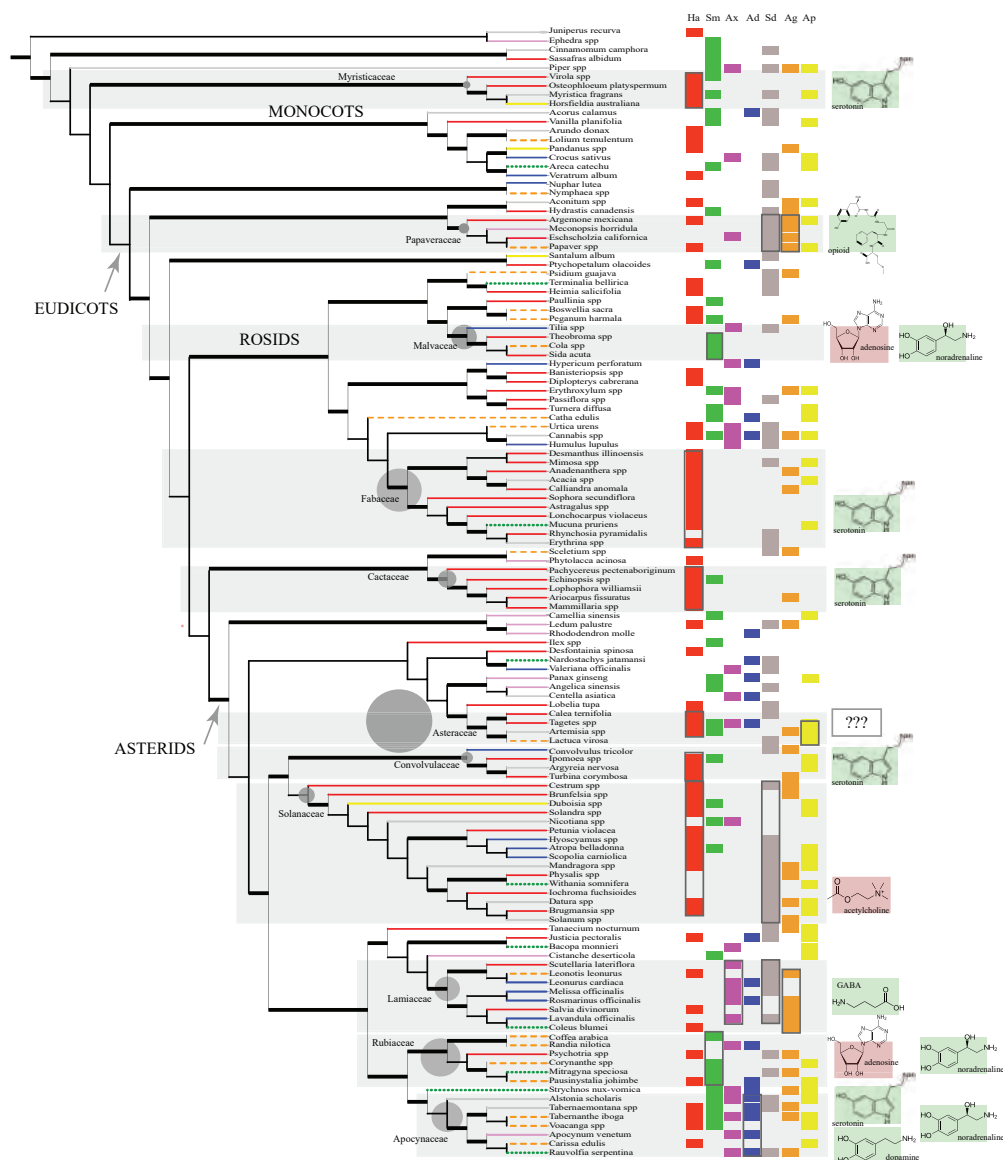


Figure 1 The phylogeny (cladogram) of traditionally used psychoactive plant taxa. The phylogeny conforms to expected groupings (APG IV, 2016). The 11 main plant families are highlighted (top to bottom): Myristicaceae, Papaveraceae, Malvaceae, Fabaceae, Cactaceae, Asteraceae, Convolvulaceae, Solanaceae, Lamiaceae, Rubiaceae, Apocynaceae. Grey circles next to their family names are proportional to total generic diversity within the family with lowest count for Myristicaceae (21 genera), and highest with 1623 genera for Asteraceae (Christenhusz & Byng, 2016). Branches are coded according to the different cultures (Native American: red solid line; Middle Eastern and African: orange dashed line; European: blue solid line; Indomalayan: green dotted line; Temperate Asia: pink solid line, Australasia: yellow solid line; Multi-cultural: grey solid line). Branches in bold represent bootstrap node support >50% and SH-like branch support >0.9. Psychoactive uses were overlain next to taxon names in columns (Ha, hallucinogen; Sm, stimulant; Ax, anxiolytic; Ad, antidepressant; Sd, sedative; Ag, analgesic; Ap, aphrodisiac; along with the primary neurotransmitters affected by the phytochemical/s exerting the dominant psychoactive effect (delineated with boxes; cf. Table 2). Shaded plant families with phytochemicals that activate certain neurotransmitter systems (e.g., receptor agonists) show the neurotransmitter/s involved with green (bright) background; phytochemicals with inhibitory effects to the NT have red (dark) background. In Asteraceae, neuropharmacology is unclear (???).

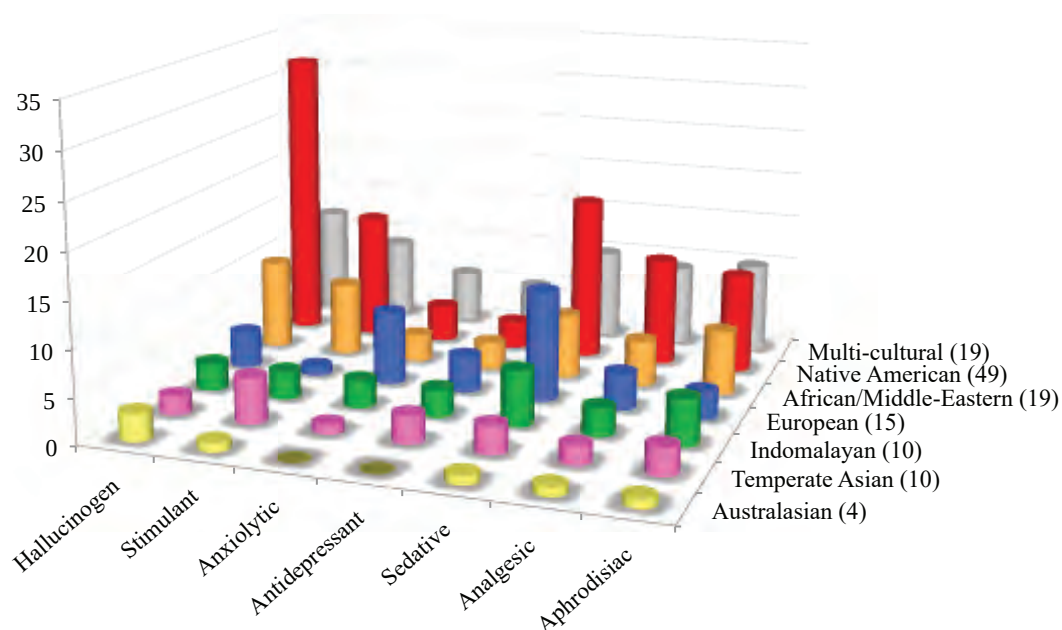


Figure 2 Cultural distribution of psychoactive applications. Psychoactive plants were categorized according to cultural affiliation and psychoactive uses. Each row shows the distribution of psychoactive uses for plants within a cultural group. Of the 126 psychoactive plant genera, more than half of the plants are used as hallucinogens mostly by Native Americans. Plants with sedative/narcotic qualities are also commonly sought after. Plants with anxiolytic and antidepressant effects are the least popular among different cultures.

and Rubiaceae that show an antidepressant effect facilitate this effect by increasing synaptic levels of monoamine neurotransmitters (serotonin, dopamine, noradrenaline; Fig. 1 and Table 2). In contrast, plants with stimulating effects are numerous and randomly distributed throughout the phylogeny, exhibiting varying mechanisms of action (see Malvaceae and Rubiaceae, Fig. 1 and Table 2).

DISCUSSION

The phylogenetic distribution of psychoactive plants shows multiple evolutionary origins and provides evidence for the adaptive benefit of phytochemicals that are psychoactive in animals. It has been hypothesized that mammals may have sought plants with these phytochemicals that were chemically similar to endogenous neurotransmitters to augment their nutrition, as well as to facilitate survival, alleviating pain and hunger (Sullivan & Hagen, 2002). Whether this phylogenetic distribution, showing multiple independent origins of psychoactive plants, is due to co-evolutionary mutualism with animals remains to be tested. However, it is clear that certain psychoactive effects are concentrated in certain groups, which demonstrates that psychoactive phytochemicals are phylogenetically clustered. Phylogenetic clustering of certain secondary metabolites (Wink, 2003; Wink et al., 2010; Wink, 2013) and of medicinal traits (Saslis-Lagoudakis et al., 2012; Saslis-Lagoudakis et al., 2015; Xavier & Molina, 2016) have also been revealed in other studies.

In the phylogeny, 11 of 56 plant families have more psychoactive genera (three or more) compared to others. Accounting for these families' total generic diversity shows that Myristicaceae, Papaveraceae, Cactaceae, Convolvulaceae, Solanaceae, Lamiaceae, and Apocynaceae have a disproportionate number of psychoactive genera. The psychoactive diversity of the other families, Fabaceae, Malvaceae, Asteraceae, and Rubiaceae, may be an artifact of their overall higher generic diversity. Nonetheless, we see a pattern where these plant families are being used for similar psychoactive applications by different cultures, a pattern of cultural convergence (Xavier & Molina, 2016) with bias, interestingly, for plants with hallucinogenic and sedative/narcotic potential.

Pharmacology of hallucinogenic plants

The use of hallucinogens is widespread in cultures which assigned positive meaning to the experienced altered state of consciousness, such as allowing the user access to the spiritual world (Júnior et al., 2015). Hallucinogens used in divination and religious healing (i.e., entheogens) may have played a significant role in human evolution (Schultes, Hofmann & Rätsch, 2001). Native Americans prolifically used hallucinogens, but hallucinogenic use seems to be lower in temperate Asia. Increased hallucinogenic use among indigenous peoples of Brazil (South America) was also reported by Rodrigues & Carlini (2006).

In our study we find hallucinogenic plants in Myristicaceae, Fabaceae, Cactaceae, and Convolvulaceae mainly acting as serotonin receptor agonists, a case of mechanistic convergence where unrelated families exert the same psychoactive effect by affecting identical neurotransmitter systems. Mescaline is the serotonergic chemical in Cactaceae, while DMT (N,N-dimethyltryptamine) and bufotenin (Polya, 2003) have the same effect and evolved independently in hallucinogenic taxa in Fabaceae (Wink, 2013). Serotonin itself occurs in fabaceous *Mucuna pruriens* (Polya, 2003), a hallucinogen and aphrodisiac in Ayurvedic medicine (Lampariello et al., 2012). DMT also exists in *Virola* of the unrelated Myristicaceae (Polya, 2003), and the alkaloid, elemicine, in congeneric *Myristica fragrans* transforms into a mescaline-like molecule (Rätsch, 2005).

The unrelated Convolvulaceae exerts hallucinogenic effects possibly through its ergot alkaloids that work also as serotonin receptor agonists (Polya, 2003; Kennedy, 2014). Yet interestingly, these ergot alkaloids originate from ascomycetous symbiotic fungi (Beaulieu et al., 2013). Though endophytic fungi can produce some active metabolites originally attributed to plants (Wink, 2008; Wink et al., 2010; Nicoletti & Fiorentino, 2015), which may confound interpretation of the phylogeny, this was not the case, so far, for the other main psychoactive families in our study. On the other hand, hallucinogenic taxa in the closely related Solanaceae work on a different mechanism. Its tropane alkaloids such as scopolamine and atropine act as muscarinic receptor antagonists, inhibiting acetylcholine transmission (Spinella, 2001). Interestingly, in another asterid member, *Salvia divinorum* (Lamiaceae), the diterpene, salvinorin A, possibly works as a hallucinogen through its action on specific opioid receptors (kappa) (Willmore-Fordham et al., 2007), the same receptor modulated by the alkaloid ibogaine in hallucinogenic *Tabernanthe iboga* (Apocynaceae;

Spinella, 2001). Various unrelated taxa seemingly achieve their hallucinogenic effects by modulating serotonin, acetylcholine, and/or endogenous opioids.

It is interesting that in many hallucinogenic asterids, aphrodisiac effects are quite common (see Asteraceae, Solanaceae, Apocynaceae). In members of Solanaceae this effect may be due to dopamine increase from cholinergic antagonism (*Spinella, 2001*). Dopamine is important in sexual arousal and orgasm (*Krüger, Hartmann & Schedlowski, 2005*). This neurotransmitter is also modulated by ibogaine in *T. iboga* (*Wells, Lopez & Tanaka, 1999*), which is also traditionally used as an aphrodisiac along with other Apocynaceae members. In another asterid family, Asteraceae, it is not clear which of its phytochemical constituents produce psychoactive effects, except perhaps for wormwood (*Artemisia* spp.) wherein the monoterpenoid, thujone, antagonizes the main inhibitory neurotransmitter, gamma-aminobutyric acid (GABA), resulting in its stimulant, almost convulsant, effects (*Höld et al., 2000*). However, the great diversity of sesquiterpene lactones prevalent in the family (*Chadwick et al., 2013*) are likely implicated in its hallucinogenic and aphrodisiac potential (*Fig. 1* and *Table 2*). These findings motivate further research into these asterid families as new therapeutics for sexual dysfunction.

Pharmacology of plants with sedative and analgesic effects

Dr. WE Dixon, well-known British pharmacologist of his time, once commented that narcotic indulgences reflect the sad paradox that humans seemed to get their “chief pleasures in life by escaping out of life” (*Narcotic Plants, 1928: 252*). There may be truth to this as narcotic/sedative effects were commonly sought for by various cultures, second to hallucinogens, with members of Papaveraceae and Lamiaceae traditionally used for this purpose. Opium poppy of Papaveraceae has long been known to ancient Greeks and Sumerians and is considered one of the most important medicinal plants in history. Its opium latex is the source of >30 alkaloids including morphine and codeine, which bind to opioid receptors, promoting sedation and analgesia (*Heinrich et al., 2012*). Though there are other members of Papaveraceae that have been used by Asians and Native Americans for sedation and pain relief (*Rolland et al., 1991; Brahmachari, Gorai & Roy, 2013; Shang et al., 2015*), the substances responsible for their effects are not well characterized as in opium poppy, but it is possible that their effects are also mediated via opioid receptors (*Shang et al., 2015*) and at least in *Eschscholzia californica* (California poppy) via the GABAergic system (*Fedurco et al., 2015*).

In asterids, sedation is produced by members of Solanaceae and Lamiaceae possibly via different pathways. Tropane alkaloids in Solanaceae (*Wink, 2003*), particularly scopolamine, promote sedation through depression of the central nervous system resulting from anticholinergic activity (*Renner, Oertel & Kirch, 2005*). In Lamiaceae, this effect is mainly facilitated via the GABAergic pathway (*Shi et al., 2014*), with leonurine (*Rauwald et al., 2015*) and essential oil components (*Lisbalchin & Hart, 1999; Wink, 2003; Awad et al., 2009; Shi et al., 2014; Ferlemi et al., 2015*) as the primary chemicals that increase GABA. Coincidentally, Lamiaceae members also possess analgesic effects, but the pharmacology is unclear (*Hajhashemi, Ghannadi & Sharif, 2003; Dobetsberger & Buchbauer, 2011*) and may reflect the antinociceptive properties of activation of GABA

receptors (Enna & McCarson, 2006). *Salvia divinorum* however, does not contain essential oils (Rätsch, 2005), but has been pharmacologically shown to exert analgesic quality through activation of the same opioid receptors (kappa) implicated in its hallucinogenic effect (Willmore-Fordham et al., 2007), a mechanism different from the other Lamiaceae species here. Some members of the distantly related Rubiaceae, including *Psychotria colorata* (Elisabetsky et al., 1995) and *Mitragyna speciosa* (Suhaimi et al., 2016), have also shown similar opiate-like antinociceptive properties, confirming their traditional uses. Repeated evolution of phytochemicals with affinity for animal opioid receptors may imply some adaptive benefit to plants.

Pharmacology of plants with anxiolytic and antidepressant effects

The relatively sparse distribution of anxiolytic and antidepressant plants in the phylogeny compared to hallucinogens and sedatives, suggests that there is less cultural utility for plants with these psychoactive properties. In the US there is a cultural aspect to the pathogenesis of anxiety and depression with minority groups reporting lower incidence compared to whites (Hofmann, Asnaani & Hinton, 2010). The definition itself of depression is wrought with Western assumptions of individual happiness, which is in contrast to other cultures' view of happiness arising from social interdependence (Chentsova-Dutton, Ryder & Tsai, 2014). This may explain why these psychoactive uses were less prevalent compared to hallucinogenic, stimulant and sedative applications.

Sedative members of Lamiaceae often possess anxiolytic qualities (Fig. 1), and this is probably due to overlapping effects on GABA (Tallman et al., 2002). Phytol, an alcohol in essential oils (Costa et al., 2014) has been shown to increase GABA. Rosmarinic acid in rosemary (*R. officinalis*) and lemon balm (*M. officinalis*), both Lamiaceae, also works as GABA transaminase inhibitor preventing GABA catabolism (Awad et al., 2009).

In members of Apocynaceae and Rubiaceae (Gentianales) that show anxiolytic and antidepressant effects, another mechanism may be involved. *Rauvolfia serpentina* (Apocynaceae) is used in Ayurvedic medicine to treat depression (Mamedov, 2005). In Africa, the confamilial *T. iboga* is used as a stimulant to combat fatigue and hunger, but may have potential in easing depressive symptoms (Nigg & Seigler, 1992). *Pausinystalia yohimbe* (Rubiaceae) has stimulating effects on the nervous system and has been used to increase libido by men in central Africa (Rätsch, 2005). The confamilial *M. speciosa* has also been used as stimulant to counteract fatigue and increase endurance for work in Southeast Asia (Idayu et al., 2011). The main chemical constituents of these closely related families are indole alkaloids that generally increase synaptic levels of the monoamine neurotransmitters, serotonin, dopamine and noradrenaline by various mechanisms including inhibition of transport and reuptake (Wells, Lopez & Tanaka, 1999; Zheng, Fan & Liu, 2013; Kennedy, 2014). The unrelated but popular herbal antidepressant, St. John's wort (*Hypericum perforatum*, Hypericaceae; Spinella, 2001), as well as pharmaceutical antidepressants, produces its effects (Feighner, 1999) via the same mechanism of reuptake inhibition.

Monoamine transport inhibitors may be rife in Apocynaceae (or Gentianales). In her ethnopharmacological studies of plants from South Africa, Jäger (2015) also discovered two other Apocynaceae species that exhibited high affinity to the serotonin transporter.

Interestingly, these plants were also being used by traditional healers to treat those who were “being put down by the spirits.” A primary side effect of many conventional antidepressants is sexual dysfunction ([Higgins, Nash & Lynch, 2010](#)), which seems to contradict the aphrodisiac effect exhibited by *T. iboga* and *P. yohimbe*, in addition to their antidepressant effects. This suggests that members of Gentianales may be exploited as novel pharmaceuticals for depression without the known side effects of sexual dysfunction.

Pharmacology of plants with stimulating effects

Plants traditionally used as stimulants are numerous and scattered throughout the phylogeny, indicating that stimulant phytochemicals have evolved multiple times independently in different lineages and may confer some evolutionary benefit. A few display paradoxical effects as both stimulating and sedating, such as marijuana ([Block et al., 1998](#)) and *M. speciosa* ([Rätsch, 2005](#)), which may be attributed to dosage, idiosyncrasies, or antagonistic phytochemicals.

Albeit belonging to diverse families, coffee (*Coffea arabica*, Rubiaceae), yerba mate (*Ilex paraguariensis*, Aquifoliaceae), kola (*Cola* spp., Malvaceae), tea (*Camellia sinensis*, Theaceae), and guarana (*Paullinia cupana*, Sapindaceae), all contain caffeine, a xanthine alkaloid, which acts as a stimulant through antagonism of adenosine receptors, interfering with the binding of the inhibitory endogenous adenosine ([Rätsch, 2005](#)). Yohimbe (*P. yohimbe*), though confamilial with coffee, contains the indole alkaloid, yohimbine, which binds to adrenergic and serotonin receptors ([Polya, 2003](#)), and is structurally and mechanistically similar to other stimulant alkaloids found in diverse plant groups such as ergot alkaloids in Convolvulaceae, ibogaine in *T. iboga* and *Voacanga* sp. (Apocynaceae), and harmaline in *Peganum harmala* (Nitrariaceae) ([Polya, 2003](#)).

Within the same family, particularly Solanaceae, contrasting effects and mechanisms may also be observed. Though many solanaceous members contain tropane alkaloids that work as anticholinergic hallucinogens with incapacitating effects, tobacco exerts stimulant activity through an opposite mechanism, with nicotine, a pyrrolidine alkaloid, promoting acetylcholine transmission. However, tropane alkaloids are not unique to Solanaceae. Cocaine, found in the unrelated *E. coca* (Erythroxylaceae), suggests that chemically similar alkaloids may evolve in divergent lineages (i.e., convergent evolution) or alternatively, certain metabolic pathways have been evolutionarily conserved throughout plant evolution and differential gene regulation is responsible for the expression of this pathway ([Wink, 2003](#); [Wink, 2008](#); [Wink et al., 2010](#); [Weng, 2014](#)). These may account for the presence of ephedrine in the gymnosperm *Ephedra* spp. (Ephedraceae; [Polya, 2003](#)) and the unrelated angiosperms *Sida acuta* (Malvaceae; [Prakash, Varma & Ghosal, 1981](#)) and *Catha edulis* (Celastraceae; [Polya, 2003](#)). Ephedrine, a phenethylamine that mimics noradrenaline, stimulates the adrenergic receptor system, and thus the sympathetic nervous system responsible for the “fight-and-flight” response ([Polya, 2003](#); [Rätsch, 2005](#)).

It is notable that, even within the same family, the stimulant phytochemicals are chemically diverse. This phylogenetic pattern may indicate that stimulant chemicals may be more evolutionarily labile than hallucinogenic and sedative phytochemicals that seem to be more phylogenetically conserved within the family. As to why this is begs further

inquiry, but hints at the evolutionary benefits of these chemically diverse plant psychoactive compounds that have evolved multiple times among seed plants, possibly with multifarious roles other than to function solely as allelochemicals.

CONCLUSION

Phylogenetic analysis has demonstrated multiple evolutionary origins of traditionally used psychoactive plant groups. Whether this pattern is due to repeated co-evolutionary mutualism with animals remains to be tested. Psychoactive diversity of some highlighted families is probably due to the inherent elevated diversity in these families. However, other plant families have a disproportionate number of psychoactive genera, and their phytochemical and psychoactive traits show phylogenetic clustering, with different cultures converging on geographically-disparate members of these families for similar uses: Myristicaceae, Cactaceae, Convolvulaceae, and Solanaceae as hallucinogens; Papaveraceae, Lamiaceae for analgesia and sedation; Apocynaceae for antidepressant effects. In certain unrelated families with the same psychoactive effect, the same neurotransmitter systems were also affected, i.e., mechanistic convergence. However, this was not the case for plants with stimulant effects, where confamilial taxa possess chemically diverse stimulant alkaloids, and chemically similar stimulant alkaloids exist in diverse lineages. Endophytic fungi can also produce some active metabolites originally attributed to plants ([Wink, 2008](#); [Wink et al., 2010](#); [Nicoletti & Fiorentino, 2015](#)), and this should be considered when interpreting the phylogeny.

Though we may have missed other psychotropic taxa, our study still provides insight into the ethnobotanical origins of psychoactive plant use. The addition of these missing taxa may only serve to corroborate our conclusion of widespread human dependence on psychoactive plants and highlight other important psychoactive families and their pharmacology. The brain is perhaps the most complex domain of the human body ([Singer, 2007](#)), and therefore brain disorders are complex pathologies themselves ([Margineanu, 2016](#)). Ethnobotanical research on how various human cultures have exploited herbal therapy through time to treat neurological afflictions will continue to provide insight into the etiology of these diseases and the success of folkloric treatments. Yet, the astounding diversity of plant-based medicines may be better appreciated within an evolutionary context that can reveal phylogenetic patterns that may guide future drug discovery ([Saslis-Lagoudakis et al., 2012](#); [Xavier & Molina, 2016](#)). Though chemically similar psychoactive chemicals may exist in phylogenetically unrelated lineages, suggesting convergent evolution or differential gene regulation of common metabolic pathways ([Wink, 2003](#); [Wink, 2008](#); [Wink et al., 2010](#)), the majority of traditionally used psychoactive plants generally display phylogenetic conservatism in phytochemistry and pharmacology, and may be explored as novel therapeutics for neurological disorders such as depression, anxiety, pain, insomnia and sexual dysfunction, reinforcing the potential of plant psychoactives as “springboards for psychotherapeutic drug discovery” ([McKenna, 1996](#)).

ACKNOWLEDGEMENTS

This research was conceived as part of NA's MSc thesis, and we are grateful to the King Abdullah scholarship program (of Saudi Arabia) for sponsoring NA. We also thank NA's family and Michael Purugganan for various forms of support. We also thank Joseph Morin and Timothy Leslie for reviewing earlier drafts of this manuscript. We are equally grateful to the reviewers for their constructive comments.

ADDITIONAL INFORMATION AND DECLARATIONS

Funding

The authors received no funding for this work.

Competing Interests

The authors declare there are no competing interests.

Author Contributions

- Nashmiah Aid Alrashedy performed the experiments, analyzed the data, contributed reagents/materials/analysis tools, wrote the paper, prepared figures and/or tables, reviewed drafts of the paper.
- Jeanmaire Molina conceived and designed the experiments, performed the experiments, analyzed the data, contributed reagents/materials/analysis tools, wrote the paper, prepared figures and/or tables, reviewed drafts of the paper.

Data Availability

The following information was supplied regarding data availability:

The research in this article did not generate, collect or analyse any raw data or code.

REFERENCES

- Altschul SF, Gish W, Miller W, Myers EW, Lipman DJ. 1990. Basic local alignment search tool. *Journal of Molecular Biology* **215**:403–410 DOI [10.1016/S0022-2836\(05\)80360-2](https://doi.org/10.1016/S0022-2836(05)80360-2).
- Arulmozhi S, Mazumder PM, Sathiya NP, Thakurdesai A. 2012. Antianxiety and antidepressant activity of leaves of *Alstonia scholaris* Linn R.Br. *Pharmacologia* **3**:239–248 DOI [10.5567/pharmacologia.2012.239.248](https://doi.org/10.5567/pharmacologia.2012.239.248).
- Awad R, Arnason JT, Trudeau V, Bergeron C, Budzinski JW, Foster BC, Merali Z. 2003. Phytochemical and biological analysis of skullcap (*Scutellaria lateriflora* L.): a medicinal plant with anxiolytic properties. *Phytomedicine* **10**:640–649 DOI [10.1078/0944-7113-00374](https://doi.org/10.1078/0944-7113-00374).
- Awad R, Muhammad A, Durst T, Trudeau VL, Arnason JT. 2009. Bioassay-guided fractionation of lemon balm (*Melissa officinalis* L.) using an *in vitro* measure of GABA transaminase activity. *Phytotherapy Research* **23**:1075–1081 DOI [10.1002/ptr.2712](https://doi.org/10.1002/ptr.2712).

- Beaulieu WT, Panaccione DG, Hazekamp CS, Mckee MC, Ryan KL, Clay K. 2013. Differential allocation of seed-borne ergot alkaloids during early ontogeny of morning glories (Convolvulaceae). *Journal of Chemical Ecology* 39:919–930 DOI 10.1007/s10886-013-0314-z.
- Block RI, Erwin WJ, Farinpour R, Braverman K. 1998. Sedative, stimulant, and other subjective effects of marijuana: relationships to smoking techniques. *Pharmacology Biochemistry and Behavior* 59:405–412 DOI 10.1016/S0091-3057(97)00453-X.
- Brahmachari G, Gorai D, Roy R. 2013. Argemone mexicana: chemical and pharmacological aspects. *Revista Brasileira De Farmacognosia* 23:559–567.
- Cardoso FAG, Uliano VG, Bohatch Júnior MS, Matkovski PD, Alberton MD, Albuquerque CA, Magro D, Delwing D, Barauna SC. 2015. Antidepressant-like effect of Tabernaemontana catharinensis hydroalcoholic extract in mice: evidence of the involvement of 5-HT1A receptors. *Psychology & Neuroscience* 8:280–289 DOI 10.1037/h0101055.
- Chadwick M, Trewin H, Gawthrop F, Wagstaff C. 2013. Sesquiterpenoids lactones: benefits to plants and people. *International Journal of Molecular Sciences* 14:12780–12805 DOI 10.3390/ijms140612780.
- Chaudhary S, Chandrashekar KS, Pai KSR, Setty MM, Devkar RA, Reddy ND, Shoja MH. 2015. Evaluation of antioxidant and anticancer activity of extract and fractions of Nardostachys jatamansi DC in breast carcinoma. *BMC Complementary and Alternative Medicine* 15:1 DOI 10.1186/s12906-015-0563-1.
- Chentsova-Dutton Y, Ryder A, Tsai JL. 2014. Understanding depression across cultural contexts. In: Gotlib I, Hammen C, eds. *Handbook of depression*. 3rd edition. New York: Guilford Press.
- Christenhusz MJ, Byng JW. 2016. The number of known plants species in the world and its annual increase. *Phytotaxa* 261:201–217 DOI 10.11646/phytotaxa.261.3.1.
- Clarke R, Merlin M. 2013. *Cannabis: evolution and ethnobotany*. Los Angeles: University of California Press.
- Clegg MT. 1993. Chloroplast gene sequences and the study of plant evolution. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 90:363–367 DOI 10.1073/pnas.90.2.363.
- Costa JP, De Oliveira GAL, De Almeida AAC, Islam MT, De Sousa DP, De Freitas RM. 2014. Anxiolytic-like effects of phytol: possible involvement of GABAergic transmission. *Brain Research* 1547:34–42 DOI 10.1016/j.brainres.2013.12.003.
- Danjuma NM, Chindo BA, Abdu-Aguye I, Anuka JA, Hussaini IM. 2014. Psychopharmacological properties of saponins from Randia nilotica stem bark. *Pharmaceutical Biology* 52:1–7 DOI 10.3109/13880209.2013.784343.
- Dobetsberger C, Buchbauer G. 2011. Actions of essential oils on the central nervous system: an updated review. *Flavour and Fragrance Journal* 26:300–316 DOI 10.1002/ffj.2045.
- Doukkali Z, Taghzouti K, Boudida EH, Nadjmouddine M, Cherrah Y, Alaoui K. 2015. Evaluation of anxiolytic activity of methanolic extract of Urtica urens in a mice model. *Behavioral and Brain Functions* 11:19 DOI 10.1186/s12993-015-0063-y.

- Elisabetsky E, Amador TA, Albuquerque RR, Nunes DS, Carvalho A. 1995. Analgesic activity of *Psychotria colorata* (Willd. ex R. & S.) Muell. Arg. alkaloids. *Journal of Ethnopharmacology* 48:77–83 DOI 10.1016/0378-8741(95)01287-N.
- Enna SJ, McCarson KE. 2006. The role of GABA in the mediation and perception of pain. *Advances in Pharmacology* 54:1–27 DOI 10.1016/S1054-3589(06)54001-3.
- Fan J, Wang Y, Wang X, Wang P, Tang W, Yuan W, Kong L, Liu Q. 2015. The antitumor activity of *Meconopsis horridula* Hook, a traditional Tibetan Medical Plant, in murine leukemia L1210 cells. *Cellular Physiology and Biochemistry* 37:1055–1065 DOI 10.1159/000430231.
- Farouk L, Laroubi A, Aboufatima R, Benharref A, Chait A. 2008. Evaluation of the analgesic effect of alkaloid extract of *Peganum harmala* L.: possible mechanisms involved. *Journal of Ethnopharmacology* 115:449–454 DOI 10.1016/j.jep.2007.10.014.
- Fedurco M, Gregorová J, Šebrlová K, Kantorová J, Peš O, Baur R, Sigel E, Táborská E. 2015. Modulatory effects of *Eschscholzia californica* alkaloids on recombinant GABAA receptors. *Biochemistry Research International* 2015:617620 DOI 10.1155/2015/617620.
- Feighner JP. 1999. Mechanism of action of antidepressant medications. *The Journal of Clinical Psychiatry* 60(4):4–11.
- Ferlemi AV, Katsikoudi A, Kontogianni VG, Kellici TF, Iatrou G, Lamari FN, Tzakos AG, Margarity M. 2015. Rosemary tea consumption results to anxiolytic-and antidepressant-like behavior of adult male mice and inhibits all cerebral area and liver cholinesterase activity; phytochemical investigation and in silico studies. *Chemico-biological Interactions* 237:47–57 DOI 10.1016/j.cbi.2015.04.013.
- Foster S, Duke JA. 2000. *A field guide to medicinal plants and herbs of eastern and central North America*. Boston: Houghton Mifflin Harcourt.
- Fürstenberg-Hägg J, Zagrobelny M, Bak S. 2013. Plant defense against insect herbivores. *International Journal of Molecular Sciences* 14:10242–10297 DOI 10.3390/ijms140510242.
- Galani VJ, Patel BG, Patel NB. 2010. *Argyrea speciosa* (Linn. f.) sweet: a comprehensive review. *Pharmacognosy Reviews* 4:172–178 DOI 10.4103/0973-7847.70913.
- Gericke N, Viljoen AM. 2008. Sceletium—a review update. *Journal of Ethnopharmacology* 119:653–663 DOI 10.1016/j.jep.2008.07.043.
- Grundmann O, Nakajima J, Seob S, Butterwecka V. 2007. Anti-anxiety effects of *Apocynum venetum* L. in the elevated plus maze test. *Journal of Ethnopharmacology* 110:406–411 DOI 10.1016/j.jep.2006.09.035.
- Guindon S, Gascuel O. 2003. A simple, fast, and accurate algorithm to estimate large phylogenies by maximum likelihood. *Systematic Biology* 52:696–704.
- Hajhashemi V, Ghannadi A, Sharif B. 2003. Anti-inflammatory and analgesic properties of the leaf extracts and essential oil of *Lavandula angustifolia* Mill. *Journal of Ethnopharmacology* 89:67–71 DOI 10.1016/S0378-8741(03)00234-4.
- Halpern J. 2004. Hallucinogens and dissociative agents naturally growing in the United States. *Pharmacology & Therapeutics* 102:131–138 DOI 10.1016/j.pharmthera.2004.03.003.

- Heinrich M, Barnes J, Gibbons S, Williamson EM. 2012. *Fundamentals of pharmacology and phytotherapy*. London: Elsevier.
- Higgins A, Nash M, Lynch AM. 2010. Antidepressant-associated sexual dysfunction: impact, effects, and treatment. *Drug, Healthcare and Patient Safety* 2:141–150 DOI 10.2147/DHPS.S7634.
- Hofmann SG, Asnaani A, Hinton DE. 2010. Cultural aspects in social anxiety and social anxiety disorder. *Depression and Anxiety* 27:1117–1127 DOI 10.1002/da.20759.
- Höld KM, Sirisoma NS, Ikeda T, Narahashi T, Casida JE. 2000. Alpha-thujone (the active component of absinthe): gamma-aminobutyric acid type A receptor modulation and metabolic detoxification. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 97:3826–3831.
- Hosseinzadeh H, Noraei NB. 2009. Anxiolytic and hypnotic effect of *Crocus sativus* aqueous extract and its constituents, crocin and safranal, in mice. *Phytotherapy Research* 23:768–774 DOI 10.1002/ptr.2597.
- Howe GA, Jander G. 2008. Plant immunity to insect herbivores. *Annual Review of Plant Biology* 59:41–66 DOI 10.1146/annurev.arplant.59.032607.092825.
- Idayu NF, Hidayat MT, Moklas MA, Sharida F, Raudzah AR, Shamima AR, Apriyani E. 2011. Antidepressant-like effect of mitragynine isolated from *Mitragyna speciosa* Korth in mice model of depression. *Phytomedicine* 18:402–407 DOI 10.1016/j.phymed.2010.08.011.
- Jäger A. 2015. CNS disorders. In: Heinrich M, Jäger A, eds. *Ethnopharmacology*. West Sussex: John Wiley & Sons.
- Johnson SW, North RA. 1992. Opioids excite dopamine neurons by hyperpolarization of local interneurons. *The Journal of Neuroscience* 12:483–488.
- Júnior WSF, Cruz MP, Vieira FJ, Albuquerque UP. 2015. An evolutionary perspective on the use of hallucinogens. In: Albuquerque UP, De Medeiros PM, Casas A, eds. *Evolutionary ethnobiology*. Switzerland: Springer International Publishing.
- Katoh K, Standley DM. 2013. MAFFT multiple sequence alignment software version 7: improvements in performance and usability. *Molecular Biology and Evolution* 30:772–780 DOI 10.1093/molbev/mst010.
- Kennedy DO. 2014. *Plants and the human brain*. New York: Oxford University Press.
- Knab T. 1977. Notes concerning use of *Solandra* among the Huichol. *Economic Botany* 31:80–86.
- Krüger TH, Hartmann U, Schedlowski M. 2005. Prolactinergic and dopaminergic mechanisms underlying sexual arousal and orgasm in humans. *World Journal of Urology* 23:130–138 DOI 10.1007/s00345-004-0496-7.
- Lampariello LR, Cortelazzo A, Guerranti R, Sticozzi C, Valacchi G. 2012. The magic velvet bean of *Mucuna pruriens*. *Journal of Traditional and Complementary Medicine* 2:331–339.
- Letunic I, Bork P. 2006. Interactive tree of life. (iTOL): an online tool for phylogenetic tree display annotation. *Bioinformatics* 23:127–128.

- Lis-Balchin M, Hart S. 1999.** Studies on the mode of action of the essential oil of Lavender *Lavandula angustifolia* P. Miller. *Phytotherapy Research* **13**:540–542 DOI [10.1002/\(SICI\)1099-1573\(199909\)13:6<540::AID-PTR523>3.0.CO;2-I](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1573(199909)13:6<540::AID-PTR523>3.0.CO;2-I).
- Lüscher C, Ungless MA. 2006.** The mechanistic classification of addictive drugs. *PLoS Medicine* **3**(11):e437 DOI [10.1371/journal.pmed.0030437](https://doi.org/10.1371/journal.pmed.0030437).
- Mahler SV, Smith KS, Berridge KC. 2007.** Endocannabinoid hedonic hotspot for sensory pleasure: anandamide in nucleus accumbens shell enhances ‘liking’ of a sweet reward. *Neuropsychopharmacology* **32**:2267–2278 DOI [10.1038/sj.npp.1301376](https://doi.org/10.1038/sj.npp.1301376).
- Mamedov N. 2005.** Adaptogenic, geriatric, stimulant and antidepressant plants of Russian Far East. *Journal of Cell and Molecular Biology* **4**:71–75.
- Margineanu DG. 2016.** Neuropharmacology beyond reductionism—a likely prospect. *Biosystems* **141**:1–9 DOI [10.1016/j.biosystems.2015.11.010](https://doi.org/10.1016/j.biosystems.2015.11.010).
- McClatchey WC, Mahady GB, Bennett BC, Shiels L, Savo V. 2009.** Ethnobotany as a pharmacological research tool and recent developments in CNS-active natural products from ethnobotanical sources. *Pharmacology & Therapeutics* **123**:239–254 DOI [10.1016/j.pharmthera.2009.04.002](https://doi.org/10.1016/j.pharmthera.2009.04.002).
- McKenna D. 1996.** Plant hallucinogens: Springboards for psychotherapeutic drug discovery. *Behavioural Brain Research* **73**:109–116 DOI [10.1016/0166-4328\(96\)00079-4](https://doi.org/10.1016/0166-4328(96)00079-4).
- Meira M, Silva EPD, David JM, David JP. 2012.** Review of the genus *Ipomoea*: traditional uses, chemistry and biological activities. *Revista Brasileira de Farmacognosia* **22**:682–713 DOI [10.1590/S0102-695X2012005000025](https://doi.org/10.1590/S0102-695X2012005000025).
- Merlin MD. 2003.** Archaeological evidence for the tradition of psychoactive plant use in the old world. *Economic Botany* **57**:295–323.
- Narcotic Plants. 1928.** *Canadian Medical Association Journal* **19**:251–252.
- Nicoletti R, Fiorentino A. 2015.** Plant bioactive metabolites and drugs produced by endophytic fungi of Spermatophyta. *Agriculture* **5**:918–970 DOI [10.3390/agriculture5040918](https://doi.org/10.3390/agriculture5040918).
- Nigg HN, Seigler D (eds.) 1992.** *Phytochemical resources for medicine and agriculture*. New York: Springer Science & Business Media.
- O’Mahony CS. 2010.** *Psychoactive substances: a guide to ethnobotanical plants and herbs, synthetic chemicals, compounds and products*. Available at <http://www.thehealthwell.info/node/69579> (accessed on 2016 June 12).
- Piato A, Rizon L, Martins B, Nunes D, Elisabetsky E. 2008.** Antidepressant profile of *Ptychopetalum olacoides* Benth (Marapuama) in mice. *Phytotherapy Research* **23**:519–524 DOI [10.1002/ptr.2664](https://doi.org/10.1002/ptr.2664).
- Polya G. 2003.** *Biochemical targets of plant bioactive compounds: a pharmacological reference guide to sites of action and biological effects*. Boca Raton: CRC Press.
- Prakash A, Varma RK, Ghosal S. 1981.** Alkaloid constituents of *Sida acuta*, *S. humilis*, *S. rhombifolia* and *S. spinosa*. *Planta Medica* **43**:384–388.
- Pratchayasakul W, Pongchaidecha A, Chattipakorn N, Chattipakorn S. 2008.** Ethnobotany and ethnopharmacology of *Tabernaemontana divaricata*. *Indian Journal of Medical Research* **127**:317–335.

- Rätsch C. 2005. *The encyclopedia of psychoactive plants: ethnopharmacology and its applications*. Rochester: Park Street Press.
- Rauwald HW, Savtschenko A, Merten A, Rusch C, Appel K, Kuchta K. 2015. GABAA receptor binding assays of standardized *Leonurus cardiaca* and *Leonurus japonicus* extracts as well as their isolated constituents. *Planta Medica* 81:1103–1110 DOI 10.1055/s-0035-1546234.
- Renner UD, Oertel R, Kirch R. 2005. Pharmacokinetics and pharmacodynamics in clinical use of scopolamine. *Therapeutic Drug Monitoring* 27:655–665.
- Rodrigues E, Carlini EA. 2006. A comparison of plants utilized in ritual healing by two Brazilian cultures: Quilombolas and Kraho Indians. *Journal of Psychoactive Drugs* 38:285–295 DOI 10.1080/02791072.2006.10399854.
- Rolland A, Fleurentin J, Lanhers MC, Younos C, Misslin R, Mortier F, Pelt JM. 1991. Behavioural effects of the American traditional plant *Eschscholzia californica*: sedative and anxiolytic properties. *Planta Medica* 57:212–216 DOI 10.1055/s-2006-960076.
- Saslis-Lagoudakis CH, Rønsted N, Clarke AC, Hawkins JA. 2015. Evolutionary approaches to ethnobiology. In: Albuquerque UP, De Medeiros PM, Casas A, eds. *Evolutionary ethnobiology*. Cham: Springer International Publishing.
- Saslis-Lagoudakis CH, Savolainen V, Williamson EM, Forest F, Wagstaff SJ, Baral SR, Watson MF, Pendry CA, Hawkins JA. 2012. Phylogenies reveal predictive power of traditional medicine in bioprospecting. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 109:15835–15840 DOI 10.1073/pnas.1202242109.
- Sayin HU. 2014. The consumption of psychoactive plants during religious rituals: the root of common symbols and figures in religions and myths. *NeuroQuantology* 12:726–296 DOI 10.14704/nq.2014.12.2.753.
- Schultes RE. 1976. *Hallucinogenic plants*. New York: Golden Press.
- Schultes RE, Hofmann A, Rätsch C. 2001. *Plants of the Gods—their sacred, healing, and hallucinogenic powers*. Second edition. Rochester: Healing Arts Press.
- Shang X, Wang D, Miao X, Wang Y, Zhang J, Wang X, Zhang Y, Pan H. 2015. Antinociceptive and anti-tussive activities of the ethanol extract of the flowers of *Meconopsis punicea* Maxim. *BMC Complementary and Alternative Medicine* 15:154 DOI 10.1186/s12906-015-0671-y.
- Shi Y, Dong JW, Zhao JH, Tang LN, Zhang JJ. 2014. Herbal insomnia medications that target GABAergic systems: a review of the psychopharmacological evidence. *Current Neuropharmacology* 12:289–302 DOI 10.2174/1570159X11666131227001243.
- Shinomol GK, Muralidhara, Bharath MM. 2011. Exploring the role of “Brahmi” (*Bocopa monnieri* and *Centella asiatica*) in brain function and therapy. *Recent Patents on Endocrine, Metabolic & Immune Drug Discovery* 5:33–49.
- Simmons MP, Norton AP. 2014. Divergent maximum-likelihood-branch-support values for polytomies. *Molecular Phylogenetics & Evolution* 73:87–96 DOI 10.1016/j.ympev.2014.01.018.
- Singer W. 2007. Understanding the brain. *EMBO Reports* 8:S16–S19.

- Spinella M. 2001.** *The psychopharmacology of herbal medicine: plant drugs that alter mind, brain, and behavior.* London: MIT Press.
- Suhaimi FW, Yusoff NH, Hassan R, Mansor SM, Navaratnam V, Müller CP, Hassan Z. 2016.** Neurobiology of Kratom and its main alkaloid mitragynine. *Brain Research Bulletin* DOI 10.1016/j.brainresbull.2016.03.015.
- Sullivan RJ, Hagen EH. 2002.** Psychotropic substances seeking: evolutionary pathology or adaptation? *Addiction* 97:389–400 DOI 10.1046/j.1360-0443.2002.00024.x.
- Tallman JF, Cassella J, Kehne J, Corpora N. 2002.** Mechanism of action of anxiolytics. In: Davis KL, Charney D, Coyle JT, Nemeroff C, eds. *Neuropsychopharmacology.* Philadelphia: Lippincott, Williams & Wilkins.
- Tavaré S. 1986.** Some probabilistic and statistical problems in the analysis of DNA sequences. In: Miura RM, ed. *Some mathematical questions in biology—DNA sequence analysis.* Providence: American Mathematical Society.
- The Angiosperm Phylogeny Group. 2016.** An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society* 181:1–20.
- The Plant List. 2013.** Version 1.1. Available at <http://www.theplantlist.org/> (accessed on 2016 June 16).
- Van Wyk B-E, Wink M. 2014.** *Phytochemicals, herbal drugs and poisons.* Kew: The University of Chicago Press, Chicago and London Kew Publishing Royal Botanic Gardens.
- Vetulani J. 2001.** Drug addiction: part I. Psychoactive substances in the past and presence. *Polish Journal of Pharmacology* 53:201–214.
- Vogl S, Picker P, Mihaly-Bison J, Fakhrudin N, Atanasov AG, Heiss EH, Wawrosch C, Reznicek G, Dirsch VM, Saukel J, Kopp B. 2013.** Ethnopharmacological *in vitro* studies on Austria's folk medicine—an unexplored lore *in vitro* anti-inflammatory activities of 71 Austrian traditional herbal drugs. *Journal of Ethnopharmacology* 149:750–771 DOI 10.1016/j.jep.2013.06.007.
- Wang T, Zhang X, Xie W. 2012.** *Cistanche deserticola* YC Ma, Desert ginseng: a review. *The American Journal of Chinese Medicine* 40:1123–1141 DOI 10.1142/S0192415X12500838.
- Wells GB, Lopez MC, Tanaka JC. 1999.** The effects of ibogaine on dopamine and serotonin transport in rat brain synaptosomes. *Brain Research Bulletin* 48:641–647 DOI 10.1016/S0361-9230(99)00053-2.
- Weng JK. 2014.** The evolutionary paths towards complexity: a metabolic perspective. *New Phytologist* 201:1141–1149.
- Willmore-Fordham CB, Krall DM, McCurdy CR, Kinder DH. 2007.** The hallucinogen derived from *Salvia divinorum*, salvinorin A, has κ -opioid agonist discriminative stimulus effects in rats. *Neuropharmacology* 53:481–486 DOI 10.1016/j.neuropharm.2007.06.008.
- Wink M. 2003.** Evolution of secondary metabolites from an ecological and molecular phylogenetic perspective. *Phytochemistry* 64:3–19 DOI 10.1016/S0031-9422(03)00300-5.

- Wink M. 2008.** Plant secondary metabolism: diversity, function and its evolution. *Natural Product Communications* **3**:1205–1216.
- Wink M. 2013.** Evolution of secondary metabolites in legumes (Fabaceae). *South African Journal of Botany* **89**:164–175 DOI [10.1016/j.sajb.2013.06.006](https://doi.org/10.1016/j.sajb.2013.06.006).
- Wink M. 2016.** Evolution of secondary plant metabolism. In: *eLS*. Chichester: John Wiley & Sons, Ltd.
- Wink M, Botschen F, Gosmann C, Schäfer H, Waterman PG. 2010.** Chemotaxonomy seen from a phylogenetic perspective and evolution of secondary metabolism. In: Wink M, ed. *Annual plant reviews volume 40: biochemistry of plant secondary metabolism*. Second edition. Oxford: Wiley-Blackwell.
- Xavier C, Molina J. 2016.** Phylogeny of medicinal plants depicts cultural convergence among immigrant groups in New York City. *Journal of Herbal Medicine* **6**:1–11 DOI [10.1016/j.hermed.2015.12.002](https://doi.org/10.1016/j.hermed.2015.12.002).
- Zheng M, Fan Y, Liu C. 2013.** Antidepressant-like effect of flavonoids extracted from *Apocynum venetum* leaves on brain monoamine levels and dopaminergic system. *Journal of Ethnopharmacology* **147**:108–113 DOI [10.1016/j.jep.2013.02.015](https://doi.org/10.1016/j.jep.2013.02.015).



Wild Lettuce - Uses, Side Effects, and More

OTHER NAME(S): Acrid Lettuce, Bitter Lettuce, German Lactucarium, ... [Show More](#) 

[Overview](#)[Uses](#)[Side Effects](#)[Precautions](#)[Interactions](#)[Dosing](#)[Reviews \(12\)](#)

Overview

Wild lettuce is a plant. The leaves, sap (latex), and seed are used to make medicine.

Wild lettuce is used for [whooping cough](#), [asthma](#), urinary tract problems, [cough](#), [trouble sleeping](#) ([insomnia](#)), restlessness, excitability in children, painful menstrual periods, excessive [sex drive](#) in women (nymphomania), muscular or [joint](#) pains, poor circulation,

swollen genitals in men ([priapism](#)), and as an [opium](#) substitute in cough preparations.

The seed oil is used for "hardening of the [arteries](#)" ([atherosclerosis](#)) and as a substitute for wheat germ oil.

Some people apply wild lettuce latex directly to the [skin](#) to kill germs.

Some people inhale wild lettuce for a recreational "high" or hallucinogenic effect.

How does it work ?

Wild lettuce has calming, relaxing, and pain relieving effects.

Next >

[View References](#)

TODAY ON WEBMD



Vitamins Quiz

Do you know your vitamin ABCs?



11 Supplements for Menopause

Ease hot flashes and other symptoms.



Vitamin B12

Are you getting enough?



Vitamin D

Wonder pill or overkill?

Search Vitamins

Related Vitamins

Enter vitamin or supplement

Enter vitamin or supplement



Common Searches: [Alpha Lipoic Acid](#) | [Apple Cider Vinegar](#) | [Black Cohosh](#) | [Calcium](#) |

[Show More](#) ▾

You Might Also Like

Chronic Conditions Common in Minorities

5 Health Benefits of Hemp

[View More](#) ▾

Understanding Heartburn: The Basics

Vitamins and Supplements to Avoid with Hepatitis C

CONDITIONS OF USE AND IMPORTANT INFORMATION: This information is meant to supplement, not replace advice from your doctor or healthcare provider and is not meant to cover all possible uses, precautions, interactions or adverse effects. This information may not fit your specific health circumstances. Never delay or disregard seeking professional medical advice from your doctor or other qualified health care provider because of something you have read on WebMD. You should always speak with your doctor or health care professional before you start, stop, or change any prescribed part of your health care plan or treatment and to determine what course of therapy is right for you.

RECOMMENDED FOR YOU



VIDEO

Powerhouse Fruits and Veggies



SLIDESHOW

Supplements You Shouldn't Try

SLIDESHOW

This copyrighted material is provided by Natural Medicines Comprehensive Database Consumer Version. Information from this source is evidence-based and objective, and without commercial influence. For professional medical information on natural medicines, see Natural Medicines Comprehensive Database Professional Version.

© Therapeutic Research Faculty 2020.



Why You Need Vitamin E



ARTICLE

St. John's Wort for Depression



ARTICLE

Garcinia Cambogia: Is It Safe for Weight Loss?

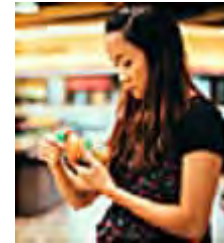


ARTICLE

Vitamin K: How Much Do You Need?

ARTICLE

Fiber for Heart, Cholesterol, and Digestive Health



SLIDESHOW

Are You Getting the Vitamins
You Need?

WEBMD SPECIAL SECTIONS

Quiz: What Do You Know About Vitamin
B12 Deficiency?

Vitamins and Supplements: The Facts

Health Solutions FROM OUR SPONSORS

Penis Curved When Erect?
Could I have CAD?

Treat Bent Fingers
Treat HR+, HER2- MBC

Tired of Dandruff?
Benefits of CBD

Rethink MS Treatment
AFib-Related Strokes
Risk of a Future DVT/PE
Is My Penis Normal?

Relapsing MS Options
Liver Transplants Save Lives
Finance Plastic Surgery
Bent Finger Causes

Living With Psoriasis?
Missing Teeth?

More from WebMD

5 Tips to Help With Relapsing MS
How to Thrive With Narcolepsy
Relief for Blocked Hair Follicles
Psoriatic Arthritis and Your Sleep
What Psoriasis Feels Like
First Psoriatic Arthritis Flare

Talking to Your Doctor About RA
Crohn's: A 'Full-Body' Disease
Avoiding Crohn's Flares
Health Benefits of Hemp Seed Oil
Live Better With Psoriatic Disease
Types of B-Cell Therapy for MS

5 Health Benefits of Hemp
Why Prostate Cancer Spreads
Living with Advanced Breast Cancer
Where Breast Cancer Spreads



FIND US ON:   

Policies

Privacy Policy
Cookie Policy
Editorial Policy
Advertising Policy
Correction Policy
Terms of Use

About

WebMD Network

Medscape
Medscape Reference
MedicineNet
eMedicineHealth
RxList
OnHealth
WebMDRx
First Aid

Our Apps

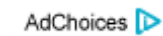
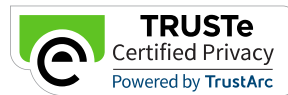
WebMD Mobile
WebMD App
Pregnancy
Baby
Allergy
Medscape

For Advertisers

Contact Us
About WebMD
Careers
Newsletter
Corporate
WebMD Health Services
Site Map
Accessibility

WebMD Magazine
WebMD Health Record
Dictionary
Physician Directory

Advertise with Us
Advertising Policy



© 2005 - 2022 WebMD LLC. All rights reserved.
WebMD does not provide medical advice, diagnosis or treatment.
[See additional information.](#)

WILD LETTUCE

Reviewed on 6/11/2021

Other Name(s):

Acrid Lettuce, Bitter Lettuce, German Lactucarium, Green Endive, Lactuca virosa, Lactucarium, Laitue Amère, Laitue à Opium, Laitue Sauvage, Laitue Scariole, Laitue Serriole, Laitue Vireuse, Lechuga Silvestre, Lettuce Opium, Poison Lettuce, Strong-Scented Lettuce.

[Overview](#) | [Uses](#) | [Side Effects](#) | [Interactions](#) | [Dosing](#)

OVERVIEW

Wild lettuce is a plant. The leaves, sap (latex), and seed are used to make medicine.

Wild lettuce is used for whooping cough, asthma, urinary tract problems, cough, trouble sleeping (insomnia), restlessness, excitability in children, painful menstrual periods,

 [Privacy & Trust Info](#)



Pill Identifier Tool

Quick, Easy, Pill Identification



Drug Interaction Tool

Check Potential Drug Interactions



Pharmacy Locator Tool

Including 24 Hour, Pharmacies



excessive sex drive in women (nymphomania), muscular or joint pains, poor circulation, swollen genitals in men (priapism), and as an opium substitute in cough preparations.

The seed oil is used for “hardening of the arteries” (atherosclerosis) and as a substitute for wheat germ oil.

Some people apply wild lettuce latex directly to the skin to kill germs.

Some people inhale wild lettuce for a recreational "high" or hallucinogenic effect.

How does it work?

Wild lettuce has calming, relaxing, and pain relieving effects.

ADVERTISEMENT



— SLIDESHOW —

Vitamin D Deficiency: How Much Vitamin D Is Enough?

See Slideshow



USES & EFFECTIVENESS

Insufficient Evidence to Rate Effectiveness for...

- Whooping cough.
- Asthma.
- Urinary tract problems.
- Cough.
- “Hardening of the arteries” (atherosclerosis).
- Trouble sleeping (insomnia).
- Restlessness.
- Painful menstrual periods.
- Sexual disorders.
- Muscle and joint pain.
- Killing germs, when the latex is applied to the skin.
- Other conditions.

More evidence is needed to rate the effectiveness of wild lettuce for these uses.

Natural Medicines Comprehensive Database rates effectiveness based on scientific evidence according to the following scale: Effective, Likely

Effective, Possibly Effective, Possibly Ineffective, Likely Ineffective, and Insufficient Evidence to Rate ([detailed description of each of the](#)

[ratings](#)).

SIDE EFFECTS

Wild lettuce seems safe for most people in small amounts. Large amounts, however, can slow breathing and might cause death.

Applying wild lettuce directly to the skin can cause irritation. Large amounts can cause sweating, fast heartbeat, pupil dilation, dizziness, ringing in the ears, vision changes, sedation, breathing difficulty, and death.

Special Precautions & Warnings:

Pregnancy and breast-feeding: Not enough is known about the use of wild lettuce during pregnancy and breast-feeding. Stay on the safe side and avoid use.

Enlarged prostate (benign prostatic hyperplasia, BPH): Don't use wild lettuce if you have this condition. It contains a chemical that can harm people who have trouble urinating.

Allergy to ragweed and related plants: Wild lettuce may cause an allergic reaction in people who are sensitive to the Asteraceae/Compositae family. Members of this family include ragweed, chrysanthemums, marigolds, daisies, and many others. If you have allergies, be sure to check with your healthcare provider before taking wild lettuce.

Narrow-angle glaucoma: Don't use wild lettuce if you have this eye condition. It contains a chemical that might make glaucoma worse.

Surgery: Wild lettuce can affect the central nervous system. There is a concern that it might cause too much sleepiness if it is taken along with anesthesia and other nerve-numbing medications used during and after surgery. Stop using wild lettuce at least 2 weeks before a scheduled surgery.



IQ

— QUESTION —

Next to red peppers, you can get
the most vitamin C from
_____.

See Answer



INTERACTIONS

Sedative medications (CNS depressants) Interaction Rating: **Moderate** Be cautious with this combination. Talk with your health provider.

Wild lettuce might cause sleepiness and drowsiness. Medications that cause sleepiness are called sedatives. Taking wild lettuce along with sedative medications might cause too much sleepiness.

Some sedative medications include clonazepam ([Klonopin](#)), lorazepam ([Ativan](#)), [phenobarbital](#) ([Donnatal](#)), zolpidem ([Ambien](#)), and others.

DOSING

The appropriate dose of wild lettuce depends on several factors such as the user's age, health, and several other conditions. At this time there is not enough scientific information to determine an appropriate range of doses for wild lettuce. Keep in mind that natural products are not always necessarily safe and dosages can be important. Be

sure to follow relevant directions on product labels and consult your pharmacist or physician or other healthcare professional before using.



REPORT PROBLEMS TO THE FOOD AND DRUG ADMINISTRATION

You are encouraged to report negative side effects of prescription drugs to the FDA. Visit the [FDA MedWatch](#) website or call 1-800-FDA-1088.

Health Solutions From Our Sponsors

[Penis Curved When Erect](#)

[Could I have CAD?](#)

[Treat Bent Fingers](#)

[Treat HR+, HER2- MBC](#)

[Tired of Dandruff?](#)

[Life with Cancer](#)

[References](#) 

Health Solutions From Our Sponsors

[Penis Curved When Erect](#)

[Could I have CAD?](#)

[Treat Bent Fingers](#)

[Treat HR+, HER2- MBC](#)

[Tired of Dandruff?](#)

[Life with Cancer](#)



Drug Categories

Drugs & Medications

Slideshows

Pill Identification Tool

Vitamins, Herbs, & Dietary Supplements

Images

Diseases

Symptom Checker

Dictionary

Quizzes

RxList

About Us

Consumer Contact RxList

Terms of Use

Privacy Policy

Sponsor Policy

Pharmaceutical Companies A-Z

Site Map

WebMD Network

WebMD

Medscape Reference

Medscape

MedicineNet

eMedicineHealth

OnHealth

WebMDRx



[Do Not Sell My Personal Information](#)

Copyright © 2022 by RxList Inc. RxList does not provide medical advice, diagnosis or treatment. [See additional information.](#)

SUPPLEMENTS > HERBAL SUPPLEMENTS

What Is Wild Lettuce?

This cousin of dandelion may help treat chronic pain

By [Cathy Wong](#) | Updated on January 13, 2022

✓ [Medically reviewed](#) by [Arno Kroner, DAOM, LAc](#)



Table of Contents

[Uses](#)

[Possible Side Effects](#)

[Selection and Preparation](#)

[Frequently Asked Questions](#)

Wild lettuce is more than just lettuce grown in the wild; it is a species of plant used frequently in herbal medicine. Wild lettuce (*Lactuca virosa*) is closely related to [dandelion](#) and is believed to have sedative and analgesic (pain-relieving) effects. It is often used as a natural remedy for stress and [chronic pain](#).

Others believe that its benefits extend to the prevention and treatment of illnesses like malaria and Alzheimer's disease.

This article explores how wild lettuce is used in [complementary and alternative medicine](#), including whether there is any evidence that it can prevent or treat disease. It also looks at the possible risks of using wild lettuce and how to choose and use this herbal remedy safely.

- Poisonous lettuce
- Rakutu-karyumu-so

What Is Wild Lettuce Used For?

Wild lettuce can be found in central and southern Europe, Australia, the Punjab region of India and Pakistan, and along the coast of Great Britain.

Wild lettuce contains two compounds—lactucin  and lactucopicrin —that act on the central nervous system. Wild lettuce has the highest concentration of lactucopicrin of all plants, although dandelion root and chicory root are also good sources.

In addition to its sedative and analgesic effects, lactucopicrin is believed to act as an acetylcholinesterase  inhibitor; this that it blocks cholinesterase enzymes responsible for slowing communication between

- [Alzheimer's disease](#)
- [Arthritis](#)
- [Asthma](#)
- [Atherosclerosis](#) 🔊 (hardening of the arteries)
- [Cough](#)
- [Insomnia](#)
- [Joint pain](#)
- [Malaria](#)
- [Menstrual pain](#)

Despite the health claims, there is little evidence that wild lettuce can prevent or treat any medical condition. Most of the current evidence is limited to small, low-quality studies.

Recap

Related: [Best Herbs for Natural Pain Relief](#)

Pain

Despite claims that wild lettuce is a potent painkiller, there has been little research conducted to support this claim.

The study most commonly referred to was published in the *Journal of Ethnopharmacology* back in 2006. For this study, the researchers provided lab mice with either lactucin, lactucopicrin, or [ibuprofen](#) (a nonsteroidal anti-inflammatory drug) in oral form. The mice were then submitted to a hot-plate test and a flick-tail test (in which their tails were literally flicked) to assess their response to pain. ^[1]

Of the compounds tested, lactucopicrin was the most potent and required half the dose compared to ibuprofen. Lactucin and lactucopicrin also appeared to have a sedating effect as evidenced by the slowing of the animals' reflexes.

Malaria

By contrast, sweet wormwood (*Artemisia annua*), another plant rich in lactucin and lactucopicrin, contains a highly active antimalarial agent called artemisinin . Unlike sweet wormwood, wild lettuce does not contain any artemisinin. [Artemisinin](#) and its derivatives are the active components of drugs used in the frontline treatment of all malaria cases.

Alzheimer's Disease

Wild lettuce appears to be a robust acetylcholinesterase inhibitor. Among its benefits, a 2018 study in the *Journal of Ethnopharmacology* found that lactucopicrin increased neuritogenesis in brain cells extracted from lab rats. ^[3]

Neuritogenesis is a phenomenon in which nerve cells sprout projections, called neurites , that connect one nerve cell to another. The more neurites there are, the stronger the transmission of nerve signals.

This suggests, but not proves, that wild lettuce may help preserve brain function in people with [Alzheimer's disease](#) and other neurodegenerative disorders like [Parkinson's disease](#). Further research is needed.

like malaria or Alzheimer's disease. The evidence to date is limited to animal or test-tube studies.

Related: [Traditional and Alternative Pain Remedies](#)

Possible Side Effects

The long-term safety of wild lettuce is unknown. If consumed in reasonable amounts, wild lettuce is generally regarded as safe, although it may cause mild indigestion, jitteriness, or drowsiness.

Some people may experience skin irritation if wild lettuce is applied to the skin. This is especially true for people with a [latex allergy](#).

Even though wild lettuce is used for therapeutic purposes, the latex excreted from the plant is highly toxic. This can deliver mildly euphoric sensations progressing to extreme agitation if overused. A 2009 study published in *BMJ Case Reports* detailed eight incidences of poisoning that occurred after consuming large quantities of raw wild lettuce. ^[4]

lettuce can aggravate conditions like [benign prostatic hyperplasia](#)  (enlarged prostate) or [narrow-angle glaucoma](#), both of which are influenced by acetylcholinesterase inhibitors.

You should also avoid wild lettuce if you are taking sedatives or any sedating drug, including alcohol, [opioids](#), or antihistamines like [Benadryl \(diphenhydramine\)](#).

When to Call a Doctor

Call 911 or poison control, or seek emergency care if any of the following occurs after consuming wild lettuce. Most cases are not life-threatening but may require hospitalization due.

- Blurred vision
- Bloodshot eyes
- Rapid heartbeat
- Shortness of breath
- Dizziness or fainting

- Abdominal cramps
- Severe sweating
- Inability to urinate

Recap

Wild lettuce is generally considered safe but contains latex that may cause an allergic reaction in people with a latex allergy. It can also be sedating and may cause a euphoric "high" if used in excess. High doses can be toxic and cause poisoning.

 Wild lettuce dried herb

Verywell / Anastasia Tretiak

Selection, Preparation, and Storage

Wild lettuce is most commonly sold in the United States as a dietary supplement, most often in capsule form but also as tinctures, extracts, powders, and dried herbs.

There are no guidelines for the appropriate use of wild lettuce, but manufacturers of capsule formulations typically recommend 400 to 500 milligrams (mg) per day. As a general rule, never exceed the dose on the product label.

Dosages of tinctures and extract vary based on the concentration of the solution. Dried herbal and powdered formulations can be used to make tea by steeping 1 to 2 tablespoons of the dried herb or 1 to 2 teaspoons of the powder into a cup of boiling water.

By contrast, wild lettuce capsules offer more consistent dosing, particularly if they have been certified by an independent certifying body like U.S. Pharmacopeia (USP), ConsumerLab, or NSF International. Although certification is uncommon with many herbal supplements, manufacturers are increasingly embracing the practice as consumers of supplements become savvier.

Certification does not mean that a supplement works. It simply confirms that the contents are pure and that the supplement only contains the types and amount of ingredients listed on the product label.

Because supplements are not stringently regulated in the United States, certifications like these are your best assurance that a supplement is safe.

Recap

There is no recommended dose of wild lettuce. Capsules may be the safest form as you can control the dose. Never exceed the dose on the product label, and opt for brands that have been independently certified by U.S. Pharmacopeia, NSF International, or ConsumerLab.

little evidence that wild lettuce can prevent or treat any medical condition.

Wild lettuce is generally considered safe but may cause reactions in people with a latex allergy. It can also cause drowsiness and should not be used with alcohol or sedatives. When used in excess, wild latex can cause a euphoric "high" but also lead to toxicity and poisoning.

There is no recommended dose for wild lettuce. Capsule supplements may be safer than tinctures, powders, or dried herbs as you can control the dose. To ensure purity, opt for brands that have been certified by third-party organizations like U.S. Pharmacopeia, NSF International, or ConsumerLab.

FREQUENTLY ASKED QUESTIONS

Are there safe alternatives to wild lettuce?



Can you eat raw wild lettuce like you do other lettuces?



Where can you buy wild lettuce?



Was this page helpful?



6 Sources 

Related Articles

SUPPLEMENTS

What Is Xiao Yao San?

Medically reviewed by Arno Kroner, DAOM, LAc

SUPPLEMENTS

Saw Palmetto for Prostate Health?

Medically reviewed by Arno Kroner, DAOM, LAc

TYPE 2 DIABETES

The Health Benefits of Gymnema

SUPPLEMENTS

What Is Betaine Hydrochloride?

SEXUAL HEALTH

What Is Fenugreek Used For?

Medically reviewed by Kashif J. Piracha, MD

SUPPLEMENTS

Can Sage Help Lower Your Cholesterol?

Medically reviewed by Emily Dashiell, ND

SUPPLEMENTS

What Is Horsetail?

Medically reviewed by Arno Kroner, DAOM, LAc

SUPPLEMENTS

Can Bacopa Sharpen Your Focus?

Medically reviewed by Arno Kroner, DAOM, LAc

SUPPLEMENTS

Spirulina: Uses, Benefits, Side Effects,

DIGESTIVE HEALTH

What You Need to Know About Cascara

SUPPLEMENTS

Pokeweed: Benefits, Side Effects, and Preparations

Medically reviewed by Arno Kroner, DAOM, LAc

SUPPLEMENTS

What Are Anthocyanins?

Medically reviewed by Meredith Bull, ND

verywellhealth

Daily Health Tips to Your Inbox

Enter your email

SIGN UP

Health A-Z

Prevention & Treatment

Health Care

News

[Medical Expert Board](#)

[Editorial Process](#)

[Privacy Policy](#)

[Cookie Policy](#)

[Terms of Use](#)

[California Privacy Notice](#)

[About Us](#)

[Anti-Racism Pledge](#)

[In the News](#)

[Advertise](#)

[Careers](#)

[Contact](#)

verywell fit

verywell mind

verywell family

Verywell Health's content is for informational and educational purposes only. Our website is not intended to be a substitute for professional medical advice, diagnosis, or treatment.



Verywell Health is part of the Dotdash Meredith publishing family.

Wild Lettuce: Does It Provide Natural Pain Relief?



Written by [Jillian Kubala, MS, RD](#) — Medically reviewed by [Kim Chin, RD](#), Nutrition — Updated on April 20, 2021

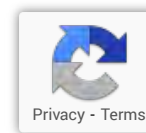
[What it is](#) | [Pain relief](#) | [Other benefits](#) | [Side effects](#) | [Bottom line](#)

For centuries, people have used natural remedies, such as medicinal plants, to treat a variety of symptoms, including pain.

Wild lettuce is a plant that has been used for pain relief and to induce sleep. It's used by people interested in alternatives to conventional medications.

Though wild lettuce may have several health benefits, many people are unaware of the adverse side effects that can occur from ingesting this plant.

This article discusses the health benefits and potential dangers of wild lettuce.





(Nicolas Leser/Getty Images)

ADVERTISEMENT

What is wild lettuce?

Wild lettuce (*Lactuca virosa*) is grown in various areas of the world, including Iran, Austria, France, Germany, and Scotland.

This herb thrives in sunny locations, such as along riverbanks and roadsides, and it can grow up to 6 feet (1.8 meters) in height.

Wild lettuce has bright green leaves, which sprout from a green stem that's occasionally spotted purple.

When scratched, the plant secretes a milky white substance known as lactucarium.

When dried, this compound resembles opium, a pain-relieving agent extracted from unripe seedpods of the opium poppy. Opium was commonly used as a pain reliever and sedative from ancient times into the 19th century (1👍).

Lactucarium may deliver similar effects as opium — but with fewer side effects.

In fact, wild lettuce is often referred to as “opium lettuce” due to its purported pain-relieving qualities (2👍).

Historically, doctors used wild lettuce as a pain reliever and a treatment for conditions such as whooping cough, with research studies on its use dating as far back as 1815 (3[✓]).

Today you can find many different wild lettuce products that contain extracts of the plant's seeds, leaves, and milky sap.

These tinctures, powders, oils, and pills are marketed to treat a range of conditions, including:

- anxiety
- breathing issues
- poor sleep
- joint pain

What's more, raw wild lettuce is sometimes consumed by foragers who collect and eat wild plants.

In addition, wild lettuce has psychoactive properties and is sometimes used recreationally by people looking for a natural buzz.

SUMMARY

The extract of wild lettuce seeds, leaves, and sap are added to a number of natural products claiming to relieve a variety of health concerns, such as pain and anxiety.

Can it provide pain relief?

Wild lettuce extract, or lactucarium, has long been used to relieve pain.

Lactucarium contains lactucin and lactucopicrin, [bitter](#) substances that act on the central nervous system to produce pain-relieving and sedative effects ([4](#) ✓).

These compounds are considered sesquiterpene lactones, a group of beneficial substances most concentrated in plants belonging to the Asteraceae family — such as lettuce, calendula, and [chicory](#) ([5](#) ✓).

In fact, sesquiterpene lactones make up a large part of the lactucarium secreted by wild lettuce.

While many natural healthcare companies and homeopathic websites promote wild lettuce as a pain treatment, scientific evidence is lacking.

Few studies in humans have examined wild lettuce and pain relief, though some animal studies suggest that the compounds in wild lettuce extract may have pain-relieving properties.

For example, a study in mice demonstrated that at doses of 7 and 13.5 mg per pound (15 and 30 mg per kg) of body weight, lactucin and lactucopicrin combined had comparable pain-relieving effects as 30 mg of ibuprofen ([6](#) ✓).

However, animal studies on the pain-relieving properties of wild lettuce are limited, and more research needs to be done that includes humans.

SUMMARY

Though wild lettuce has been used since ancient times to treat pain, very little evidence supports its use in humans.

ADVERTISEMENT

Other possible benefits

Wild lettuce is promoted as a natural treatment for a variety of conditions aside from pain, such as:

- anxiety
- respiratory conditions

- menstrual cramps
- arthritis
- cancer
- insomnia
- poor circulation
- restlessness
- urinary infections

It's also thought to have antibacterial properties when applied to your skin.

Though you can find information on the alleged healing qualities of wild lettuce on many alternative medicine websites, there's currently no scientific research to support its use to treat any of the above conditions.

Studies do show that other types of sesquiterpene lactones from the Asteraceae family are effective in [reducing inflammation](#), which may aid certain conditions, such as arthritis (7👍).

Additionally, some sesquiterpenes offer antioxidant, antibacterial, and antitumor properties.

For example, [chamomile](#), a member of the Asteraceae family, contains chamazulene, a sesquiterpene that demonstrates strong antioxidant qualities (8👍).

Feverfew, also in the Asteraceae group, is rich in parthenolide, which inhibited the growth of leukemia cells in a test-tube study (9👍).

However, there are few studies on the specific compounds found in wild lettuce.

Until more research is completed on the health effects of wild lettuce, the claims stated by certain websites and supplement companies can't be substantiated.

SUMMARY

Though other types of sesquiterpene lactones from the Asteraceae plant family possess anti-inflammatory and antioxidant properties, it's unknown whether wild lettuce delivers the same benefits.

Side effects, potential dangers, and alternatives

Though the benefits of wild lettuce remain unstudied, its side effects have been better researched.

Studies indicate that wild lettuce can harm your health (10 ✓).

In one study, eight people who ingested raw wild lettuce experienced symptoms including (11 ✓):

- dizziness
- extreme sensitivity to light

- sweating
- hallucinations
- anxiety
- urinary retention
- blurred vision
- headache
- nausea
- vomiting

Due to the lack of research on wild lettuce supplements, the potential side effects of such supplements are unknown.

There is no way of knowing how wild lettuce extract may interact with certain medications.

Because animal studies indicate that wild lettuce extract may have sedative properties, anyone taking sedatives should avoid wild lettuce supplements.

Additionally, ingesting wild lettuce may cause hallucinations, which can be dangerous.

Before using wild lettuce, you should speak with a healthcare professional.

Safer alternatives to wild lettuce

For people wanting more natural ways to treat pain and inflammation, trying more researched alternatives may be a safer bet.

For example, [CBD oil](#), also known as cannabidiol, is a non-psychoactive compound found in the cannabis plant that exhibits many beneficial effects on health.

Numerous studies reveal that CBD oil may help reduce inflammation, relieve chronic pain, decrease anxiety, and improve sleep quality ([12](#) ✓).

Turmeric and [omega-3](#) fish oil supplements can help reduce pain and inflammation with few side effects ([13](#) ✓, [14](#) ✓).

Other evidence-based, natural ways to help relieve pain include yoga, exercise, meditation, acupuncture, and heat therapy ([15](#) ✓, [16](#) ✓, [17](#) ✓).

SUMMARY

Little is known about the potentially dangerous side effects of raw wild lettuce or related supplements. It may be best to try safer, evidence-based alternatives for pain relief.

The bottom line

Wild lettuce is used by people looking for a natural treatment for pain.

Yet, research to confirm this and other purported benefits is lacking. What's more, some evidence suggests that the remedy could result in dangerous side effects.

It's currently unclear whether wild lettuce is safe or effective.

Consider wholesome, whole-body practices like yoga, meditation, or exercise instead.

Last medically reviewed on April 20, 2021



FEEDBACK:  

READ THIS NEXT

9 Bitter Foods That Are Good for You



Written by Erica Julson, MS, RDN, CLT

Bitter foods sometimes get a bad rap in the culinary world, but they may boast a variety of health benefits. Here are 9 bitter foods that are good for...

[READ MORE →](#)

5 Ways Chamomile Tea Benefits Your Health



Written by Brianna Elliott, RD

Chamomile is an herb that has long been consumed as a natural health remedy. This article reviews the top 5 benefits of chamomile tea.

[READ MORE →](#)

9 Home Treatments for Shortness of Breath (Dyspnea)

Medically reviewed by Meredith Goodwin, MD, FAAFP

Shortness of breath is an uncomfortable condition that can make it hard to carry out daily tasks. If it isn't a medical emergency, some at-home...

[READ MORE →](#)

Chicory Coffee: A Healthy Alternative to Coffee?



Written by Rachael Link, MS, RD

Chicory coffee has gained popularity as a healthy substitute for coffee, but it is good for you? Here's a look at the evidence.

[READ MORE →](#)

Natural Relief from Arthritis Pain

Medically reviewed by Brenda B. Spriggs, M.D., MPH, FACP

Treatments for arthritis include over-the-counter and prescription medications, but natural and lifestyle remedies also play a key role. Find out more...

[READ MORE →](#)

17 Proven Tips to Sleep Better at Night



Written by Rudy Mawer, MSc, CISSN

This article lists 17 evidence-based tips to sleep better at night. Getting good sleep is very important for optimal health.

[READ MORE →](#)

Pain Relief Basics

Medically reviewed by [Eloise Theisen, RN, MSN, AGPCNP-BC](#)

We all experience pain. Fortunately, there are many ways to manage pain, whether that means treating the source of the pain or coping with the pain...

[READ MORE →](#)

16 Simple Ways to Relieve Stress



Written by [Jillian Kubala, MS, RD](#) and [Kerri-Ann Jennings, MS, RD](#)

Excess stress is a common problem. Here are 16 effective ways to relieve stress and anxiety.

[READ MORE →](#)

4 Natural Supplements That Are as Powerful as Drugs



Written by [Kris Gunnars, BSc](#)

Some supplements can have powerful effects. Here is a list of 4 natural supplements that are just as effective as pharmaceutical drugs.

[READ MORE →](#)



Get our wellness newsletter

Filter out the noise and nurture your inbox with health and wellness advice that's inclusive and rooted in medical expertise.

Enter your email	SIGN UP

Your [privacy](#) is important to us

About Us

Health Topics

Contact Us

Medical Affairs

Terms of Use

Content Integrity

Privacy Policy

Newsletters

Privacy Settings

Do Not Sell My Info

Advertising Policy

© 2005-2022 Healthline Media a Red Ventures Company.
All rights reserved. Our website services, content, and
products are for informational purposes only. Healthline
Media does not provide medical advice, diagnosis, or
treatment. [See additional information.](#)



HEALTHLINE MEDIA

[About](#) | [Careers](#) | [Advertise with us](#)

OUR BRANDS

[Healthline](#)

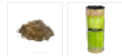
[Medical News Today](#)

[Greatist](#)

[Psych Central](#)

Buy your Hawaiian Copelandia grow kit here !
High potency Panaeolus Cyanescens
Order here: Hawaiian Copelandia grow kit

Inicio → Smartshop → Lechuga silvestre (Lactuca Virosa)



Lechuga silvestre (Lactuca Virosa) - Hierbas de los Dioses

3 Revisión(es) | Añadir Tu Revisión

La Lechuga Silvestre o Lechuga Opio es una planta calmante con efectos similares a los opiáceos sin llegar a ser uno. Tiene propiedades calmantes y narcóticas y en la antigüedad ya era prescrita por Hipócrates.

6,95 €

Disponibilidad: En existencias

1



AÑADIR AL CARRITO



Añadir para comparar.



Escribir un Email a un amigo

Productos relacionados



Escutellaria (Scutellaria Galericulata)



9,95 €

Passionflower | Passiflora incarnata | shredded



8,50 €

Descripción del producto

Información adicional

Historia

La lechuga silvestre ha sido utilizada como planta medicinal a lo largo de la historia. Hay antiguos textos escritos por el famoso doctor Hipócrates prescribiendo esta planta por sus efectos calmantes y sanadores.

El emperador romano Augusto habría comido esta lechuga para sobrellevar una enfermedad que padecía. Y parece que era muy efectiva porque mandó erigir una estatua en su honor! Por ello, probablemente, los romanos empezaron a cultivar esa planta en todo su imperio. La lechuga silvestre es originaria del centro y el sur de Europa y más tarde apareció en zonas de Paquistán, India y el norte de Irán también. Durante los periodos de colonización la lechuga fue llevada a Norteamérica y Australia.

La lechuga silvestre es llamada también Lactuca Virosa, lechuga amarga, gran lechuga o incluso lechuga opio. La última denominación se debe, probablemente, porque los efectos son muy parecidos a los del Ópio. Las sustancias activas en esta hierba son lactucopirrim y lactucin, las cuales, no son oficialmente opiáceas pero los efectos calmantes y narcóticos se parecen a los opiáceos. Se dice que puede tener efectos hipnóticos cuando se toma una gran cantidad, incluso puede ser tóxico.

Uso

Utilizar 1-2 cucharaditas por taza de té. Dejar reposar 10-15 minutos antes de consumir.

Hierbas de los Dioses

Esta marca ofrece desde 1999 una variada lista de hierbas de alta calidad. Su selección de hierbas abarca relajantes, estimulantes y psicoactivas entre otras. Son fáciles de tomar, ingeridas directamente, bebiéndose en té o inhalando con un vaporizador.

Revisiones de Cliente

relaxing Revisión por tea

Clasificación

Was stressed, drank a cup, a bit later realized part of my tension was gone, nothing crazy, have to drink more i guess (Publicado en 6/7/2019)

Amazing! A potent and pleasent high Revisión por Hr Vrist

Clasificación

Extraordin positive surprise: I'm an experienced user of different "tools" to alter perception and emotional states.

Using both natural and manufactured timulants in different forma I've tried quite a lot I'd say, but "Wild Lettuce" kind of blew my mind. I'm a great fan of oppim and it's true: this plant imitate the buzz of opiates in a way I've never tried before!

HIGHLY recommended!

It's one of the most potent - non-hallucigenic - plant I've tried (Publicado en 29/7/2018)

Nice teal! Revisión por Dani

Clasificación

Tastes really nice like some green tea mix, and has a calming effect. Drank at least 3 cups and let mellow and lightly sedated. Great for a sit down with friends or as a rewind moment before eating truffles. (Publicado en 23/2/2017)

Escribir Tu Propia Revisión

Sólo usuarios registrados pueden escribir sus opiniones. [Conéctese](#) o [regístrese](#)

Case Reports > [Presse Med.](#) 2003 Apr 26;32(15):702-3.

[Abuse of lactuca virosa]

[Article in French]

[Michel Spadari](#), [Philip Pommier](#), [Danièle Canioni](#), [Jocelyne Arditti](#), [Jean-Marc David](#), [Marc Valli](#)

PMID: 12762295

No abstract available

LinkOut - more resources

Medical

[MedlinePlus Consumer Health Information](#)

FULL TEXT LINKS



> [J Ethnopharmacol](#). 2006 Sep 19;107(2):254-8. doi: 10.1016/j.jep.2006.03.003. Epub 2006 Mar 17.

Analgesic and sedative activities of lactucin and some lactucin-like guaianolides in mice

A Wesołowska ¹, A Nikiforuk, K Michalska, W Kisiel, E Chojnacka-Wójcik

Affiliations

PMID: 16621374 DOI: [10.1016/j.jep.2006.03.003](https://doi.org/10.1016/j.jep.2006.03.003)

Abstract

Lactucin (1) and its derivatives lactucopicrin (2) and 11beta,13-dihydrolactucin (3), which are characteristic bitter sesquiterpene lactones of *Lactuca virosa* and *Cichorium intybus*, were evaluated for analgesic and sedative properties in mice. The compounds showed analgesic effects at doses of 15 and 30 mg/kg in the hot plate test similar to that of ibuprofen, used as a standard drug, at a dose of 30 mg/kg. The analgesic activities of the compounds at a dose of 30 mg/kg in the tail-flick test were comparable to that of ibuprofen given at a dose of 60 mg/kg. Lactucopicrin appeared to be the most potent analgetic of the three tested compounds. Lactucin and lactucopicrin, but not 11beta,13-dihydrolactucin, also showed sedative properties in the spontaneous locomotor activity test.

Related information

[PubChem Compound](#)

[PubChem Compound \(MeSH Keyword\)](#)

[PubChem Substance](#)

LinkOut - more resources

Full Text Sources

[Elsevier Science](#)

Medical

[MedlinePlus Health Information](#)

NAEB Text Search

[Text Search](#)[Filtered Search \(/uses/search/filtered/\)](/uses/search/filtered/)

Note: This Boolean text search is experimental and only Boolean operators "AND" and "OR" are supported. Additionally, only the first Boolean operator in the query is used - any additional operators are treated as part of the text query.

Search string:

3 uses matching query. Search results limited to 1,000 records.

« 1 (/uses/search/?string=lactuca+virosa&page=1) »

Lactuca virosa L. (/uses/species/2089/)

Bitter Lettuce

🔗 [USDA LAVI8 \(http://plants.usda.gov/java/profile?symbol=LAVI8\)](http://plants.usda.gov/java/profile?symbol=LAVI8)

Navajo Drug, Antidiarrheal (/uses/19403/)

Plant used for gastroenteritis (nausea, vomiting and diarrhea).

Hocking, George M., 1956, Some Plant Materials Used Medicinally and Otherwise by the Navaho Indians in the Chaco Canyon, New Mexico, El Palacio 56:146-165, page 152

Lactuca virosa L. (/uses/species/2089/)

Bitter Lettuce

🔗 [USDA LAVI8 \(http://plants.usda.gov/java/profile?symbol=LAVI8\)](http://plants.usda.gov/java/profile?symbol=LAVI8)

Navajo Drug, Antiemetic (/uses/19404/)

Plant used for gastroenteritis (nausea, vomiting and diarrhea).

Hocking, George M., 1956, Some Plant Materials Used Medicinally and Otherwise by the Navaho Indians in the Chaco Canyon, New Mexico, El Palacio 56:146-165, page 152

Lactuca virosa L. (/uses/species/2089/)

Bitter Lettuce

🔗 [USDA LAVI8 \(http://plants.usda.gov/java/profile?symbol=LAVI8\)](http://plants.usda.gov/java/profile?symbol=LAVI8)

Navajo Drug, Gastrointestinal Aid (/uses/19405/)

Plant used for gastroenteritis (nausea, vomiting and diarrhea).

Hocking, George M., 1956, Some Plant Materials Used Medicinally and Otherwise by the Navaho Indians in the Chaco Canyon, New Mexico, El Palacio 56:146-165, page 152



Toggle navigation [Topics by Science.gov](#)

- [Home](#)
- [About](#)
- [STEM Opportunities](#)
- [Sign In](#)

Sample records for cultivated lettuce lactuca

- [«](#)
- [1](#)
- [2](#)
- [3](#)
- [4](#)
- [5](#)
- [»](#)

1. [\[Lettuce, lactuca sp., as a medicinal plant in polish publications of the 19th century\].](#)

[PubMed](#)

Trojanowska, Anna

2005-01-01

Mentions of lettuce *Lactuca* sp. that have appeared since antiquity contained similar information on its curative properties, but such properties were ascribed to different species or varieties. Apart from the wild and poisonous lettuce, also garden or common lettuce were identified as having curative action, and some publications lacked information enabling the precise identification of the lettuce in question. In the 19th century, attempts were made to put some order into the knowledge of lettuce as a medicinal plant. Information contained in Polish medical studies of the 19th century on lettuce points to the poisonous species, *Lactuca virosa*, and the common or garden lettuce, *Lactuca sativa* v. *Lactuca hortensis*, as being used as a medicinal plant. In that period, lettuce and especially the the desiccated lactescent juice obtained from it, lactucarium, were considered to be an intoxicant, and were used as a sedative and an analgesic. The action of the substance was weaker than that of opium but free of the side-effects, and medical practice showed that in some cases lactucarium produced better curative effects than opium. To corroborate those properties of lettuce and its lactescent juice, studies were undertaken to find the substance responsible for the curative effects of the juice. However, such studies

failed to produce the expected results, and the component responsible for the curative properties of lettuce was not identified. Medical practice thus had to restrict itself to the uses of the desiccated lactescent juice and extracts obtained from it. The possibility of obtaining lactucarium from plants cultivated in Poland caused Polish pharmacists and physicians to take an interest in the stuff and launch their own research of lettuce and the lactescent juice obtained from it. Results of research on lettuce were published in 19th-century journals by, among others, Jan Fryderyk Wolfgang, Florian Sawiczewski and Józef Orkisz.

2. [Wild lettuce \(*Lactuca virosa*\) toxicity.](#)

[PubMed](#)

Besharat, Sima; Besharat, Mahsa; Jabbari, Ali

2009-01-01

Wild lettuce (*Lactuca virosa*) can cause toxic effects when eaten. Wild lettuce grows in the north of Iran and some natives consume it unaware of its adverse side effects. We describe eight patients with manifestations of wild lettuce toxicity, admitted to a general hospital affiliated to the Golestan University of Medical Sciences. All the patients recovered (although one had to spend 48 h in the intensive care unit) and no chronic complications were reported. A clinical suspicion of toxicity caused by wild lettuce intake and an accurate history formed the basis of the diagnosis. Conservative treatment, vital sign monitoring, control of patient intake and output, and reducing patient agitation provided the basis for treatment.

3. [Wild lettuce \(*Lactuca virosa*\) toxicity](#)

[PubMed Central](#)

Besharat, Sima; Besharat, Mahsa; Jabbari, Ali

2009-01-01

Wild lettuce (*Lactuca virosa*) can cause toxic effects when eaten. Wild lettuce grows in the north of Iran and some natives consume it unaware of its adverse side effects. We describe eight patients with manifestations of wild lettuce toxicity, admitted to a general hospital affiliated to the Golestan University of Medical Sciences. All the patients recovered (although one had to spend 48 h in the intensive care unit) and no chronic complications were reported. A clinical suspicion of toxicity caused by wild lettuce intake and an accurate history formed the basis of the diagnosis. Conservative treatment, vital sign monitoring, control of patient intake and output, and reducing patient agitation provided the basis for treatment. PMID:21686920

4. [Elucidating the genetic basis of antioxidant status in lettuce \(*Lactuca sativa*\)](#)

[PubMed Central](#)

Damerum, Annabelle; Selmes, Stacey L; Biggi, Gaia F; Clarkson, Graham JJ; Rothwell, Steve D; Truco, Maria JosÃ©; Michelmore, Richard W; Hancock, Robert D; Shellcock, Connie; Chapman, Mark A; Taylor, Gail

2015-01-01

A diet rich in phytonutrients from fruit and vegetables has been acknowledged to afford protection

against a range of human diseases, but many of the most popular vegetables are low in phytonutrients. Wild relatives of crops may contain allelic variation for genes determining the concentrations of these beneficial phytonutrients, and therefore understanding the genetic basis of this variation is important for breeding efforts to enhance nutritional quality. In this study, lettuce recombinant inbred lines, generated from a cross between wild and cultivated lettuce (*Lactuca serriola* and *Lactuca sativa*, respectively), were analysed for antioxidant (AO) potential and important phytonutrients including carotenoids, chlorophyll and phenolic compounds. When grown in two environments, 96 quantitative trait loci (QTL) were identified for these nutritional traits: 4 for AO potential, 2 for carotenoid content, 3 for total chlorophyll content and 87 for individual phenolic compounds (two per compound on average). Most often, the *L. serriola* alleles conferred an increase in total AOs and metabolites. Candidate genes underlying these QTL were identified by BLASTn searches; in several cases, these had functions suggesting involvement in phytonutrient biosynthetic pathways. Analysis of a QTL on linkage group 3, which accounted for >30% of the variation in AO potential, revealed several candidate genes encoding multiple MYB transcription factors which regulate flavonoid biosynthesis and flavanone 3-hydroxylase, an enzyme involved in the biosynthesis of the flavonoids quercetin and kaempferol, which are known to have powerful AO activity. Follow-up quantitative RT-PCR of these candidates revealed that 5 out of 10 genes investigated were significantly differentially expressed between the wild and cultivated parents, providing further evidence of their potential involvement in determining the contrasting phenotypes. These results offer exciting opportunities to improve the nutritional

5. [Elucidating the genetic basis of antioxidant status in lettuce \(*Lactuca sativa*\)](#).

[PubMed](#)

Damerum, Annabelle; Selmes, Stacey L; Biggi, Gaia F; Clarkson, Graham Jj; Rothwell, Steve D; Truco, Maria JosÃ©; Michelmore, Richard W; Hancock, Robert D; Shellcock, Connie; Chapman, Mark A; Taylor, Gail

2015-01-01

A diet rich in phytonutrients from fruit and vegetables has been acknowledged to afford protection against a range of human diseases, but many of the most popular vegetables are low in phytonutrients. Wild relatives of crops may contain allelic variation for genes determining the concentrations of these beneficial phytonutrients, and therefore understanding the genetic basis of this variation is important for breeding efforts to enhance nutritional quality. In this study, lettuce recombinant inbred lines, generated from a cross between wild and cultivated lettuce (*Lactuca serriola* and *Lactuca sativa*, respectively), were analysed for antioxidant (AO) potential and important phytonutrients including carotenoids, chlorophyll and phenolic compounds. When grown in two environments, 96 quantitative trait loci (QTL) were identified for these nutritional traits: 4 for AO potential, 2 for carotenoid content, 3 for total chlorophyll content and 87 for individual phenolic compounds (two per compound on average). Most often, the *L. serriola* alleles conferred an increase in total AOs and metabolites. Candidate genes underlying these QTL were identified by BLASTn searches; in several cases, these had functions suggesting involvement in phytonutrient biosynthetic pathways. Analysis of a QTL on linkage group 3, which accounted for >30% of the variation in AO potential, revealed several candidate genes encoding multiple MYB transcription factors which regulate flavonoid biosynthesis and flavanone 3-hydroxylase, an enzyme involved in the biosynthesis of the flavonoids quercetin and kaempferol, which are known to have powerful AO activity. Follow-up quantitative RT-PCR of these candidates revealed that 5 out of 10 genes investigated were significantly differentially expressed between the wild and cultivated parents, providing further evidence of their potential involvement in determining the contrasting phenotypes. These results offer exciting opportunities to improve the nutritional

6. [LSGermOPA, a custom OPA of 384 EST-derived SNPs for high-throughput lettuce \(*Lactuca sativa* L.\) germplasm fingerprinting](#)

[USDA-ARS's Scientific Manuscript database](#)

We assessed the genetic diversity and population structure among 148 cultivated lettuce (*Lactuca sativa* L.) accessions using the high-throughput GoldenGate assay and 384 EST (Expressed Sequence Tag)-derived SNP (single nucleotide polymorphism) markers. A custom OPA (Oligo Pool All), LSGermOPA was fo...

7. [Genetic characterization of quantitative resistance to *Bremia lactucae*, the causal organism of lettuce downy mildew](#)

[USDA-ARS's Scientific Manuscript database](#)

Lettuce (*Lactuca sativa*) is one of the most valuable vegetable crops in the United States. Downy mildew (DM), caused by *Bremia lactucae*, is the most important foliar disease of lettuce worldwide, which decreases the quality of the marketable portion of the crop. The use of resistant varieties carryi...

8. [The use of nile tilapia \(*Oreochromis niloticus*\) cultivation wastewater for the production of romaine lettuce \(*Lactuca sativa* L. var. *longifolia*\) in water recirculation system](#)

[NASA Astrophysics Data System \(ADS\)](#)

Effendi, Hefni; Wahyuningsih, Sri; Wardiatno, Yusli

2017-10-01

In the recirculation aquaponic system (RAS), fish farming waste was utilized as a nutrient for plant, minimizing the water need, reducing the waste disposal into the environment, and producing the fish and plant as well. The study aimed to examine the growth of romaine lettuce (*Lactuca sativa* L. var. *Longifolia*) in aquaponic system without the addition of artificial nutrient. The nutrient relies solely on wastewater of nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) cultivation circulated continuously on the aquaponic system. The results showed that tilapia weight reached 48.49 ± 3.92 g of T3 (tilapia, romaine lettuce, and inoculated bacteria), followed by T2 (tilapia and romaine lettuce) and T1 (tilapia) of 47.80 ± 1.97 and 45.89 ± 1.10 g after 35 days of experiment. Tilapia best performance in terms of growth and production occurred at T3 of 3.96 ± 0.44 g/day, 12.10 ± 0.63 %/day, 96.11 ± 1.44 % and 1.60 ± 0.07 for GR, SGR, SR, and FCR, respectively. It is also indicated by better water quality characteristic in this treatment. Romaine lettuce harvests of T2 and T3 showed no significant difference, with the final weight of 61.87 ± 5.59 and 57.74 ± 4.35 g. Overall, the integration of tilapia fish farming and romaine lettuce is potentially a promising aquaponic system for sustainable fish and horticulture plant production.

9. [Plastid transformation in lettuce \(*Lactuca sativa* L.\) by biolistic DNA delivery.](#)

[PubMed](#)

Ruhlman, Tracey A

2014-01-01

The interest in producing pharmaceutical proteins in a nontoxic plant host has led to the development of an approach to express such proteins in transplastomic lettuce (*Lactuca sativa* L.). A number of

therapeutic proteins and vaccine antigen candidates have been stably integrated into the lettuce plastid genome using biolistic DNA delivery. High levels of accumulation and retention of biological activity suggest that lettuce may provide an ideal platform for the production of biopharmaceuticals.

10. [Advancements in utilizing molecular markers in lettuce breeding](#)

[USDA-ARS's Scientific Manuscript database](#)

Lettuce (*Lactuca sativa* L.) is globally the most popular commercially produced, leafy vegetable, farmed in moderate climates. Cultivated lettuce is a self-fertilizing, diploid ($2n = 2x = 18$) species from the family Compositae (Asteraceae). New cultivars of lettuce are developed by combining desirabl...

11. [Marker-assisted selection for disease resistance in lettuce](#)

[USDA-ARS's Scientific Manuscript database](#)

Lettuce (*Lactuca sativa* L.) is the most popular leafy vegetable that is cultivated mainly in moderate climate. Consumers demand lettuce with good visual appearance and free of disease. Improved disease resistance of new cultivars is achieved by combining desirable genes (or alleles) from existing cu...

12. [Interspecific somatic hybridization between lettuce \(*Lactuca sativa*\) and wild species *L. virosa*.](#)

[PubMed](#)

Matsumoto, E

1991-02-01

Somatic hybrids between cultivated lettuce (*Lactuca sativa*) and a wild species *L. virosa* were produced by protoplast electrofusion. Hybrid selection was based on inactivation of *L. sativa* with 20mM iodoacetamide for 15 min, and the inability of *L. virosa* protoplasts to divide in the culture conditions used. Protoplasts were cultured in agarose beads in a revised MS media. In all 71 calli were formed and 21 of them differentiated shoots on LS medium containing 0.1mg/l NAA and 0.2mg/l BA. Most regenerated plants exhibited intermediate morphology. These plants were confirmed as hybrids by isoenzyme analysis. The majority of somatic hybrids had $2n=4x=36$ chromosomes, and had more vigorous growth than either parent. Hybrids had normal flower morphology, but all were sterile.

13. [Development of an assay for rapid detection of the lettuce downy mildew pathogen, *Bremia lactucae*](#)

[USDA-ARS's Scientific Manuscript database](#)

Downy mildew of lettuce, caused by *Bremia lactucae*, causes chlorosis on leaves and adversely affects marketability. Though downy mildew on lettuce can be controlled by fungicide applications, it is costly to routinely apply fungicides to prevent the establishment of downy mildew. Repeated use of the...

14. [Development of genomic SSR markers for fingerprinting lettuce \(*Lactuca sativa* L.\) cultivars and mapping genes](#)

[USDA-ARS's Scientific Manuscript database](#)

Background: Lettuce (*Lactuca sativa* L.) is the major vegetable from the group of leafy vegetables. Several types of molecular markers were developed that are effectively used in lettuce breeding and genetic studies. However only a very limited number of microsatellite-based markers are publicly

avai...

15. [Effector-mediated discovery of a novel resistance gene against *Bremia lactucae* in a nonhost lettuce species.](#)

[PubMed](#)

Giesbers, Anne K J; Pelgrom, Alexandra J E; Visser, Richard G F; Niks, Rients E; Van den Ackerveken, Guido; Jeuken, Marieke J W

2017-11-01

Candidate effectors from lettuce downy mildew (*Bremia lactucae*) enable high-throughput germplasm screening for the presence of resistance (R) genes. The nonhost species *Lactuca saligna* comprises a source of *B. lactucae* R genes that has hardly been exploited in lettuce breeding. Its cross-compatibility with the host species *L. sativa* enables the study of inheritance of nonhost resistance (NHR). We performed transient expression of candidate RXLR effector genes from *B. lactucae* in a diverse *Lactuca* germplasm set. Responses to two candidate effectors (BLR31 and BLN08) were genetically mapped and tested for co-segregation with disease resistance. BLN08 induced a hypersensitive response (HR) in 55% of the *L. saligna* accessions, but responsiveness did not co-segregate with resistance to Bl:24. BLR31 triggered an HR in 5% of the *L. saligna* accessions, and revealed a novel R gene providing complete *B. lactucae* race Bl:24 resistance. Resistant hybrid plants that were BLR31 nonresponsive indicated other unlinked R genes and/or nonhost QTLs. We have identified a candidate avirulence effector of *B. lactucae* (BLR31) and its cognate R gene in *L. saligna*. Concurrently, our results suggest that R genes are not required for NHR of *L. saligna*.
© 2017 The Authors. New Phytologist © 2017 New Phytologist Trust.

16. [Involvement of S-nitrosothiols modulation by S-nitrosoglutathione reductase in defence responses of lettuce and wild *Lactuca* spp. to biotrophic mildews.](#)

[PubMed](#)

Tichá, Tereza; Sedláčková, Michaela; Āinālová, Lucie; Trojanová, Zuzana Drábková; Mieslerová, Barbora; Lebeda, Aleš; Luhová, Lenka; Petřivalská^{1/2}, Marek

2018-05-01

Resistant *Lactuca* spp. genotypes can efficiently modulate levels of S-nitrosothiols as reactive nitrogen species derived from nitric oxide in their defence mechanism against invading biotrophic pathogens including lettuce downy mildew. S-Nitrosylation belongs to principal signalling pathways of nitric oxide in plant development and stress responses. Protein S-nitrosylation is regulated by S-nitrosoglutathione reductase (GSNOR) as a key catabolic enzyme of S-nitrosoglutathione (GSNO), the major intracellular S-nitrosothiol. GSNOR expression, level and activity were studied in leaves of selected genotypes of lettuce (*Lactuca sativa*) and wild *Lactuca* spp. during interactions with biotrophic mildews, *Bremia lactucae* (lettuce downy mildew), *Golovinomyces cichoracearum* (lettuce powdery mildew) and non-pathogen *Pseudoidium neolyopersici* (tomato powdery mildew) during 168 h post inoculation (hpi). GSNOR expression was increased in all genotypes both in the early phase at 6 hpi and later phase at 72 hpi, with a high increase observed in *L. sativa* UCDM2 responses to all three pathogens. GSNOR protein also showed two-phase increase, with highest changes in *L. virosa*-*B. lactucae* and *L. sativa* cv. UCDM2-*G. cichoracearum* pathosystems, whereas *P. neolyopersici* induced GSNOR protein at 72 hpi in all genotypes. Similarly, a general pattern of modulated GSNOR activities in response to biotrophic mildews involves a two-phase increase at 6 and 72 hpi. Lettuce

downy mildew infection caused GSNOR activity slightly increased only in resistant *L. saligna* and *L. virosa* genotypes; however, all genotypes showed increased GSNOR activity both at 6 and 72 hpi by lettuce powdery mildew. We observed GSNOR-mediated decrease of S-nitrosothiols as a general feature of *Lactuca* spp. response to mildew infection, which was also confirmed by immunohistochemical detection of GSNOR and GSNO in infected plant tissues. Our results demonstrate that GSNOR is differentially modulated in interactions of

17. [Partial aphid resistance in lettuce negatively affects parasitoids.](#)

[PubMed](#)

Lanteigne, Marie-Eve; Brodeur, Jacques; Jenni, Sylvie; Boivin, Guy

2014-10-01

This study investigated the effects of partial plant resistance on the lettuce aphid *Nasonovia ribisnigri* (Mosley) (Hemiptera: Aphididae), a major pest of cultivated lettuce (*Lactuca sativa* L.), and one of its parasitoids, *Aphidius ervi* Haliday (Hymenoptera: Braconidae). Aphids were reared on susceptible (*L. sativa* variety Estival; S) or partially resistant (*Lactuca serriola* L. PI 491093; PR) lettuce, and next parasitized by *A. ervi* females. Fitness proxies were measured for both aphids and parasitoids. Developmental time to adult stage took longer for alate and apterous aphids (an average of 3.5 and 1.5 additional days, respectively) on PR than on S lettuce, and fecundity of alate aphids reared on PR lettuce was reduced by 37.8% relative to those reared on S lettuce. Size (tibia length) and weight of aphids reared on PR lettuce were lower than for aphids reared on S lettuce from the third and second instar onward, respectively. Parasitism of aphids reared on PR plants resulted in lower parasitoid offspring emergence (-49.9%), lower adult female (-30.3%) and male (-27.5%) weight, smaller adult female (-17.5%) and male (-11.9%) size, and lower female fecundity (37.8% fewer eggs) than when parasitoids developed from aphids reared on S plants. Our results demonstrate that partial aphid resistance in lettuce negatively affects both the second and third trophic levels. Host plant resistance in cultivated lettuce may therefore create an ecological sink for aphid parasitoids.

18. [Infrequent transposition of Ac in lettuce, *Lactuca sativa*.](#)

[PubMed](#)

Yang, C H; Ellis, J G; Michelmore, R W

1993-08-01

The maize transposable element Activator (Ac) is being used to develop a transposon mutagenesis system in lettuce, *Lactuca sativa*. Two constructs containing the complete Ac from the waxy-m7 locus of maize were introduced into lettuce and monitored for activity using Southern analysis and PCR amplification of the excision site. No transposition of Ac was detected in over 32 transgenic R1 plants, although these constructs were known to provide frequent transposition in other species. Also, no transposition was observed in later generations. In subsequent experiments, transposition was detected in lettuce calli using constructs that allowed selection for excision events. In these constructs, the neomycin phosphotransferase II gene was interrupted by either Ac or Ds. Excision was detected as the ability of callus to grow on kanamycin. Synthesis of the transposase from the cDNA of Ac expressed from the T-DNA 2' promoter resulted in more frequent excision of Ds than was observed with the wild-type Ac. No excision was observed with Ds in the absence of the transposase. The excision events were confirmed by amplification of the excision site by PCR followed by DNA sequencing. Excision and reintegration were also confirmed by Southern analysis. Ac/Ds is therefore capable of transposition in

at least calli of lettuce.

19. [Hybridization rates between lettuce \(*Lactuca sativa*\) and its wild relative \(*L. serriola*\) under field conditions.](#)

[PubMed](#)

D'Andrea, Luigi; Felber, François; Guadagnuolo, Roberto

2008-01-01

Hybridization and introgression between crops and wild relatives may have important evolutionary and ecological consequences such as gene swamping or increased invasiveness. In the present study, we investigated hybridization under field conditions between crop lettuce (*Lactuca sativa*) and its wild relative prickly lettuce (*L. serriola*), two cross-compatible, predominantly autogamous and insect pollinated species. In 2003 and 2004, we estimated the rates of hybridization between *L. sativa* and *L. serriola* in close-to-reality field experiments carried out in two locations of Northern Switzerland. Seeds set by the experimental wild plants were collected and sown (44 352 in 2003 and 252 345 in 2004). Progeny was screened morphologically for detecting natural hybrids. Prior to the experiment, specific RAPD markers were used to confirm that morphological characters were reliable for hybrid identification. Hybridization occurred up to the maximal distance tested (40 m), and hybridization rates varied between 0 to 26%, decreasing with distance. More than 80% of the wild plants produced at least one hybrid (incidence of hybridization, IH) at 0 m and 1 m. It equaled 4 to 5% at 40 m. In sympatric crop-wild populations, cross-pollination between cultivated lettuce and its wild relative has to be seen as the rule rather than the exception for short distances.

20. [A Quantitative Dynamic Simulation of *Bremia lactucae* Airborne Conidia Concentration above a Lettuce Canopy.](#)

[PubMed](#)

Fall, Mamadou Lamine; Van der Heyden, Hervé; Carisse, Odile

2016-01-01

Lettuce downy mildew, caused by the oomycete *Bremia lactucae* Regel, is a major threat to lettuce production worldwide. Lettuce downy mildew is a polycyclic disease driven by airborne spores. A weather-based dynamic simulation model for *B. lactucae* airborne spores was developed to simulate the aerobiological characteristics of the pathogen. The model was built using the STELLA platform by following the system dynamics methodology. The model was developed using published equations describing disease subprocesses (e.g., sporulation) and assembled knowledge of the interactions among pathogen, host, and weather. The model was evaluated with four years of independent data by comparing model simulations with observations of hourly and daily airborne spore concentrations. The results show an accurate simulation of the trend and shape of *B. lactucae* temporal dynamics of airborne spore concentration. The model simulated hourly and daily peaks in airborne spore concentrations. More than 95% of the simulation runs, the daily-simulated airborne conidia concentration was 0 when airborne conidia were not observed. Also, the relationship between the simulated and the observed airborne spores was linear. In more than 94% of the simulation runs, the proportion of the linear variation in the hourly-observed values explained by the variation in the hourly-simulated values was greater than 0.7 in all years except one. Most of the errors came from the deviation from the 1:1 line, and the proportion of errors due to the model bias was low. This model is the only dynamic model developed to mimic the dynamics of airborne inoculum and represents an

initial step towards improved lettuce downy mildew understanding, forecasting and management.

- [«](#)
- [1](#)
- [2](#)
- [3](#)
- [4](#)
- [5](#)
- [»](#)

- [«](#)
- [1](#)
- [2](#)
- [3](#)
- [4](#)
- [5](#)
- [»](#)

21. [A Quantitative Dynamic Simulation of Bremia lactucae Airborne Conidia Concentration above a Lettuce Canopy](#)

[PubMed Central](#)

Fall, Mamadou Lamine; Van der Heyden, Hervé; Carisse, Odile

2016-01-01

Lettuce downy mildew, caused by the oomycete *Bremia lactucae* Regel, is a major threat to lettuce production worldwide. Lettuce downy mildew is a polycyclic disease driven by airborne spores. A weather-based dynamic simulation model for *B. lactucae* airborne spores was developed to simulate the aerobiological characteristics of the pathogen. The model was built using the STELLA platform by following the system dynamics methodology. The model was developed using published equations describing disease subprocesses (e.g., sporulation) and assembled knowledge of the interactions among pathogen, host, and weather. The model was evaluated with four years of independent data by comparing model simulations with observations of hourly and daily airborne spore concentrations. The results show an accurate simulation of the trend and shape of *B. lactucae* temporal dynamics of airborne spore concentration. The model simulated hourly and daily peaks in airborne spore concentrations. More than 95% of the simulation runs, the daily-simulated airborne conidia concentration was 0 when airborne conidia were not observed. Also, the relationship between the simulated and the observed airborne spores was linear. In more than 94% of the simulation runs, the proportion of the linear variation in the hourly-observed values explained by the variation in the hourly-simulated values was greater than 0.7 in all years except one. Most of the errors came from the deviation from the 1:1 line, and the proportion of errors due to the model bias was low. This model is the only dynamic model developed to mimic the dynamics of airborne inoculum and represents an initial step towards improved lettuce downy mildew understanding, forecasting and management. PMID:26953691

22. [Transfer and expression of the rabbit defensin NP-1 gene in lettuce \(*Lactuca sativa*\).](#)

[PubMed](#)

Song, D; Xiong, X; Tu, W F; Yao, W; Liang, H W; Chen, F J; He, Z Q

2017-01-23

Lettuce (*Lactuca sativa* L.) is an annual plant of the daisy family, Asteraceae, with high food and medicinal value. However, the crop is susceptible to several viruses that are transmitted by aphids and is highly vulnerable to post-harvest diseases, as well as insect and mammal pests and fungal and bacterial diseases. Here, the rabbit defensin gene NP-1 was transferred into lettuce by *Agrobacterium*-mediated transformation to obtain a broad-spectrum disease-resistant lettuce. Transgenic lettuce plants were selected and regenerated on selective media. The presence of the NP-1 gene in these plants was confirmed by western blot analyses. Resistance tests revealed native defensin NP-1 expression conferred partial resistance to *Bacillus subtilis* and *Pseudomonas aeruginosa*, which suggests new possibilities for lettuce disease resistance.

23. [Efficient and stable transformation of *Lactuca sativa* L. cv. Cisco \(lettuce\) plastids.](#)

[PubMed](#)

Kanamoto, Hirosuke; Yamashita, Atsushi; Asao, Hiroshi; Okumura, Satoru; Takase, Hisabumi; Hattori, Masahira; Yokota, Akiho; Tomizawa, Ken-Ichi

2006-04-01

Transgenic plastids offer unique advantages in plant biotechnology, including high-level foreign protein expression. However, broad application of plastid genome engineering in biotechnology has been largely hampered by the lack of plastid transformation systems for major crops. Here we describe the development of a plastid transformation system for lettuce, *Lactuca sativa* L. cv. Cisco. The transforming DNA carries a spectinomycin-resistance gene (*aadA*) under the control of lettuce chloroplast regulatory expression elements, flanked by two adjacent lettuce plastid genome sequences allowing its targeted insertion between the *rbcL* and *accD* genes. On average, we obtained 1 transplastomic lettuce plant per bombardment. We show that lettuce leaf chloroplasts can express transgene-encoded GFP to approximately 36% of the total soluble protein. All transplastomic T0 plants were fertile and the T1 progeny uniformly showed stability of the transgene in the chloroplast genome. This system will open up new possibilities for the efficient production of edible vaccines, pharmaceuticals, and antibodies in plants.

24. [Evidence for a race-specific resistance factor in some lettuce \(*Lactuca sativa* L.\) cultivars previously considered to be universally susceptible to *Bremia lactucae* regel.](#)

[PubMed](#)

Crute, I R; Lebeda, A

1981-05-01

Previously undetected race-specific resistance to *Bremia lactucae* (downy mildew) was located in many lettuce cultivars hitherto considered to be universally susceptible to this disease. This resistance factor(s) may also be widely distributed in other cultivars known to carry combinations of already recognised factors R1 to R11. Specific virulence to match this resistance is almost invariably present in pathogen collections. This situation may be either a relic of the evolutionary history of the *B. lactucae* - *L. sativa* association or may reflect a rare mutation in *B. lactucae* for avirulence on all but a few specialised *L. sativa* genotypes.

25. [Phylogenetic relationships among *Lactuca* \(Asteraceae\) species and related genera based on ITS-1 DNA sequences.](#)

[PubMed](#)

Koopman, W J; Guetta, E; van de Wiel, C C; Vosman, B; van den Berg, R G

1998-11-01

Internal transcribed spacer (ITS-1) sequences from 97 accessions representing 23 species of *Lactuca* and related genera were determined and used to evaluate species relationships of *Lactuca sensu lato* (s.l.). The ITS-1 phylogenies, calculated using PAUP and PHYLIP, correspond better to the classification of FerÅkovÅ than to other classifications evaluated, although the inclusion of sect. *Lactuca* subsect. *Cyanicae* is not supported. Therefore, exclusion of subsect. *Cyanicae* from *Lactuca sensu FerÅkovÅ* is proposed. The amended genus contains the entire gene pool (*sensu* Harlan and De Wet) of cultivated lettuce (*Lactuca sativa*). The position of the species in the amended classification corresponds to their position in the lettuce gene pool. In the ITS-1 phylogenies, a clade with *L. sativa*, *L. serriola*, *L. dregeana*, *L. altaica*, and *L. aculeata* represents the primary gene pool. *L. virosa* and *L. saligna*, branching off closest to this clade, encompass the secondary gene pool. *L. virosa* is possibly of hybrid origin. The primary and secondary gene pool species are classified in sect. *Lactuca* subsect. *Lactuca*. The species *L. quercina*, *L. viminea*, *L. sibirica*, and *L. tatarica*, branching off next, represent the tertiary gene pool. They are classified in *Lactuca* sect. *Lactucopsis*, sect. *Phaenixopus*, and sect. *Mulgedium*, respectively. *L. perennis* and *L. tenerrima*, classified in sect. *Lactuca* subsect. *Cyanicae*, form clades with species from related genera and are not part of the lettuce gene pool.

26. [A Bayesian analysis of gene flow from crops to their wild relatives: cultivated \(*Lactuca sativa* L.\) and prickly lettuce \(*L. serriola* L.\) and the recent expansion of *L. serriola* in Europe.](#)

[PubMed](#)

Uwimana, Brigitte; D'Andrea, Luigi; Felber, FranÅois; Hooftman, Danny A P; Den Nijs, Hans C M; Smulders, Marinus J M; Visser, Richard G F; Van De Wiel, Clemens C M

2012-06-01

Interspecific gene flow can lead to the formation of hybrid populations that have a competitive advantage over the parental populations, even for hybrids from a cross between crops and wild relatives. Wild prickly lettuce (*Lactuca serriola*) has recently expanded in Europe and hybridization with the related crop species (cultivated lettuce, *L. sativa*) has been hypothesized as one of the mechanisms behind this expansion. In a basically selfing species, such as lettuce, assessing hybridization in natural populations may not be straightforward. Therefore, we analysed a uniquely large data set of plants genotyped with SSR (simple sequence repeat) markers with two programs for Bayesian population genetic analysis, STRUCTURE and NewHybrids. The data set comprised 7738 plants, including a complete genebank collection, which provided a wide coverage of cultivated germplasm and a fair coverage of wild accessions, and a set of wild populations recently sampled across Europe. STRUCTURE analysis inferred the occurrence of hybrids at a level of 7% across Europe. NewHybrids indicated these hybrids to be advanced selfed generations of a hybridization event or of one backcross after such an event, which is according to expectations for a basically selfing species. These advanced selfed generations could not be detected effectively with crop-specific alleles. In the northern part of Europe, where the expansion of *L. serriola* took place, the fewest putative hybrids were found. Therefore, we conclude that other mechanisms than crop/wild gene flow, such as an increase in disturbed habitats and/or climate warming, are more likely explanations for this expansion. Å© 2012 Blackwell Publishing Ltd.

27. [Semi-high throughput screening for potential drought-tolerance in lettuce \(*Lactuca sativa*\) germplasm](#)

[collections](#)[USDA-ARS's Scientific Manuscript database](#)

This protocol describes a method by which a large collection of the leafy green vegetable lettuce (*Lactuca sativa* L.) germplasm was screened for likely drought-tolerance traits. Fresh water availability for agricultural use is a growing concern across the United States as well as many regions of th...

28. [Supplemental Upward Lighting from Underneath to Obtain Higher Marketable Lettuce \(*Lactuca sativa*\) Leaf Fresh Weight by Retarding Senescence of Outer Leaves](#)

[PubMed Central](#)

Zhang, Geng; Shen, Shanqi; Takagaki, Michiko; Kozai, Toyoki; Yamori, Wataru

2015-01-01

Recently, the so-called "plant factory with artificial lighting" (PFAL) approach has been developed to provide safe and steady food production. Although PFALs can produce high-yielding and high-quality plants, the high plant density in these systems accelerates leaf senescence in the bottom (or outer) leaves owing to shading by the upper (or inner) leaves and by neighboring plants. This decreases yield and increases labor costs for trimming. Thus, the establishment of cultivation methods to retard senescence of outer leaves is an important research goal to improve PFAL yield and profitability. In the present study, we developed an LED lighting apparatus that would optimize light conditions for PFAL cultivation of a leafy vegetable. Lettuce (*Lactuca sativa* L.) was hydroponically grown under white, red, or blue LEDs, with light provided from above (downward), with or without supplemental upward lighting from underneath the plant. White LEDs proved more appropriate for lettuce growth than red or blue LEDs, and the supplemental lighting retarded the senescence of outer leaves and decreased waste (i.e., dead or low-quality senescent leaves), leading to an improvement of the marketable leaf fresh weight. PMID:26697055

29. [Supplemental Upward Lighting from Underneath to Obtain Higher Marketable Lettuce \(*Lactuca sativa*\) Leaf Fresh Weight by Retarding Senescence of Outer Leaves.](#)

[PubMed](#)

Zhang, Geng; Shen, Shanqi; Takagaki, Michiko; Kozai, Toyoki; Yamori, Wataru

2015-01-01

Recently, the so-called "plant factory with artificial lighting" (PFAL) approach has been developed to provide safe and steady food production. Although PFALs can produce high-yielding and high-quality plants, the high plant density in these systems accelerates leaf senescence in the bottom (or outer) leaves owing to shading by the upper (or inner) leaves and by neighboring plants. This decreases yield and increases labor costs for trimming. Thus, the establishment of cultivation methods to retard senescence of outer leaves is an important research goal to improve PFAL yield and profitability. In the present study, we developed an LED lighting apparatus that would optimize light conditions for PFAL cultivation of a leafy vegetable. Lettuce (*Lactuca sativa* L.) was hydroponically grown under white, red, or blue LEDs, with light provided from above (downward), with or without supplemental upward lighting from underneath the plant. White LEDs proved more appropriate for lettuce growth than red or blue LEDs, and the supplemental lighting retarded the senescence of outer leaves and decreased waste (i.e., dead or low-quality senescent leaves), leading to an improvement of the marketable leaf fresh weight.

30. [Resistance to lettuce aphid \(*Nasonovia ribisnigri*\) biotype 0 in wild lettuce accessions PI 491093 and PI 274378](#)

[USDA-ARS's Scientific Manuscript database](#)

Lettuce aphid, *Nasonovia ribisnigri* Mosley (Homoptera : Aphididae), is a major insect pest of lettuce, *Lactuca sativa* L., in many commercial lettuce productions areas around the world. Resistance to lettuce aphid was first reported in *Lactuca virosa* L. accession IVT 280 and characterized as complete,...

31. [Germplasm Management in the Post-genomics Era-a case study with lettuce](#)

[USDA-ARS's Scientific Manuscript database](#)

High-throughput genotyping platforms and next-generation sequencing technologies revolutionized our ways in germplasm characterization. In collaboration with UC Davis Genome Center, we completed a project of genotyping the entire cultivated lettuce (*Lactuca sativa* L.) collection of 1,066 accessions ...

32. [Release of Esterase Following Germination of Lettuce Seed \(*Lactuca sativa* L.\)](#)

[PubMed Central](#)

Chandra, G. Ram; Toole, Vivian K.

1977-01-01

Light-insensitive lettuce seeds, *Lactuca sativa* L. cv. Great Lakes, release esterases for a period following radicle protrusion. Very little or no enzymes are released prior to 24 hours or after 48 hours of germination. As compared to intact seeds, half-seeds readily release esterases and the release is not affected by far red irradiation. Bulk of the released esterases are derived from the endosperm tissue and presumably exists in the intact seed as a component of the extraembryonic fluid. PMID:16659992

33. [Development and application of a 6.5 million feature Affymetrix Genechip® for massively parallel discovery of single position polymorphisms in lettuce \(*Lactuca* spp.\)](#)

[PubMed Central](#)

2012-01-01

Background High-resolution genetic maps are needed in many crops to help characterize the genetic diversity that determines agriculturally important traits. Hybridization to microarrays to detect single feature polymorphisms is a powerful technique for marker discovery and genotyping because of its highly parallel nature. However, microarrays designed for gene expression analysis rarely provide sufficient gene coverage for optimal detection of nucleotide polymorphisms, which limits utility in species with low rates of polymorphism such as lettuce (*Lactuca sativa*). Results We developed a 6.5 million feature Affymetrix GeneChip® for efficient polymorphism discovery and genotyping, as well as for analysis of gene expression in lettuce. Probes on the microarray were designed from 26,809 unigenes from cultivated lettuce and an additional 8,819 unigenes from four related species (*L. serriola*, *L. saligna*, *L. virosa* and *L. perennis*). Where possible, probes were tiled with a 2 bp stagger, alternating on each DNA strand; providing an average of 187 probes covering approximately 600 bp for each of over 35,000 unigenes; resulting in up to 13 fold redundancy in coverage per nucleotide. We developed protocols for hybridization of genomic DNA to the GeneChip® and refined custom algorithms that utilized coverage from multiple, high quality probes to detect single position polymorphisms in 2 bp sliding windows across each unigene. This allowed us to detect greater than 18,000 polymorphisms

between the parental lines of our core mapping population, as well as numerous polymorphisms between cultivated lettuce and wild species in the lettuce genepool. Using marker data from our diversity panel comprised of 52 accessions from the five species listed above, we were able to separate accessions by species using both phylogenetic and principal component analyses. Additionally, we estimated the diversity between different types of cultivated lettuce and distinguished morphological types

34. [Development and application of a 6.5 million feature Affymetrix Genechip® for massively parallel discovery of single position polymorphisms in lettuce \(*Lactuca* spp.\).](#)

[PubMed](#)

Stoffel, Kevin; van Leeuwen, Hans; Kozik, Alexander; Caldwell, David; Ashrafi, Hamid; Cui, Xinping; Tan, Xiaoping; Hill, Theresa; Reyes-Chin-Wo, Sebastian; Truco, Maria-Jose; Michelmore, Richard W; Van Deynze, Allen

2012-05-14

High-resolution genetic maps are needed in many crops to help characterize the genetic diversity that determines agriculturally important traits. Hybridization to microarrays to detect single feature polymorphisms is a powerful technique for marker discovery and genotyping because of its highly parallel nature. However, microarrays designed for gene expression analysis rarely provide sufficient gene coverage for optimal detection of nucleotide polymorphisms, which limits utility in species with low rates of polymorphism such as lettuce (*Lactuca sativa*). We developed a 6.5 million feature Affymetrix GeneChip® for efficient polymorphism discovery and genotyping, as well as for analysis of gene expression in lettuce. Probes on the microarray were designed from 26,809 unigenes from cultivated lettuce and an additional 8,819 unigenes from four related species (*L. serriola*, *L. saligna*, *L. virosa* and *L. perennis*). Where possible, probes were tiled with a 2 bp stagger, alternating on each DNA strand; providing an average of 187 probes covering approximately 600 bp for each of over 35,000 unigenes; resulting in up to 13 fold redundancy in coverage per nucleotide. We developed protocols for hybridization of genomic DNA to the GeneChip® and refined custom algorithms that utilized coverage from multiple, high quality probes to detect single position polymorphisms in 2 bp sliding windows across each unigene. This allowed us to detect greater than 18,000 polymorphisms between the parental lines of our core mapping population, as well as numerous polymorphisms between cultivated lettuce and wild species in the lettuce genepool. Using marker data from our diversity panel comprised of 52 accessions from the five species listed above, we were able to separate accessions by species using both phylogenetic and principal component analyses. Additionally, we estimated the diversity between different types of cultivated lettuce and distinguished morphological types. By hybridizing

35. [Inflorescence Development and the Role of LsFT in Regulating Bolting in Lettuce \(*Lactuca sativa* L.\).](#)

[PubMed](#)

Chen, Zijong; Han, Yingyan; Ning, Kang; Ding, Yunyu; Zhao, Wensheng; Yan, Shuangshuang; Luo, Chen; Jiang, Xiaotang; Ge, Danfeng; Liu, Renyi; Wang, Qian; Zhang, Xiaolan

2017-01-01

Lettuce (*Lactuca sativa* L.) is one of the most important leafy vegetable that is consumed during its vegetative growth. The transition from vegetative to reproductive growth is induced by high temperature, which has significant economic effect on lettuce production. However, the progression of

floral transition and the molecular regulation of bolting are largely unknown. Here we morphologically characterized the inflorescence development and functionally analyzed the FLOWERING LOCUS T (LsFT) gene during bolting regulation in lettuce. We described the eight developmental stages during floral transition process. The expression of LsFT was negatively correlated with bolting in different lettuce varieties, and was promoted by heat treatment. Overexpression of LsFT could recover the late-flowering phenotype of *ft-2* mutant. Knockdown of LsFT by RNA interference dramatically delayed bolting in lettuce, and failed to respond to high temperature. Therefore, this study dissects the process of inflorescence development and characterizes the role of LsFT in bolting regulation in lettuce.

36. [Inflorescence Development and the Role of LsFT in Regulating Bolting in Lettuce \(*Lactuca sativa* L.\)](#)

[PubMed Central](#)

Chen, Zijing; Han, Yingyan; Ning, Kang; Ding, Yunyu; Zhao, Wensheng; Yan, Shuangshuang; Luo, Chen; Jiang, Xiaotang; Ge, Danfeng; Liu, Renyi; Wang, Qian; Zhang, Xiaolan

2018-01-01

Lettuce (*Lactuca sativa* L.) is one of the most important leafy vegetable that is consumed during its vegetative growth. The transition from vegetative to reproductive growth is induced by high temperature, which has significant economic effect on lettuce production. However, the progression of floral transition and the molecular regulation of bolting are largely unknown. Here we morphologically characterized the inflorescence development and functionally analyzed the FLOWERING LOCUS T (LsFT) gene during bolting regulation in lettuce. We described the eight developmental stages during floral transition process. The expression of LsFT was negatively correlated with bolting in different lettuce varieties, and was promoted by heat treatment. Overexpression of LsFT could recover the late-flowering phenotype of *ft-2* mutant. Knockdown of LsFT by RNA interference dramatically delayed bolting in lettuce, and failed to respond to high temperature. Therefore, this study dissects the process of inflorescence development and characterizes the role of LsFT in bolting regulation in lettuce.
PMID:29403510

37. [Silencing the lettuce homologs of small rubber particle protein does not influence natural rubber biosynthesis in lettuce \(*Lactuca sativa*\)](#)

[PubMed](#)

Chakrabarty, Romit; Qu, Yang; Ro, Dae-Kyun

2015-05-01

Natural rubber, cis-1,4-polyisoprene, is an important raw material in chemical industries, but its biosynthetic mechanism remains elusive. Natural rubber is known to be synthesized in rubber particles suspended in laticifer cells in the Brazilian rubber tree (*Hevea brasiliensis*). In the rubber tree, rubber elongation factor (REF) and its homolog, small rubber particle protein (SRPP), were found to be the most abundant proteins in rubber particles, and they have been implicated in natural rubber biosynthesis. As lettuce (*Lactuca sativa*) can synthesize natural rubber, we utilized this annual, transformable plant to examine in planta roles of the lettuce REF/SRPP homologs by RNA interference. Among eight lettuce REF/SRPP homologs identified, transcripts of two genes (LsSRPP4 and LsSRPP8) accounted for more than 90% of total transcripts of REF/SRPP homologs in lettuce latex. LsSRPP4 displays a typical primary protein sequence as other REF/SRPP, while LsSRPP8 is twice as long as LsSRPP4. These two major LsSRPP transcripts were individually and simultaneously silenced by RNA interference, and relative abundance, polymer molecular weight, and polydispersity

of natural rubber were analyzed from the LsSRPP4- and LsSRPP8-silenced transgenic lettuce. Despite previous data suggesting the implications of REF/SRPP in natural rubber biosynthesis, qualitative and quantitative alterations of natural rubber could not be observed in transgenic lettuce lines. It is concluded that lettuce REF/SRPP homologs are not critically important proteins in natural rubber biosynthesis in lettuce. Copyright © 2014 Elsevier Ltd. All rights reserved.

38. [SSH reveals a linkage between a senescence-associated protease and Verticillium wilt symptom development in lettuce \(*Lactuca sativa*\)](#)

[USDA-ARS's Scientific Manuscript database](#)

Suppression subtractive hybridization (SSH) was employed to identify lettuce (*Lactuca sativa*) genes that are differentially expressed in symptomatic leaves infected with *Verticillium dahliae*. Genes expressed only in symptomatic leaves included those with homology to pathogenesis-related (PR) protei...

39. [Root exudation and root development of lettuce \(*Lactuca sativa* L. cv. Tizian\) as affected by different soils](#)

[PubMed Central](#)

Neumann, G.; Bott, S.; Ohler, M. A.; Mock, H.-P.; Lippmann, R.; Grosch, R.; Smalla, K.

2014-01-01

Development and activity of plant roots exhibit high adaptive variability. Although it is well-documented, that physicochemical soil properties can strongly influence root morphology and root exudation, particularly under field conditions, a comparative assessment is complicated by the impact of additional factors, such as climate and cropping history. To overcome these limitations, in this study, field soils originating from an unique experimental plot system with three different soil types, which were stored at the same field site for 10 years and exposed to the same agricultural management practice, were used for an investigation on effects of soil type on root development and root exudation. Lettuce (*Lactuca sativa* L. cv. Tizian) was grown as a model plant under controlled environmental conditions in a minirhizotron system equipped with root observation windows (rhizoboxes). Root exudates were collected by placing sorption filters onto the root surface followed by subsequent extraction and GC-MS profiling of the trapped compounds. Surprisingly, even in absence of external stress factors with known impact on root exudation, such as pH extremes, water and nutrient limitations/toxicities or soil structure effects (use of sieved soils), root growth characteristics (root length, fine root development) as well as profiles of root exudates were strongly influenced by the soil type used for plant cultivation. The results coincided well with differences in rhizosphere bacterial communities, detected in field-grown lettuce plants cultivated on the same soils (Schreiter et al., this issue). The findings suggest that the observed differences may be the result of plant interactions with the soil-specific microbiomes. PMID:24478764

40. [Root exudation and root development of lettuce \(*Lactuca sativa* L. cv. Tizian\) as affected by different soils.](#)

[PubMed](#)

Neumann, G; Bott, S; Ohler, M A; Mock, H-P; Lippmann, R; Grosch, R; Smalla, K

2014-01-01

Development and activity of plant roots exhibit high adaptive variability. Although it is well-documented, that physicochemical soil properties can strongly influence root morphology and root exudation, particularly under field conditions, a comparative assessment is complicated by the impact of additional factors, such as climate and cropping history. To overcome these limitations, in this study, field soils originating from an unique experimental plot system with three different soil types, which were stored at the same field site for 10 years and exposed to the same agricultural management practice, were used for an investigation on effects of soil type on root development and root exudation. Lettuce (*Lactuca sativa* L. cv. Tizian) was grown as a model plant under controlled environmental conditions in a minirhizotrone system equipped with root observation windows (rhizoboxes). Root exudates were collected by placing sorption filters onto the root surface followed by subsequent extraction and GC-MS profiling of the trapped compounds. Surprisingly, even in absence of external stress factors with known impact on root exudation, such as pH extremes, water and nutrient limitations/toxicities or soil structure effects (use of sieved soils), root growth characteristics (root length, fine root development) as well as profiles of root exudates were strongly influenced by the soil type used for plant cultivation. The results coincided well with differences in rhizosphere bacterial communities, detected in field-grown lettuce plants cultivated on the same soils (Schreiter et al., this issue). The findings suggest that the observed differences may be the result of plant interactions with the soil-specific microbiomes.

- [«](#)
- [1](#)
- [2](#)
- [3](#)
- [4](#)
- [5](#)
- [»](#)

- [«](#)
- [1](#)
- [2](#)
- [3](#)
- [4](#)
- [5](#)
- [»](#)

41. [Development of genomic SSR markers for fingerprinting lettuce \(*Lactuca sativa* L.\) cultivars and mapping genes.](#)

[PubMed](#)

Rauscher, Gilda; Simko, Ivan

2013-01-22

Lettuce (*Lactuca sativa* L.) is the major crop from the group of leafy vegetables. Several types of molecular markers were developed that are effectively used in lettuce breeding and genetic studies. However only a very limited number of microsatellite-based markers are publicly available. We have employed the method of enriched microsatellite libraries to develop 97 genomic SSR markers. Testing of newly developed markers on a set of 36 *Lactuca* accession (33 *L. sativa*, and one of each *L. serriola* L., *L. saligna* L., and *L. virosa* L.) revealed that both the genetic heterozygosity ($U_{He} = 0.56$) and the number of loci per SSR ($N_{a} = 5.50$) are significantly higher for genomic

SSR markers than for previously developed EST-based SSR markers ($U_{He}=0.32$, $N_a=3.56$). Fifty-four genomic SSR markers were placed on the molecular linkage map of lettuce. Distribution of markers in the genome appeared to be random, with the exception of possible cluster on linkage group 6. Any combination of 32 genomic SSRs was able to distinguish genotypes of all 36 accessions. Fourteen of newly developed SSR markers originate from fragments with high sequence similarity to resistance gene candidates (RGCs) and RGC pseudogenes. Analysis of molecular variance (AMOVA) of *L. sativa* accessions showed that approximately 3% of genetic diversity was within accessions, 79% among accessions, and 18% among horticultural types. The newly developed genomic SSR markers were added to the pool of previously developed EST-SSRs markers. These two types of SSR-based markers provide useful tools for lettuce cultivar fingerprinting, development of integrated molecular linkage maps, and mapping of genes.

42. [Development of genomic SSR markers for fingerprinting lettuce \(*Lactuca sativa* L.\) cultivars and mapping genes](#)

[PubMed Central](#)

2013-01-01

Background Lettuce (*Lactuca sativa* L.) is the major crop from the group of leafy vegetables. Several types of molecular markers were developed that are effectively used in lettuce breeding and genetic studies. However only a very limited number of microsatellite-based markers are publicly available. We have employed the method of enriched microsatellite libraries to develop 97 genomic SSR markers. **Results** Testing of newly developed markers on a set of 36 *Lactuca* accession (33% *L. sativa*, and one of each *L. serriola* L., *L. saligna* L., and *L. virosa* L.) revealed that both the genetic heterozygosity ($U_{He}=0.56$) and the number of loci per SSR ($N_a=5.50$) are significantly higher for genomic SSR markers than for previously developed EST-based SSR markers ($U_{He}=0.32$, $N_a=3.56$). Fifty-four genomic SSR markers were placed on the molecular linkage map of lettuce. Distribution of markers in the genome appeared to be random, with the exception of possible cluster on linkage group 6. Any combination of 32 genomic SSRs was able to distinguish genotypes of all 36 accessions. Fourteen of newly developed SSR markers originate from fragments with high sequence similarity to resistance gene candidates (RGCs) and RGC pseudogenes. Analysis of molecular variance (AMOVA) of *L. sativa* accessions showed that approximately 3% of genetic diversity was within accessions, 79% among accessions, and 18% among horticultural types. **Conclusions** The newly developed genomic SSR markers were added to the pool of previously developed EST-SSRs markers. These two types of SSR-based markers provide useful tools for lettuce cultivar fingerprinting, development of integrated molecular linkage maps, and mapping of genes. PMID:23339733

43. [Chromosomal study of lettuce and its allied species \(*Lactuca* spp., Asteraceae\) by means of karyotype analysis and fluorescence in situ hybridization.](#)

[PubMed](#)

Matoba, Hideyuki; Mizutani, Takayuki; Nagano, Katsuya; Hoshi, Yoshikazu; Uchiyama, Hiroshi

2007-12-01

In this study, in addition to the karyotype analysis, the chromosomal distributions of 5 S and 18 S rDNAs, and the Arabidopsis-type (T3AG3) telomeric sequences were detected by means of fluorescence in situ hybridization (FISH) to promote the information of chromosomal organization and evolution in the cultivated lettuce and its wild relatives, *L. sativa*, *L. serriola*, *L. saligna* and *L. virosa*.

The karyotype analysis revealed the dissimilarity between *L. virosa* and the remaining species. In all four *Lactuca* species studied, one 5 S rDNA and two 18 S rDNA loci were detected. The simultaneous FISH of 5 S and 18 S rDNAs revealed that both rDNA loci of *L. sativa*, *L. serriola* and *L. saligna* were identical, however, that of *L. virosa* was different from the other species. These analyses indicate the closer relationships between *L. sativa*/*L. serriola* and *L. saligna* rather than *L. virosa*. Arabidopsis-type telomeric sequences were detected at both ends of their chromatids of all chromosomes not in the other regions. This observation suggests the lack of telomere-mediated chromosomal rearrangements among the *Lactuca* chromosomes.

44. [\[Effect of outer space factors on lettuce seeds \(*Lactuca sativa*\) flown on "Kosmos" biosatellites\].](#)

[PubMed](#)

Nevzgodina, L V; Maksimova, E N; Akatov, Iu A; Kaminskaia, E V; MarennyyÄ, A M

1990-01-01

The effect of cosmic radiation on air-dry lettuce (*Lactuca sativa*) seeds was investigated. It was attempted to discriminate the effects of cosmic ionizing radiation per se and its combination with solar light radiation. It was found that the number of aberrant cells in the seeds exposed to solar light was smaller than that of cells shielded with 0.0008 to 0.0035 g/cm² foil which could be attributed to photoreactivity.

45. [A rapid and efficient in vitro regeneration system for lettuce \(*Lactuca sativa* L.\).](#)

[PubMed](#)

Armas, Isabel; Pogrebnyak, Natalia; Raskin, Ilya

2017-01-01

Successful biotechnological improvement of crop plants requires a reliable and efficient in vitro regeneration system. Lettuce (*Lactuca sativa* L.), one the most important vegetable crops worldwide, is strongly genotype-dependent in terms of regeneration capacity, limiting the potential for biotechnological improvement of cultivars which show recalcitrance under currently available protocols. The effect of different nutrient sources, plant hormone combinations and activated charcoal supplementation on shoot induction efficiency was evaluated on the cultivar 'RSL NFR', which had previously shown poor regeneration efficiency. Multiple shoot organogenesis from cotyledon explants was recorded at the highest frequency and speed on Murashige and Skoog regeneration medium supplemented with 200 mg/l of activated charcoal, 3% sucrose, 10 mg/l benzylaminopurine and 0.5 mg/l naphthaleneacetic acid, which induced shoots through direct regeneration in 90.8 ± 7.9% of explants. High shoot induction efficiency was also observed, albeit not quantified, when using this medium on some other cultivars. This activated charcoal-containing regeneration medium might offer a rapid and efficient option for direct shoot induction in some lettuce genotypes that do not respond well to common lettuce regeneration protocols. This is also the first report of the effect of activated charcoal in lettuce tissue culture.

46. [Acinetobacter lactucae sp. nov., isolated from iceberg lettuce \(Asteraceae: *Lactuca sativa*\).](#)

[PubMed](#)

Rooney, Alejandro P; Dunlap, Christopher A; Flor-Weiler, Lina B

2016-09-01

Strain NRRL B-41902T and three closely related strains were isolated from iceberg lettuce. The strain was found to consist of strictly aerobic, Gram-stain-negative rods that formed cocci in late stationary phase. 16S rRNA gene sequence analysis showed that strain NRRL B-41902T was most closely related to species within the genera *Acinetobacter*, and that a grouping of it and the three other closely related strains was most closely related to the type strain of *Acinetobacter pittii*, which was also confirmed through a phylogenomic analysis. Moreover, in silico DNA-DNA hybridization analysis revealed a substantial amount of genomic divergence (39.1%) between strain NRRL B-41902T and the type strain of *A. pittii*, which is expected if the strains represent distinct species. Further phenotypic analysis revealed that strain NRRL B-41902T was able to utilize a combination of l-serine, citraconic acid and citramalic acid, which differentiated it from other, closely related *Acinetobacter* species. Therefore, strain NRRL B-41902T (=CCUG 68785T) is proposed as the type strain of a novel species, *Acinetobacter lactucae* sp. nov.

47. [Synthesis and assembly of Escherichia coli heat-labile enterotoxin B subunit in transgenic lettuce \(*Lactuca sativa*\)](#).

[PubMed](#)

Kim, Tae-Geum; Kim, Mi-Young; Kim, Bang-Geul; Kang, Tae-Jin; Kim, Young-Sook; Jang, Yong-Suk; Arntzen, Charles J; Yang, Moon-Sik

2007-01-01

Escherichia coli heat-labile enterotoxin B subunit (LTB) strongly induces immune responses and can be used as an adjuvant for co-administered antigens. Synthetic LTB (sLTB) based on optimal codon usage by plants was introduced into lettuce cells (*Lactuca sativa*) by *Agrobacterium tumefaciens*-mediated transformation methods. The sLTB gene was detected in the genomic DNA of transgenic lettuce leaf cells by PCR DNA amplification. Synthesis and assembly of the sLTB protein into oligomeric structures of pentameric size was observed in transgenic plant extracts using Western blot analysis. The binding of sLTB pentamers to intestinal epithelial cell membrane glycolipid receptors was confirmed by G(M1)-ganglioside enzyme-linked immunosorbent assay (G(M1)-ELISA). Based on the results of ELISA, sLTB protein comprised approximately 1.0-2.0% of total soluble protein in transgenic lettuce leaf tissues. The synthesis and assembly of sLTB monomers into biologically active oligomers in transgenic lettuce leaf tissues demonstrates the feasibility of the use of edible plant-based vaccines consumed in the form of raw plant materials to induce mucosal immunity.

48. [Genetics of resistance against lettuce downy mildew](#)

[USDA-ARS's Scientific Manuscript database](#)

Lettuce (*Lactuca sativa*) is one of the most valuable vegetable crops in the U.S. Downy mildew (DM), caused by *Bremia lactucae*, is the most important foliar disease of lettuce worldwide, which decreases the quality of the marketable portion of the crop. The use of resistant varieties carrying dominan...

49. [Production and characterization of cyanocobalamin-enriched lettuce \(*Lactuca sativa* L.\) grown using hydroponics](#).

[PubMed](#)

Bito, Tomohiro; Ohishi, Noriharu; Hatanaka, Yuka; Takenaka, Shigeo; Nishihara, Eiji; Yabuta, Yukinori; Watanabe, Fumio

2013-04-24

When lettuces (*Lactuca sativa* L.) grown for 30 days in hydroponic culture were treated with various concentrations of cyanocobalamin for 24 h, its content in their leaves increased significantly from nondetectable to 164.6 ± 74.7 ng/g fresh weight. This finding indicated that consumption of only two or three of these fresh leaves is sufficient to meet the Recommended Dietary Allowance for adults of $2.4 \mu\text{g/day}$. Analyses using a cobalamin-dependent *Escherichia coli* 215 bioautogram and LC/ESI-MS/MS demonstrated that the cyanocobalamin absorbed from the nutrient solutions by the leaves did not alter any other compounds such as coenzymes and inactive corrinoids. Gel filtration indicated that most (86%) of the cyanocobalamin in the leaves was recovered in the free cyanocobalamin fractions. These results indicated that cyanocobalamin-enriched lettuce leaves would be an excellent source of free cyanocobalamin, particularly for strict vegetarians or elderly people with food-bound cobalamin malabsorption.

50. [An Ultra-High-Density, Transcript-Based, Genetic Map of Lettuce](#)

[PubMed Central](#)

Truco, Maria JosÃ©; Ashrafi, Hamid; Kozik, Alexander; van Leeuwen, Hans; Bowers, John; Wo, Sebastian Reyes Chin; Stoffel, Kevin; Xu, Huaqin; Hill, Theresa; Van Deynze, Allen; Michelmore, Richard W.

2013-01-01

We have generated an ultra-high-density genetic map for lettuce, an economically important member of the Compositae, consisting of 12,842 unigenes (13,943 markers) mapped in 3696 genetic bins distributed over nine chromosomal linkage groups. Genomic DNA was hybridized to a custom Affymetrix oligonucleotide array containing 6.4 million features representing 35,628 unigenes of *Lactuca* spp. Segregation of single-position polymorphisms was analyzed using 213 F7:8 recombinant inbred lines that had been generated by crossing cultivated *Lactuca sativa* cv. Salinas and *L. serriola* acc. US96UC23, the wild progenitor species of *L. sativa*. The high level of replication of each allele in the recombinant inbred lines was exploited to identify single-position polymorphisms that were assigned to parental haplotypes. Marker information has been made available using GBrowse to facilitate access to the map. This map has been anchored to the previously published integrated map of lettuce providing candidate genes for multiple phenotypes. The high density of markers achieved in this ultradense map allowed syntenic studies between lettuce and *Vitis vinifera* as well as other plant species. PMID:23550116

51. [An Ultra-High-Density, Transcript-Based, Genetic Map of Lettuce.](#)

[PubMed](#)

Truco, Maria JosÃ©; Ashrafi, Hamid; Kozik, Alexander; van Leeuwen, Hans; Bowers, John; Wo, Sebastian Reyes Chin; Stoffel, Kevin; Xu, Huaqin; Hill, Theresa; Van Deynze, Allen; Michelmore, Richard W

2013-04-09

We have generated an ultra-high-density genetic map for lettuce, an economically important member of the Compositae, consisting of 12,842 unigenes (13,943 markers) mapped in 3696 genetic bins distributed over nine chromosomal linkage groups. Genomic DNA was hybridized to a custom Affymetrix oligonucleotide array containing 6.4 million features representing 35,628 unigenes of *Lactuca* spp. Segregation of single-position polymorphisms was analyzed using 213 F 7:8 recombinant

inbred lines that had been generated by crossing cultivated *Lactuca sativa* cv. Salinas and *L. serriola* acc. US96UC23, the wild progenitor species of *L. sativa*. The high level of replication of each allele in the recombinant inbred lines was exploited to identify single-position polymorphisms that were assigned to parental haplotypes. Marker information has been made available using GBrowse to facilitate access to the map. This map has been anchored to the previously published integrated map of lettuce providing candidate genes for multiple phenotypes. The high density of markers achieved in this ultradense map allowed syntenic studies between lettuce and *Vitis vinifera* as well as other plant species. Copyright © 2013 Truco et al.

52. [Bacterial diversity and community structure in lettuce soil are shifted by cultivation time](#)

[NASA Astrophysics Data System \(ADS\)](#)

Liu, Yiqian; Chang, Qing; Guo, Xu; Yi, Xinxin

2017-08-01

Compared with cereal production, vegetable production usually requires a greater degree of management and larger input of nutrients and irrigation, but these systems are not sustainable in the long term. This study aimed to what extent lettuce determine the bacterial community composition in the soil, during lettuce cultivation, pesticides and fertilizers were not apply to soil. Soil samples were collected from depths of 0-20cm and 20-40cm. A highthroughput sequencing approach was employed to investigate bacterial communities in lettuce-cultivated soil samples in a time-dependent manner. The dominant bacteria in the lettuce soil samples were mainly Proteobacteria, Actinobacteria, Chloroflexi, Nitrospirae, Firmicutes, Acidobacteria, Bacteroidetes, Verrucomicrobia, Planctomycetes, Gemmatimonadetes, Cyanobacteria. Proteobacteria was the most abundant phylum in the 6 soil samples. The relative abundance of Acidobacteria, Firmicutes, Bacteroidetes, Verrucomicrobia and Cyanobacteria decreased through time of lettuce cultivation, but the relative abundance of Proteobacteria, Actinobacteria, Gemmatimonadetes, Chloroflexi, Planctomycetes and Nitrospirae increased over time. In the 0-20cm depth group and the 20-40cm depth soil, a similar pattern was observed that the percentage number of only shared OTUs between the early and late stage was lower than that between the early and middle stage soil, the result showed that lettuce growth can affect structure of soil bacterial communities.

53. [Combination of minimal processing and irradiation to improve the microbiological safety of lettuce \(*Lactuca sativa*, L.\)](#)

[NASA Astrophysics Data System \(ADS\)](#)

Goularte, L.; Martins, C. G.; Morales-Aizpurúa, I. C.; Destro, M. T.; Franco, B. D. G. M.; Vizeu, D. M.; Hutzler, B. W.; Landgraf, M.

2004-09-01

The feasibility of gamma radiation in combination with minimal processing (MP) to reduce the number of *Salmonella* spp. and *Escherichia coli* O157:H7 in iceberg lettuce (*Lactuca sativa*, L.) (shredded) was studied in order to increase the safety of the product. The reduction of the microbial population during the processing, the D10-values for *Salmonella* spp. and *E. coli* O157:H7 inoculated on shredded iceberg lettuce as well as the sensory evaluation of the irradiated product were evaluated. The immersion in chlorine (200 ppm) reduced coliform and aerobic mesophilic microorganisms by 0.9 and 2.7 log, respectively. D-values varied from 0.16 to 0.23 kGy for *Salmonella* spp. and from 0.11 to 0.12 kGy for *E. coli* O157:H7. Minimally processed iceberg lettuce exposed to 0.9 kGy does not show any

change in sensory attributes. However, the texture of the vegetable was affected during the exposition to 1.1 kGy. The exposition of MP iceberg lettuce to 0.7 kGy reduced the population of *Salmonella* spp. by 4.0 log and *E. coli* by 6.8 log without impairing the sensory attributes. The combination of minimal process and gamma radiation to improve the safety of iceberg lettuce is feasible if good hygiene practices begins at farm stage.

54. [Differential Scanning Calorimetry as a Tool for Nondestructive Measurements of Seed Deterioration in Lettuce \(*Lactuca sativa*, CV "Black Seeded Simpson"\)](#)

[USDA-ARS's Scientific Manuscript database](#)

This study was undertaken to determine if changes in lipid phase behavior could be used to detect lost viability in lettuce (*Lactuca sativa*) seeds. We used seeds from the cultivar "Black Seeded Simpson"™ that were purchased every 2-3 years since 1989 and stored in resealable plastic bags at constan...

55. [Identification, genetic localization, and allelic diversity of selectively amplified microsatellite polymorphic loci in lettuce and wild relatives \(*Lactuca* spp.\)](#)

[PubMed](#)

Witsenboer, H; Micheltore, R W; Vogel, J

1997-12-01

Selectively amplified microsatellite polymorphic locus (SAMPL) analysis is a method of amplifying microsatellite loci using generic PCR primers. SAMPL analysis uses one AFLP primer in combination with a primer complementary to microsatellite sequences. SAMPL primers based on compound microsatellite sequences provided the clearest amplification patterns. We explored the potential of SAMPL analysis in lettuce to detect PCR-based codominant microsatellite markers. Fifty-eight SAMPLs were identified and placed on the genetic map. Seventeen were codominant. SAMPLs were dispersed with RFLP markers on 11 of the 12 main linkage groups in lettuce, indicating that they have a similar genomic distribution. Some but not all fragments amplified by SAMPL analysis were confirmed to contain microsatellite sequences by Southern hybridization. Forty-five cultivars of lettuce and five wild species of *Lactuca* were analyzed to determine the allelic diversity for codominant SAMPLs. From 3 to 11 putative alleles were found for each SAMPL; 2-6 alleles were found within *Lactuca sativa* and 1-3 alleles were found among the crisphead genotypes, the most genetically homogeneous plant type of *L. sativa*. This allelic diversity is greater than that found for RFLP markers. Numerous new alleles were observed in the wild species; however, there were frequent null alleles. Therefore, SAMPL analysis is more applicable to intraspecific than to interspecific comparisons. A phenetic analysis based on SAMPLs resulted in a dendrogram similar to those based on RFLP and AFLP markers.

56. [Effect of acaricidal components isolated from lettuce \(*Lactuca sativa*\) on carmine spider mite \(*Tetranychus cinnabarinus* Boisd.\)](#)

[PubMed](#)

Li, M; Zhang, Y; Ding, W; Luo, J; Li, S; Zhang, Q

2018-06-01

This study aimed to evaluate the acaricidal activity of lettuce (*Lactuca sativa*) extracts against carmine

spider mites (*Tetranychus cinnabarinus* Boisd.) and isolate the acaricidal components. Acaricidal activities of lettuce extracts isolated from different parts (the leaf, root and seed) using various solvents (petroleum ether, acetone and methanol) were evaluated with slide-dip bioassay and relatively high median lethal concentration (LC50) values were detected. Acetone extracts of lettuce leaves harvested in July and September were fractionated and isolated with silica gel and thin-layer chromatography. Consequently, acetone extracts of lettuce leaves harvested in July exhibited higher acaricidal activity than those harvested in September, with an LC50 value of 0.268 mg ml⁻¹ at 72 h post-treatment. A total of 27 fractions were obtained from the acetone extract of lettuce leaves harvested in July, and mite mortalities with the 11th and 12th fractions were higher than those with the other 25 fractions (LC50: 0.751 and 1.258 mg ml⁻¹ at 48 h post-treatment, respectively). Subsequently, active acaricidal components of the 11th fraction were identified by infrared, nuclear magnetic resonance and liquid chromatography/mass spectrometry. Five components were isolated from the 11th fraction, with components 11-a and 11-b showing relatively high acaricidal activities (LC50: 0.288 and 0.114 mg ml⁻¹ at 48 h post-treatment, respectively). Component 11-a was identified as β -sitosterol. In conclusion, acetone extracts of lettuce leaves harvested in July might be used as a novel phytogetic acaricide to control mites.

57. [LCM-seq reveals the crucial role of LsSOC1 in heat-promoted bolting of lettuce \(*Lactuca sativa* L.\).](#)

[PubMed](#)

Chen, Zijong; Zhao, Wensheng; Ge, Danfeng; Han, Yingyan; Ning, Kang; Luo, Chen; Wang, Shenglin; Liu, Renyi; Zhang, Xiaolan; Wang, Qian

2018-05-17

Lettuce (*Lactuca sativa* L.) is one of the most economically important vegetables. The floral transition in lettuce is accelerated under high temperatures, which can significantly decrease yields. However, the molecular mechanism underlying the floral transition in lettuce is poorly known. Using laser capture microdissection coupled with RNA sequencing, we isolated shoot apical meristem cells from the bolting-sensitive lettuce line S39 at four critical stages of development. Subsequently, we screened specifically for the flowering-related gene LsSOC1 during the floral transition through comparative transcriptomic analysis. Molecular biology, developmental biology, and biochemical tools were combined to investigate the biological function of LsSOC1 in lettuce. LsSOC1 knockdown by RNA interference resulted in a significant delay in the timing of bolting and insensitivity to high temperature, which indicated that LsSOC1 functions as an activator during heat-promoted bolting in lettuce. We determined that two heat-shock transcription factors, HsfA1e and HsfA4c, bound to the promoter of LsSOC1 to confirm that LsSOC1 played an important role in heat-promoted bolting. This study indicates that LsSOC1 plays a crucial role in the heat-promoted bolting process in lettuce. Further investigation of LsSOC1 may be useful for clarification of the bolting mechanism in lettuce. This article is protected by copyright. All rights reserved. This article is protected by copyright. All rights reserved.

58. [Influence of growing system on nitrate accumulation in two varieties of lettuce and red radicchio of Treviso.](#)

[PubMed](#)

Lucarini, Massimo; D'Evoli, Laura; Tufi, Sara; Gabrielli, Paolo; Paoletti, Sara; Di Ferdinando, Sandra; Lombardi-Boccia, Ginevra

2012-11-01

Green leafy vegetables contribute greatly to the total intake of nitrates from the daily diet. This study evaluates the influence of different cultivation systems on nitrate accumulation in leafy vegetables. Two varieties of lettuce (*Lactuca sativa* L.) (Lattuga Romana, Foglia di Quercia) and two varieties of red radicchio of Treviso (*Cychorium intibus* L.) (Early, Late) were selected. Lettuce varieties were both organically and biodynamically grown; red radicchio varieties were conventionally grown both in the field and in spring water. Both lettuce varieties biodynamically grown accumulated 1.3-2 times less nitrate than the respective organically grown plants. The two lettuce varieties showed differences in nitrate accumulating capacity: Foglia di Quercia was almost three times richer in nitrate than Lattuga Romana. The traditional growing systems applied to the red radicchio of Treviso varieties strongly influenced nitrate accumulation in leaves, the Early variety having up to 15 times higher nitrate than the Late variety. Our findings on nitrate levels in both lettuce and red radicchio of Treviso varieties suggest that both genetic factors and cultivation systems strongly affect the nitrate accumulation capacity. This study also highlights how the cultivation strategy can reduce nitrate levels in leafy vegetables, suggesting the possibility of modulating the N supply along the harvesting time. Copyright Â© 2011 Society of Chemical Industry.

59. [Beneficial Phytochemicals with Anti-Tumor Potential Revealed through Metabolic Profiling of New Red Pigmented Lettuces \(*Lactuca sativa* L.\).](#)

[PubMed](#)

Qin, Xiao-Xiao; Zhang, Ming-Yue; Han, Ying-Yan; Hao, Jing-Hong; Liu, Chao-Jie; Fan, Shuang-Xi

2018-04-11

The present study aimed to compare polyphenols among red lettuce cultivars and identify suitable cultivars for the development and utilization of healthy vegetables. Polyphenols, mineral elements, and antioxidant activity were analyzed in the leaves of six red pigmented lettuce (*Lactuca sativa* L.) cultivars; thereafter, we assessed the anti-tumor effects of cultivar B-2, which displayed the highest antioxidant activity. Quadrupole-Orbitrap mass spectrometry analysis revealed four classes of polyphenols in these cultivars. The composition and contents of these metabolites varied significantly among cultivars and primarily depended on leaf color. The B-2 cultivar had the highest antioxidant potential than others because it contained the highest levels of polyphenols, especially anthocyanin, flavone, and phenolic acid; furthermore, this cultivar displayed anti-tumor effects against the human lung adenocarcinoma cell line A549, human hepatoma cell line Bel7402, human cancer colorectal adenoma cell line HCT-8, and HT-29 human colon cancer cell line. Hence, the new red-leaf lettuce cultivar B-2 has a distinct metabolite profile, with high potential for development and utilization of natural phytochemical and mineral resources in lettuces and can be used as a nutrient-dense food product.

60. [Evaluation of Lettuce Genotypes for Seed Thermotolerance](#)

[USDA-ARS's Scientific Manuscript database](#)

Thermoinhibition of lettuce (*Lactuca sativa* L.) seed germination is a common problem associated with lettuce production. Depending on lettuce cultivars, seed germination may be inhibited when temperatures exceed 28°C. The delay or inhibition of seed germination at high temperatures may reduce seedli...

- [«](#)
- [1](#)
- [2](#)

- [3](#)
- [4](#)
- [5](#)
- [»](#)

- [«](#)
- [2](#)
- [3](#)
- [4](#)
- [5](#)
- [6](#)
- [»](#)

61. [Screening of lettuce germplasm for agronomic traits under low water conditions](#)

[USDA-ARS's Scientific Manuscript database](#)

After a preliminary screening of over 3,500 varieties, we selected 200 cultivars of butterhead, cos, crisphead, leaf, and stem lettuce (*Lactuca sativa* L.) and wild prickly lettuce (*Lactuca serriola* L.) to test under high water (150% ET) and low water (50% ET) conditions in the field, and tracked com...

62. [Variation within *Lactuca* for resistance to *Impatiens* necrotic spot virus](#)

[USDA-ARS's Scientific Manuscript database](#)

Lettuce (*Lactuca sativa* L.) production in coastal California, one of the major lettuce-producing areas of the US, is affected by outbreaks of *Impatiens* necrotic spot virus (INSV) from the genus Tospovirus. Transmission of INSV among lettuce crops in this growing region has been attributed mostly to ...

63. [Construction of transplastomic lettuce \(*Lactuca sativa*\) dominantly producing astaxanthin fatty acid esters and detailed chemical analysis of generated carotenoids.](#)

[PubMed](#)

Harada, Hisashi; Maoka, Takashi; Osawa, Ayako; Hattan, Jun-Ichiro; Kanamoto, Hirosuke; Shindo, Kazutoshi; Otomatsu, Toshihiko; Misawa, Norihiko

2014-04-01

The plastid genome of lettuce (*Lactuca sativa* L.) cv. Berkeley was site-specifically modified with the addition of three transgenes, which encoded β , β -carotenoid 3,3'-hydroxylase (CrtZ) and β , β -carotenoid 4,4'-ketolase (4,4'-oxygenase; CrtW) from a marine bacterium *Brevundimonas* sp. strain SD212, and isopentenyl diphosphate isomerase from a marine bacterium *Paracoccus* sp. strain N81106. Constructed transplastomic lettuce plants were able to grow on soil at a growth rate similar to that of non-transformed lettuce cv. Berkeley and generate flowers and seeds. The germination ratio of the lettuce transformants (T0) (98.8%) was higher than that of non-transformed lettuce (93.1 %). The transplastomic lettuce (T1) leaves produced the astaxanthin fatty acid (myristate or palmitate) diester (49.2% of total carotenoids), astaxanthin monoester (18.2%), and the free forms of astaxanthin (10.0%) and the other ketocarotenoids (17.5%), which indicated that artificial ketocarotenoids corresponded to 94.9% of total carotenoids (230 μ g/g fresh weight). Native carotenoids were there lactucaxanthin (3.8%) and lutein (1.3 %) only. This is the first report to structurally identify the astaxanthin esters biosynthesized in transgenic or transplastomic plants producing astaxanthin. The singlet oxygen-

quenching activity of the total carotenoids extracted from the transplastomic leaves was similar to that of astaxanthin (mostly esterified) from the green algae *Haematococcus pluvialis*.

64. [Exogenous Glycine Nitrogen Enhances Accumulation of Glycosylated Flavonoids and Antioxidant Activity in Lettuce \(*Lactuca sativa* L.\)](#).

[PubMed](#)

Yang, Xiao; Cui, Xiaoxian; Zhao, Li; Guo, Doudou; Feng, Lei; Wei, Shiwei; Zhao, Chao; Huang, Danfeng

2017-01-01

Glycine, the simplest amino acid in nature and one of the most abundant free amino acids in soil, is regarded as a model nutrient in organic nitrogen studies. To date, many studies have focused on the uptake, metabolism and distribution of organic nitrogen in plants, but few have investigated the nutritional performance of plants supplied with organic nitrogen. Lettuce (*Lactuca sativa* L.), one of the most widely consumed leafy vegetables worldwide, is a significant source of antioxidants and bioactive compounds such as polyphenols, ascorbic acid and tocopherols. In this study, two lettuce cultivars, Shenxuan 1 and Lollo Rossa, were hydroponically cultured in media containing 4.5, 9, or 18 mM glycine or 9 mM nitrate (control) for 4 weeks, and the levels of health-promoting compounds and antioxidant activity of the lettuce leaf extracts were evaluated. Glycine significantly reduced fresh weight compared to control lettuce, while 9 mM glycine significantly increased fresh weight compared to 4.5 or 18 mM glycine. Compared to controls, glycine (18 mM for Shenxuan 1; 9 mM for Lollo Rossa) significantly increased the levels of most antioxidants (including total polyphenols, $\hat{I}\pm$ -tocopherol) and antioxidant activity, suggesting appropriate glycine supply promotes antioxidant accumulation and activity. Glycine induced most glycosylated quercetin derivatives and luteolin derivatives detected and decreased some phenolic acids compared to nitrate treatment. This study indicates exogenous glycine supplementation could be used strategically to promote the accumulation of health-promoting compounds and antioxidant activity of hydroponically grown lettuce, which could potentially improve human nutrition.

65. [Long-term effects of peatland cultivation on soil physical and hydraulic properties: Case study in Canada](#)

[Treeseearch](#)

Dennis W. Hallema; Jonathan A. Lafond; Yann PÃ©riard; Silvio J. Gumiere; Ge Sun; Jean Caron

2015-01-01

Organic soils are an excellent substrate for commercial lettuce (*Lactuca sativa* L.) farming; however, drainage accelerates oxidation of the surface layer and reduces the water holding capacity, which is often lethal for crops that are sensitive to water stress. In this case study, we analyzed 942 peat samples from a large cultivated peatland complex...

66. [Seaweeds along KwaZulu-Natal coast of South Africa-3: elemental uptake by *Ulva lactuca* \(Sea lettuce\)](#).

[PubMed](#)

Misheer, Natasha; Kindness, A; Jonnalagadda, S B

2006-01-01

The elemental uptake by *Ulva lactuca* (Sea lettuce), a marine macro-algae (chlorophyta, green alga) grown richly along KwaZulu-Natal coastline. The total elemental concentrations of seven important elements, namely manganese, iron, arsenic, boron, titanium, zinc and mercury, selected based on their abundance in *U. lactuca* were investigated for one year cycle (June 2002 to May 2003). The four selected sampling sites, Zinkwasi, Ballito, Treasure Beach and Park Ryrie are spread over 150 km wide along the KwaZulu-Natal coastline from North to South. The *Ulva lectuca* possess good manganese and arsenic accumulating ability and an excellent bio-indicator for most of the metals studied. A typical *U. lectuca* sample at Zinkwasi (in winter) recorded Mn (25.3 +/- 1.16 ppm), Fe (21.0 +/- 0.85 ppm), As (6.2 +/- 0.30 ppm), B (935 +/- 14 ppb), Ti (863 +/- 34 ppb), Zn (421 +/- 21 ppb), and Hg (61.3 +/- 1.2 ppb). The general trend found at all sites was high elemental concentrations in winter and a decrease in concentrations from winter to spring and summer. Iron uptake was lowest in summer and autumn at all sites. *Ulva lactuca* recorded highest mercury levels (>400 ppb) during the spring season at the Treasure Beach site near Durban.

67. [Semi-High Throughput Screening for Potential Drought-tolerance in Lettuce \(*Lactuca sativa*\) Germplasm Collections](#)

[PubMed Central](#)

Knepper, Caleb; Mou, Beiquan

2015-01-01

This protocol describes a method by which a large collection of the leafy green vegetable lettuce (*Lactuca sativa* L.) germplasm was screened for likely drought-tolerance traits. Fresh water availability for agricultural use is a growing concern across the United States as well as many regions of the world. Short-term drought events along with regulatory intervention in the regulation of water availability coupled with the looming threat of long-term climate shifts that may lead to reduced precipitation in many important agricultural regions has increased the need to hasten the development of crops adapted for improved water use efficiency in order to maintain or expand production in the coming years. This protocol is not meant as a step-by-step guide to identifying at either the physiological or molecular level drought-tolerance traits in lettuce, but rather is a method developed and refined through the screening of thousands of different lettuce varieties. The nature of this screen is based in part on the streamlined measurements focusing on only three water-stress indicators: leaf relative water content, wilt, and differential plant growth following drought-stress. The purpose of rapidly screening a large germplasm collection is to narrow the candidate pool to a point in which more intensive physiological, molecular, and genetic methods can be applied to identify specific drought-tolerant traits in either the lab or field. Candidates can also be directly incorporated into breeding programs as a source of drought-tolerance traits. PMID:25938876

68. [Semi-High Throughput Screening for Potential Drought-tolerance in Lettuce \(*Lactuca sativa*\) Germplasm Collections.](#)

[PubMed](#)

Knepper, Caleb; Mou, Beiquan

2015-04-17

This protocol describes a method by which a large collection of the leafy green vegetable lettuce (*Lactuca sativa* L.) germplasm was screened for likely drought-tolerance traits. Fresh water availability

for agricultural use is a growing concern across the United States as well as many regions of the world. Short-term drought events along with regulatory intervention in the regulation of water availability coupled with the looming threat of long-term climate shifts that may lead to reduced precipitation in many important agricultural regions has increased the need to hasten the development of crops adapted for improved water use efficiency in order to maintain or expand production in the coming years. This protocol is not meant as a step-by-step guide to identifying at either the physiological or molecular level drought-tolerance traits in lettuce, but rather is a method developed and refined through the screening of thousands of different lettuce varieties. The nature of this screen is based in part on the streamlined measurements focusing on only three water-stress indicators: leaf relative water content, wilt, and differential plant growth following drought-stress. The purpose of rapidly screening a large germplasm collection is to narrow the candidate pool to a point in which more intensive physiological, molecular, and genetic methods can be applied to identify specific drought-tolerant traits in either the lab or field. Candidates can also be directly incorporated into breeding programs as a source of drought-tolerance traits.

69. [MU06-857, a Green Leaf Lettuce Breeding Line with Resistance to Leafminer and Lettuce Mosaic Virus.](#)

[USDA-ARS's Scientific Manuscript database](#)

The Agricultural Research Service, United States Department of Agriculture announces the release of a breeding line of green leaf lettuce (*Lactuca sativa* L.) with resistance to leafminers (*Liriomyza langei* Frick) and lettuce mosaic. The line MU06-857 is similar to cultivar "Lolla Rossa"™ ("Lollo Ros...

70. [Complete genome sequence of the biofilm-forming *Curtobacterium* sp. strain BH-2-1-1, isolated from lettuce \(*Lactuca sativa*\) originating from a conventional field in Norway.](#)

[PubMed](#)

Dees, Merete Wiken; Brurberg, May Bente; LysÅ,e, Erik

2016-12-01

Here, we present the 3,795,952 Å bp complete genome sequence of the biofilm-forming *Curtobacterium* sp. strain BH-2-1-1, isolated from conventionally grown lettuce (*Lactuca sativa*) from a field in Vestfold, Norway. The nucleotide sequence of this genome was deposited into NCBI GenBank under the accession CP017580.

71. [Genotype variations in cadmium and lead accumulations of leafy lettuce \(*Lactuca sativa* L.\) and screening for pollution-safe cultivars for food safety.](#)

[PubMed](#)

Zhang, Kun; Yuan, Jiangang; Kong, Wei; Yang, Zhongyi

2013-06-01

Heavy-metals in polluted soils can accumulate in plants and threaten crop safety. To evaluate the risk of heavy-metal pollution in leafy lettuce (*Lactuca sativa* L.), two pot experiments were conducted to investigate Cd and Pb accumulation and transfer potential in 28 cultivars of lettuce and to screen for low-Cd and low-Pb accumulative cultivars. In the three treatments, 5.2-fold, 4.8-fold and 4.8-fold differences in the shoot Cd concentration were observed between the cultivars with the highest and the

lowest Cd concentrations, respectively. This genotype variation was sufficiently large to identify low-Cd accumulative genotypes to reduce Cd contamination in food. Cadmium accumulation in the low-Cd accumulative genotypes was significantly positively correlated with Pb accumulation. At the cultivar level, Cd and Pb accumulation in lettuce was stable and genotype-dependent. High Pb soil levels did not affect shoot Cd accumulation in lettuce. Lettuce was concluded to be at high risk for Cd pollution and low risk for Pb pollution. Among the tested cultivars, cvs. SJGT, YLGC, N518, and KR17 had the lowest Cd and Pb accumulation abilities in shoots and are thus important parental material for breeding pollution-safe cultivars to minimize Cd and Pb accumulation.

72. [Growing patterns to produce 'nitrate-free' lettuce \(*Lactuca sativa*\)](#).

[PubMed](#)

Croitoru, Mircea Dumitru; Muntean, Daniela-Lucia; Fărcășan, Ibolya; Modroiu, Adriana

2015-01-01

Vegetables can contain significant amounts of nitrate and, therefore, may pose health hazards to consumers by exceeding the accepted daily intake for nitrate. Different hydroponic growing patterns were examined in this work in order to obtain 'nitrate-free lettuces'. Growing lettuces on low nitrate content nutrient solution resulted in a significant decrease in lettuces' nitrate concentrations (1741 versus 39 mg kg⁻¹), however the beneficial effect was cancelled out by an increase in the ambient temperature. Nitrate replacement with ammonium was associated with an important decrease of the lettuces' nitrate concentration (from 1896 to 14 mg kg⁻¹) and survival rate. An economically feasible method to reduce nitrate concentrations was the removal of all inorganic nitrogen from the nutrient solution before the exponential growth phase. This method led to lettuces almost devoid of nitrate (10 mg kg⁻¹). The dried mass and calcinated mass of lettuces, used as markers of lettuces' quality, were not influenced by this treatment, but a small reduction (18%, $p < 0.05$) in the fresh mass was recorded. The concentrations of nitrite in the lettuces and their modifications are also discussed in the paper. It is possible to obtain 'nitrate-free' lettuces in an economically feasible way.

73. [Heavy metals deposited in the culture of lettuce \(*Lactuca sativa* L.\) by the influence of vehicular traffic in Pernambuco, Brazil](#).

[PubMed](#)

França, Fernanda C S S; Albuerque, Adriana M A; Almeida, Amanda C; Silveira, Patrícia B; Filho, Crescêncio A; Hazin, Clovis A; Honorato, Eliane V

2017-01-15

Currently one of the main sources of atmospheric pollution identified in urban centers is derived from both industrial and motor vehicle emissions. These pollutants can be adsorbed to particulate matter which is present in the air or deposited in the soil and plants, eventually reaching the human food chain. In this context, the present study aimed to determine the concentration of metals such as Cu, Pb, Cd, Ni and Zn in two subspecies of *Lactuca sativa* L. and in the soil from where lettuce samples were collected. The results for the soil samples analyzed show a possible contamination by Pb with concentration values as high as 140 mg kg⁻¹, which are above the Brazilian standards defined by Resolution CONAMA 420/2009 (Brazilian Environmental Council). However, the values found in the lettuce itself reveal that it is still suitable for consumption. Copyright © 2016. Published by Elsevier Ltd.

74. [Activity of aphids associated with lettuce and broccoli in Spain and their efficiency as vectors of](#)

[Lettuce mosaic virus.](#)[PubMed](#)

Nebreda, M; Moreno, A; PÃ©rez, N; Palacios, I; Seco-FernÃ¡ndez, V; Fereres, A

2004-03-01

This research sought to identify the aphid virus vector species associated with lettuce and broccoli crops in Spain, and to determine their population dynamics and ability to transmit Lettuce mosaic virus (LMV). Green tile traps and Moericke yellow water-pan traps were used to monitor aphid flights during the spring and autumn growing seasons of 2001. Aphid species feeding on lettuce were counted weekly. The transmission efficiencies of LMV were determined for the aphid species caught most frequently. The Moericke traps generally caught more aphid species than the tile trap, but the latter was the most suitable to estimate flight activity of species involved in virus spread. Spring aphid catches indicated that the main aphid species landing on lettuce in the regions of Madrid and Murcia was *Hyperomyzus lactucae*, but *Brachycaudus helichrysi* was also abundant in both regions. In broccoli in the Navarra region, the most abundant species in spring were *Aphis fabae*, *B. helichrysi* and *H. lactucae*. In autumn-sown crops, the main species landing on lettuce in the Madrid region were *Hyadaphis coriandri* and *Aphis spiraeicola*. In Murcia, *A. spiraeicola* and *Myzus persicae* were the most abundant, while in Navarra, *Therioaphis trifolii*, and various *Aphis* spp. were the most numerous landing on broccoli. The main aphid species colonising lettuce was *Nasonovia ribisnigri*, but other less abundant colonising species were *Aulacorthum solani* and *Macrosiphum euphorbiae*. The most efficient vectors of LMV were *M. persicae*, *Aphis gossypii* and *M. euphorbiae*, while *A. fabae* and *H. lactucae* transmitted with low efficiency, and *Rhopalosiphum padi* and *N. ribisnigri* did not transmit. Occurrence of LMV epidemics in central Spain in relation to aphid flights and the role of weeds as virus reservoirs is discussed.

75. [Impact of non-functionalized and amino-functionalized multiwall carbon nanotubes on pesticide uptake by lettuce \(*Lactuca sativa* L.\).](#)

[PubMed](#)

Hamdi, Helmi; De La Torre-Roche, Roberto; Hawthorne, Joseph; White, Jason C

2015-03-01

The effect of non-functionalized and amino-functionalized multiwall carbon nanotube (CNT) exposure, as well as the impact of CNT presence on coexistent pesticide accumulation, was investigated in lettuce (*Lactuca sativa* L.). Lettuce seeds were sown directly into CNT-amended vermiculite (1000 mg L⁻¹) to monitor phytotoxicity during germination and growth. During growth, lettuce seedlings were subsequently exposed to chlordane (cis-chlordane [CS], trans-chlordane [TC] and trans-nonachlor [TN]) and p,p'-DDE (all at 100 ng/L) in the irrigation solution for a 19-d growth period. CNT exposure did not significantly influence seed germination (82-96%) or plant growth. Similarly, pesticide exposure had no impact on plant growth, total pigment production or tissue lipid peroxidation. After 19 d, the root content of total chlordane and p,p'-DDE was 390 and 73.8 µg g⁻¹, respectively; in plants not exposed to CNTs, the shoot levels were 1.58 and 0.40 µg g⁻¹, respectively. The presence and type of CNT significantly influenced pesticide availability to lettuce seedlings. Non-functionalized CNT decreased the root and shoot pesticide content by 88% and 78%, respectively, but amino-functionalized CNT effects were significantly more modest, with decreases of 57% in the roots and 23% in the shoots, respectively. The presence of humic acid completely reversed the reduced accumulation of pesticides induced by amino-functionalized CNT, likely due to strong competition

over adsorption sites on the nanomaterial (NM). These findings have implications for food safety and for the use of engineered NMs in agriculture, especially with leafy vegetables.

76. [Genome-wide association study for lettuce cultivars with improved salad processing efficiency](#)

[USDA-ARS's Scientific Manuscript database](#)

Lettuce (*Lactuca sativa* L.) is widely used as the main ingredient of packaged leafy vegetable salads. Salad lettuce can have short shelf life, decaying as early as eight days after harvest and reducing the nutritional quality. Decayed lettuce is not marketable, produces extra waste, and results in t...

77. [Arabidopsis R2R3-MYB transcription factor AtMYB60 functions as a transcriptional repressor of anthocyanin biosynthesis in lettuce \(*Lactuca sativa*\)](#)

[PubMed Central](#)

Park, Jong-Sug; Kim, Jung-Bong; Cho, Kang-Jin; Cheon, Choong-Ill; Sung, Mi-Kyung; Choung, Myoung-Gun

2008-01-01

The MYB transcription factors play important roles in the regulation of many secondary metabolites at the transcriptional level. We evaluated the possible roles of the Arabidopsis R2R3-MYB transcription factors in flavonoid biosynthesis because they are induced by UV-B irradiation but their associated phenotypes are largely unexplored. We isolated their genes by RACE-PCR, and performed transgenic approach and metabolite analyses in lettuce (*Lactuca sativa*). We found that one member of this protein family, AtMYB60, inhibits anthocyanin biosynthesis in the lettuce plant. Wild-type lettuce normally accumulates anthocyanin, predominantly cyanidin and traces of delphinidin, and develops a red pigmentation. However, the production and accumulation of anthocyanin pigments in AtMYB60-overexpressing lettuce was inhibited. Using RT-PCR analysis, we also identified the complete absence or reduction of dihydroflavonol 4-reductase (DFR) transcripts in AtMYB60-overexpressing lettuce (AtMYB60-117 and AtMYB60-112 lines). The correlation between the overexpression of AtMYB60 and the inhibition of anthocyanin accumulation suggests that the transcription factor AtMYB60 controls anthocyanin biosynthesis in the lettuce leaf. Clarification of the roles of the AtMYB60 transcription factor will facilitate further studies and provide genetic tools to better understand the regulation in plants of the genes controlled by the MYB-type transcription factors. Furthermore, the characterization of AtMYB60 has implications for the development of new varieties of lettuce and other commercially important plants with metabolic engineering approaches. PMID:18317777

78. [Lettuce contact allergy.](#)

[PubMed](#)

Paulsen, Evy; Andersen, Klaus E

2016-02-01

Lettuce (*Lactuca sativa* L.) and its varieties are important vegetable crops worldwide. They are also well-known, rarely reported, causes of contact allergy. As lettuce allergens and extracts are not commercially available, the allergy may be underdiagnosed. The aims of this article are to present new data on lettuce contact allergy and review the literature. Lettuce is weakly allergenic, and occupational cases are mainly reported. Using aimed patch testing in Compositae-allergic patients, two recent Danish studies showed prevalence rates of positive lettuce reactions of 11% and 22%. The majority of

cases are non-occupational, and may partly be caused by cross-reactivity. The sesquiterpene lactone mix seems to be a poor screening agent for lettuce contact allergy, as the prevalence of positive reactions is significantly higher in non-occupationally sensitized patients. Because of the easy degradability of lettuce allergens, it is recommended to patch test with freshly cut lettuce stem and supplement this with Compositae mix. As contact urticaria and protein contact dermatitis may present as dermatitis, it is important to perform prick-to-prick tests, and possibly scratch patch tests as well. Any person who is occupationally exposed to lettuce for longer periods, especially atotics, amateur gardeners, and persons keeping lettuce-eating pets, is potentially at risk of developing lettuce contact allergy. © 2015 John Wiley & Sons A/S. Published by John Wiley & Sons Ltd.

79. [Toxic effects of copper-based nanoparticles or compounds to lettuce \(*Lactuca sativa*\) and alfalfa \(*Medicago sativa*\).](#)

[PubMed](#)

Hong, Jie; Rico, Cyren M; Zhao, Lijuan; Adeleye, Adeyemi S; Keller, Arturo A; Peralta-Videa, Jose R; Gardea-Torresdey, Jorge L

2015-01-01

The increased production and use of nanoparticles (NPs) has generated concerns about their impact on living organisms. In this study, nCu, bulk Cu, nCuO, bulk CuO, Cu(OH)₂ (CuPRO 2005, Kocide 3000), and CuCl₂ were exposed for 15 days to 10 days-old hydroponically grown lettuce (*Lactuca sativa*) and alfalfa (*Medicago sativa*). Each compound was applied at 0, 5, 10, and 20 mg L⁻¹. At harvest, we measured the size of the plants and determined the concentration of Cu, macro and microelements by using ICP-OES. Catalase and ascorbate peroxidase activity was also determined. Results showed that all Cu NPs/compounds reduced the root length by 49% in both plant species. All Cu NPs/compounds increased Cu, P, and S (>100%, >50%, and >20%, respectively) in alfalfa shoots and decreased P and Fe in lettuce shoot (>50% and >50%, respectively, excluding Fe in CuCl₂ treatment). Biochemical assays showed reduced catalase activity in alfalfa (root and shoot) and increased ascorbate peroxidase activity in roots of both plant species. Results suggest that Cu NPs/compounds not only reduced the size of the plants but altered nutrient content and enzyme activity in both plant species.

80. [Production characteristics of lettuce *Lactuca sativa* L. in the frame of the first crop tests in the Higher Plant Chamber integrated into the MELiSSA Pilot Plant](#)

[NASA Astrophysics Data System \(ADS\)](#)

Tikhomirova, Natalia; Lawson, Jamie; Stasiak, Michael; Dixon, Mike; Paille, Christel; Peiro, Enrique; Fossen, Arnaud; Godia, Francesc

Micro-Ecological Life Support System Alternative (MELiSSA) is an artificial closed ecosystem that is considered a tool for the development of a bioregenerative life support system for manned space missions. One of the five compartments of MELiSSA loop -Higher Plant Chamber was recently integrated into the MELiSSA Pilot Plant facility at Universitat Autònoma de Barcelona. The main contributions expected by integration of this photosynthetic compartment are oxygen, water, vegetable food production and CO₂ consumption. Production characteristics of *Lactuca sativa* L., as a MELiSSA candidate crop, were investigated in this work in the first crop experiments in the MELiSSA Pilot Plant facility. The plants were grown in batch culture and totaled 100 plants with a growing area 5 m long and 1 m wide in a sealed controlled environment. Several replicates of the experiments were carried out with varying duration. It was shown that after 46 days of lettuce cultivation dry edible biomass

averaged 27, 2 g per plant. However accumulation of oxygen in the chamber, which required purging of the chamber, and decrease in the food value of the plants was observed. Reducing the duration of the tests allowed uninterrupted test without opening the system and also allowed estimation of the crop's carbon balance. Results of productivity, tissue composition, nutrient uptake and canopy photosynthesis of lettuce regardless of test duration are discussed in the paper.

- [«](#)
- [2](#)
- [3](#)
- 4
- [5](#)
- [6](#)
- [»](#)

- [«](#)
- [3](#)
- 4
- 5
- [6](#)
- [7](#)
- [»](#)

81. [Assessment of genetic diversity in lettuce \(*Lactuca sativa* L.\) germplasm using RAPD markers.](#)

[PubMed](#)

Sharma, Shubhangi; Kumar, Pankaj; Gambhir, Geetika; Kumar, Ramesh; Srivastava, D K

2018-01-01

The importance of germplasm characterization is an important link between the conservation and utilization of plant genetic resources in various breeding programmes. In the present study, genetic variability and relationships among 25 *Lactuca sativa* L. genotypes were tested using random amplified polymorphic DNA (RAPD) molecular markers. A total of 45 random decamer oligonucleotide primers were examined to generate RAPD profiles, out of these reproducible patterns were obtained with 22 primers. A total of 87 amplicon were obtained, out of which all were polymorphic and 7 were unique bands. The level of polymorphism across genotypes was 100% as revealed by RAPD. Genetic similarity matrix, based on Jaccard's coefficients ranged from 13.7 to 84.10% indicating a wide genetic base. Dendrogram was constructed by unweighted pair group method with arithmetic averages method. RAPD technology could be useful for identification of different accessions as well as assessing the genetic similarity among different genotypes of lettuce. The study reveals the limited genetic base and the needs to diversify using new sources from the germplasm.

82. [Complete genome sequence of the biofilm-forming *Microbacterium* sp. strain BH-3-3-3, isolated from conventional field-grown lettuce \(*Lactuca sativa*\) in Norway.](#)

[PubMed](#)

Dees, Merete Wiken; Brurberg, May Bente; LysÅ, e, Erik

2017-03-01

The genus *Microbacterium* contains bacteria that are ubiquitously distributed in various environments and includes plant-associated bacteria that are able to colonize tissue of agricultural crop plants. Here, we report the 3,508,491 bp complete genome sequence of *Microbacterium* sp. strain BH-3-3-3, isolated from conventionally grown lettuce (*Lactuca sativa*) from a field in Vestfold, Norway. The nucleotide sequence of this genome was deposited into NCBI GenBank under the accession CP017674.

83. [Validation of a Method for Cylindrospermopsin Determination in Vegetables: Application to Real Samples Such as Lettuce \(*Lactuca sativa* L.\).](#)

[PubMed](#)

Prieto, Ana I; Guzm  n-Guill  n, Remedios; D  ez-Quijada, Leticia; Campos, Alexandre; Vasconcelos, Vitor; Jos,   ngeles; Came  n, Ana M

2018-02-01

Reports on the occurrence of the cyanobacterial toxin cylindrospermopsin (CYN) have increased worldwide because of CYN toxic effects in humans and animals. If contaminated waters are used for plant irrigation, these could represent a possible CYN exposure route for humans. For the first time, a method employing solid phase extraction and quantification by ultra-performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry (UPLC-MS/MS) of CYN was optimized in vegetables matrices such as lettuce (*Lactuca sativa*). The validated method showed a linear range, from 5 to 500 ng CYN g⁻¹ of fresh weight (f.w.), and detection and quantitation limits (LOD and LOQ) of 0.22 and 0.42 ng CYN g⁻¹ f.w., respectively. The mean recoveries ranged between 85 and 104%, and the intermediate precision from 12.7 to 14.7%. The method showed to be robust for the three different variables tested. Moreover, it was successfully applied to quantify CYN in edible lettuce leaves exposed to CYN-contaminated water (10   g L⁻¹), showing that the tolerable daily intake (TDI) in the case of CYN could be exceeded in elderly high consumers. The validated method showed good results in terms of sensitivity, precision, accuracy, and robustness for CYN determination in leaf vegetables such as lettuce. More studies are needed in order to prevent the risks associated with the consumption of CYN-contaminated vegetables.

84. [Validation of a Method for Cylindrospermopsin Determination in Vegetables: Application to Real Samples Such as Lettuce \(*Lactuca sativa* L.\).](#)

[PubMed Central](#)

Prieto, Ana I.; D  ez-Quijada, Leticia; Campos, Alexandre; Vasconcelos, Vitor

2018-01-01

Reports on the occurrence of the cyanobacterial toxin cylindrospermopsin (CYN) have increased worldwide because of CYN toxic effects in humans and animals. If contaminated waters are used for plant irrigation, these could represent a possible CYN exposure route for humans. For the first time, a method employing solid phase extraction and quantification by ultra-performance liquid chromatography  tandem mass spectrometry (UPLC-MS/MS) of CYN was optimized in vegetables matrices such as lettuce (*Lactuca sativa*). The validated method showed a linear range, from 5 to 500 ng CYN g  1 of fresh weight (f.w.), and detection and quantitation limits (LOD and LOQ) of 0.22 and 0.42 ng CYN g  1 f.w., respectively. The mean recoveries ranged between 85 and 104%, and the intermediate precision from 12.7 to 14.7%. The method showed to be robust for the three different variables tested. Moreover, it was successfully applied to quantify CYN in edible lettuce leaves exposed to CYN-contaminated water (10   g L  1), showing that the tolerable daily intake (TDI) in

the case of CYN could be exceeded in elderly high consumers. The validated method showed good results in terms of sensitivity, precision, accuracy, and robustness for CYN determination in leaf vegetables such as lettuce. More studies are needed in order to prevent the risks associated with the consumption of CYN-contaminated vegetables. PMID:29389882

85. [Hybridization between crops and wild relatives: the contribution of cultivated lettuce to the vigour of crop-wild hybrids under drought, salinity and nutrient deficiency conditions.](#)

[PubMed](#)

Uwimana, Brigitte; Smulders, Marinus J M; Hooftman, Danny A P; Hartman, Yorike; van Tienderen, Peter H; Jansen, Johannes; McHale, Leah K; Michelmore, Richard W; van de Wiel, Clemens C M; Visser, Richard G F

2012-10-01

With the development of transgenic crop varieties, crop-wild hybridization has received considerable consideration with regard to the potential of transgenes to be transferred to wild species. Although many studies have shown that crops can hybridize with their wild relatives and that the resulting hybrids may show improved fitness over the wild parents, little is still known on the genetic contribution of the crop parent to the performance of the hybrids. In this study, we investigated the vigour of lettuce hybrids using 98 F(2:3) families from a cross between cultivated lettuce and its wild relative *Lactuca serriola* under non-stress conditions and under drought, salinity and nutrient deficiency. Using single nucleotide polymorphism markers, we mapped quantitative trait loci associated with plant vigour in the F(2:3) families and determined the allelic contribution of the two parents. Seventeen QTLs (quantitative trait loci) associated with vigour and six QTLs associated with the accumulation of ions (Na(+), Cl(-) and K(+)) were mapped on the nine linkage groups of lettuce. Seven of the vigour QTLs had a positive effect from the crop allele and six had a positive effect from the wild allele across treatments, and four QTLs had a positive effect from the crop allele in one treatment and from the wild allele in another treatment. Based on the allelic effect of the QTLs and their location on the genetic map, we could suggest genomic locations where transgene integration should be avoided when aiming at the mitigation of its persistence once crop-wild hybridization takes place.

86. [Evaluation of the phytotoxicity of polycontaminated industrial effluents using the lettuce plant \(*Lactuca sativa*\) as a bioindicator.](#)

[PubMed](#)

Charles, JÃ©rÃ©mie; Sancey, Bertrand; Morin-Crini, Nadia; Badot, Pierre-Marie; Degiorgi, FranÃ§ois; Trunfio, Giuseppe; Crini, GrÃ©gorio

2011-10-01

Industrial wastewater containing heavy metals is generally decontaminated by physicochemical treatment consisting in insolubilizing the contaminants and separating the two phases, water and sludge, by a physical process (filtration, settling or flotation). However, chemical precipitation does not usually remove the whole pollution load and the effluent discharged into the environment can be toxic even if it comes up to regulatory standards. To assess the impact of industrial effluent from 4 different surface treatment companies, we performed standardized bioassays using seeds of the lettuce *Lactuca sativa*. We measured the rate of germination, and the length and mass of the lettuce plantlet. The results were used to compare the overall toxicity of the different effluents: effluents containing copper and nickel

had a much higher impact than those containing zinc or aluminum. In addition, germination tests conducted using synthetic solutions confirmed that mixtures of metals have higher toxicity than the sum of their separate constituents. These biological tests are cheap, easy to implement, reproducible and highlight the effects caused by effluent treated with the methods commonly applied in industry today. They could be routinely used to check the impact of industrial discharges, even when they meet regulatory requirements for the individual metals. Copyright © 2011 Elsevier Inc. All rights reserved.

87. [Adaptability test of lettuce to soil-like substrate in bioregenerative life support system](#)

[NASA Astrophysics Data System \(ADS\)](#)

Min, Yan; Liu, Professor Hong; Wenting, Fu

Plant cultivation using soil-like substrate (SLS) is considered to be a feasible option for building up matter for biological turnover in bioregenerative life support system (BLSS) by many researchers. The characteristics of SLS are different from those of true soil therefore it is very important to study the adaptability of candidate crop to SLS in BLSS. This study was carried out in three successive steps to test the adaptability of lettuce (*Lactuca sativa* L.) to rice straw SLS in BLSS of China. First, six Chinese specific lettuce cultivars which were selected for Chinese advanced life support system were planted into the same rice straw SLS, which was to determine the more suitable plant cultivar to do the next experiment. The results showed that Sharp Leaf lettuce and Red lettuce were more suitable for SLS than other cultivars. Second, the possibility of increasing the crop yield on the SLS was conducted by changing the soil depth and plant density. Sharp Leaf lettuce and Red lettuce were used into this experiment in order to obtain the highest yield under the smallest soil volume and weight at the same light intensity. Crop edible biomass, crop nutrition content and photosynthetic characteristics were estimated during the experiment. Red lettuce obtained higher biomass and photosynthesis capacity. Lastly, the stability of planting system of lettuce and SLS was evaluated in the closed controlled system. Red lettuce would be the test plant. In this experiment different age lettuce groups would be planted together and gas exchange would be measured. In all of these experiments soil physical and chemical characteristics were also be measured which will be the basal data for further research.

88. [Selenium accumulation in lettuce germplasm](#)

[USDA-ARS's Scientific Manuscript database](#)

Selenium (Se) is an essential micronutrient for animals and humans. Increasing Se content in food crops offers an effective approach to reduce the widespread selenium deficiency problem in many parts of the world. In this study, we evaluated thirty diverse accessions of lettuce (*Lactuca sativa* L.) f...

89. [A Lettuce \(*Lactuca sativa*\) Homolog of Human Nogo-B Receptor Interacts with cis-Prenyltransferase and Is Necessary for Natural Rubber Biosynthesis*](#)

[PubMed Central](#)

Qu, Yang; Chakrabarty, Romit; Tran, Hue T.; Kwon, Eun-Joo G.; Kwon, Moonhyuk; Nguyen, Trinh-Don; Ro, Dae-Kyun

2015-01-01

Natural rubber (cis-1,4-polyisoprene) is an indispensable biopolymer used to manufacture diverse consumer products. Although a major source of natural rubber is the rubber tree (*Hevea brasiliensis*), lettuce (*Lactuca sativa*) is also known to synthesize natural rubber. Here, we report that an unusual cis-prenyltransferase-like 2 (CPTL2) that lacks the conserved motifs of conventional cis-prenyltransferase

is required for natural rubber biosynthesis in lettuce. CPTL2, identified from the lettuce rubber particle proteome, displays homology to a human NogoB receptor and is predominantly expressed in latex. Multiple transgenic lettuces expressing CPTL2-RNAi constructs showed that a decrease of CPTL2 transcripts (3â€“15% CPTL2 expression relative to controls) coincided with the reduction of natural rubber as low as 5%. We also identified a conventional cis-prenyltransferase 3 (CPT3), exclusively expressed in latex. In subcellular localization studies using fluorescent proteins, cytosolic CPT3 was relocalized to endoplasmic reticulum by co-occurrence of CPTL2 in tobacco and yeast at the log phase. Furthermore, yeast two-hybrid data showed that CPTL2 and CPT3 interact. Yeast microsomes containing CPTL2/CPT3 showed enhanced synthesis of short cis-polyisoprenes, but natural rubber could not be synthesized in vitro. Intriguingly, a homologous pair CPTL1/CPT1, which displays ubiquitous expressions in lettuce, showed a potent dolichol biosynthetic activity in vitro. Taken together, our data suggest that CPTL2 is a scaffolding protein that tethers CPT3 on endoplasmic reticulum and is necessary for natural rubber biosynthesis in planta, but yeast-expressed CPTL2 and CPT3 alone could not synthesize high molecular weight natural rubber in vitro. PMID:25477521

90. [Proximate nutrient analyses of four species of submerged aquatic vegetation consumed by Florida manatee \(*Trichechus manatus latirostris*\) compared to romaine lettuce \(*Lactuca sativa* var. *longifolia*\).](#)

[PubMed](#)

Siegal-Willott, Jessica L; Harr, Kendal; Hayek, Lee-Ann C; Scott, Karen C; Gerlach, Trevor; Sirois, Paul; Reuter, Mike; Crewz, David W; Hill, Richard C

2010-12-01

Free-ranging Florida manatees (*Trichechus manatus latirostris*) consume a variety of sea grasses and algae. This study compared the dry matter (DM) content, proximate nutrients (crude protein [CP], ether-extracted crude fat [EE], nonfiber carbohydrate [NFC], and ash), and the calculated digestible energy (DE) of sea grasses (*Thalassia testudinum*, *Halodule wrightii*, and *Syringodium filiforme*) collected in spring, summer, and winter, and an alga (*Chara* sp.) with those of romaine lettuce (*Lactuca sativa* var. *longifolia*). Neutral-detergent fiber (NDF), acid-detergent fiber (ADF), and lignin (L) measured after ash-extraction were also compared. Results of statistical tests ($C = 0.01$) revealed DM content was higher in aquatic vegetation than in lettuce ($P = 0.0001$), but NDF and ADF were up to threefold greater, EE ($P = 0.00001$) and CP ($P = 0.00001$) were 2-9 times less, and NFC ($P = 0.0001$) was 2-6 times lower in sea grass than in lettuce, on a DM basis. *Chara* was lower in NDF, ADF, L, EE, CP, and NFC relative to lettuce on a DM basis. Ash content (DM basis) was higher ($P = 0.0001$), and DE was 2-6 times lower in aquatic vegetation than in lettuce. Sea grass rhizomes had lower L and higher ash contents (DM basis) than sea grass leaves. Based on the nutrient analyses, romaine lettuce and sea grasses are not equivalent forages, which suggests that the current diet of captive Florida manatees should be reassessed.

91. [Identification of QTLs conferring resistance to downy mildew in legacy cultivars of lettuce](#)

[USDA-ARS's Scientific Manuscript database](#)

Many cultivars of lettuce (*Lactuca sativa* L.), the most popular leafy vegetable, are susceptible to downy mildew disease caused by *Bremia lactucae*. Cultivars Iceberg and Grand Rapids that were released in 18th and 19th century, respectively, have high levels of quantitative resistance to downy milde...

92. [Fate and Phytotoxicity of CeO2 Nanoparticles on Lettuce Cultured in the Potting Soil Environment](#)

[PubMed Central](#)

Gui, Xin; Zhang, Zhiyong; Liu, Shutong; Ma, Yuhui; Zhang, Peng; He, Xiao; Li, Yuanyuan; Zhang, Jing; Li, Huafen; Rui, Yukui; Liu, Liming; Cao, Weidong

2015-01-01

Cerium oxide nanoparticles (CeO₂ NPs) have been shown to have significant interactions in plants. Previous study reported the specific-species phytotoxicity of CeO₂ NPs by lettuce (*Lactuca sativa*), but their physiological impacts and vivo biotransformation are not yet well understood, especially in relative realistic environment. Butterhead lettuce were germinated and grown in potting soil for 30 days cultivation with treatments of 0, 50, 100, 1000 mg CeO₂ NPs per kg soil. Results showed that lettuce in 100 mg·kg⁻¹ treated groups grew significantly faster than others, but significantly increased nitrate content. The lower concentrations treatment had no impact on plant growth, compared with the control. However, the higher concentration treatment significantly deterred plant growth and biomass production. The stress response of lettuce plants, such as Superoxide dismutase (SOD), Peroxidase (POD), Malondialdehyde(MDA) activity was disrupted by 1000 mg·kg⁻¹ CeO₂ NPs treatment. In addition, the presence of Ce (III) in the roots of butterhead lettuce explained the reason of CeO₂ NPs phytotoxicity. These findings demonstrate CeO₂ NPs modification of nutritional quality, antioxidant defense system, the possible transfer into the food chain and biotransformation in vivo.

PMID:26317617

93. [Fate and Phytotoxicity of CeO₂ Nanoparticles on Lettuce Cultured in the Potting Soil Environment.](#)

[PubMed](#)

Gui, Xin; Zhang, Zhiyong; Liu, Shutong; Ma, Yuhui; Zhang, Peng; He, Xiao; Li, Yuanyuan; Zhang, Jing; Li, Huafen; Rui, Yukui; Liu, Liming; Cao, Weidong

2015-01-01

Cerium oxide nanoparticles (CeO₂ NPs) have been shown to have significant interactions in plants. Previous study reported the specific-species phytotoxicity of CeO₂ NPs by lettuce (*Lactuca sativa*), but their physiological impacts and vivo biotransformation are not yet well understood, especially in relative realistic environment. Butterhead lettuce were germinated and grown in potting soil for 30 days cultivation with treatments of 0, 50, 100, 1000 mg CeO₂ NPs per kg soil. Results showed that lettuce in 100 mg·kg⁻¹ treated groups grew significantly faster than others, but significantly increased nitrate content. The lower concentrations treatment had no impact on plant growth, compared with the control. However, the higher concentration treatment significantly deterred plant growth and biomass production. The stress response of lettuce plants, such as Superoxide dismutase (SOD), Peroxidase (POD), Malondialdehyde(MDA) activity was disrupted by 1000 mg·kg⁻¹ CeO₂ NPs treatment. In addition, the presence of Ce (III) in the roots of butterhead lettuce explained the reason of CeO₂ NPs phytotoxicity. These findings demonstrate CeO₂ NPs modification of nutritional quality, antioxidant defense system, the possible transfer into the food chain and biotransformation in vivo.

94. [Impact of mulches and growing season on indicator bacteria survival during lettuce cultivation.](#)

[PubMed](#)

Xu, Aixia; Buchanan, Robert L; Micallef, Shirley A

2016-05-02

In fresh produce production, the use of mulches as ground cover to retain moisture and control weeds is a common agricultural practice, but the influence that various mulches have on enteric pathogen survival and dispersal is unknown. The goal of this study was to assess the impact of different mulching methods on the survival of soil and epiphytic fecal indicator bacteria on organically grown lettuce during different growing seasons. Organically managed lettuce, cultivated with various ground covers--polyethylene plastic, corn-based biodegradable plastic, paper and straw mulch--and bare ground as a no-mulch control, was overhead inoculated with manure-contaminated water containing known levels of generic *Escherichia coli* and *Enterococcus* spp. Leaves and soil samples were collected at intervals over a two week period on days 0, 1, 3, 5, 7, 10 and 14, and quantitatively assessed for *E. coli*, fecal coliforms and *Enterococcus* spp. Data were analyzed using mixed models with repeated measures and an exponential decline with asymptote survival model. Indicator bacterial concentrations in the lettuce phyllosphere decreased over time under all treatments, with more rapid *E. coli* declines in the fall than in the spring ($p < 0.01$). Persistence of *E. coli* in spring was correlated with higher maximum and minimum temperatures in this season, and more regular rainfall. The survival model gave very good fits for the progression of *E. coli* concentrations in the phyllosphere over time ($R(2) = 0.88 \pm 0.12$). In the spring season, decline rates of *E. coli* counts were faster (2013 $p = 0.18$; 2014 $p < 0.005$) for the bare ground-cultivated lettuce compared to mulches. In fall 2014, the *E. coli* decline rate on paper mulch-grown lettuce was higher ($p < 0.005$). Bacteria fluctuated more, and persisted longer, in soil compared to lettuce phyllosphere, and mulch type was a factor for fecal coliform levels ($p < 0.05$), with higher counts retrieved under plastic mulches in all trials, and higher enterococci

95. [Carotenoids of lettuce \(*Lactuca sativa* L.\) grown on soil enriched with spent coffee grounds.](#)

[PubMed](#)

Cruz, Rebeca; Baptista, Paula; Cunha, Sara; Pereira, Jos   Alberto; Casal, Susana

2012-02-07

The impact of spent coffee grounds on carotenoid and chlorophyll content in lettuce (*Lactuca sativa* L. var. capitata) was evaluated. A greenhouse pot experiment was conducted with spent coffee amounts ranging from 0% to 20% (v/v). All evaluated pigments increased proportionally to spent coffee amounts. Lutein and β -carotene levels increased up to 90% and 72%, respectively, while chlorophylls increased up to 61%. Biomass was also improved in the presence of 2.5% to 10% spent coffee, decreasing for higher amounts. Nevertheless, all plants were characterized by lower organic nitrogen content than the control ones, inversely to the spent coffee amounts, pointing to possible induced stress. Collected data suggests that plants nutritional features, with regards to these bioactive compounds, can be improved by the presence of low amounts of spent coffee grounds (up to 10%). This observation is particularly important because soil amendment with spent coffee grounds is becoming increasingly common within domestic agriculture. Still, further studies on the detailed influence of spent coffee bioactive compounds are mandatory, particularly regarding caffeine.

96. [Chryseobacterium formosense sp. nov., isolated from the rhizosphere of *Lactuca sativa* L. \(garden lettuce\).](#)

[PubMed](#)

Young, Chiu-Chung; K  mpfer, Peter; Shen, Fo-Ting; Lai, Wei-An; Arun, A B

2005-01-01

A yellow-pigmented bacterial strain (CC-H3-2T), isolated from the rhizosphere of *Lactuca sativa* L. (garden lettuce) in Taiwan, was investigated using a polyphasic taxonomic approach. The cells were Gram-negative, rod-shaped and non-spore-forming. Phylogenetic analyses using the 16S rRNA gene sequence of the isolate indicated that the organism belongs to the genus *Chryseobacterium*, with the highest sequence similarity to the type strains of *Chryseobacterium indoltheticum* (97.7 %), *Chryseobacterium scophthalmum* (97.5 %), *Chryseobacterium joostei* (97.2 %) and *Chryseobacterium defluvii* (97.2 %). The major whole-cell fatty acids were iso-C(15 : 0) (52.2 %) and iso-C(17 : 0) 3-OH. DNA-DNA hybridization experiments revealed levels of only 27.4 % to *C. scophthalmum*, 27.1 % to *C. indoltheticum*, 14.1 % to *C. joostei* and 7.8 % to *C. defluvii*. DNA-DNA relatedness and biochemical and chemotaxonomic properties demonstrate that strain CC-H3-2T represents a novel species, for which the name *Chryseobacterium formosense* sp. nov. is proposed. The type strain is CC-H3-2T (=CCUG 49271T=CIP 108367T).

97. [A lettuce \(*Lactuca sativa*\) homolog of human Nogo-B receptor interacts with cis-prenyltransferase and is necessary for natural rubber biosynthesis.](#)

[PubMed](#)

Qu, Yang; Chakrabarty, Romit; Tran, Hue T; Kwon, Eun-Joo G; Kwon, Moonhyuk; Nguyen, Trinh-Don; Ro, Dae-Kyun

2015-01-23

Natural rubber (cis-1,4-polyisoprene) is an indispensable biopolymer used to manufacture diverse consumer products. Although a major source of natural rubber is the rubber tree (*Hevea brasiliensis*), lettuce (*Lactuca sativa*) is also known to synthesize natural rubber. Here, we report that an unusual cis-prenyltransferase-like 2 (CPTL2) that lacks the conserved motifs of conventional cis-prenyltransferase is required for natural rubber biosynthesis in lettuce. CPTL2, identified from the lettuce rubber particle proteome, displays homology to a human NogoB receptor and is predominantly expressed in latex. Multiple transgenic lettuces expressing CPTL2-RNAi constructs showed that a decrease of CPTL2 transcripts (3-15% CPTL2 expression relative to controls) coincided with the reduction of natural rubber as low as 5%. We also identified a conventional cis-prenyltransferase 3 (CPT3), exclusively expressed in latex. In subcellular localization studies using fluorescent proteins, cytosolic CPT3 was relocalized to endoplasmic reticulum by co-occurrence of CPTL2 in tobacco and yeast at the log phase. Furthermore, yeast two-hybrid data showed that CPTL2 and CPT3 interact. Yeast microsomes containing CPTL2/CPT3 showed enhanced synthesis of short cis-polyisoprenes, but natural rubber could not be synthesized in vitro. Intriguingly, a homologous pair CPTL1/CPT1, which displays ubiquitous expressions in lettuce, showed a potent dolichol biosynthetic activity in vitro. Taken together, our data suggest that CPTL2 is a scaffolding protein that tethers CPT3 on endoplasmic reticulum and is necessary for natural rubber biosynthesis in planta, but yeast-expressed CPTL2 and CPT3 alone could not synthesize high molecular weight natural rubber in vitro. © 2015 by The American Society for Biochemistry and Molecular Biology, Inc.

98. [Chemical control of downy mildew on lettuce and basil under greenhouse.](#)

[PubMed](#)

Gullino, M L; Gilardi, G; Garibaldi, A

2009-01-01

Eight experimental trials were carried out during 2007 and 2008 to evaluate the efficacy of different

fungicides against downy mildew of lettuce (*Bremia lactucae*) and basil (*Peronospora belbahrii*) under greenhouse conditions, at temperatures ranging from 19 to 24 degrees C. The mixture fluopicolide (fungicide belonging to the + propamocarb hydrochloride (fungicide belonging to the new chemical class of acyl-picolides) was compared with metalaxyl m + copper, zoxamide + mancozeb, iprovalicarb + Cu, fenamidone + fosetyl-Al and azoxystrobin. Two treatments were carried out at 8-12 day interval on lettuce and basil. The artificial inoculation of *B. lactucae* on lettuce (cv Cobham Green) and *P. belbahrii* on basil (cv Genovese gigante) was carried out by using 1×10^5 CFU/ml 24 h after the first treatment. In the presence of a medium-high disease severity, all fungicides tested in these trials were effective against downy mildew on lettuce and basil as the other fungicides already available. The importance of the availability of a number of different chemicals to control downy mildews is discussed.

99. [Agronomic aspects of strip intercropping lettuce with alyssum for biological control of aphids](#)

[USDA-ARS's Scientific Manuscript database](#)

Organic growers in California typically devote 5 to 10% of the area in lettuce (*Lactuca sativa* L.) fields to insectary strips of alyssum (*Lobularia maritime* (L.) Desv.) to attract syrphid flies (*Syrphidae*) whose larvae provide biological control of aphids. A 2-year study with organic romaine lettuc...

100. [Evaluation of zinc oxide nanoparticles on lettuce \(*Lactuca sativa* L.\) growth and soil bacterial community.](#)

[PubMed](#)

Xu, Jiangbing; Luo, Xiaosan; Wang, Yanling; Feng, Youzhi

2018-02-01

The wide spread of nanoparticles (NPs) has caused tremendous concerns on agricultural ecosystem. Some metallic NPs, such as zinc oxide (ZnO), can be utilized as a nano-fertilizer when used at optimal doses. However, little is known about the responses of plant development and concomitant soil bacteria community to ZnO NPs. The present pot experiment studied the impacts of different doses of ZnO NPs and bulk ZnO (0, 1, 10, 100 mg ZnO/kg), on the growth of lettuce (*Lactuca sativa* L.) and the associated rhizospheric soil bacterial community. Results showed that at a dose of 10 mg/kg, ZnO NPs and bulk ZnO, enhanced the lettuce biomass and the net photosynthetic rate; whereas, the Zn content in plant tissue was higher in NPs treatment than in their bulk counterpart at 10 mg/kg dose or higher. For the underground observations, 10 mg/kg treatment doses (NPs or bulk) significantly changed the soil bacterial community structure, despite the non-significant variations in alpha diversity. Taxonomic distribution revealed that some lineages within Cyanobacteria and other phyla individually demonstrated similar or different responses to ZnO NPs and bulk ZnO. Moreover, some lineages associated with plant growth promotion were also influenced to different extents by ZnO NPs and bulk ZnO, suggesting the distinct microbial processes occurring in soil. Collectively, this study expanded our understanding of the influence of ZnO NPs on plant performance and the associated soil microorganisms.

- [«](#)
- [3](#)
- [4](#)
- 5
- [6](#)
- [7](#)

- [»](#)
- [«](#)
- [4](#)
- [5](#)
- [6](#)
- [7](#)
- [8](#)
- [»](#)

101. [Evaluation of anti-inflammatory activity and fast UHPLC-DAD-IT-TOF profiling of polyphenolic compounds extracted from green lettuce \(*Lactuca sativa* L.; var. Maravilla de Verano\).](#)

[PubMed](#)

Pepe, Giacomo; Sommella, Eduardo; Manfra, Michele; De Nisco, Mauro; Tenore, Gian Carlo; Scopa, Antonio; Sofo, Adriano; Marzocco, Stefania; Adesso, Simona; Novellino, Tiziana; Campiglia, Pietro

2015-01-15

Fresh cut vegetables represent a widely consumed food worldwide. Among these, lettuce (*Lactuca sativa* L.) is one of the most popular on the market. The growing interest for this "healthy" food is related to the content of bioactive compounds, especially polyphenols, that show many beneficial effects. In this study, we report the anti-inflammatory and antioxidant potential of polyphenols extracted from lettuce (var. Maravilla de Verano), in J774A.1 macrophages stimulated with *Escherichia coli* lipopolysaccharide (LPS). Lettuce extract significantly decreased reactive oxygen species, nitric oxide release, inducible nitric oxide synthase and cyclooxygenase-2 expression. A detailed quali/quantitative profiling of the polyphenolic content was carried out, obtaining fast separation (10 min), good retention time and peak area repeatability, (RSD% 0.80 and 8.68, respectively) as well as linearity ($R^2 \geq 0.999$) and mass accuracy (± 5 ppm). Our results show the importance in the diet of this cheap and popular food for his healthy properties. Copyright © 2014 Elsevier Ltd. All rights reserved.

102. [Genetics of the partial resistance against race 2 of *Verticillium dahliae* in lettuce](#)

[USDA-ARS's Scientific Manuscript database](#)

Lettuce (*Lactuca sativa* L.) production on the Coastal California is threatened by *Verticillium* wilt, a soil borne fungal disease caused by *Verticillium dahliae* that diminishes yield and quality. Two races of *V. dahliae* were identified on lettuce, race 1 and race 2. Complete resistance to race 1 is c...

103. [Uptake of perfluorinated alkyl acids by hydroponically grown lettuce \(*Lactuca sativa*\).](#)

[PubMed](#)

Felizeter, Sebastian; McLachlan, Michael S; de Voogt, Pim

2012-11-06

An uptake study was carried out to assess the potential human exposure to perfluorinated alkyl acids (PFAAs) through the ingestion of vegetables. Lettuce (*Lactuca sativa*) was grown in PFAA-spiked nutrient solutions at four different concentrations, ranging from 10 ng/L to 10 μ g/L. Eleven perfluorinated carboxylic acids (PFCAs) and three perfluorinated sulfonic acids (PFSAs) were

analyzed by HPLC-MS/MS. At the end of the experiment, the major part of the total mass of each of the PFAAs (except the short-chain, C4-C7, PFCAs) taken up by plants appeared to be retained in the nonedible part, viz. the roots. Root concentration factors (RCF), foliage/root concentration factors (FRCF), and transpiration stream concentration factors (TSCF) were calculated. For the long chained PFAAs, RCF values were highest, whereas FRCF were lowest. This indicates that uptake by roots is likely governed by sorption of PFAAs to lipid-rich root solids. Translocation from roots to shoots is restricted and highly depending on the hydrophobicity of the compounds. Although the TSCF show that longer-chain PFCAs (e.g., perfluorododecanoic acid) get better transferred from the nutrient solution to the foliage than shorter-chain PFCAs (e.g., perfluoroheptanoic acid), the major fraction of longer-chain PFCAs is found in roots due to additional adsorption from the spiked solution. Due to the strong electron-withdrawing effect of the fluorine atoms the role of the negative charge of the dissociated PFAAs is likely insignificant.

104. [Growth and phenolic compounds of *Lactuca sativa* L. grown in a closed-type plant production system with UV-A, -B, or -C lamp.](#)

[PubMed](#)

Lee, Min-Jeong; Son, Jung Eek; Oh, Myung-Min

2014-01-30

The production of high-quality crops based on phytochemicals is a strategy for accelerating the practical use of plant factories. Previous studies have demonstrated that ultraviolet (UV) light is effective in improving phytochemical production. This study aimed to determine the effect of various UV wavelengths on growth and phenolic compound accumulation in lettuce (*Lactuca sativa* L.) grown in a closed-type plant production system. Seven days, 1 day and 0.25 day were determined as the upper limit of the irradiation periods for UV-A, -B, and -C, respectively, in the lettuce based on physiological disorders and the fluorescence parameter $F(v)/F(m)$. Continuous UV-A treatment significantly induced the accumulation of phenolic compounds and antioxidants until 4 days of treatment without growth inhibition, consistent with an increase in phenylalanine ammonia lyase (PAL) gene expression and PAL activity. Repeated or gradual UV-B exposure yielded approximately 1.4-3.6 times more total phenolics and antioxidants, respectively, than the controls did 2 days after the treatments, although both treatments inhibited lettuce growth. Repeated UV-C exposure increased phenolics but severely inhibited the growth of lettuce plants. Our data suggest that UV irradiation can improve the accumulation of phenolic compounds with antioxidant properties in lettuce cultivated in plant factories. © 2013 Society of Chemical Industry.

105. [The Effect of Arsenate and Other Inhibitors on Early Events during the Germination of Lettuce Seeds \(*Lactuca sativa* L.\)](#)

[PubMed Central](#)

Speer, Henry L.

1973-01-01

The effect of arsenate, arsenite, 2,4-dinitrophenol, and anaerobiosis on early events in seed germination was investigated using both intact and punched seeds of lettuce (*Lactuca sativa* L.). It was found that punching the seed removes penetration barriers to the entrance of inhibitors without an undue loss of germination or light responses. The kinetics of the action of germination inhibitors were established by 2-hour pulse experiments. Arsenate and 2, 4-dinitrophenol have very different kinetics. The inhibition

of germination in punched seeds by arsenate given in conjunction with phosphate compared with the lack of inhibition of arsenate plus phosphate on the growing seedling, suggest a distinct metabolic change in the germinating embryo at some time between the onset of germination and subsequent seedling growth. Images PMID:16658515

106. [Lettucenin sesquiterpenes contribute significantly to the browning of lettuce.](#)

[PubMed](#)

Mai, Franziska; Glomb, Marcus A

2014-05-21

Wound-induced changes in the composition of secondary plant compounds cause the browning of processed lettuce. Cut tissues near the lettuce butt end clearly exhibit increased formation of yellow-brown pigments. This browning reaction is typically been attributed to the oxidation of polyphenols by the enzyme polyphenol oxidase (PPO). However, in our previous study on Iceberg lettuce, we showed that, besides the enzymatic polyphenol browning, other reactions must be involved in the formation of colored structures. With the present study for the first time, we isolated yellow sesquiterpenes by multilayer countercurrent chromatography (MLCCC), followed by preparative high-performance liquid chromatography (HPLC). Further analyses by nuclear magnetic resonance (NMR) and mass spectrometry (MS) techniques identified lettucenin A and three novel derivatives. We call these compounds lettucenins A1, B, and B1. Color-dilution analyses revealed these lettucenins as key chromophores in the browning of Iceberg lettuce. A time formation curve showed the accumulation of lettucenins A and B within 40 h after cutting. Thereafter, these structures were degraded to unknown colored compounds. Lettucenin A was verified in five varieties of *Lactuca*. In contrast to that, lettucenin A was present only at trace levels in five varieties of *Cichorium*. Therefore, lettucenin A might be used as a chemosystematic marker of the genus *Lactuca*.

107. [Acinetobacter lactucae sp. nov., isolated from iceberg lettuce \(Asteraceae: Lactuca sativa\)](#)

[USDA-ARS's Scientific Manuscript database](#)

Strain NRRL B-41902 and three closely related strains were isolated from iceberg lettuce. The strain was found to consist of strictly aerobic, gram-negative rods that formed cocci in late stationary phase. Subsequent to sequencing the 16S ribosomal RNA gene, it was found that strain NRRL B-41902 was...

108. [Nutritional value, bioactive compounds, and health benefits of lettuce \(Lactuca sativa L.\)](#)

[USDA-ARS's Scientific Manuscript database](#)

Lettuce is one of the most popularly consumed vegetables worldwide but its nutritional value has been underestimated. Lettuce is low in calories and fat but high in fiber. Moreover, lettuce is high in potassium but low in sodium. Lettuce is also a good source of health-beneficial bioactive compounds...

109. [Application of chlorophyll fluorescence imaging and hyperspectral imaging in evaluation of decay in fresh-cut lettuce](#)

[USDA-ARS's Scientific Manuscript database](#)

Lettuce (*Lactuca sativa* L.) is commercially the most popular leafy vegetable whose leaves are usually consumed raw. Cleaned, cored, and chopped (fresh-cut) lettuce is a desirable, but highly perishable product. Modified atmosphere packaging (MAP) has been introduced to maintain quality of fresh-cut

...

110. [Phylogeography of the Macaronesian Lettuce Species *Lactuca watsoniana* and *L. palmensis* \(Asteraceae\).](#)

[PubMed](#)

Dias, Elisabete F; Kilian, Norbert; Silva, LuÃs; Schaefer, Hanno; Carine, Mark; Rudall, Paula J; Santos-Guerra, Arnaldo; Moura, MÃ³nica

2018-02-24

The phylogenetic relationships and phylogeography of two relatively rare Macaronesian *Lactuca* species, *Lactuca watsoniana* (Azores) and *L. palmensis* (Canary Islands), were, until this date, unclear. Karyological information of the Azorean species was also unknown. For this study, a chromosome count was performed and *L. watsoniana* showed $2n = 34$. A phylogenetic approach was used to clarify the relationships of the Azorean endemic *L. watsoniana* and the La Palma endemic *L. palmensis* within the subtribe Lactucinae. Maximum parsimony, Maximum likelihood and Bayesian analysis of a combined molecular dataset (ITS and four chloroplast DNA regions) and molecular clock analyses were performed with the Macaronesian *Lactuca* species, as well as a TCS haplotype network. The analyses revealed that *L. watsoniana* and *L. palmensis* belong to different subclades of the *Lactuca* clade. *Lactuca watsoniana* showed a strongly supported phylogenetic relationship with North American species, while *L. palmensis* was closely related to *L. tenerrima* and *L. inermis*, from Europe and Africa. *Lactuca watsoniana* showed four single-island haplotypes. A divergence time estimation of the Macaronesian lineages was used to examine island colonization pathways. Results obtained with BEAST suggest a divergence of *L. palmensis* and *L. watsoniana* clades c. 11 million years ago, *L. watsoniana* diverged from its North American sister species c. 3.8 million years ago and *L. palmensis* diverged from its sister *L. tenerrima*, c. 1.3 million years ago, probably originating from an African ancestral lineage which colonized the Canary Islands. Divergence analyses with *BEAST indicate a more recent divergence of the *L. watsoniana* crown, c. 0.9 million years ago. In the Azores colonization, in a stepping stone, east-to-west dispersal pattern, associated with geological events might explain the current distribution range of *L. watsoniana*.

111. [Effects of microcystin-LR, cylindrospermopsin and a microcystin-LR/cylindrospermopsin mixture on growth, oxidative stress and mineral content in lettuce plants \(*Lactuca sativa* L.\).](#)

[PubMed](#)

Freitas, Marisa; Azevedo, Joana; Pinto, Edgar; Neves, Joana; Campos, Alexandre; Vasconcelos, Vitor

2015-06-01

Toxic cyanobacterial blooms are documented worldwide as an emerging environmental concern. Recent studies support the hypothesis that microcystin-LR (MC-LR) and cylindrospermopsin (CYN) produce toxic effects in crop plants. Lettuce (*Lactuca sativa* L.) is an important commercial leafy vegetable that supplies essential elements for human nutrition; thus, the study of its sensitivity to MC-LR, CYN and a MC-LR/CYN mixture is of major relevance. This study aimed to assess the effects of environmentally relevant concentrations (1, 10 and 100 $\mu\text{g/L}$) of MC-LR, CYN and a MC-LR/CYN mixture on growth, antioxidant defense system and mineral content in lettuce plants. In almost all treatments, an increase in root fresh weight was obtained; however, the fresh weight of leaves was significantly decreased in plants exposed to 100 $\mu\text{g/L}$ concentrations of each toxin and the toxin mixture. Overall, GST activity was significantly increased in roots, contrary to GPx activity, which

decreased in roots and leaves. The mineral content in lettuce leaves changed due to its exposure to cyanotoxins; in general, the mineral content decreased with MC-LR and increased with CYN, and apparently these effects are time and concentration-dependent. The effects of the MC-LR/CYN mixture were almost always similar to the single cyanotoxins, although MC-LR seems to be more toxic than CYN. Our results suggest that lettuce plants in non-early stages of development are able to cope with lower concentrations of MC-LR, CYN and the MC-LR/CYN mixture; however, higher concentrations (100 $\mu\text{g/L}$) can affect both lettuce yield and nutritional quality. Copyright © 2015 Elsevier Inc. All rights reserved.

112. [\[Studies on the calcium distribution in developing synergids of lettuce \(*Lactuca sativa* L.\)\].](#)

[PubMed](#)

Qiu, Yi Lan; Liu, Ru Shi; Tian, Hui Qiao

2007-08-01

Potassium antimonite was used to locate calcium in the synergids of lettuce (*Lactuca sativa* L.) during their development. The two synergids on 3d before anthesis formed evident polarity with most cytoplasm located in the micropylar end and nucleus in the middle and a big vacuole in the chalazal end. At this time, calcium precipitates were a few in both cells. Calcium precipitates in the two synergids began to increase on 2d before anthesis. Synergid wall in the micropylar end thickened on 1d before anthesis, in which many calcium precipitates located. Near anthesis, synergids formed filiform apparatus in which abundant calcium precipitates accumulated to prepare for attracting pollen tubes entering. At anthesis, the distribution of calcium precipitates between two synergids was the same. At 1h after pollination, calcium precipitates evidently increased in one synergid that seemed to degenerate, the other one was persistent and the distribution of calcium granules did not change. Two synergids kept intact at 1d after emasculated, and the distribution of calcium precipitates did not display difference, suggesting that the degeneration of one synergid was caused by approaching pollen tubes which might give some signal to induce calcium increase of the synergid. Before fusion of sperm cell with egg cell, the cytoplasm of degenerated synergid embraced the egg and formed a thin layer between the egg and the central cell. Calcium precipitates in the different parts of degenerated synergid were closely connected with the fertilization: calcium precipitates accumulated in the near chalazal end of degenerated synergid at 1h after pollination. At 2.5h after pollination, the calcium precipitates increased at the chalazal end, especially abundant in the thin layer between the egg and the central cell. However, at 4h after pollination, the fertilization had finished at this time, the distribution of calcium precipitates in degenerated synergid changed again: the precipitates

113. [Effect of salt stress on growth and physiology in amaranth and lettuce: Implications for bioregenerative life support system](#)

[NASA Astrophysics Data System \(ADS\)](#)

Qin, Lifeng; Guo, Shuangsheng; Ai, Weidang; Tang, Yongkang; Cheng, Quanyong; Chen, Guang

2013-02-01

Growing plants can be used to clean waste water in bioregenerative life support system (BLSS). However, NaCl contained in the human urine always restricts plant growth and further reduces the degree of mass cycle closure of the system (i.e. salt stress). This work determined the effect of NaCl stress on physiological characteristics of plants for the life support system. Amaranth (*Amaranthus tricolor* L. var. Huahong) and leaf lettuce (*Lactuca sativa* L. var. Luoma) were cultivated at nutrient

solutions with different NaCl contents (0, 1000, 5000 and 10,000 ppm, respectively) for 10 to 18 days after planted in the Controlled Ecological Life Support System Experimental Facility in China. Results showed that the two plants have different responses to the salt stress. The amaranth showed higher salt-tolerance with NaCl stress. If NaCl content in the solution is below 5000 ppm, the salt stress effect is insignificant on above-ground biomass output, leaf photosynthesis rate, Fv/Fm, photosynthesis pigment contents, activities of antioxidant enzymes, and inducing lipid peroxidation. On the other hand, the lettuce is sensitive to NaCl which significantly decreases those indices of growth and physiology. Notably, the lettuce remains high productivity of edible biomass in low NaCl stress, although its salt-tolerant limitation is lower than amaranth. Therefore, we recommended that amaranth could be cultivated under a higher NaCl stress condition (<5000 ppm) for NaCl recycle while lettuce should be under a lower NaCl stress (<1000 ppm) for water cleaning in future BLSS.

114. [Older leaves of lettuce \(*Lactuca* spp.\) support higher levels of *Salmonella enterica* ser. Senftenberg attachment and show greater variation between plant accessions than do younger leaves.](#)

[PubMed](#)

Hunter, Paul J; Shaw, Robert K; Berger, Cedric N; Frankel, Gad; Pink, David; Hand, Paul

2015-06-01

Salmonella can bind to the leaves of salad crops including lettuce and survive for commercially relevant periods. Previous studies have shown that younger leaves are more susceptible to colonization than older leaves and that colonization levels are dependent on both the bacterial serovar and the lettuce cultivar. In this study, we investigated the ability of two *Lactuca sativa* cultivars (Saladin and Iceberg) and an accession of wild lettuce (*L. serriola*) to support attachment of *Salmonella enterica* serovar Senftenberg, to the first and fifth to sixth true leaves and the associations between cultivar-dependent variation in plant leaf surface characteristics and bacterial attachment. Attachment levels were higher on older leaves than on the younger ones and these differences were associated with leaf vein and stomatal densities, leaf surface hydrophobicity and leaf surface soluble protein concentrations. Vein density and leaf surface hydrophobicity were also associated with cultivar-specific differences in *Salmonella* attachment, although the latter was only observed in the older leaves and was also associated with level of epicuticular wax. © FEMS 2015. All rights reserved. For permissions, please e-mail: journals.permissions@oup.com.

115. [Germination and growth of lettuce \(*Lactuca sativa*\) at low atmospheric pressure](#)

[NASA Technical Reports Server \(NTRS\)](#)

Spanarkel, Robert; Drew, Malcolm C.

2002-01-01

The response of lettuce (*Lactuca sativa* L. cv. Waldmann's Green) to low atmospheric pressure was examined during the initial 5 days of germination and emergence, and also during subsequent growth to vegetative maturity at 30 days. Growth took place inside a 66-l-volume low pressure chamber maintained at 70 kPa, and plant response was compared to that of plants in a second, matching chamber that was at ambient pressure (approximately 101 kPa) as a control. In other experiments, to determine short-term effects of low pressure transients, plants were grown at ambient pressure until maturity and then subjected to alternating periods of 24 h of low and ambient atmospheric pressures. In all treatments the partial pressure of O₂ was maintained at 21 kPa (approximately the partial pressure in air at normal pressure), and the partial pressure of CO₂ was in the range 66.5-73.5 Pa (about twice

that in normal air) in both chambers, with the addition of CO₂ during the light phase. With continuous exposure to low pressure, shoot and root growth was at least as rapid as at ambient pressure, with an overall trend towards slightly greater performance at the lower pressure. Dark respiration rates were greater at low pressure. Transient periods at low pressure decreased transpiration and increased dark respiration but only during the period of exposure to low pressure. We conclude that long-term or short-term exposure to subambient pressure (70 kPa) was without detectable detriment to vegetative growth and development.

116. [Influence of season growth, soils and irrigation water composition on the concentration of uranium in two lettuce \(*Lactuca sativa* L.\) varieties. Field experiments](#)

[NASA Astrophysics Data System \(ADS\)](#)

Abreu, M. M.; Neves, O.; Marcelino, M.

2012-04-01

Former uranium mines areas are frequently the sources of environmental radionuclides problems even many years after the closure of mining operations. A concern for inhabitants from mining areas is the use of contaminated land or irrigation water for agriculture, and the potential transfer of metals from soils to vegetables, and to humans through the food chain. The main aim of this study was to compare the uranium concentration in lettuce (*Lactuca sativa* L. varieties Marady and Romana) grown in different seasons (autumn and summer) and exposed to high and low uranium concentrations both in irrigation water and agricultural soil. The content of uranium in irrigation water, soil (total and available fraction) and in lettuce leaf samples was analyzed in a certified laboratory. In the field experiments, two agricultural soils were divided into two plots (four replicates each); one of them was irrigated with uranium contaminated water (0.94 to 1.14 mg/L) and the other with uncontaminated water (< 0.02 mg/L). Irrigation with contaminated water together with highest soil uranium available concentration (10 to 13 mg/kg) had negative effects on both studied lettuce varieties, namely yield reduction (up to 53% and 87% in autumn and summer experiments, respectively) and increase of uranium leaf concentration (up to 1.4 and 7 fold in autumn and summer, respectively). Effect on lettuce yield was mainly due to the high soil salinity (1.01 to 6.31 mS/cm) as a consequence of high irrigation water electrical conductivity (up to 1.82 mS/cm) and low lettuce soil salinity tolerance (1 to 3 mS/cm). The highest lettuce uranium concentration (dry weight) observed was 2.13 and 5.37 mg/kg for Marady and Romana variety, respectively. The highest uranium lettuce concentration in Romana variety was also the effect of its growing in summer season when it was subject to greatest frequency and amount of water irrigation. The consumption by an adult of the lettuce that concentrate more uranium

117. [Detection and quantification of *Bremia lactucae* by spore trapping and quantitative PCR](#)

[USDA-ARS's Scientific Manuscript database](#)

Bremia lactucae causes the characteristic vein-delimited lesions, leaf chlorosis and necrosis and adversely affects marketability of lettuce. The disease has been managed with a combination of host resistance and fungicide applications with mixed success over the years. Fungicide applications are ro...

118. [Metabolite profiling of sesquiterpene lactones from *Lactuca* species. Major latex components are novel oxalate and sulfate conjugates of lactucin and its derivatives.](#)

[PubMed](#)

Sessa, R A; Bennett, M H; Lewis, M J; Mansfield, J W; Beale, M H

2000-09-01

Wounding leaves or stems of *Lactuca* species releases a milky latex onto the plant surface. We have examined the constituents of latex from *Lactuca sativa* (lettuce) cv. Diana. The major components were shown to be novel 15-oxalyl and 8-sulfate conjugates of the guaianolide sesquiterpene lactones, lactucin, deoxylactucin, and lactucopicrin. The oxalates were unstable, reverting to the parent sesquiterpene lactone on hydrolysis. Oxalyl derivatives have been reported rarely from natural sources. The sulfates were stable and are the first reported sesquiterpene sulfates from plants. Unusual tannins based on 4-hydroxyphenylacetyl conjugates of glucose were also identified. Significant qualitative and quantitative variation was found in sesquiterpene lactone profiles in different lettuce varieties and in other *Lactuca* spp. The proportions of each conjugate in latex also changed depending on the stage of plant development. A similar profile was found in chicory, in which oxalyl conjugates were identified, but the 8-sulfate conjugates were notably absent. The presence of the constitutive sesquiterpene lactones was not correlated with resistance to pathogens but may have a significant bearing on the molecular basis of the bitter taste of lettuce and related species. The induced sesquiterpene lactone phytoalexin, lettucenin A, was found in the *Lactuca* spp. but not in chicory.

119. [Resistance to downy mildew in lettuce "La Brillante"™ is conferred by dm50 gene and multiple QTL](#)

[USDA-ARS's Scientific Manuscript database](#)

Many cultivars of lettuce (*Lactuca sativa* L.) are susceptible to downy mildew, a nearly globally ubiquitous disease caused by *Bremia lactucae*. We previously determined that Batavia type cultivar La Brillante has a high level of field resistance to the disease in California. Testing of a mapping popu...

120. [LED lighting and seasonality effects antioxidant properties of baby leaf lettuce.](#)

[PubMed](#)

Samuolienė, Giedrė; Sirtautas, Ramūnas; Brazaitytė, Aušra; Duchovskis, Pavelas

2012-10-01

We report on the application of supplementary light-emitting diode (LED) lighting within a greenhouse for cultivation of red, green and light green leaf baby lettuces (*Lactuca sativa* L.) grown under natural illumination and high-pressure sodium (HPS) lamps (16-h; PPFD-170 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) during different growing season. Supplementary lighting from blue 455/470 nm and green 505/530 nm LEDs was applied (16-h; PPFD-30 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$). Our results showed that to achieve solely a positive effect is complicated, because metabolism of antioxidant properties in lettuce depended on multicomponent exposure of variety, light quality or seasonality. The general trend of a greater positive effect of supplemental LED components on the vitamin C and tocopherol contents was in order: 535>505>455>470 nm; on the total phenol content: 505>535=470>455 nm; on the DPPH free-radical scavenging capacity: 535=470>505>455 nm; on the total anthocyanins: 505>455>470>535 nm. Further investigations are needed for understanding the mechanism and interaction between antioxidants and light signal transduction pathways. Copyright © 2012 Elsevier Ltd. All rights reserved.

- [«](#)
- [4](#)
- [5](#)
- 6

- [7](#)
- [8](#)
- [»](#)

- [«](#)
- [5](#)
- [6](#)
- [7](#)
- [8](#)
- [9](#)
- [»](#)

121. [\[The dynamics of calcium distribution in stigma and style of lettuce \(*Lactuca sativa* L.\) before and after pollination\].](#)

[PubMed](#)

Qiu, Yi Lan; Liu, Ru Shi; Xie, Chao Tian; Yang, Yan Hong; Gu, Li; Tian, Hui Qiao

2005-08-01

Potassium antimonite was used to deposit calcium in the stigma and style of lettuce (*Lactuca sativa* L.) before and after pollination. The stigma of lettuce is two splits. Abundant calcium granules are displayed in the wall of papillae on the receptive surface of stigma before and after pollination, which may facilitate pollen germination. However, a few calcium granules in the wall of epidermis cell on non-receptive surface. Calcium distribution in style presents a gradient in transmitting tissue and parenchyma cells from the top to the base of the style before pollination. After pollination, calcium in transmitting tissue distinctly increased and its gradient distribution became more evident. Pollen tubes grow in the intercellular gaps of transmitting tissue. When pollen tubes grew into transmitting tissue, calcium granules in parenchyma around transmitting tissue decreased, suggesting a calcium movement was controlled by pollen tubes. The calcium gradient distribution also appeared in the trachea of vascular bundle of style. In general, calcium in style displays a feature of time-special distribution: transmitting tissue doesn't need much more calcium that is only stored in the parenchyma before pollination. However, calcium in parenchyma cells may be transported to transmitting tissue and make the latter contain more calcium to form an evident calcium gradient and meet the requirement of pollen tubes directionally growing after pollination. This is the second sample of calcium gradient existing in style, which was found by using potassium antimonite method.

122. [Bioavailability of silver and silver sulfide nanoparticles to lettuce \(*Lactuca sativa*\): Effect of agricultural amendments on plant uptake.](#)

[PubMed](#)

Doolette, Casey L; McLaughlin, Michael J; Kirby, Jason K; Navarro, Divina A

2015-12-30

Silver nanoparticles (AgNPs) can enter terrestrial systems as sulfidised AgNPs (Ag₂S-NPs) through the application of biosolids to soil. However, the bioavailability of Ag₂S-NPs in soils is unknown. The two aims of this study were to investigate (1) the bioavailability of Ag to lettuce (*Lactuca sativa*) using a soil amended with biosolids containing Ag₂S-NPs and (2) the effect of commonly used agricultural fertilisers/amendments on the bioavailability of Ag, AgNPs and Ag₂S-NPs to lettuce. The study used

realistic AgNP exposure pathways and exposure concentrations. The plant uptake of Ag from biosolids-amended soil containing Ag₂S-NPs was very low for all Ag treatments (0.02%). Ammonium thiosulfate and potassium chloride fertilisation significantly increased the Ag concentrations of plant roots and shoots. The extent of the effect varied depending on the type of Ag. Ag₂S-NPs, the realistic form of AgNPs in soil, had the lowest bioavailability. The potential risk of AgNPs in soils is low; even in the plants that had the highest Ag concentrations (Ag(+)+thiosulfate), only 0.06% of added Ag was found in edible plant parts (shoots). Results from the study suggest that agricultural practises must be considered when carrying out risk assessments of AgNPs in terrestrial systems; such practises can affect AgNP bioavailability. Copyright © 2015 Elsevier B.V. All rights reserved.

123. [Rin4 causes hybrid necrosis and race-specific resistance in an interspecific lettuce hybrid.](#)

[PubMed](#)

Jeuken, Marieke J W; Zhang, Ningwen W; McHale, Leah K; Pelgrom, Koen; den Boer, Erik; Lindhout, Pim; Michelmore, Richard W; Visser, Richard G F; Niks, Rients E

2009-10-01

Some inter- and intraspecific crosses may result in reduced viability or sterility in the offspring, often due to genetic incompatibilities resulting from interactions between two or more loci. Hybrid necrosis is a postzygotic genetic incompatibility that is phenotypically manifested as necrotic lesions on the plant. We observed hybrid necrosis in interspecific lettuce (*Lactuca sativa* and *Lactuca saligna*) hybrids that correlated with resistance to downy mildew. Segregation analysis revealed a specific allelic combination at two interacting loci to be responsible. The allelic interaction had two consequences: (1) a quantitative temperature-dependent autoimmunity reaction leading to necrotic lesions, lethality, and quantitative resistance to an otherwise virulent race of *Bremia lactucae*; and (2) a qualitative temperature-independent race-specific resistance to an avirulent race of *B. lactucae*. We demonstrated by transient expression and silencing experiments that one of the two interacting genes was Rin4. In *Arabidopsis thaliana*, RIN4 is known to interact with multiple R gene products, and their interactions result in hypersensitive resistance to *Pseudomonas syringae*. Site-directed mutation studies on the necrosis-eliciting allele of Rin4 in lettuce showed that three residues were critical for hybrid necrosis.

124. [Effect of aqueous and hydro-alcoholic extracts of lettuce \(*Lactuca sativa*\) seed on testosterone level and spermatogenesis in NMRI mice.](#)

[PubMed](#)

Ahangarpour, Akram; Oroojan, Ali Akbar; Radan, Maryam

2014-01-01

One of the considerable uses of lettuce (*Lactuca sativa*) seed in traditional medicine has been to reduce semen, sperm and sexuality. The aim of this study was to investigate the effects of aqueous and hydro-alcoholic extracts of lettuce seed on testosterone level and spermatogenesis. In this experimental study 24 adult male NMRI mice weighing 20-25gr were purchased. Animals were randomly divided into 4 groups: controls, hydro-alcoholic (200 mg/kg) and aqueous extracts (50, 100mg/kg). The extracts were injected intraperitoneally once a day for 10 consecutive days. 2 weeks after the last injection, the mice were anaesthetized by ether and after laparotomy blood was collected from the heart to determine testosterone by ELISA assay kit. Then testis and cauda epididymis of all animals were removed for analyzing testis morphology and sperm count and viability. Testis weight in hydro-alcoholic and aqueous extracts 100 mg/kg ($p=0.001$) and aqueous extract 50 mg/kg ($p=0.008$) groups was increased.

Sperm viability in hydro-alcoholic ($p=0.001$) and aqueous extracts 50 ($p=0.026$), 100 mg/kg ($p=0.045$) groups was decreased, Also the results showed a significant decrease in sperm count in hydro-alcoholic ($p=0.035$) and aqueous extracts 50 mg/kg ($p=0.006$) groups in comparison with control group. Also there was a significant increase in serum level of testosterone in aqueous extract 50 mg/kg group in comparison with control ($p=0.002$) hydro-alcoholic ($p=0.001$) and aqueous extracts 100 mg/kg ($p=0.003$) groups. Present results demonstrated that hydro-alcoholic and aqueous 50 mg/kg extracts of lettuce seed have antispermatogenic effects, also aqueous extract 50 mg/kg increased serum level of testosterone in mice. Therefore we can suggest that lettuce seed could be a potential contraceptive agent. This article extracted from M.Sc. student research project. (Ali Akbar Oroojan).

125. [Effect of aqueous and hydro-alcoholic extracts of lettuce \(*Lactuca sativa*\) seed on testosterone level and spermatogenesis in NMRI mice](#)

[PubMed Central](#)

Ahangarpour, Akram; Oroojan, Ali Akbar; Radan, Maryam

2014-01-01

Background: One of the considerable uses of lettuce (*Lactuca sativa*) seed in traditional medicine has been to reduce semen, sperm and sexuality. Objective: The aim of this study was to investigate the effects of aqueous and hydro-alcoholic extracts of lettuce seed on testosterone level and spermatogenesis. Materials and Methods: In this experimental study 24 adult male NMRI mice weighing 20-25gr were purchased. Animals were randomly divided into 4 groups: controls, hydro-alcoholic (200 mg/kg) and aqueous extracts (50, 100mg/kg). The extracts were injected intraperitoneally once a day for 10 consecutive days. 2 weeks after the last injection, the mice were anaesthetized by ether and after laparotomy blood was collected from the heart to determine testosterone by ELISA assay kit. Then testis and cauda epididymis of all animals were removed for analyzing testis morphology and sperm count and viability. Results: Testis weight in hydro-alcoholic and aqueous extracts 100 mg/kg ($p=0.001$) and aqueous extract 50 mg/kg ($p=0.008$) groups was increased. Sperm viability in hydro-alcoholic ($p=0.001$) and aqueous extracts 50 ($p=0.026$), 100 mg/kg ($p=0.045$) groups was decreased, Also the results showed a significant decrease in sperm count in hydro-alcoholic ($p=0.035$) and aqueous extracts 50 mg/kg ($p=0.006$) groups in comparison with control group. Also there was a significant increase in serum level of testosterone in aqueous extract 50 mg/kg group in comparison with control ($p=0.002$) hydro-alcoholic ($p=0.001$) and aqueous extracts 100 mg/kg ($p=0.003$) groups. Conclusion: Present results demonstrated that hydro-alcoholic and aqueous 50 mg/kg extracts of lettuce seed have antispermatogenic effects, also aqueous extract 50 mg/kg increased serum level of testosterone in mice. Therefore we can suggest that lettuce seed could be a potential contraceptive agent. This article extracted from M.Sc. student research project. (Ali Akbar Oroojan) PMID:24799863

126. [Allelopathic Activity of Extracts from Different Brazilian Peanut \(*Arachis hypogaea* L.\) Cultivars on Lettuce \(*Lactuca sativa*\) and Weed Plants](#)

[PubMed Central](#)

Garcia, R.; Simas, N. K.

2017-01-01

Peanut (*Arachis hypogaea* L.) is the fourth most consumed oleaginous plant in the world, producing seeds with high contents of lipids, proteins, vitamins, and carbohydrates. Biological activities of

different extracts of this species have already been evaluated by many researchers, including antioxidant, antitumoral, and antibacterial. In this work, the allelopathic activity of extracts from different Brazilian peanut cultivars against lettuce (*Lactuca sativa*) and two weed plants (*Commelina benghalensis* and *Ipomoea nil*) was studied. Aerial parts, roots, seeds, and seed coats were used for the preparation of crude extracts. Seed extract partitioning was performed with n-hexane, dichloromethane, ethyl acetate, n-butanol, and aqueous residue. Germination and growth of hypocotyls and rootlets were evaluated after one and five days of incubation with plant extracts, respectively. Crude seed extract and its dichloromethanic partition displayed highest allelopathic activity. These results contribute for the study of new potential natural herbicides. PMID:28396881

127. [Allelopathic Activity of Extracts from Different Brazilian Peanut \(*Arachis hypogaea* L.\) Cultivars on Lettuce \(*Lactuca sativa*\) and Weed Plants.](#)

[PubMed](#)

Casimiro, G S; Mansur, E; Pacheco, G; Garcia, R; Leal, I C R; Simas, N K

2017-01-01

Peanut (*Arachis hypogaea* L.) is the fourth most consumed oleaginous plant in the world, producing seeds with high contents of lipids, proteins, vitamins, and carbohydrates. Biological activities of different extracts of this species have already been evaluated by many researchers, including antioxidant, antitumoral, and antibacterial. In this work, the allelopathic activity of extracts from different Brazilian peanut cultivars against lettuce (*Lactuca sativa*) and two weed plants (*Commelina benghalensis* and *Ipomoea nil*) was studied. Aerial parts, roots, seeds, and seed coats were used for the preparation of crude extracts. Seed extract partitioning was performed with n -hexane, dichloromethane, ethyl acetate, n -butanol, and aqueous residue. Germination and growth of hypocotyls and rootlets were evaluated after one and five days of incubation with plant extracts, respectively. Crude seed extract and its dichloromethanic partition displayed highest allelopathic activity. These results contribute for the study of new potential natural herbicides.

128. [Iceberg lettuce breeding lines with resistance to *Verticillium* wilt caused by race 1 isolates of *Verticillium dahliae*.](#)

[USDA-ARS's Scientific Manuscript database](#)

The Agricultural Research Service, United States Department of Agriculture and the University of California, Davis, announce the release of two breeding lines of lettuce (*Lactuca sativa* L.). Lines RH08-0472 and RH08-0475 are F9 iceberg type lettuce breeding lines with resistance to *Verticillium* wil...

129. [Bacterial networks and co-occurrence relationships in the lettuce root microbiota.](#)

[PubMed](#)

Cardinale, Massimiliano; Grube, Martin; Erlacher, Armin; Quehenberger, Julian; Berg, Gabriele

2015-01-01

Lettuce is one of the most common raw foods worldwide, but occasionally also involved in pathogen outbreaks. To understand the correlative structure of the bacterial community as a network, we studied root microbiota of eight ancient and modern *Lactuca sativa* cultivars and the wild ancestor *Lactuca serriola* by pyrosequencing of 16S rRNA gene amplicon libraries. The lettuce microbiota was

dominated by Proteobacteria and Bacteroidetes, as well as abundant Chloroflexi and Actinobacteria. Cultivar specificity comprised 12.5% of the species. Diversity indices were not different between lettuce cultivar groups but higher than in *L. serriola*, suggesting that domestication lead to bacterial diversification in lettuce root system. Spearman correlations between operational taxonomic units (OTUs) showed that co-occurrence prevailed over co-exclusion, and complementary fluorescence in situ hybridization-confocal laser scanning microscopy (FISH-CLSM) analyses revealed that this pattern results from both potential interactions and habitat sharing. Predominant taxa, such as *Pseudomonas*, *Flavobacterium* and *Sphingomonadaceae* rather suggested interactions, even though these are not necessarily part of significant modules in the co-occurrence networks. Without any need for complex interactions, single organisms are able to invade into this microbial network and to colonize lettuce plants, a fact that can influence the susceptibility to pathogens. The approach to combine co-occurrence analysis and FISH-CLSM allows reliably reconstructing and interpreting microbial interaction networks. © 2014 Society for Applied Microbiology and John Wiley & Sons Ltd.

130. [Rin4 Causes Hybrid Necrosis and Race-Specific Resistance in an Interspecific Lettuce Hybrid](#)[W

[PubMed Central](#)

Jeuken, Marieke J.W.; Zhang, Ningwen W.; McHale, Leah K.; Pelgrom, Koen; den Boer, Erik; Lindhout, Pim; Michelmore, Richard W.; Visser, Richard G.F.; Niks, Rients E.

2009-01-01

Some inter- and intraspecific crosses may result in reduced viability or sterility in the offspring, often due to genetic incompatibilities resulting from interactions between two or more loci. Hybrid necrosis is a postzygotic genetic incompatibility that is phenotypically manifested as necrotic lesions on the plant. We observed hybrid necrosis in interspecific lettuce (*Lactuca sativa* and *Lactuca saligna*) hybrids that correlated with resistance to downy mildew. Segregation analysis revealed a specific allelic combination at two interacting loci to be responsible. The allelic interaction had two consequences: (1) a quantitative temperature-dependent autoimmunity reaction leading to necrotic lesions, lethality, and quantitative resistance to an otherwise virulent race of *Bremia lactucae*; and (2) a qualitative temperature-independent race-specific resistance to an avirulent race of *B. lactucae*. We demonstrated by transient expression and silencing experiments that one of the two interacting genes was *Rin4*. In *Arabidopsis thaliana*, *RIN4* is known to interact with multiple R gene products, and their interactions result in hypersensitive resistance to *Pseudomonas syringae*. Site-directed mutation studies on the necrosis-eliciting allele of *Rin4* in lettuce showed that three residues were critical for hybrid necrosis. PMID:19855048

131. [Cadmium uptake in above-ground parts of lettuce \(*Lactuca sativa* L.\)](#).

[PubMed](#)

Tang, Xiwang; Pang, Yan; Ji, Puhui; Gao, Pengcheng; Nguyen, Thanh Hung; Tong, Yan'an

2016-03-01

Because of its high Cd uptake and translocation, lettuce is often used in Cd contamination studies. However, there is a lack of information on Cd accumulation in the above-ground parts of lettuce during the entire growing season. In this study, a field experiment was carried out in a Cd-contaminated area. Above-ground lettuce parts were sampled, and the Cd content was measured using a flame atomic absorption spectrophotometer (AAS). The results showed that the Cd concentration in the above-

ground parts of lettuce increased from 2.70 to 3.62mgkg(-1) during the seedling stage, but decreased from 3.62 to 2.40mgkg(-1) during organogenesis and from 2.40 to 1.64mgkg(-1) during bolting. The mean Cd concentration during the seedling stage was significantly higher than that during organogenesis ($\alpha=0.05$) and bolting ($\alpha=0.01$). The Cd accumulation in the above-ground parts of an individual lettuce plant could be described by a sigmoidal curve. Cadmium uptake during organogenesis was highest (80% of the total), whereas that during bolting was only 4.34%. This research further reveals that for Rome lettuce: (1) the highest Cd content of above-ground parts occurred at the end of the seedling phase; (2) the best harvest time with respect to Cd phytoaccumulation is at the end of the organogenesis stage; and (3) the organogenesis stage is the most suitable time to enhance phytoaccumulation efficiency by adjusting the root:shoot ratio. Copyright © 2015 Elsevier Inc. All rights reserved.

132. [Transfer of Metals in Food Chain: An Example with Copper and Lettuce](#)

[NASA Astrophysics Data System \(ADS\)](#)

Vincevica-Gaile, Zane; Klavins, Maris

2012-12-01

Present study investigated the possible transfer of metals in the food chain (from soil to edible plants). The experiment was done with lettuce *Lactuca sativa* grown in different types of soil contaminated with copper (Cu^{2+}) in various concentrations, with or without addition of humic substances. The highest content of copper was detected in lettuce samples grown in soils with lower levels of organic matter, thus indicating the importance of soil organics in metal transfer routes and accumulation rates in plants. It was found that copper accumulation in lettuce grown in contaminated soils can be significantly reduced by the addition of humic substances.

133. [USE OF ULVA LACTUCA TO DISTINGUISH PH DEPENDENT TOXICANTS IN MARINE WATERS AND SEDIMENTS](#)

[EPA Science Inventory](#)

Ulva lactuca (sea lettuce) is a cosmopolitan marine attached green seaweed capable of sequestering high environmental levels of ammonia. Ammonia can be acutely toxic to marine organisms and is often found in dredged sediments from highly industrial areas or from areas with high c...

134. [A STUDY ON THE ACCUMULATION OF PERCHLORATE IN YOUNG HEAD LETTUCE](#)

[EPA Science Inventory](#)

The overall objective of this study was to demonstrate in a greenhouse study the potential for incorporation of perchlorate from aqueous solutions of 10, 50, 100, 500, 1,000, 5,000, and 10,000 ppb into an agricultural food crop (lettuce; *Lactuca sativa*), which is typically grown ...

135. [Influence of hydroponic and soil cultivation on quality and shelf life of ready-to-eat lamb's lettuce \(*Valerianella locusta* L. Laterr\).](#)

[PubMed](#)

Manzocco, Lara; Foschia, Martina; Tomasi, Nicola; Maifreni, Michela; Dalla Costa, Luisa; Marino, Marilena; Cortella, Giovanni; Cesco, Stefano

2011-06-01

Nowadays, there is an increasing interest in the hydroponic floating system to cultivate leafy vegetables for ready-to-eat salads. It is reasonable that different growing systems could affect the quality and shelf life of these salads. The quality and shelf life of ready-to-eat lamb's lettuce grown in protected environment in soil plot or in soil-less system over hydroponic solution with or without the addition of 30 $\mu\text{mol L}^{-1}$ silicon were evaluated. Minimum effects were observed on colour, firmness and microbial counts. Hydroponic cultivation largely affected plant tissue hydration, leading to weight loss and structural modifications during refrigerated storage. The shelf life of lamb's lettuce was limited by the development of visually detectable unpleasant sensory properties. Shelf life, calculated by survival analysis of consumer acceptability data, resulted about 7 days for soil-cultivated salad and 2 days for the hydroponically grown ones. The addition of silicon to the hydroponic solution resulted in an interesting strategy to increase plant tissue yield and reduce nitrate accumulation. Although hydroponic cultivation may have critical consequences on product quality and shelf life, these disadvantages could be largely counterbalance by increased yield and a reduction of nitrate accumulation when cultivation is performed on nutritive solutions with supplemental addition of silicon. Copyright © 2011 Society of Chemical Industry.

136. [Toxicity Effect of Cr Stress on Seed Germination and Seedling Growth in Lactuca Sativa](#)

[NASA Astrophysics Data System \(ADS\)](#)

Ma, Wan Zheng; Ma, Wan Min; Du, Ying Ying; Dan, Qiong Peng; Yin, Bing; Dai, Shan Shan; Hao, Xiang

2018-03-01

The impact of Cr^{6+} on the growth of lactuca sativa in Greenhouse Cucumber was investigated. The seeds of lacuna sativa Italian bolting resistance lettuce were treated by different Cr^{6+} concentration to study the effects on its seed germination and seedling growth. The results showed that the seed germination rate, vigor index of seedlings decreased with increment of Cr^{6+} concentration to varying degrees, and vigor germination, vigor index, raw weight, root length significantly lower. The absorption of lettuce seedlings on different nutrient elements is impacted by the concentration of Cr^{6+} .

137. [Biochemical study of leaf browning in minimally processed leaves of lettuce \(Lactuca sativa L. var. acephala\).](#)

[PubMed](#)

Degl'Innocenti, E; Guidi, L; Pardossi, A; Tognoni, F

2005-12-28

A series of biochemical parameters, including the concentration of total ascorbic acid (ASA(tot)) and the activities of phenylalanine ammonia lyase (PAL), polyphenol oxidase (PPO), and peroxidases (PODs), was investigated during cold storage (72 h at 4 degrees C in the dark) in fresh-cut (minimally processed) leaves of two lettuce (Lactuca sativa L. var. acephala) cultivars differing in the susceptibility to tissue browning: Green Salade Bowl (GSB), susceptible, and Red Salade Bowl (RSB), resistant. The two cultivars showed differences also at the biochemical level. The content in ASA(tot) increased in RSB, as a consequence of increased DHA concentration; conversely, ASA(tot) diminished in GSB, in which ASA was not detectable after 72 h of storage, thus suggesting a disappearance of ascorbate (both ASA and DHA) into nonactive forms. The antioxidant capacity (as determined by using FRAP analysis) decreased significantly during storage in RSB, while a strong increase was

observed in GSB. PAL activity increased soon after processing reaching a maximum by 3 h, then it declined to a relatively constant value in RSB, while in GSB it showed a tendency to decrease in the first few hours from harvest and processing. POD activity, at least for chlorogenic acid, increased significantly during storage only in GSB.

138. [LETTUCE AND BROCCOLI RESPONSE AND SOIL PROPERTIES RESULTING FROM TANNERY WASTE APPLICATIONS](#)

[EPA Science Inventory](#)

Broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) and lettuce (*Lactuca sativa* L.) were grown on Willamette sil (Pachic Ultic Argixerolls) amended 1 and 2 yr earlier with chrome tannery wastes at rates up to 192 Mg ha to determine nutrient and trace element availability. Soils were sam...

139. [Banded cucumber beetle \(Coleoptera: Chrysomelidae\) resistance in romaine lettuce: understanding latex chemistry](#)

[USDA-ARS's Scientific Manuscript database](#)

Many plants subjected to herbivore damage exude latex, a rich source of biochemicals, which play important roles in host plant resistance. Our previous studies showed that fresh latex from Valmaine, a resistant cultivar of romaine lettuce *Lactuca sativa* L., applied to artificial diet is highly deter...

140. [Effect of 16 and 24 hours daily radiation \(light\) on lettuce growth](#)

[NASA Technical Reports Server \(NTRS\)](#)

Koontz, H. V.; Prince, R. P.; Knott, W. M. (Principal Investigator)

1986-01-01

A 50% increase in total radiation by extending the photoperiod from 16 to 24 hr doubled the weight of all cultivars of loose-leaf lettuce (*Lactuca sativa* L.) 'Grand Rapids Forcing', 'Waldmanns Green', 'Salad Bowl', and 'RubyConn', but not a Butterhead cultivar, 'Salina'. When total daily radiation (moles of photons) was the same, plants under continuous radiation weighed 30% to 50% more than plants under a 16 hr photoperiod. By using continuous radiation on loose-leaf lettuce, fewer lamp fixtures were required and yield was increased.

- [«](#)
- [5](#)
- [6](#)
- 7
- [8](#)
- [9](#)
- [»](#)

- [«](#)
- [6](#)
- [7](#)
- 8
- [9](#)
- [10](#)

- »

141. [The *Rhizoctonia solani* AG1-IB \(isolate 7/3/14\) transcriptome during interaction with the host plant lettuce \(*Lactuca sativa* L.\).](#)

[PubMed](#)

Verwaaijen, Bart; Wibberg, Daniel; KrÄ¶ber, Magdalena; Winkler, Anika; Zrenner, Rita; Bednarz, Hanna; Niehaus, Karsten; Grosch, Rita; PÄ¼hler, Alfred; SchlÄ¼ter, Andreas

2017-01-01

The necrotrophic pathogen *Rhizoctonia solani* is one of the most economically important soil-borne pathogens of crop plants. Isolates of *R. solani* AG1-IB are the major pathogens responsible for bottom-rot of lettuce (*Lactuca sativa* L.) and are also responsible for diseases in other plant species. Currently, there is lack of information regarding the molecular responses in *R. solani* during the pathogenic interaction between the necrotrophic soil-borne pathogen and its host plant. The genome of *R. solani* AG1-IB (isolate 7/3/14) was recently established to obtain insights into its putative pathogenicity determinants. In this study, the transcriptional activity of *R. solani* AG1-IB was followed during the course of its pathogenic interaction with the host plant lettuce under controlled conditions. Based on visual observations, three distinct pathogen-host interaction zones on lettuce leaves were defined which covered different phases of disease progression on tissue inoculated with the AG1-IB (isolate 7/3/14). The zones were defined as: Zone 1-symptomless, Zone 2-light brown discoloration, and Zone 3-dark brown, necrotic lesions. Differences in *R. solani* hyphae structure in these three zones were investigated by microscopic observation. Transcriptional activity within these three interaction zones was used to represent the course of *R. solani* disease progression applying high-throughput RNA sequencing (RNA-Seq) analysis of samples collected from each Zone. The resulting three transcriptome data sets were analyzed for their highest expressed genes and for differentially transcribed genes between the respective interaction zones. Among the highest expressed genes was a group of not previously described genes which were transcribed exclusively during early stages of interaction, in Zones 1 and 2. Previously described importance of up-regulation in *R. solani* agglutinin genes during disease progression could be further confirmed; here, the corresponding genes exhibited

142. [Modification of yield and chlorophyll content in leaf lettuce by HPS radiation and nitrogen treatments](#)

[NASA Technical Reports Server \(NTRS\)](#)

Mitchell, Cary A.; Leakakos, Tina; Ford, Tamera L.

1991-01-01

The potential of realizing high photosynthetic photon flux from radiation by high-pressure sodium (HPS) lamp, alone or in combination with metal halide (MH) plus quartz iodide (QI) incandescent lamps, to support lettuce grow, with or without nitrogen supplement, was investigated. It was found that varying exposures to radiation from combined HPS, MH, and QI lamps influenced dry weight gain and photosynthetic pigment content of hydroponically grown lettuce (*Lactuca sativa* L.) seedlings.

143. [Effect of Different Elicitors and Preharvest Day Application on the Content of Phytochemicals and Antioxidant Activity of Butterhead Lettuce \(*Lactuca sativa* var. capitata\) Produced under Hydroponic Conditions.](#)

[PubMed](#)

Moreno-Escamilla, Jesús Omar; Alvarez-Parrilla, Emilio; de la Rosa, Laura A; Nájera-Gastelum, José Alberto; González-Aguilar, Gustavo A; Rodrigo-García, Joaquín

2017-07-05

The effect of four elicitors on phytochemical content in two varieties of lettuce was evaluated. The best preharvest day for application of each elicitor was chosen. Solutions of arachidonic acid (AA), salicylic acid (SA), methyl jasmonate (MJ), and Harpin protein (HP) were applied by foliar aspersión on lettuce leaves while cultivating under hydroponic conditions. Application of elicitors was done at 15, 7, 5, 3, or 1 day before harvest. Green lettuce showed the highest increase in phytochemical content when elicitors (AA, SA, and HP) were applied on day 7 before harvest. Similarly, antioxidant activity rose in all treatments on day 7. In red lettuce, the highest content of bioactive molecules occurred in samples treated on day 15. AA, SA, and HP were the elicitors with the highest effect on phytochemical content for both varieties, mainly on polyphenol content. Antioxidant activity also increased in response to elicitation. HPLC-MS showed an increase in the content of phenolic acids in green and red lettuce, especially after elicitation with SA, suggesting activation of the caffeic acid pathway due to elicitation.

144. [Evaluation and Quantitative trait loci mapping of resistance to powdery mildew in lettuce](#)

[USDA-ARS's Scientific Manuscript database](#)

Lettuce (*Lactuca sativa* L.) is the major leafy vegetable that is susceptible to powdery mildew disease under greenhouse and field conditions. We mapped quantitative trait loci (QTLs) for resistance to powdery mildew under greenhouse conditions in an interspecific population derived from a cross betw...

145. [Red leaf lettuce breeding line with resistance to corky root, 06-810](#)

[USDA-ARS's Scientific Manuscript database](#)

The Agricultural Research Service, United States Department of Agriculture (USDA) announces the release of a breeding line of red leaf lettuce (*Lactuca sativa* L.), 06-810. The line may be suitable for commercial production, and is suitable for use as a source of resistance to corky root disease in t...

146. [TOXICITY OF METHYL-TERT BUTYL ETHER \(MTBE\) TO PLANTS \(AVENA SATIVA, ZEA MAYS, TRITICUM AESTIVUM, AND LACTUCA SATIVA\)](#)

[EPA Science Inventory](#)

Effects of Methyl tert-butyl ether (MTBE) on the germination of seeds and growth of the plant were studied in some laboratory experiments. Test plants were wild oat (*Avena sativa*), sweet corn (*Zea mays*), wheat (*Triticum aestivum*), and lettuce (*Lactuca sativa*). Seed germination,...

147. [MADS-Box Genes and Gibberellins Regulate Bolting in Lettuce \(*Lactuca sativa* L.\)](#)

[PubMed Central](#)

Han, Yingyan; Chen, Zijiang; Lv, Shanshan; Ning, Kang; Ji, Xueliang; Liu, Xueying; Wang, Qian; Liu, Renyi; Fan, Shuangxi; Zhang, Xiaolan

2016-01-01

Bolting in lettuce is promoted by high temperature and bolting resistance is of great economic

importance for lettuce production. But how bolting is regulated at the molecular level remains elusive. Here, a bolting resistant line S24 and a bolting sensitive line S39 were selected for morphological, physiological, transcriptomic and proteomic comparisons. A total of 12204 genes were differentially expressed in S39 vs. S24. Line S39 was featured with larger leaves, higher levels of chlorophyll, soluble sugar, anthocyanin and auxin, consistent with its up-regulation of genes implicated in photosynthesis, oxidation-reduction and auxin actions. Proteomic analysis identified 30 differentially accumulated proteins in lines S39 and S24 upon heat treatment, and 19 out of the 30 genes showed differential expression in the RNA-Seq data. Exogenous gibberellins (GA) treatment promoted bolting in both S39 and S24, while 12 flowering promoting MADS-box genes were specifically induced in line S39, suggesting that although GA regulates bolting in lettuce, it may be the MADS-box genes, not GA, that plays a major role in differing the bolting resistance between these two lettuce lines.
PMID:28018414

148. [Characterization and performance of 16 new inbred lines of lettuce](#)

[USDA-ARS's Scientific Manuscript database](#)

The Agricultural Research Service, U.S. Department of Agriculture announces the release of sixteen breeding lines of lettuce (*Lactuca sativa* L.). Five (SM13-I1, SM13-I2, SM13-I3, SM13-I4, and SM13-I5) of the six iceberg breeding lines can be used for whole head or salad blend production; the sixth i...

149. [Release of three iceberg lettuce populations that combined resistance to two soil borne diseases](#)

[USDA-ARS's Scientific Manuscript database](#)

The Agricultural Research Service, United States Department of Agriculture and the University of California, Davis, announce the release of three F2:4 breeding populations of iceberg lettuce (*Lactuca sativa* L.). The breeding populations combine the cor and Verticillium resistance 1 (Vr1) loci to co...

150. [Population biology of Verticillium dahliae isolates from lettuce in the Salinas Valley of California.](#)

[USDA-ARS's Scientific Manuscript database](#)

Verticillium dahliae is a soil borne fungus and the primary causal agent of Verticillium wilt, which affects many crops worldwide. Many crops grown in the Salinas Valley (SV) of California, including strawberry and lettuce (*Lactuca sativa*), are susceptible to V. dahliae and severe outbreaks are comm...

151. [Biochar potential in intensive cultivation of Capsicum annuum L. \(sweet pepper\): crop yield and plant protection.](#)

[PubMed](#)

Kumar, Abhay; Elad, Yigal; Tsechansky, Ludmila; Abrol, Vikas; Lew, Beni; Offenbach, Rivka; Graber, Ellen R

2018-01-01

The influence of various biochars on crop yield and disease resistance of *Capsicum annuum* L. (sweet pepper) under modern, high input, intensive net house cultivation was tested over the course of 2011-2014 in the Arava desert region of Israel. A pot experiment with *Lactuca sativa* L. (lettuce) grown in the absence of fertilizer employed the 3-year-old field trial soils to determine if biochar treatments contributed to soil intrinsic fertility. Biochar amendments resulted in a significant increase in the number and weight of pepper fruits over 3 years. Concomitant with the increased yield,

biochar significantly decreased the severity of powdery mildew (*Leveillula taurica*) disease and broad mite (*Polyphagotarsonemus latus*) pest infestation. Biochar additions resulted in increased soil organic matter but did not influence the pH, electrical conductivity or soil or plant mineral nutrients. Intrinsic fertility experiments with lettuce showed that two of the four biochar-treated field soils had significant positive impacts on lettuce fresh weight and total chlorophyll, carotenoid and anthocyanin contents. Biochar-based soil management can enhance the functioning of intensive, commercial, net house production of peppers under the tested conditions, resulting in increased crop yield and plant resistance to disease over several years. © 2017 Society of Chemical Industry. © 2017 Society of Chemical Industry.

152. [Environmental modification of yield and food composition of cowpea and leaf lettuce](#)

[NASA Technical Reports Server \(NTRS\)](#)

Mitchell, Cary A.; Nielsen, Suzanne S.; Bubenheim, David L.

1990-01-01

Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) and leaf lettuce (*Lactuca sativa* L.) are candidate species to provide ligume protein and starch or serve as a salad base for a nutritionally balanced and psychologically satisfying vegetarian diet in the Controlled Ecology Life Support System (CELSS). Various nutritional parameters are reported. Hydroponic leaf lettuce grew best under CO₂ enrichment and photosynthetic photon flux (PPF) enhancement. Leaf protein content reached 36 percent with NH₄(+) + NO₃ nutrition; starch and free sugar content was as high as 7 or 8.4 percent of DW, respectively, for high PPF/CO₂ enriched environments.

153. [Photoprotection vs. Photoinhibition of Photosystem II in Transplastomic Lettuce \(*Lactuca sativa*\) Dominantly Accumulating Astaxanthin.](#)

[PubMed](#)

Fujii, Ritsuko; Yamano, Nami; Hashimoto, Hideki; Misawa, Norihiko; Ifuku, Kentaro

2016-07-01

Transplastomic (chloroplast genome-modified; CGM) lettuce that dominantly accumulates astaxanthin grows similarly to a non-transgenic control with almost no accumulation of naturally occurring photosynthetic carotenoids. In this study, we evaluated the activity and assembly of PSII in CGM lettuce. The maximum quantum yield of PSII in CGM lettuce was <0.6; however, the quantum yield of PSII was comparable with that in control leaves under higher light intensity. CGM lettuce showed a lower ability to induce non-photochemical quenching (NPQ) than the control under various light intensities. The fraction of slowly recovering NPQ in CGM lettuce, which is considered to be photoinhibitory quenching (qI), was less than half that of the control. In fact, 1 O₂ generation was lower in CGM than in control leaves under high light intensity. CGM lettuce contained less PSII, accumulated mostly as a monomer in thylakoid membranes. The PSII monomers purified from the CGM thylakoids bound echinenone and canthaxanthin in addition to β -carotene, suggesting that a shortage of β -carotene and/or the binding of carbonyl carotenoids would interfere with the photophysical function as well as normal assembly of PSII. In contrast, high accumulation of astaxanthin and other carbonyl carotenoids was found within the thylakoid membranes. This finding would be associated with the suppression of photo-oxidative stress in the thylakoid membranes. Our observation suggests the importance of a specific balance between photoprotection and photoinhibition that can support normal photosynthesis in CGM lettuce producing astaxanthin. © The Author 2015.

Published by Oxford University Press on behalf of Japanese Society of Plant Physiologists. All rights reserved. For permissions, please email: journals.permissions@oup.com.

154. [Combined toxicity of microcystin-LR and copper on lettuce \(*Lactuca sativa* L.\)](#).

[PubMed](#)

Cao, Qing; Steinman, Alan D; Wan, Xiang; Xie, Liqiang

2018-05-10

Microcystins and copper commonly co-exist in the natural environment, but their combined toxicity remains unclear, especially in terrestrial plants. The present study investigated the toxicity effects of microcystin-LR (0, 5, 50, 500, 1000 $\mu\text{g L}^{-1}$) and copper (0, 50, 500, 1000, 2000 $\mu\text{g L}^{-1}$), both individually and in mixture, on the germination, growth and oxidative response of lettuce. The bioaccumulation of microcystin-LR and copper was also evaluated. Results showed that the decrease in lettuce germination induced by copper alone was not significantly different from that induced by the mixture, and the combined toxicity assessment showed a simple additive effect. Lettuce growth was not significantly reduced by microcystin-LR alone, whereas it was significantly reduced by copper alone and the mixture when copper concentration was higher than 500 $\mu\text{g L}^{-1}$. High concentrations of microcystin-LR (1000 $\mu\text{g L}^{-1}$) and copper (500 $\mu\text{g L}^{-1}$), as well as their mixture (500 + 500 $\mu\text{g L}^{-1}$), induced oxidative stress in lettuce. A synergistic effect on the growth and antioxidative system of lettuce was observed when exposed to low concentrations of the mixture (50 + 500 $\mu\text{g L}^{-1}$), whereas an antagonistic effect was observed at high concentrations (1000 + 2000 $\mu\text{g L}^{-1}$). Moreover, the interaction of microcystin-LR and copper can increase their accumulation in lettuce. Our results suggest that the toxicity effects of microcystin-LR and copper are exacerbated when they co-exist in the natural environment at low concentrations, which not only negatively affects plant growth but also poses a potential risk to human health via the food chain. Copyright © 2018. Published by Elsevier Ltd.

155. [Transformation of lettuce \(*Lactuca sativa*\) mediated by *Agrobacterium tumefaciens*](#).

[PubMed](#)

Michelmore, R; Marsh, E; Seely, S; Landry, B

1987-12-01

Lactuca sativa can be routinely transformed using Ti plasmids of *Agrobacterium tumefaciens* containing a chimeric kanamycin resistance gene (NOS.NPTII.NOS). Critical experimental variables were plant genotype, bacterial concentration, presence of a nurse culture and timing of transfers between tissue culture media. Transformation was confirmed by the ability to callus and root in the presence of kanamycin, nopaline production, and by hybridization in Southern blots. Transformation has been achieved with several Ti vectors. Several hundred transformed plants have been regenerated. Kanamycin resistance was inherited monogenically. Homozygotes can be selected by growing R2 seedlings on media containing G418.

156. [Low-Temperature Fumigation of Harvested Lettuce Using a Phosphine Generator](#).

[PubMed](#)

Liu, Yong-Biao

2018-02-28

A research-scale phosphine generator, QuickPHlo-R, from United Phosphorus Ltd. (Mumbai, India) was tested to determine whether it was suitable for low-temperature fumigation and oxygenated phosphine fumigation of harvested lettuce. Vacuum cooled Iceberg and Romaine lettuce (*Lactuca sativa*) were fumigated in 442-liter chambers at 2Â°C for 24 and 72 h for control of western flower thrips [*Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae)] and lettuce aphid [*Nasonovia ribisnigri* (Mosely) (Homoptera: Aphididae)]. Oxygenated phosphine fumigation for 48 h under 60% O₂ was also conducted at 2Â°C with Iceberg and Romaine lettuce for control of lettuce aphid. The generator completed phosphine generation in 60-90 min. Complete control of western flower thrips was achieved in 24-h treatment, and the 48-h oxygenated fumigation, and 72-h regular fumigation treatments completely controlled lettuce aphid. Lettuce quality was evaluated 14 d after fumigation. There was increased incidence of brown stains on fumigated Iceberg lettuce, and the increases were more obvious in longer (â‰¥48 h) treatments. Both Iceberg and Romaine lettuce from all treatments and controls had good visual quality even though there was significantly higher brown stain incidence on fumigated Iceberg lettuce in â‰¥48-h treatment and significant differences in quality score for both Iceberg and Romaine lettuce in the 72-h treatment. The brown stains were likely due to the high sensitivity of lettuce to carbon dioxide. The study indicated that QuiPHlo-R phosphine generator has potential in low-temperature phosphine fumigation due to the quick establishment of desired phosphine levels, efficacy in pest control, and reasonable safety to product quality.

157. [Automated thinning increases uniformity of in-row spacing and plant size in romaine lettuce](#)

[USDA-ARS's Scientific Manuscript database](#)

Low availability and high cost of farm hand labor make automated thinners a faster and cheaper alternative to hand thinning in lettuce (*Lactuca sativa* L.). However, the effects of this new technology on uniformity of plant spacing and size as well as crop yield are not proven. Three experiments wer...

158. [\[Calcium distribution in the central cell of lettuce \(*Lactuca sativa* L.\) before and after pollination\].](#)

[PubMed](#)

Qiu, Yi Lan; Liu, Ru Shi; Ye, Lv; Tian, Hui

2008-02-01

Potassium antimonite precipitation was used to locate calcium in the central cell of lettuce (*Lactuca sativa* L.) before and after pollination. At 3d before anthesis, two polar nuclei of central cell separately located at two polarity of the cell, and few calcium precipitates (ppts) appeared in the polar nuclei and cytoplasm, but some ppts in its small vacuoles. At 2d before anthesis, two polar nuclei moved toward the middle of the cell and fused to form a secondary nucleus, and the ppts evidently increased in the nucleus and cytoplasm. At 1d before anthesis, secondary nucleus again moved toward micropylar end and located near the egg to prepare for fertilization. Calcium precipitates were mainly accumulated in the secondary nucleus. After pollination and before fertilization, the distribution of calcium ppts was similar to that before pollination. At 4h after pollination, the central cell was fertilized, and calcium ppts evidently increased in the cell and numerous were accumulated in its nucleus and cytoplasm. At 6h after pollination, the primary endosperm nucleus completed its first division and formed two dissociate endosperm nuclei, and still many calcium precipitates appeared in the nucleus and cytoplasm. With endosperm development, calcium ppts decreased in the endosperm cell. At 1d after emasculated and without pollination, the secondary nucleus of the cell still bordered on the egg and some calcium ppts appeared in the secondary nucleus. The results indicated that the temporal and

spatial changes of calcium in the central cell may play an important physiological role during the development of the central cell and endosperm.

159. [Green leaf lettuce breeding lines with resistance to corky root, 06-831 and 06-833.](#)

[USDA-ARS's Scientific Manuscript database](#)

The Agricultural Research Service, United States Department of Agriculture (USDA) announces the release of two breeding lines of green leaf lettuce (*Lactuca sativa* L.). The lines 06-831 and 06-833 look similar to "Waldmann"™s Green™ and related cultivars. The lines may be suitable for commercial pro...

160. [Potentiating Effects of Lactuca sativa on Pentobarbital-Induced Sleep.](#)

[PubMed](#)

Ghorbani, Ahmad; Rakhshandeh, Hassan; Sadeghnia, Hamid Reza

2013-01-01

Traditionally, *Lactuca sativa* (lettuce) has been recommended for its hypnotic property. The present study was planned to investigate sleep-prolonging effect of this plant. The hydro-alcoholic extract (HAE) of lettuce and its water fraction (WF), ethyl acetate fraction (EAF), and n-butanol fraction (NBF) were administrated (IP) to mice 30 min before the pentobarbital injection. Moreover, both in-vivo and in-vitro toxicity of the extracts were determined. The quality of HAE and NBF was also evaluated using HPLC fingerprint. The HAE prolonged the pentobarbital-induced sleep duration at dose of 400 mg/Kg. The NBF was the only fraction which could increase the sleep duration and decrease sleep latency. The effects of NBF were comparable to those of induced by diazepam. The LD50-value for HAE was found to be 4.8 g/Kg. No neurotoxic effect was observed either by HAE or by its fractions in cultured PC12 neuron-like cells. The results suggest that lettuce potentiates pentobarbital hypnosis without major toxic effect. The main component(s) responsible for this effect is most likely to be non-polar agent(s) which found in NBF of this plant.

- [«](#)
- [6](#)
- [7](#)
- 8
- [9](#)
- [10](#)
- [»](#)

- [«](#)
- [7](#)
- [8](#)
- 9
- [10](#)
- [11](#)
- [»](#)

161. [Potentiating Effects of Lactuca sativa on Pentobarbital-Induced Sleep](#)

[PubMed Central](#)

Ghorbani, Ahmad; Rakhshandeh, Hassan; Sadeghnia, Hamid Reza

2013-01-01

Traditionally, *Lactuca sativa* (lettuce) has been recommended for its hypnotic property. The present study was planned to investigate sleep-prolonging effect of this plant. The hydro-alcoholic extract (HAE) of lettuce and its water fraction (WF), ethyl acetate fraction (EAF), and n-butanol fraction (NBF) were administrated (IP) to mice 30 min before the pentobarbital injection. Moreover, both in-vivo and in-vitro toxicity of the extracts were determined. The quality of HAE and NBF was also evaluated using HPLC fingerprint. The HAE prolonged the pentobarbital-induced sleep duration at dose of 400 mg/Kg. The NBF was the only fraction which could increase the sleep duration and decrease sleep latency. The effects of NBF were comparable to those of induced by diazepam. The LD50-value for HAE was found to be 4.8 g/Kg. No neurotoxic effect was observed either by HAE or by its fractions in cultured PC12 neuron-like cells. The results suggest that lettuce potentiates pentobarbital hypnosis without major toxic effect. The main component(s) responsible for this effect is most likely to be non-polar agent(s) which found in NBF of this plant. PMID:24250615

162. [Response of hydroponically grown head lettuce on residual monomer from polyacrylamide.](#)

[PubMed](#)

Mroczek, E; Konieczny, P; Kleiber, T; WaÅkiewicz, A

2014-01-01

The aim was to assess acrylamide monomer (AMD) uptake by hydroponically grown lettuce. Lettuce was cultivated by applying plant tissue testing in a recycled system by the use of nutrient solutions prepared with two water-soluble flocculants F3 and F4 containing 176 and 763 Å mg Å kg⁻¹) of AMD, respectively. The effects on growth, fresh weight and plant leaf quality were evaluated by comparing these treatments and one control standard nutrient solution typically recommended for lettuce hydroponic cultivation. To assess the nutritional status of lettuce, samples were collected and lyophilised before determination of the selected micro- and macro-element contents. An HPLC with photodiode array detector method was applied to determine AMD in both selected flocculants and dried plant samples. Results show that lettuces cultivated under the conditions described above absorb AMD from nutrient solutions into their leaves. The AMD presence in recycled nutrient solutions has a negative influence on the growth of lettuce, reducing their average fresh weight and average number of leaves. The study confirmed that the problem of AMD mobility and its accumulation risk in plants should to be an important topic with respect to safe polyacrylamide (PAM) handling in the agro food area.

163. [Effects of stacked quantitative resistances to downy mildew in lettuce do not simply add up.](#)

[PubMed](#)

den Boer, Erik; Pelgrom, Koen T B; Zhang, Ningwen W; Visser, Richard G F; Niks, Rients E; Jeuken, Marieke J W

2014-08-01

In a stacking study of eight resistance QTLs in lettuce against downy mildew, only three out of ten double combinations showed an increased resistance effect under field conditions. Complete race nonspecific resistance to lettuce downy mildew, as observed for the nonhost wild lettuce species *Lactuca saligna*, is desired in lettuce cultivation. Genetic dissection of *L. saligna*'s complete resistance

has revealed several quantitative loci (QTL) for resistance with field infection reductions of 30-50 %. To test the effect of stacking these QTL, we analyzed interactions between homozygous *L. saligna* CGN05271 chromosome segments introgressed into the genetic background of *L. sativa* cv. Olof. Eight different backcross inbred lines (BILs) with single introgressions of 30-70 cM and selected predominately for quantitative resistance in field situations were intercrossed. Ten developed homozygous lines with stacked introgression segments (double combinations) were evaluated for resistance in the field. Seven double combinations showed a similar infection as the individual most resistant parental BIL, revealing epistatic interactions with 'less-than-additive' effects. Three double combinations showed an increased resistance level compared to their parental BILs and their interactions were additive, 'less-than-additive' epistatic and 'more-than-additive' epistatic, respectively. The additive interaction reduced field infection by 73 %. The double combination with a 'more-than-additive' epistatic effect, derived from a combination between a susceptible and a resistant BIL with 0 and 30 % infection reduction, respectively, showed an average field infection reduction of 52 %. For the latter line, an attempt to genetically dissect its underlying epistatic loci by substitution mapping did not result in smaller mapping intervals as none of the 22 substitution lines reached a similar high resistance level. Implications for breeding and the inheritance of *L. saligna*'s complete

164. [Shelf-life extension of fresh-cut iceberg lettuce \(*Lactuca sativa* L.\) by different antimicrobial films.](#)

[PubMed](#)

Kang, Sun-Chul; Kim, Min-Jeong; Choi, Ung-Kyu

2007-08-01

This study was conducted to investigate the antibacterial activity and shelf-life extension effect of iceberg lettuce packed in BN/PE film. The BN/PE film has a strong microbial suppression effect on pathogenic bacteria such as *Escherichia coli*, *Salmonella enteritidis*, and *S. typhimurium*. The number of psychrophiles and mesophiles during 5 days of cold storage of fresh-cut iceberg lettuce at 10 degrees C packaged in BN/PE film was strictly suppressed in comparison with other tested films (OPP, PE, and PET film). When fresh processed iceberg lettuce was processed and stored under the current conditions, the shelf-life of the product was longer than 5 days in the BN/PE film package, whereas the shelf-life when using the other films tested, PE, OPP and PET, was no longer than 3-4 days. The decay rates of the iceberg lettuce packed in the BN/PE film was maintained at 29.8 +/- 2.1% on the 5th day of preservation. The samples packed in BN/PE film maintained an excellent visual quality during the 3 days of storage without significant differences in comparison with the initial visual quality. No browning was observed in the samples packed in BN/PE film for up to 3 days. The texture of shredded iceberg lettuce packaged in BN/PE film remained unchanged up to 3 days, and then a moderate decrease in texture was observed after 4 days of storage. In addition, the overall acceptability of fresh-cut iceberg lettuce packaged in BN/PE film did not change for up to 3 days, whereas the samples packaged in the other films were inedible by 3 days of storage. In conclusion, the shelf-life of fresh-cut iceberg lettuce packaged in the BN/PE film was extended to more than 5 days at 10 degrees C, whereas that in the other films was 2 days at 10 degrees C. Therefore, the shelf-life extension effect of the fresh-cut iceberg lettuce in BN/PE film packaging was very effective compared with the other films tested.

165. [Biological Studies of Bagous Hydrillae](#)

[DTIC Science & Technology](#)

1994-09-01

ZZ/,,- a n teurifolla w es s t u . smallyoo beed Â¥. Yw~tlls C. dimAal f eehtdults P. aMisno d w eggs

IL dubiol L. c-ollnianw IL divalmdli i 0. sativa ...ornamental Oryza sativa L. cultivated rice Pistia stratiotes L. introduced S.A. or Asian weed Tradescanua sp. introduced, ornamental Zebrina pendula Schnizl...Cacurbita pepo L. cultivated zucchini Graptopetalum sp. introduced, ornamental Lactuca sativa L. cultivated lettuce Myriophyllum aquaticum (Vell.)Verde

166. [Effects of cadmium and zinc on ozone-induced phytotoxicity in cress and lettuce](#)

[SciTech Connect](#)

Czuba, M.; Ormrod, D.P.

1973-01-01

Cadmium or zinc solutions were applied to the foliage or roots of lettuce (*Lactuca sativa* L. cv. Grand Rapids) and cress (*Lepidium sativum* L. cv. Fine Curled) at concentrations of 100 parts per million (ppm) every four days for several weeks. Four weeks after sowing, plants were fumigated with 35 parts per hundred million (pphm) ozone, for 6 hours. Cress plants which had received root application of cadmium showed markedly increased ozone-induced phytotoxicity in terms of visible leaf damage and pigment degradation; in lettuce only pigment degradation was evident. There was less effect of zinc or foliar-applied cadmium on ozone-induced phytotoxicity.

167. [Low-cost multispectral imaging for remote sensing of lettuce health](#)

[NASA Astrophysics Data System \(ADS\)](#)

Ren, David D. W.; Tripathi, Siddhant; Li, Larry K. B.

2017-01-01

In agricultural remote sensing, unmanned aerial vehicle (UAV) platforms offer many advantages over conventional satellite and full-scale airborne platforms. One of the most important advantages is their ability to capture high spatial resolution images (1-10 cm) on-demand and at different viewing angles. However, UAV platforms typically rely on the use of multiple cameras, which can be costly and difficult to operate. We present the development of a simple low-cost imaging system for remote sensing of crop health and demonstrate it on lettuce (*Lactuca sativa*) grown in Hong Kong. To identify the optimal vegetation index, we recorded images of both healthy and unhealthy lettuce, and used them as input in an expectation maximization cluster analysis with a Gaussian mixture model. Results from unsupervised and supervised clustering show that, among four widely used vegetation indices, the blue wide-dynamic range vegetation index is the most accurate. This study shows that it is readily possible to design and build a remote sensing system capable of determining the health status of lettuce at a reasonably low cost (lettuce growers).

168. [Non-destructive prediction of pigment content in lettuce based on visible-NIR spectroscopy](#)

[PubMed](#)

Steidle Neto, Antonio JosÃ©; Moura, Lorena de Oliveira; Lopes, Daniela de Carvalho; Carlos, Lanamar de Almeida; Martins, Luma Moreira; Ferraz, Leila de Castro Louback

2017-05-01

Lettuce (*Lactuca sativa* L.) is one of the most important salad vegetables in the world, with a number of head shapes, leaf types and colors. The lettuce pigments play important physiological functions, such

as photosynthetic processes and light stress defense, but they also benefit human health because of their antioxidant action and anticarcinogenic properties. In this study three lettuce cultivars were grown under different farming systems, and partial least squares models were built to predict the leaf chlorophyll, carotenoid and anthocyanin content. The three proposed models resulted in high coefficients of determination and variable importance for the projection values, as well as low estimative errors for calibration and external validation datasets. These results confirmed that it is possible to accurately predict chlorophyll, carotenoid and anthocyanin content of green and red lettuces, grown in different farming systems, based on the spectral reflectance from 500 to 1000 nm. The proposed models were adequate for estimating lettuce pigments in a quick and non-destructive way, representing an alternative to conventional measurement methods. Prediction accuracies were improved by using the detrending, smoothing and first derivative pretreatments to the original spectral signatures prior to estimating lettuce chlorophyll, carotenoid and anthocyanin content, respectively. © 2016 Society of Chemical Industry. © 2016 Society of Chemical Industry.

169. [Freshly characterization and storability of mini head lettuces at optimal and abusive temperatures.](#)

[PubMed](#)

Viacava, Gabriela E; Ponce, Alejandra G; Goyeneche, Rosario; Carrozzi, Liliana; Yommi, Alejandra; Roura, Sara I

2016-01-01

Selection of lettuce varieties less sensitive to quality deterioration and more tolerant to abusive temperatures during handling, transportation, and storage is essential to minimize economical and quality losses that affect both producers and consumers. This work was focused on the quality changes of four baby head lettuces (*Lactuca sativa* L.), two butter (red and green) and two oak-leaf (red and green) types, during storage at 0 °C and 10 °C for 10 days. Lettuce quality was determined by measuring bioactive content (ascorbic acid, total phenolics), physicochemical (total chlorophyll, browning potential), and microbiological indices. At harvest, red varieties presented lower browning potential and higher bioactive compounds but no differences were observed in microbial populations. During storage, ascorbic acid underwent first order degradation for all varieties, with a degradation rate at 10 °C twice faster than at 0 °C. At 0 °C, only the red oak-leaf lettuce exhibited chlorophyll degradation, while at 10 °C all varieties presented degradation. No changes were observed in total phenolics and browning potential of butter lettuces during storage at both temperatures. Microbial population counts were significantly affected by the storage temperature. Red butter baby lettuce presented slightly better bioactive content and microbiological characteristics and then better storability. © The Author(s) 2015.

170. [Structural and Sensory Characterization of Novel Sesquiterpene Lactones from Iceberg Lettuce.](#)

[PubMed](#)

Mai, Franziska; Glomb, Marcus A

2016-01-13

Lactuca sativa var. capitata (iceberg lettuce) is a delicious vegetable and popular for its mild taste. Nevertheless, iceberg lettuce is a source of bitter substances, such as the sesquiterpene lactones. Chemical investigations on the n-butanol extract led to the isolation of three novel sesquiterpene lactones. All compounds were isolated by multilayer countercurrent chromatography followed by preparative high-performance liquid chromatography. The structures were verified by means of

spectroscopic methods, including NMR and mass spectrometry techniques. For the first time 11- β ,13-dihydrolactucin-8-O-sulfate (jaquinelin-8-O-sulfate) was structurally elucidated and identified in plants. In addition, the sesquiterpene lactones cichorioside B and 8-deacetylmatricarin-8-O-sulfate were identified as novel ingredients of iceberg lettuce. Further flowering plants in the daisy family Asteraceae were examined for the above three compounds. At least one of the compounds was identified in nine plants. The comparison between the lettuce butt end and the leaves of five types of the Cichorieae tribe showed an accumulation of the compounds in the butt end. Further experiments addressed the impact of sesquiterpene lactones on color formation and bitter taste.

171. [Assessment of contamination potential of lettuce by *Salmonella enterica* serovar Newport added to the plant growing medium.](#)

[PubMed](#)

Bernstein, Nirit; Sela, Shlomo; Neder-Lavon, Sarit

2007-07-01

The capacity of *Salmonella enterica* serovar Newport to contaminate Romaine lettuce (*Lactuca sativa* L. cv. Noyal) via the root system was evaluated in 17-, 20-, and 33-day-old plants. Apparent internalization of *Salmonella* via the root to the above-ground parts was identified in 33- but not 17- or 20-day-old plants and was stimulated by root decapitation. Leaves of lettuce plants with intact and damaged roots harbored *Salmonella* at 500 $\pm$ 120 and 5,130 $\pm$ 440 CFU/g of leaf, respectively, at 2 days postinoculation but not 5 days later. These findings are first to suggest that *Salmonella* Newport can translocate from contaminated roots to the aerial parts of lettuce seedlings and propose that the process is dependent on the developmental stage of the plant.

172. [Isolation of phenolic compounds from iceberg lettuce and impact on enzymatic browning.](#)

[PubMed](#)

Mai, Franziska; Glomb, Marcus A

2013-03-20

Enzymatic browning is generally reported as the reaction between phenolic substances and enzymes. The quality of iceberg lettuce is directly linked to this discoloration. In particular, the color change of lettuce stems considerably reduces consumer acceptance and thus decreases sales revenue of iceberg lettuce. Ten phenolic compounds (caffeic acid, chlorogenic acid, phaseolic acid, chicoric acid, isochlorogenic acid, luteolin-7-O-glucuronide, quercetin-3-O-glucuronide, quercetin-3-O-galactoside, quercetin-3-O-glucoside, and quercetin-3-O-(6- α -malonyl)-glucoside) were isolated from *Lactuca sativa* var. capitata by multilayer countercurrent chromatography (MLCCC) and preparative high-performance liquid chromatography (HPLC). In addition, syringin was identified for the first time in iceberg lettuce. This polyphenolic ingredient was previously not mentioned for the family of Cichorieae in general. The purity and identity of isolated compounds were confirmed by different NMR experiments, HPLC-DAD-MS, and HR-MS techniques. Furthermore, the relationship between discoloration of iceberg lettuce and enzymatic browning was thoroughly investigated. Unexpectedly, the total concentration of phenolic compounds and the activity of polyphenol oxidase were not directly related to the browning processes. Results of model incubation experiments of plant extract solutions led to the conclusion that in addition to the typical enzymatic browning induced by polyphenol oxidases, further mechanisms must be involved to explain total browning of lettuce.

173. [Genome-wide association of 10 horticultural traits with expressed sequence tag-derived SNP markers](#)

[in a collection of lettuce lines](#)

[USDA-ARS's Scientific Manuscript database](#)

Genetic diversity, population structure, and genome-wide marker-trait association analyses were conducted on a special collection of 298 homozygous lettuce (*Lactuca sativa* L.) lines. Each of these lines was derived from a single plant that had been genotyped with 384 SNP makers using LSGermOPA. They...

174. [Notice of release of iceberg, romaine, and leaf lettuce breeding lines with improved disease resistance](#)

[USDA-ARS's Scientific Manuscript database](#)

The Agricultural Research Service, U.S. Department of Agriculture announces the release of sixteen breeding lines of lettuce (*Lactuca sativa* L.). Five (SM13-II, SM13-I2, SM13-I3, SM13-I4, and SM13-I5) of the six iceberg breeding lines can be used for whole head or salad blend production; the sixth i...

175. [Internalization of Murine Norovirus 1 by *Lactuca sativa* during Irrigation](#)

[PubMed Central](#)

Wei, Jie; Jin, Yan; Sims, Tom; Kniel, Kalmia E.

2011-01-01

Romaine lettuce (*Lactuca sativa*) was grown hydroponically or in soil and challenged with murine norovirus 1 (MNV) under two conditions: one mimicking a severe one-time contamination event and another mimicking a lower level of contamination occurring over time. In each condition, lettuce was challenged with MNV delivered at the roots. In the first case, contamination occurred on day one with 5×10^8 reverse transcriptase quantitative PCR (RT-qPCR) U/ml MNV in nutrient buffer, and irrigation water was replaced with virus-free buffer every day for another 4 days. In the second case, contamination with 5×10^5 RT-qPCR U/ml MNV (freshly prepared) occurred every day for 5 days. Virus had a tendency to adsorb to soil particles, with a small portion suspended in nutrient buffer; e.g., 10^4 log RT-qPCR U/g MNV was detected in soil during 5 days of challenge with virus inoculums of 5×10^8 RT-qPCR U/ml at day one, but <6 log was found in nutrient buffer on days 3 and 5. For hydroponically grown lettuce, $10^{3.4}$ log RT-qPCR U of viral RNA/50 mg of plant tissue was detected in some lettuce leaf samples after 5 days at high MNV inoculums, significantly higher than the internalized virus concentration ($10^{2.6}$ log) at low inoculums ($P < 0.05$). For lettuce grown in soil, approximately 2 log RT-qPCR U of viral RNA/50 mg of plant tissue was detected in lettuce with both high and low inoculums, showing no significant difference. For viral infectivity, infectious MNV was found in lettuce samples challenged with high virus inoculums grown hydroponically and in soil but not in lettuce grown with low virus inoculums. Lettuce grown hydroponically was further incubated in 99% and 70% relative humidities (RH) to evaluate plant transpiration relative to virus uptake. More lettuce samples were found positive for MNV at a significantly higher transpiration rate at 70% RH, indicating that transpiration might play an important role in virus internalization into *L. sativa*. PMID:21296944

176. [High-Resolution Analysis of the Efficiency, Heritability, and Editing Outcomes of CRISPR/Cas9-Induced Modifications of NCED4 in Lettuce \(*Lactuca sativa*\)](#)

[PubMed](#)

Bertier, Lien D; Ron, Mily; Huo, Heqiang; Bradford, Kent J; Britt, Anne B; Michelmore, Richard W

2018-05-04

CRISPR/Cas9 is a transformative tool for making targeted genetic alterations. In plants, high mutation efficiencies have been reported in primary transformants. However, many of the mutations analyzed were somatic and therefore not heritable. To provide more insights into the efficiency of creating stable homozygous mutants using CRISPR/Cas9, we targeted *LsNCED4* (9-cis-EPOXYCAROTENOID DIOXYGENASE4), a gene conditioning thermoinhibition of seed germination in lettuce. Three constructs, each capable of expressing Cas9 and a single gRNA targeting different sites in *LsNCED4*, were stably transformed into lettuce (*Lactuca sativa*) cvs. Salinas and Cobham Green. Analysis of 47 primary transformants (T1) and 368 T2 plants by deep amplicon sequencing revealed that 57% of T1 plants contained events at the target site: 28% of plants had germline mutations in one allele indicative of an early editing event (mono-allelic), 8% of plants had germline mutations in both alleles indicative of two early editing events (bi-allelic), and the remaining 21% of plants had multiple low frequency mutations indicative of late events (chimeric plants). Editing efficiency was similar in both genotypes, while the different gRNAs varied in efficiency. Amplicon sequencing of 20 T1 and more than 100 T2 plants for each of the three gRNAs showed that repair outcomes were not random, but reproducible and characteristic for each gRNA. Knockouts of *NCED4* resulted in large increases in the maximum temperature for seed germination, with seeds of both cultivars capable of germinating >70% at 37°C. Knockouts of *NCED4* provide a whole-plant selectable phenotype that has minimal pleiotropic consequences. Targeting *NCED4* in a co-editing strategy could therefore be used to enrich for germline-edited events simply by germinating seeds at high temperature. Copyright © 2018 Bertier et al.

177. [High-Resolution Analysis of the Efficiency, Heritability, and Editing Outcomes of CRISPR/Cas9-Induced Modifications of NCED4 in Lettuce \(*Lactuca sativa*\)](#)

[PubMed Central](#)

Bertier, Lien D.; Ron, Mily; Huo, Heqiang; Bradford, Kent J.; Britt, Anne B.; Michelmore, Richard W.

2018-01-01

CRISPR/Cas9 is a transformative tool for making targeted genetic alterations. In plants, high mutation efficiencies have been reported in primary transformants. However, many of the mutations analyzed were somatic and therefore not heritable. To provide more insights into the efficiency of creating stable homozygous mutants using CRISPR/Cas9, we targeted *LsNCED4* (9-cis-EPOXYCAROTENOID DIOXYGENASE4), a gene conditioning thermoinhibition of seed germination in lettuce. Three constructs, each capable of expressing Cas9 and a single gRNA targeting different sites in *LsNCED4*, were stably transformed into lettuce (*Lactuca sativa*) cvs. Salinas and Cobham Green. Analysis of 47 primary transformants (T1) and 368 T2 plants by deep amplicon sequencing revealed that 57% of T1 plants contained events at the target site: 28% of plants had germline mutations in one allele indicative of an early editing event (mono-allelic), 8% of plants had germline mutations in both alleles indicative of two early editing events (bi-allelic), and the remaining 21% of plants had multiple low frequency mutations indicative of late events (chimeric plants). Editing efficiency was similar in both genotypes, while the different gRNAs varied in efficiency. Amplicon sequencing of 20 T1 and more than 100 T2 plants for each of the three gRNAs showed that repair outcomes were not random, but reproducible and characteristic for each gRNA. Knockouts of *NCED4* resulted in large increases in the maximum temperature for seed germination, with seeds of both cultivars capable of germinating >70% at 37°C. Knockouts of *NCED4* provide a whole-plant selectable phenotype that has minimal pleiotropic consequences. Targeting *NCED4* in a co-editing strategy could therefore be used to enrich for germline-edited events simply by germinating seeds at high temperature. PMID:29511025

178. [Carbon dioxide dynamics in an artificial ecosystem](#)[NASA Astrophysics Data System \(ADS\)](#)

Hu, Enzhu; Hu, Dawei; Tong, Ling; Li, Ming; Fu, Yuming; He, Wenting; Liu, Hong

An experimental artificial ecosystem was established as a tool to understand the behavior of closed ecosystem and to develop the technology for a future bioregenerative life support system for lunar or planetary exploration. Total effective volume of the system is 0.7 m³. It consists of a higher plant chamber, an animal chamber and a photo-bioreactor which cultivated lettuce (*Lactuca sativa* L.), silkworm (*Bombyx Mori* L.) and microalgae (*Chlorella*), respectively. For uniform and sustained observations, lettuce and silkworms was cultivated using sequential cultivation method, and microalgae using continuous culture. Four researchers took turns breathing the system air through a tube for brief periods every few hours. A mathematic model, simulating the carbon dioxide dynamics was developed. The main biological parameters concerning photosynthesis of lettuce and microalgae, respiration of silkworms and human were validated by the experimental data. The model described the respiratory relationship between autotrophic and heterotrophic compartments. A control strategy was proposed as a tool for the atmosphere management of the artificial ecosystem.

179. [Effect of CO₂ levels on nutrient content of lettuce and radish.](#)[PubMed](#)

McKeehen, J D; Smart, D J; Mackowiak, C L; Wheeler, R M; Nielsen, S S

1996-01-01

Atmospheric carbon-dioxide enrichment is known to affect the yield of lettuce and radish grown in controlled environments, but little is known about CO₂ enrichment effects on the chemical composition of lettuce and radish. These crops are useful model systems for a Controlled Ecological Life-Support System (CELSS), largely because of their relatively short production cycles. Lettuce (*Lactuca sativa* L.) cultivar 'Waldmann's Green' and radish (*Raphanus sativus* L.) cultivar 'Giant White Globe' were grown both in the field and in controlled environments, where hydroponic nutrient solution, light, and temperature were regulated, and where CO₂ levels were controlled at 400, 1000, 5000, or 10,000 ppm. Plants were harvested at maturity, dried, and analyzed for proximate composition (protein, fat, ash, and carbohydrate), total nitrogen (N), nitrate N, free sugars, starch, total dietary fiber, and minerals. Total N, protein N, nonprotein N (NPN), and nitrate N generally increased for radish roots and lettuce leaves when grown under growth chamber conditions compared to field conditions. The nitrate-N level of lettuce leaves, as a percentage of total NPN, decreased with increasing levels of CO₂ enrichment. The ash content of radish roots and of radish and lettuce leaves decreased with increasing levels of CO₂ enrichment. The levels of certain minerals differed between field- and chamber-grown materials, including changes in the calcium (Ca) and phosphorus (P) contents of radish and lettuce leaves, resulting in reduced Ca/P ratio for chamber-grown materials. The free-sugar contents were similar between the field and chamber-grown lettuce leaves, but total dietary fiber content was much higher in the field-grown plant material. The starch content of growth-chamber lettuce increased with CO₂ level.

180. [Effect of CO₂ levels on nutrient content of lettuce and radish](#)[NASA Astrophysics Data System \(ADS\)](#)

McKeehen, J. D.; Smart, D. J.; Mackowiak, C. L.; Wheeler, R. M.; Nielsen, S. S.

Atmospheric carbon-dioxide enrichment is known to affect the yield of lettuce and radish grown in controlled environments, but little is known about CO₂ enrichment effects on the chemical composition of lettuce and radish. These crops are useful model systems for a Controlled Ecological Life-Support System (CELSS), largely because of their relatively short production cycles. Lettuce (*Lactuca sativa* L.) cultivar 'Waldmann's Green' and radish (*Raphanus sativus* L.) cultivar 'Giant White Globe' were grown both in the field and in controlled environments, where hydroponic nutrient solution, light, and temperature were regulated, and where CO₂ levels were controlled at 400, 1000, 5000, or 10,000 ppm. Plants were harvested at maturity, dried, and analyzed for proximate composition (protein, fat, ash, and carbohydrate), total nitrogen (N), nitrate N, free sugars, starch, total dietary fiber, and minerals. Total N, protein N, nonprotein N (NPN), and nitrate N generally increased for radish roots and lettuce leaves when grown under growth chamber conditions compared to field conditions. The nitrate-N level of lettuce leaves, as a percentage of total NPN, decreased with increasing levels of CO₂ enrichment. The ash content of radish roots and of radish and lettuce leaves decreased with increasing levels of CO₂ enrichment. The levels of certain minerals differed between field- and chamber-grown materials, including changes in the calcium (Ca) and phosphorus (P) contents of radish roots and lettuce leaves, resulting in reduced Ca/P ratio for chamber-grown materials. The free-sugar contents were similar between the field and chamber-grown lettuce leaves, but total dietary fiber content was much higher in the field-grown plant material. The starch content of growth-chamber lettuce increased with CO₂ level.

- [«](#)
- [7](#)
- [8](#)
- 9
- [10](#)
- [11](#)
- [»](#)

- [«](#)
- [8](#)
- [9](#)
- 10
- [11](#)
- [12](#)
- [»](#)

181. [Effect of CO₂ levels on nutrient content of lettuce and radish](#)

[NASA Technical Reports Server \(NTRS\)](#)

McKeehen, J. D.; Smart, D. J.; Mackowiak, C. L.; Wheeler, R. M.; Nielsen, S. S.; Mitchell, C. A.
(Principal Investigator)

1996-01-01

Atmospheric carbon-dioxide enrichment is known to affect the yield of lettuce and radish grown in controlled environments, but little is known about CO₂ enrichment effects on the chemical composition of lettuce and radish. These crops are useful model systems for a Controlled Ecological Life-Support System (CELSS), largely because of their relatively short production cycles. Lettuce (*Lactuca sativa* L.) cultivar 'Waldmann's Green' and radish (*Raphanus sativus* L.) cultivar 'Giant White Globe' were grown both in the field and in controlled environments, where hydroponic nutrient

solution, light, and temperature were regulated, and where CO₂ levels were controlled at 400, 1000, 5000, or 10,000 ppm. Plants were harvested at maturity, dried, and analyzed for proximate composition (protein, fat, ash, and carbohydrate), total nitrogen (N), nitrate N, free sugars, starch, total dietary fiber, and minerals. Total N, protein N, nonprotein N (NPN), and nitrate N generally increased for radish roots and lettuce leaves when grown under growth chamber conditions compared to field conditions. The nitrate-N level of lettuce leaves, as a percentage of total NPN, decreased with increasing levels of CO₂ enrichment. The ash content of radish roots and of radish and lettuce leaves decreased with increasing levels of CO₂ enrichment. The levels of certain minerals differed between field- and chamber-grown materials, including changes in the calcium (Ca) and phosphorus (P) contents of radish and lettuce leaves, resulting in reduced Ca/P ratio for chamber-grown materials. The free-sugar contents were similar between the field and chamber-grown lettuce leaves, but total dietary fiber content was much higher in the field-grown plant material. The starch content of growth-chamber lettuce increased with CO₂ level.

182. [CaMV-35S promoter sequence-specific DNA methylation in lettuce.](#)

[PubMed](#)

Okumura, Azusa; Shimada, Asahi; Yamasaki, Satoshi; Horino, Takuya; Iwata, Yuji; Koizumi, Nozomu; Nishihara, Masahiro; Mishiba, Kei-ichiro

2016-01-01

We found 35S promoter sequence-specific DNA methylation in lettuce. Additionally, transgenic lettuce plants having a modified 35S promoter lost methylation, suggesting the modified sequence is subjected to the methylation machinery. We previously reported that cauliflower mosaic virus 35S promoter-specific DNA methylation in transgenic gentian (*Gentiana triflora* Å— *G. scabra*) plants occurs irrespective of the copy number and the genomic location of T-DNA, and causes strong gene silencing. To confirm whether 35S-specific methylation can occur in other plant species, transgenic lettuce (*Lactuca sativa* L.) plants with a single copy of the 35S promoter-driven sGFP gene were produced and analyzed. Among 10 lines of transgenic plants, 3, 4, and 3 lines showed strong, weak, and no expression of sGFP mRNA, respectively. Bisulfite genomic sequencing of the 35S promoter region showed hypermethylation at CpG and CpWpG (where W is A or T) sites in 9 of 10 lines. Gentian-type de novo methylation pattern, consisting of methylated cytosines at CpHpH (where H is A, C, or T) sites, was also observed in the transgenic lettuce lines, suggesting that lettuce and gentian share similar methylation machinery. Four of five transgenic lettuce lines having a single copy of a modified 35S promoter, which was modified in the proposed core target of de novo methylation in gentian, exhibited 35S hypomethylation, indicating that the modified sequence may be the target of the 35S-specific methylation machinery.

183. [A system and methodology for measuring volatile organic compounds produced by hydroponic lettuce in a controlled environment](#)

[NASA Technical Reports Server \(NTRS\)](#)

Charron, C. S.; Cantliffe, D. J.; Wheeler, R. M.; Manukian, A.; Heath, R. R.

1996-01-01

A system and methodology were developed for the nondestructive qualitative and quantitative analysis of volatile emissions from hydroponically grown 'Waldmann's Green' leaf lettuce (*Lactuca sativa* L.). Photosynthetic photon flux (PPF), photoperiod, and temperature were automatically controlled and

monitored in a growth chamber modified for the collection of plant volatiles. The lipoxygenase pathway products (Z)-3-hexenal, (Z)-3-hexenol, and (Z)-3-hexenyl acetate were emitted by lettuce plants after the transition from the light period to the dark period. The volatile collection system developed in this study enabled measurements of volatiles emitted by intact plants, from planting to harvest, under controlled environmental conditions.

184. [Vertical farming increases lettuce yield per unit area compared to conventional horizontal hydroponics.](#)

[PubMed](#)

Touliatos, Dionysios; Dodd, Ian C; McAinsh, Martin

2016-08-01

Vertical farming systems (VFS) have been proposed as an engineering solution to increase productivity per unit area of cultivated land by extending crop production into the vertical dimension. To test whether this approach presents a viable alternative to horizontal crop production systems, a VFS (where plants were grown in upright cylindrical columns) was compared against a conventional horizontal hydroponic system (HHS) using lettuce (*Lactuca sativa* L. cv. "Little Gem") as a model crop. Both systems had similar root zone volume and planting density. Half-strength Hoagland's solution was applied to plants grown in perlite in an indoor controlled environment room, with metal halide lamps providing artificial lighting. Light distribution (photosynthetic photon flux density, PPFD) and yield (shoot fresh weight) within each system were assessed. Although PPFD and shoot fresh weight decreased significantly in the VFS from top to base, the VFS produced more crop per unit of growing floor area when compared with the HHS. Our results clearly demonstrate that VFS presents an attractive alternative to horizontal hydroponic growth systems and suggest that further increases in yield could be achieved by incorporating artificial lighting in the VFS.

185. [Effects of nitrogen fertilizers on the growth and nitrate content of lettuce \(*Lactuca sativa* L.\).](#)

[PubMed](#)

Liu, Cheng-Wei; Sung, Yu; Chen, Bo-Ching; Lai, Hung-Yu

2014-04-22

Nitrogen is an essential element for plant growth and development; however, due to environmental pollution, high nitrate concentrations accumulate in the edible parts of these leafy vegetables, particularly if excessive nitrogen fertilizer has been applied. Consuming these crops can harm human health; thus, developing a suitable strategy for the agricultural application of nitrogen fertilizer is important. Organic, inorganic, and liquid fertilizers were utilized in this study to investigate their effect on nitrate concentrations and lettuce growth. The results of this pot experiment show that the total nitrogen concentration in soil and the nitrate concentration in lettuce increased as the amount of nitrogen fertilizer increased. If the recommended amount of inorganic fertilizer (200 kg N/ha) is used as a standard of comparison, lettuce augmented with organic fertilizers (200 kg N/ha) have significantly longer and wider leaves, higher shoot, and lower concentrations of nitrate.

186. [Effects of Nitrogen Fertilizers on the Growth and Nitrate Content of Lettuce \(*Lactuca sativa* L.\)](#)

[PubMed Central](#)

Liu, Cheng-Wei; Sung, Yu; Chen, Bo-Ching; Lai, Hung-Yu

2014-01-01

Nitrogen is an essential element for plant growth and development; however, due to environmental pollution, high nitrate concentrations accumulate in the edible parts of these leafy vegetables, particularly if excessive nitrogen fertilizer has been applied. Consuming these crops can harm human health; thus, developing a suitable strategy for the agricultural application of nitrogen fertilizer is important. Organic, inorganic, and liquid fertilizers were utilized in this study to investigate their effect on nitrate concentrations and lettuce growth. The results of this pot experiment show that the total nitrogen concentration in soil and the nitrate concentration in lettuce increased as the amount of nitrogen fertilizer increased. If the recommended amount of inorganic fertilizer ($200 \text{ kg} \cdot \text{N} \cdot \text{ha}^{-1}$) is used as a standard of comparison, lettuce augmented with organic fertilizers ($200 \text{ kg} \cdot \text{N} \cdot \text{ha}^{-1}$) have significantly longer and wider leaves, higher shoot, and lower concentrations of nitrate. PMID:24758896

187. [Changes in macrominerals, trace elements and pigments content during lettuce \(*Lactuca sativa* L.\) growth: influence of soil composition.](#)

[PubMed](#)

Pinto, Edgar; Almeida, Agostinho A; Aguiar, Ana A R M; Ferreira, Isabel M P L V O

2014-01-01

Changes in macrominerals, trace elements and photosynthetic pigments were monitored at 5 stages of lettuce growth. Plants were grown in three experimental agriculture greenhouse fields (A1, A2 and A3). Soil composition was also monitored to understand its influence on lettuce composition. In general, the content of macrominerals, trace elements, chlorophylls and carotenoids decreased during lettuce growth and consequently, high nutritional value was observed at younger stages. A2 lettuces showed an increase of Fe, Al, Cr, V and Pb due to the different soil physicochemical parameters. Multiple linear regression analysis with stepwise variable selection, indicated that soil characteristics, namely, pH(CaCl₂) for Fe and Cr, silt and fine-sand for Al and V, OM for Al and Pb, coarse-sand and CEC for Cr, had a key role determining element bioavailability and plant mineral content. Thus, lettuce nutritional value was strongly dependent of growth stage and soil characteristics. Copyright © 2013 Elsevier Ltd. All rights reserved.

188. [Expression of dengue-3 premembrane and envelope polyprotein in lettuce chloroplasts](#)

[PubMed Central](#)

Kanagaraj, Anderson Paul; Verma, Dheeraj

2012-01-01

Dengue is an acute febrile viral disease with >100 million infections occurring each year and more than half of the world population is at risk. Global resurgence of dengue in many urban centers of the tropics is a major concern. Therefore, development of a successful vaccine is urgently needed that is economical and provide long-lasting protection from dengue virus infections. In this manuscript, we report expression of dengue-3 serotype polyprotein (prM/E) consisting of part of capsid, complete premembrane (prM) and truncated envelope (E) protein in an edible crop lettuce. The dengue sequence was controlled by endogenous *Lactuca sativa* psbA regulatory elements. PCR and Southern blot analysis confirmed transgene integration into the lettuce chloroplast genome via homologous recombination at the trnI/trnA intergenic spacer region. Western blot analysis showed expression of polyprotein prM/E in different forms as monomers (~65 kDa) or possibly heterodimers (~130 kDa) or

multimers. Multimers were solubilized into monomers using guanidine hydrochloride. Transplastomic lettuce plants expressing dengue prM/E vaccine antigens grew normally and transgenes were inherited in the T1 progeny without any segregation. Transmission electron microscopy showed the presence of virus-like particles of ~20 nm diameter in chloroplast extracts of transplastomic lettuce expressing prM/E proteins, but not in untransformed plants. The prM/E antigens expressed in lettuce chloroplasts should offer a potential source for investigating an oral Dengue vaccine. PMID:21431782

189. [Arsenic uptake by lettuce from As-contaminated soil remediated with Pteris vittata and organic amendment.](#)

[PubMed](#)

de Oliveira, Letuzia M; Suchismita, Das; Gress, Julia; Rathinasabapathi, Bala; Chen, Yanshan; Ma, Lena Q

2017-06-01

Leaching of inorganic arsenic (As) from chromated copper arsenate (CCA)-treated wood may elevate soil As levels. Thus, an environmental concern arises regarding As accumulation in vegetables grown in these soils. In this study, a greenhouse experiment was conducted to investigate the ability of As-hyperaccumulator *P. vittata* and organic amendments in reducing As uptake by lettuce (*Lactuca sativa*) from a soil contaminated from CCA-treated wood (63.9 mg kg⁻¹ As). *P. vittata* was grown for 150 d in a CCA-contaminated soil amended with biochar, activated carbon or coffee grounds at 1%, followed by lettuce for another 55 d. After harvest, plant biomass and As concentrations in plant and soil were determined. The presence of *P. vittata* reduced As content in lettuce by 21% from 27.3 to 21.5 mg kg⁻¹ while amendment further reduced As in lettuce by 5.6-18%, with activated C being most effective. Our data showed that both *P. vittata* and organic amendments were effective in reducing As concentration in lettuce. Though no health-based standard for As in vegetables exists in USA, care should be taken when growing lettuce in contaminated soils. Our data showed that application of organic amendments with *P. vittata* reduced As hazards in CCA-contaminated soils. Published by Elsevier Ltd.

190. [Association analysis of bacterial leaf spot resistance and SNP markers derived from expressed sequence tags \(ESTs\) in lettuce \(*Lactuca sativa* L.\)](#)

[USDA-ARS's Scientific Manuscript database](#)

Bacterial leaf spot of lettuce, caused by *Xanthomonas campestris* pv. *vitians*, is a devastating disease of lettuce worldwide. Since there are no chemicals available for effective control of the disease, host-plant resistance is highly desirable to protect lettuce production. A total of 179 lettuce ge...

191. [Transcriptomic analysis reveals the roles of gibberellin-regulated genes and transcription factors in regulating bolting in lettuce \(*Lactuca sativa* L.\)](#)

[PubMed](#)

Liu, Xueying; Lv, Shanshan; Liu, Ran; Fan, Shuangxi; Liu, Chaojie; Liu, Renyi; Han, Yingyan

2018-01-01

A cool temperature is preferred for lettuce cultivation, as high temperatures cause premature bolting. Accordingly, exploring the mechanism of bolting and preventing premature bolting is important for agriculture. To explore this relationship in depth, morphological, physiological, and transcriptomic

analyses of the bolting-sensitive line S39 at the five-leaf stage grown at 37°C were performed in the present study. Based on paraffin section results, we observed that S39 began bolting on the seventh day at 37°C. During bolting in the heat-treated plants, GA3 and GA4 levels in leaves and the indoleacetic acid (IAA) level in the stem reached a maximum on the sixth day, and these high contents were maintained. Additionally, bolting begins in the fifth day after GA3 treatment in S39 plants, GA3 and GA4 increased and then decreased, reaching a maximum on the fourth day in leaves. Similarly, IAA contents reached a maximum in the stem on the fifth day. No bolting was observed in the control group grown at 25°C, and significant changes were not observed in GA3 and GA4 levels in the controls during the observation period. RNA-sequencing data implicated transcription factors (TFs) in regulating bolting in lettuce, suggesting that the high GA contents in the leaves and IAA in the stem promote bolting. TFs possibly modulate the expression of related genes, such as those encoding hormones, potentially regulating bolting in lettuce. Compared to the control group, 258 TFs were identified in the stem of the treatment group, among which 98 and 156 were differentially up- and down-regulated, respectively; in leaves, 202 and 115 TFs were differentially up- and down-regulated, respectively. Significant changes in the treated group were observed for C2H2 zinc finger, AP2-EREBP, and WRKY families, indicating that these TFs may play important roles in regulating bolting.

192. [Effect of a non-woven fabric covering on the residual activity of pendimethalin in lettuce and soil.](#)

[PubMed](#)

Jursák, Miroslav; Kováčik, Jana; Kořínek, Martin; Hamouzová, Kateřina; Soukup, Josef

2017-05-01

Lettuce (*Lactuca sativa* L.) is a crop that is very sensitive to herbicide contamination owing to its short growing season. The use of long-residual herbicides and non-woven fabric coverings could therefore influence pendimethalin concentrations in soil and lettuce. The pendimethalin half-life in soil ranged between 18 and 85 days and was mainly affected by season (i.e. weather), and especially by soil moisture. Pendimethalin degradation in soil was slowest under dry conditions. A longer pendimethalin half-life was observed under the non-woven fabric treatment, but the effect of varying application rate was not significant. Pendimethalin residue concentrations in lettuce heads were significantly influenced by pendimethalin application rate and by non-woven fabric cover, especially at the lettuce's early growth stages. The highest pendimethalin concentration at final harvest was determined in lettuce grown on uncovered plots treated with pendimethalin at an application rate of 1200 g ha⁻¹ (7-38 µg kg⁻¹). Depending on growing season duration and weather conditions, pendimethalin concentrations in lettuce grown under non-woven fabric ranged from 0 to 21 µg kg⁻¹. Use of transparent non-woven fabric cover with lettuce can help to reduce application rates of soil herbicides and diminish the risk of herbicide contamination in the harvested vegetables. © 2016 Society of Chemical Industry. © 2016 Society of Chemical Industry.

193. [Remote sensing of nutrient deficiency in *Lactuca sativa* using neural networks for terrestrial and advanced life support applications](#)

[NASA Astrophysics Data System \(ADS\)](#)

Sears, Edie Seldon

2000-12-01

A remote sensing study using reflectance and fluorescence spectra of hydroponically grown *Lactuca sativa* (lettuce) canopies was conducted. An optical receiver was designed and constructed to interface

with a commercial fiber optic spectrometer for data acquisition. Optical parameters were varied to determine effects of field of view and distance to target on vegetation stress assessment over the test plant growth cycle. Feedforward backpropagation neural networks (NN) were implemented to predict the presence of canopy stress. Effects of spatial and spectral resolutions on stress predictions of the neural network were also examined. Visual inspection and fresh mass values failed to differentiate among controls, plants cultivated with 25% of the recommended concentration of phosphorous (P), and those cultivated with 25% nitrogen (N) based on fresh mass and visual inspection. The NN's were trained on input vectors created using reflectance and test day, fluorescence and test day, and reflectance, fluorescence, and test day. Four networks were created representing four levels of spectral resolution: 100-nm NN, 10-nm NN, 1-nm NN, and 0.1-nm NN. The 10-nm resolution was found to be sufficient for classifying extreme nitrogen deficiency in freestanding hydroponic lettuce. As a result of leaf angle and canopy structure broadband scattering intensity in the 700-nm to 1000-nm range was found to be the most useful portion of the spectrum in this study. More subtle effects of "greenness" and fluorescence emission were believed to be obscured by canopy structure and leaf orientation. As field of view was not as found to be as significant as originally believed, systems implementing higher repetitions over more uniformly oriented, i.e. smaller, flatter, target areas would provide for more discernible neural network input vectors. It is believed that this technique holds considerable promise for early detection of extreme nitrogen deficiency. Further research is recommended using

194. [Effects of long-term low atmospheric pressure on gas exchange and growth of lettuce](#)

[NASA Astrophysics Data System \(ADS\)](#)

Tang, Yongkang; Guo, Shuangsheng; Dong, Wenping; Qin, Lifeng; Ai, Weidang; Lin, Shan

2010-09-01

The objectives of this research were to determine photosynthesis, evapotranspiration and growth of lettuce at long-term low atmospheric pressure. Lettuce (*Lactuca sativa* L. cv. Youmaicai) plants were grown at 40 kPa total pressure (8.4 kPa p) or 101 kPa total pressure (20.9 kPa p) from seed to harvest for 35 days. Germination rate of lettuce seeds decreased by 7.6% at low pressure, although this was not significant. There was no significant difference in crop photosynthetic rate between hypobaria and ambient pressure during the 35-day study. The crop evapotranspiration rate was significantly lower at low pressure than that at ambient pressure from 20 to 30 days after planting (DAP), but it had no significant difference before 20 DAP or after 30 DAP. The growth cycle of lettuce plants at low pressure was delayed. At low pressure, lettuce leaves were curly at the seedling stage and this disappeared gradually as the plants grew. Ambient lettuce plants were yellow and had an epinastic growth at harvest. The shoot height, leaf number, leaf length and shoot/root ratio were lower at low pressure than those at ambient pressure, while leaf area and root growth increased. Total biomass of lettuce plants grown at two pressures had no significant difference. Ethylene production at low pressure decreased significantly by 38.8% compared with ambient pressure. There was no significant difference in microelements, nutritional phytochemicals and nitrate concentrations at the two treatments. This research shows that lettuce can be grown at long-term low pressure (40 kPa) without significant adverse effects on seed germination, gas exchange and plant growth. Furthermore, ethylene release was reduced in hypobaria.

195. [Stimulating productivity of hydroponic lettuce in controlled environments with triacontanol](#)

[NASA Technical Reports Server \(NTRS\)](#)

Knight, S. L.; Mitchell, C. A.

1987-01-01

Triaccontanol (1-triaccontanol) applied as a foliar spray at 10^{-7} M to 4-day-old, hydroponically grown leaf lettuce (*Lactuca sativa* L.) seedlings in a controlled environment increased leaf fresh and dry weight 13% to 20% and root fresh and dry weight 13% to 24% 6 days after application, relative to plants sprayed with water. When applied at 8 as well as 4 days after seeding, triaccontanol increased plant fresh and dry weight, leaf area, and mean relative growth rate 12% to 37%. There was no benefit of repeating application of triaccontanol in terms of leaf dry weight gain.

196. [Lactucaxanthin - a potential anti-diabetic carotenoid from lettuce \(*Lactuca sativa*\) inhibits \$\alpha\$ -amylase and \$\alpha\$ -glucosidase activity in vitro and in diabetic rats.](#)

[PubMed](#)

Gopal, Sowmya Shree; Lakshmi, Magisetty Jhansi; Sharavana, Gurunathan; Sathaiah, Gunaseelan; Sreerama, Yadahally N; Baskaran, Vallikannan

2017-03-22

Intestinal and pancreatic α -amylase and α -glucosidase inhibitors offer an approach to lower the levels of post-prandial hyperglycemia through the control of dietary starch breakdown in digestion. This study hypothesized that lactucaxanthin (Lxn) in lettuce (*Lactuca sativa*) inhibits the activity of α -amylase and α -glucosidase. In this study, the interaction of Lxn with α -amylase and α -glucosidase in silico and its inhibitory effect on these enzymes were studied using in vitro and STZ-induced diabetic rat models. Lxn was isolated from lettuce with 96% purity confirmed by HPLC and LCMS. The in silico analysis showed that Lxn has a lower binding energy (-6.05 and -6.34 kcal mol⁻¹) with α -amylase and α -glucosidase compared to their synthetic inhibitors, acarbose (-0.21 kcal mol⁻¹) and miglitol (-2.78 kcal mol⁻¹), respectively. In vitro α -amylase and α -glucosidase inhibition assays revealed that Lxn had IC₅₀ values of 435.5 μ g mL⁻¹ and 1.84 mg mL⁻¹, but acarbose has values of 2.5 and 16.19 μ g mL⁻¹. The in vivo results showed an increased activity for α -amylase and α -glucosidase in the intestine (4.7 and 1.30 fold, $p < 0.05$) and pancreas (1.3 and 1.48 fold, $p < 0.05$) of STZ induced diabetic rats compared to normal rats. Whereas the activity decreased ($p < 0.05$) in the Lxn fed diabetic rats, except for the intestinal α -glucosidase activity (1.69 ± 0.12 PNP per min per mg protein). This was confirmed by the low blood glucose level (239.4 ± 18.2 mg dL⁻¹) in diabetic rats fed Lxn compared to the diabetic group (572.2 ± 30.5 mg dL⁻¹, $p < 0.05$). Lxn significantly inhibited ($p < 0.05$) the activity of α -amylase and α -glucosidase and could be of medical and nutritional relevance in the treatment of diabetes.

197. [The effects of nutrient solution sterilization on the growth and yield of hydroponically grown lettuce](#)

[NASA Technical Reports Server \(NTRS\)](#)

Schwartzkopf, S. H.; Dudzinski, D.; Minners, R. S.

1987-01-01

Two methods of removing bacteria from hydroponic nutrient solution [ultraviolet (UV) radiation and submicronic filter] were evaluated for efficiency and for their effects on lettuce (*Lactuca sativa* L.) production. Both methods were effective in removing bacteria; but, at high intensity, the ultraviolet sterilizer significantly inhibited the production of plants grown in the treated solution. Bacterial removal by lower intensity UV or a submicronic filter seemed to promote plant growth slightly, but showed no consistent, statistically significant effect.

198. [Assessment of microbiological contamination of fresh, minimally processed, and ready-to-eat lettuces \(*Lactuca sativa*\), Rio de Janeiro State, Brazil.](#)

[PubMed](#)

Brandão, Marcelo L L; Almeida, Davi O; Bispo, Fernanda C P; Bricio, Silvia M L; Marin, Victor A; Miagostovich, Marize P

2014-05-01

This study aimed to assess the microbiological contamination of lettuces commercialized in Rio de Janeiro, Brazil, in order to investigate detection of norovirus genogroup II (NoV GII), *Salmonella* spp., total and fecal coliforms, such as *Escherichia coli*. For NoV detection samples were processed using the adsorption-elution concentration method associated to real-time quantitative polymerase chain reaction (qPCR). A total of 90 samples of lettuce including 30 whole fresh lettuces, 30 minimally processed (MP) lettuces, and 30 raw ready-to-eat (RTE) lettuce salads were randomly collected from different supermarkets (fresh and MP lettuce samples), food services, and self-service restaurants (RTE lettuce salads), all located in Rio de Janeiro, Brazil, from October 2010 to December 2011. NoV GII was not detected and PP7 bacteriophage used as internal control process (ICP) was recovered in 40.0%, 86.7%, and 76.7% of those samples, respectively. *Salmonella* spp. was not detected although fecal contamination has been observed by fecal coliform concentrations higher than 10(2) most probable number/g. *E. coli* was detected in 70.0%, 6.7%, and 30.0% of fresh, MP, and RTE samples, respectively. This study highlights the need to improve hygiene procedures at all stages of vegetable production and to show PP7 bacteriophage as an ICP for recovering RNA viruses' methods from MP and RTE lettuce samples, encouraging the evaluation of new protocols that facilitate the establishment of methodologies for NoV detection in a greater number of food microbiology laboratories. The PP7 bacteriophage can be used as an internal control process in methods for recovering RNA viruses from minimally processed and ready-to-eat lettuce samples. © 2014 Institute of Food Technologists®

199. [Growth of plants in solution culture containing low levels of chromium. \[Tomato, lettuce, duckweed](#)

[SciTech Connect](#)

Huffman, E.W.D. Jr.; Allaway, W.H.

1973-01-01

Chromium was not required for normal growth of romaine lettuce (*Lactuca sativa* L. subsp. *longifolia*), tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.), wheat (*Triticum aestivum* L.), or bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in solution culture containing 3.8×10^{-4} M Cr. Plants grown on this purified nutrient solution contained an average of 22 ng Cr/g dry weight. Duckweed (*Lemna* sp.) grew and reproduced normally on a dilute nutrient solution containing 3.8×10^{-5} M Cr.

200. [Growth of wheat and lettuce and enzyme activities of soils under garlic stalk decomposition for different durations.](#)

[PubMed](#)

Han, Xu; Cheng, Zhihui; Meng, Huanwen

2017-07-01

Garlic (*Allium sativum* L.) stalk is a byproduct of garlic production that is normally thought of as

waste but is now considered a useful biological resource. It is necessary to utilize this resource efficiently and reasonably to reduce environmental pollution and achieve sustainable agricultural development. The effect of garlic stalk decomposed for different durations was investigated in this study using wheat (*Triticum aestivum* L.) and lettuce (*Lactuca sativa* var. *crispa* L.) as test plants. Garlic stalk in early stages of decomposition inhibited the shoot and root lengths of wheat and lettuce, but it promoted the shoot and root lengths in later stages; longer durations of garlic stalk decomposition significantly increased the shoot and root fresh weights of wheat and lettuce, whereas shorter decomposing durations significantly decreased the shoot and root fresh weights; and garlic stalk at different decomposition durations increased the activities of urease, sucrase and alkaline phosphatase in soil where wheat or lettuce was planted. Garlic stalk decomposed for 30 or 40 days could promote the growth of wheat and lettuce plants as well as soil enzyme activities. These results may provide a scientific basis for the study and application of garlic stalk. © 2016 Society of Chemical Industry. © 2016 Society of Chemical Industry.

- [«](#)
- [8](#)
- [9](#)
- 10
- [11](#)
- [12](#)
- [»](#)

- [«](#)
- [9](#)
- [10](#)
- 11
- [12](#)
- [13](#)
- [»](#)

201. [Existence of vigorous lineages of crop-wild hybrids in Lettuce under field conditions.](#)

[PubMed](#)

Hooftman, Danny A P; Hartman, Yorike; Oostermeijer, J Gerard B; Den Nijs, Hans J C M

2009-01-01

Plant to plant gene flow is a route of environmental exposure for GM plants specifically since crosses with wild relatives could lead to the formation of more vigorous hybrids, which could increase the rate of introgression and the environmental impact. Here, we test the first step in the process of potential transgene introgression: whether hybrid vigor can be inherited to the next generation, which could lead to fixation of altered, i.e., elevated, quantitative traits. The potential for a permanent elevated fitness was tested using individual autogamous progeny lineages of hybrids between the crop *Lactuca sativa* (Lettuce) and the wild species *Lactuca serriola* (Prickly Lettuce). We compared progeny from motherplants grown under either greenhouse or field conditions. The survival of young plants depended strongly on maternal environment. Furthermore, we observed that offspring reproductive fitness components were correlated with maternal fitness. Our study demonstrates that post-zygotic genotypic sorting at the young plants stage reduces the number of genotypes non-randomly, leading to inheritance of high levels of reproductive traits in the surviving hybrid lineages, compared to the pure wild relatives. Consequently, directional selection could lead to displacement of the pure wild relative

and fixation of more vigorous genome segments originating from crops, stabilizing plant traits at elevated levels. Such information can be used to indentify segments which are less likely to introgress into wild relative populations as a target for transgene insertion. Â© ISBR, EDP Sciences, 2010.

202. [Experimental determinations of soil copper toxicity to lettuce \(*Lactuca sativa*\) growth in highly different copper spiked and aged soils.](#)

[PubMed](#)

Christiansen, Karen S; Borggaard, Ole K; Holm, Peter E; Vijver, Martina G; Hauschild, Michael Z; Peijnenburg, Willie J G M

2015-04-01

Accurate knowledge about factors and conditions determining copper (Cu) toxicity in soil is needed for predicting plant growth in various Cu-contaminated soils. Therefore, effects of Cu on growth (biomass production) of lettuce (*Lactuca sativa*) were tested on seven selected, very different soils spiked with Cu and aged for 2 months at 35 Â°C. Cu toxicity was expressed as pEC50(Cu(2+)), i.e., the negative logarithm of the EC50(Cu(2+)) activity to plant growth. The determined pEC50(Cu(2+)) was significantly and positively correlated with both the analytically readily available soil pH and concentration of dissolved organic carbon [DOC] which together could explain 87% of the pEC50(Cu(2+)) variation according to the simple equation: $pEC50(Cu(2+)) = 0.98 - 0.345pH + 0.27[DOC]$. Other soil characteristics, including the base cation concentrations (Na(+), K(+), Ca(2+), Mg(2+)), the cation exchange capacity at soil pH (ECEC), and at pH 7 (CEC7), soil organic carbon, clay content, and electric conductivity as well as the distribution coefficient (Kd) calculated as the ratio between total soil Cu and water-extractable Cu did not correlate significantly with pEC50(Cu(2+)). Consequently, Cu toxicity, expressed as the negative log of the Cu(2+) activity, to plant growth increases at increasing pH and DOC, which needs to be considered in future management of plant growth on Cu-contaminated soils. The developed regression equation allows identification of soil types in which the phytotoxicity potential of Cu is highest.

203. [Identification of QTLs conferring resistance to downy mildew in legacy cultivars of lettuce](#)

[PubMed Central](#)

Simko, Ivan; Atallah, Amy J.; Ochoa, Oswaldo E.; Antonise, Rudie; Galeano, Carlos H.; Truco, Maria Jose; Michelmores, Richard W.

2013-01-01

Many cultivars of lettuce (*Lactuca sativa* L.), the most popular leafy vegetable, are susceptible to downy mildew disease caused by *Bremia lactucae*. Cultivars Iceberg and Grand Rapids that were released in the 18th and 19th centuries, respectively, have high levels of quantitative resistance to downy mildew. We developed a population of recombinant inbred lines (RILs) originating from a cross between these two legacy cultivars, constructed a linkage map, and identified two QTLs for resistance on linkage groups 2 (qDM2.1) and 5 (qDM5.1) that determined resistance under field conditions in California and the Netherlands. The same QTLs determined delayed sporulation at the seedling stage in laboratory experiments. Alleles conferring elevated resistance at both QTLs originate from cultivar Iceberg. An additional QTL on linkage group 9 (qDM9.1) was detected through simultaneous analysis of all experiments with mixed-model approach. Alleles for elevated resistance at this locus originate from cultivar Grand Rapids. PMID:24096732

204. [Uptake and phytotoxic effect of benzalkonium chlorides in *Lepidium sativum* and *Lactuca sativa*.](#)

[PubMed](#)

Khan, Adnan Hossain; Libby, Mark; Winnick, Daniel; Palmer, John; Sumarah, Mark; Ray, Madhumita B; Macfie, Sheila M

2018-01-15

Cationic surfactants such as benzalkonium chlorides (BACs) are used extensively as biocides in hospitals, food processing industries, and personal care products. BACs have the potential to reach the rooting zone of crop plants and BACs might thereby enter the food chain. The two most commonly used BACs, benzyl dimethyl dodecyl ammonium chloride (BDDA) and benzyl dimethyl tetradecyl ammonium chloride (BDTA), were tested in a hydroponic system to assess the uptake by and phytotoxicity to lettuce (*Lactuca sativa* L.) and garden cress (*Lepidium sativum* L.). Individually and in mixture, BACs at concentrations up to 100 mg L⁻¹ did not affect germination; however, emergent seedlings were sensitive at 1 mg L⁻¹ for lettuce and 5 mg L⁻¹ for garden cress. After 12 d exposure to 0.25 mg L⁻¹ BACs, plant dry weight was reduced by 68% for lettuce and 75% for garden cress, and symptoms of toxicity (necrosis, chlorosis, wilting, etc.) were visible. High performance liquid chromatography-mass spectroscopy analysis showed the presence of BACs in the roots and shoots of both plant species. Although no conclusive relationship was established between the concentrations of six macro- or six micro-nutrients, growth inhibition or BAC uptake, N and Mg concentrations in BAC-treated lettuce were 50% lower than that of control, indicating that BACs might induce nutrient deficiency. Although bioavailability of a compound in hydroponics is significantly higher than that in soil, these results confirm the potential of BACs to harm vascular plants. Copyright © 2017 Elsevier Ltd. All rights reserved.

205. [Selection for resistance to Verticillium wilt caused by race 2 isolates of Verticillium dahliae in accessions of lettuce \(*Lactuca sativa* L.\).](#)

[USDA-ARS's Scientific Manuscript database](#)

Verticillium wilt of lettuce caused by *Verticillium dahliae* can cause severe economic damage to lettuce producers. The pathogen exists as two races (races 1 and 2) in lettuce, and complete resistance to race 1 is known. Resistance to race 2 isolates has not been reported, and production of race 1 re...

206. [Inoculation density is affecting growth conditions of *Listeria monocytogenes* on fresh cut lettuce.](#)

[PubMed](#)

McManamon, Oisin; Scollard, Johann; Schmalenberger, Achim

2017-11-27

Listeria monocytogenes is a particular risk for the ready-to-eat food sector because of its ability to grow in various environmental conditions. In the literature, growth and survival of *L. monocytogenes* on food is tested using inoculation densities ranging from less than 10² to over 10⁵ CFU g⁻¹. Inoculation densities on food have been rarely tested as a factor for growth. In this study, inoculation densities from 10² to 10⁵ of *L. monocytogenes* were tested on iceberg lettuce (*Lactuca sativa*) in modified atmospheres and air in model packages at 4 and 8 °C to identify any potential inoculation density effects. On days 0, 2, 5 and 7, *L. monocytogenes* was extracted from the lettuce surface and enumerated via selective media. The resulting growth curves identified a significant inoculation density effect at 4 and 8 °C with significantly higher amounts of growth (1-2 logs) when lettuce was inoculated at 10² CFU g⁻¹ as opposed to 10⁴ and 10⁵ CFU g⁻¹. In contrast, the use of different atmospheres had limited influence on growth of *L. monocytogenes*. In

conclusion, greater emphasis on inoculation density of *L. monocytogenes* should be taken in inoculation experiments when confirmation of growth or the efficacies of growth inhibiting treatments are tested on ready-to-eat food such as lettuce.

207. [Genetic Control of Water and Nitrate Capture and Their Use Efficiency in Lettuce \(*Lactuca sativa* L.\)](#)

[PubMed Central](#)

Kerbiriou, Pauline J.; Maliepaard, Chris A.; Stomph, Tjeerd Jan; Koper, Martin; Froissart, Dorothee; Roobeek, Ilja; Lammerts Van Bueren, Edith T.; Struik, Paul C.

2016-01-01

Robustness in lettuce, defined as the ability to produce stable yields across a wide range of environments, may be associated with below-ground traits such as water and nitrate capture. In lettuce, research on the role of root traits in resource acquisition has been rather limited. Exploring genetic variation for such traits and shoot performance in lettuce across environments can contribute to breeding for robustness. A population of 142 lettuce cultivars was evaluated during two seasons (spring and summer) in two different locations under organic cropping conditions, and water and nitrate capture below-ground and accumulation in the shoots were assessed at two sampling dates. Resource capture in each soil layer was measured using a volumetric method based on fresh and dry weight difference in the soil for soil moisture, and using an ion-specific electrode for nitrate. We used these results to carry out an association mapping study based on 1170 single nucleotide polymorphism markers. We demonstrated that our indirect, high-throughput phenotyping methodology was reliable and capable of quantifying genetic variation in resource capture. QTLs for below-ground traits were not detected at early sampling. Significant marker-trait associations were detected across trials for below-ground and shoot traits, in number and position varying with trial, highlighting the importance of the growing environment on the expression of the traits measured. The difficulty of identifying general patterns in the expression of the QTLs for below-ground traits across different environments calls for a more in-depth analysis of the physiological mechanisms at root level allowing sustained shoot growth. PMID:27064203

208. [Oil palm waste and synthetic zeolite: an alternative soil-less growth substrate for lettuce production as a waste management practice.](#)

[PubMed](#)

Jayasinghe, Guttala Y; Tokashiki, Yoshihiro; Kitou, Makato; Kinjo, Kazutoshi

2008-12-01

A study was conducted to assess the characteristics and the prospective utilization of oil palm waste (OP) and synthetic zeolite (SZ) developed by coal fly ash, as an alternative substrate to peat and commercial perlite for lettuce (*Lactuca sativa* L.) production. The SZ, OP, sphagnum peat (PE), perlite (PL) and two different SZ-OP mixtures (v/v) at the ratio of 1 : 3 and 1 : 10 were utilized as the substrates under this study. The substrates formulated by mixing SZ with OP at the ratio of 1 : 3 and 1 : 10 showed improved substrate physical and chemical properties such as air space, bulk density, particle density, water-holding capacity, pH and electrical conductivity (EC), which were in the ideal substrate range when compared with PL. Furthermore, the water-holding capacity of the substrate having a 1 : 10 mixing ratio of SZ with OP was higher than that of the PL by 28.23%, whereas the bulk density was lower than that of PL by 35%. A greenhouse experiment was carried out to assess the influence of the substrates on the growth and development of lettuce. The shoot fresh weight, shoot dry weight, root

fresh weight, root dry weight and number of leaves per plant of the lettuce grown in the 1 : 10 mixing ratio of SZ and OP were the highest, which showed increased values compared with that of PL by 11.56, 9.77, 3.48, 17.35 and 16.53%, respectively. The shoot fresh weight, shoot dry weight, root fresh weight, root dry weight and number of leaves per plant of the lettuce grown in the 1 : 10 mixing ratio of SZ and OP showed increased percentages compared with that of PE by 12.12, 11.37, 3.74, 23.66 and 17.50%, respectively. In addition, the growth and yield parameters of lettuce grown in the 1 : 3 mixing ratio and the OP did not show any significant difference with PL and PE but differed from the 1 : 10 mixing ratio. The results of the study suggest that the SZ-OP-based substrates and OP can be successfully utilized as alternatives to the commercial perlite and to

209. [Bacterial Leaf Spot of Lettuce: Request for Samples](#)

[USDA-ARS's Scientific Manuscript database](#)

Bacterial leaf spot of lettuce caused by *Xanthomonas campestris* pv. *vitians* has been affecting coastal California crops for many years and has become a chronic problem. Differences in pathogen genotypes have been demonstrated and correlated to disease responses on resistant and susceptible cultiv...

210. [Expression of 9-cis-EPOXYCAROTENOID DIOXYGENASE4 Is Essential for Thermoinhibition of Lettuce Seed Germination but Not for Seed Development or Stress Tolerance](#)[C][W]

[PubMed Central](#)

Huo, Heqiang; Dahal, Peetambar; Kunusoth, Keshavulu; McCallum, Claire M.; Bradford, Kent J.

2013-01-01

Thermoinhibition, or failure of seeds to germinate at warm temperatures, is common in lettuce (*Lactuca sativa*) cultivars. Using a recombinant inbred line population developed from a lettuce cultivar (Salinas) and thermotolerant *Lactuca serriola* accession UC96US23 (UC), we previously mapped a quantitative trait locus associated with thermoinhibition of germination to a genomic region containing a gene encoding a key regulated enzyme in abscisic acid (ABA) biosynthesis, 9-cis-EPOXYCAROTENOID DIOXYGENASE4 (NCED4). NCED4 from either Salinas or UC complements seeds of the *Arabidopsis thaliana* *nced6-1 nced9-1* double mutant by restoring germination thermosensitivity, indicating that both NCED4 genes encode functional proteins. Transgenic expression of Salinas NCED4 in UC seeds resulted in thermoinhibition, whereas silencing of NCED4 in Salinas seeds led to loss of thermoinhibition. Mutations in NCED4 also alleviated thermoinhibition. NCED4 expression was elevated during late seed development but was not required for seed maturation. Heat but not water stress elevated NCED4 expression in leaves, while NCED2 and NCED3 exhibited the opposite responses. Silencing of NCED4 altered the expression of genes involved in ABA, gibberellin, and ethylene biosynthesis and signaling pathways. Together, these data demonstrate that NCED4 expression is required for thermoinhibition of lettuce seeds and that it may play additional roles in plant responses to elevated temperature. PMID:23503626

211. [The Eukaryotic Translation Initiation Factor 4E Controls Lettuce Susceptibility to the Potyvirus Lettuce mosaic virus1](#)

[PubMed Central](#)

Nicaise, Val  rie; German-Retana, Sylvie; Sanju  n, Raquel; Dubrana, Marie-Pierre; Mazier, Marianne; Maisonneuve, Brigitte; Candresse, Thierry; Caranta, Carole; LeGall, Olivier

2003-01-01

The eIF4E and eIF(iso)4E cDNAs from several genotypes of lettuce (*Lactuca sativa*) that are susceptible, tolerant, or resistant to infection by Lettuce mosaic virus (LMV; genus Potyvirus) were cloned and sequenced. Although Ls-eIF(iso)4E was monomorphic in sequence, three types of Ls-eIF4E differed by point sequence variations, and a short in-frame deletion in one of them. The amino acid variations specific to Ls-eIF4E1 and Ls-eIF4E2 were predicted to be located near the cap recognition pocket in a homology-based tridimensional protein model. In 19 lettuce genotypes, including two near-isogenic pairs, there was a strict correlation between these three allelic types and the presence or absence of the recessive LMV resistance genes mo11 and mo12. Ls-eIF4E1 and mo11 cosegregated in the progeny of two separate crosses between susceptible genotypes and an mo11 genotype. Finally, transient ectopic expression of Ls-eIF4E restored systemic accumulation of a green fluorescent protein-tagged LMV in LMV-resistant mo12 plants and a recombinant LMV expressing Ls-eIF4E^Δ from its genome, but not Ls-eIF4E1 or Ls-eIF(iso)4E, accumulated and produced symptoms in mo11 or mo12 genotypes. Therefore, sequence correlation, tight genetic linkage, and functional complementation strongly suggest that eIF4E plays a role in the LMV cycle in lettuce and that mo11 and mo12 are alleles coding for forms of eIF4E unable or less effective to fulfill this role. More generally, the isoforms of eIF4E appear to be host factors involved in the cycle of potyviruses in plants, probably through a general mechanism yet to be clarified. PMID:12857809

212. [Lettuce flavonoids screening and phenotyping by chlorophyll fluorescence excitation ratio.](#)

[PubMed](#)

Zivcak, Marek; BrÃ¼ckova, Klaudia; Sytar, Oksana; Brestic, Marian; Olsovska, Katarina; Allakhverdiev, Suleyman I

2017-06-01

Environmentally induced variation and the genotypic differences in flavonoid and phenolic content in lettuce can be reliably detected using the appropriate parameters derived from the records of rapid non-invasive fluorescence technique. The chlorophyll fluorescence excitation ratio method was designed as a rapid and non-invasive tool to estimate the content of UV-absorbing phenolic compounds in plants. Using this technique, we have assessed the dynamics of accumulation of flavonoids related to developmental changes and environmental effects. Moreover, we have tested appropriateness of the method to identify the genotypic differences and fluctuations in total phenolics and flavonoid content in lettuce. Six green and two red genotypes of lettuce (*Lactuca sativa* L.) grown in pots were exposed to two different environments for 50 days: direct sunlight (UV-exposed) and greenhouse conditions (low UV). The indices based on the measurements of chlorophyll fluorescence after red, green and UV excitation indicated increase of the content of UV-absorbing compounds and anthocyanins in the epidermis of lettuce leaves. In similar, the biochemical analyses performed at the end of the experiment confirmed significantly higher total phenolic and flavonoid content in lettuce plants exposed to direct sun compared to greenhouse conditions and in red compared to green genotypes. As the correlation between the standard fluorescence indices and the biochemical records was negatively influenced by the presence of red genotypes, we proposed the use of a new parameter named Modified Flavonoid Index (MFI) taking into an account both absorbance changes due to flavonol and anthocyanin content, for which the correlation with flavonoid and phenolic content was relatively good. Thus, our results confirmed that the fluorescence excitation ratio method is useful for identifying the major differences in phenolic and flavonoid content in lettuce plants and it can be used for high-throughput pre

213. [Ultrastructural and developmental evidence of phytotoxicity on cos lettuce \(*Lactuca sativa*\) associated with nonylphenol exposure.](#)

[PubMed](#)

de Bruin, Willeke; van der Merwe, Chris; Kritzinger, Quenton; Bornman, Riana; Korsten, Lise

2017-02-01

It has long been understood that the presence of endocrine disrupter chemicals (EDCs) in water can affect the reproductive, behavioural and regulatory systems of different types of mammals. Thus far, only a handful of studies have examined its impact on plant systems. Present research is limited to the potential uptake of these chemicals by plants and the general phytotoxic effects it can elicit. The aim of this study was to determine what effect an EDC has on developing plant and cell organelles and how it affects it. In this study, cos lettuce plants were exposed to different concentrations of nonylphenol (NP), an EDC, in a static hydroponic system. Changes in plant morphology, mass and length, chlorophyll content, as well as electrolyte leakage were examined. Furthermore an in-depth investigation of the plant cell ultrastructure was carried out with transmission electron microscopy. Results indicated that cos lettuce growth was severely restricted, chlorophyll content was reduced, leakage of electrolytes increased and roots were stunted especially after $3200 \mu\text{g/l}$ NP exposures. The structure of the rough endoplasmic reticulum, vacuole and chloroplast were also changed. This study emphasizes the importance of water quality management, since the presence of an EDC, like NP, can negatively impact the yield and internal structure of one of the world's most significant salad crops, namely lettuce. Copyright © 2016 Elsevier Ltd. All rights reserved.

214. [Effect of biochar amendment on the control of soil sulfonamides, antibiotic-resistant bacteria, and gene enrichment in lettuce tissues.](#)

[PubMed](#)

Ye, Mao; Sun, Mingming; Feng, Yanfang; Wan, Jinzhong; Xie, Shanni; Tian, Da; Zhao, Yu; Wu, Jun; Hu, Feng; Li, Huixin; Jiang, Xin

2016-05-15

Considering the potential threat of vegetables growing in antibiotic-polluted soil with high abundance of antibiotic-resistant genes (ARGs) against human health through the food chain, it is thus urgent to develop novel control technology to ensure vegetable safety. In the present work, pot experiments were conducted in lettuce cultivation to assess the impedance effect of biochar amendment on soil sulfonamides (SAs), antibiotic-resistant bacteria (ARB), and ARG enrichment in lettuce tissues. After 100 days of cultivation, lettuce cultivation with biochar amendment exhibited the greatest soil SA dissipation as well as the significant improvement of lettuce growth indices, with residual soil SAs mainly existing as the tightly bound fraction. Moreover, the SA contents in roots and new/old leaves were reduced by one to two orders of magnitude compared to those without biochar amendment. In addition, isolate counts for SA-resistant bacterial endophytes in old leaves and sul gene abundances in roots and old leaves also decreased significantly after biochar application. However, neither SA resistant bacteria nor sul genes were detected in new leaves. It was the first study to demonstrate that biochar amendment can be a practical strategy to protect lettuce safety growing in SA-polluted soil with rich ARB and ARGs. Copyright © 2015 Elsevier B.V. All rights reserved.

215. [Protective effects of Lactuca sativa ethanolic extract on carbon tetrachloride induced oxidative damage in rats](#)

[PubMed Central](#)

Hefnawy, Hefnawy Taha M.; Ramadan, Mohamed Fawzy

2013-01-01

Objective To study the protective effects of the ethanolic extract of lettuce (*Lactuca sativa* L. var. *longifolia*) leaves against the toxicity caused by carbon tetrachloride (CCl₄) in reproductive system of rats. **Methods** Lettuce leaves were dried and extracted with ethanol (plant: solvent, 1:10, w/v). The extract was filtered and evaporated to yield dried lettuce extract. Animals were divided into seven groups and treated with CCl₄ and different concentrations of lettuce extract. At the end of the experimental period, the animals were sacrificed and blood was collected and centrifuged for serum separation. Body weights, testis size, histopathology of testis and liver, catalase (CAT) activity, superoxide dismutase (SOD) activity, peroxidase (POD) activity, reduced glutathione (GSH), glutathione peroxidase activity (GSH-Px), thiobarbituric acid reactive substances (TBARS), nitrite level, and serum hormones were determined. **Results** Oxidative stress induced by CCl₄ (2 mL/kg body weight) in rat decreases the increase in body weight and relative testis weight. It also markedly increases the level of TBARS and nitrites along with corresponding decrease in reduced glutathione and various antioxidant enzymes in testis (i.e., CAT, POD, SOD and GSH-Px). Serum level of testosterone, luteinizing hormone and follicle stimulating hormone was decreased while estradiol and prolactin were increased during CCl₄ treatment. Histopathology of CCl₄-treated rats indicated the partial degeneration of germ and leydig cells along with deformities in spermatogenesis. Supplementation of lettuce extract (100, 150, 200 mg/kg body weight orally) once a week for 10 weeks results in decrease of TBARS and nitrite, while increase in antioxidant enzymes; CAT, POD, SOD, GSH-Px and GSH contents. Serum level of testosterone, luteinizing hormone, follicle stimulating hormone, estradiol, prolactin, histology, body weight and relative testis weight was also concomitantly restored to near normal level by

216. [Production of Dwarf Lettuce by Overexpressing a Pumpkin Gibberellin 20-Oxidase Gene](#)

[PubMed Central](#)

Niki, Tomoya; Nishijima, Takaaki; Nakayama, Masayoshi; Hisamatsu, Tamotsu; Oyama-Okubo, Naomi; Yamazaki, Hiroko; Hedden, Peter; Lange, Theo; Mander, Lewis N.; Koshioka, Masaji

2001-01-01

We investigated the effect of overexpressing a pumpkin gibberellin (GA) 20-oxidase gene encoding an enzyme that forms predominantly biologically inactive products on GA biosynthesis and plant morphology in transgenic lettuce (*Lactuca sativa* cv Vanguard) plants. Lettuce was transformed with the pumpkin GA 20-oxidase gene downstream of a strong constitutive promoter cassette (E12â€³35S-Î©). The transgenic plants in which the pumpkin gene was detected by polymerase chain reaction were dwarfed in the T2 generation, whereas transformants with a normal growth phenotype did not contain the transgene. The result of Southern-blot analysis showed that the transgene was integrated as a single copy; the plants segregated three dwarfs to one normal in the T2 generation, indicating that the transgene was stable and dominant. The endogenous levels of GA1 and GA4 were reduced in the dwarfs, whereas large amounts of GA17 and GA25, which are inactive products of the pumpkin GA 20-oxidase, accumulated in these lines. These results indicate that a functional pumpkin GA 20-oxidase is expressed in the transgenic lettuce, resulting in a diversion of the normal pathway of GA biosynthesis to inactive products. Furthermore, this technique may be useful for controlling plant stature in other agricultural and horticultural species. PMID:11457947

217. [Research on lettuce growth technology onboard Chinese Tiangong II Spacelab](#)

[NASA Astrophysics Data System \(ADS\)](#)

Shen, Yunze; Guo, Shuangsheng; Zhao, Pisheng; Wang, Longji; Wang, Xiaoxia; Li, Jian; Bian, Qiang

2018-03-01

Lettuce was grown in a space vegetable cultivation facility onboard the Tiangong 1 Space Lab during October 18 to November 15, 2016, in order to testify the key cultivating technology in CELSS under spaceflight microgravity condition. Potable water was used for irrigation of rooting substrate and the SRF (slowly released fertilizer) offered mineral nutrition for plant growth. Water content and electric conductivity in rooting substrate were measured based on FDR (frequency domain reflectometry) principle applied first in spaceflight. Lettuce germinated with comparative growth vigor as the ground control, showing that the plants appeared to be not stressed by the spaceflight environment. Under microgravity, lettuce grew taller and showed deeper green color than the ground control. In addition, the phototropism of the on-orbit plants was more remarkable. The nearly 30-d spaceflight test verified the seed fixation technology and water & nutrition management technology, which manifests the feasibility of FDR being used for measuring moisture content and electric conductivity in rooting zone under microgravity. Furthermore, the edibility of the space-grown vegetable was proved, providing theoretical support for astronaut to consume the space vegetable in future manned spaceflight.

218. [Intron loss from the NADH dehydrogenase subunit 4 gene of lettuce mitochondrial DNA: evidence for homologous recombination of a cDNA intermediate.](#)

[PubMed](#)

Geiss, K T; Abbas, G M; Makaroff, C A

1994-04-01

The mitochondrial gene coding for subunit 4 of the NADH dehydrogenase complex I (nad4) has been isolated and characterized from lettuce, *Lactuca sativa*. Analysis of nad4 genes in a number of plants by Southern hybridization had previously suggested that the intron content varied between species. Characterization of the lettuce gene confirms this observation. Lettuce nad4 contains two exons and one group IIA intron, whereas previously sequenced nad4 genes from turnip and wheat contain three group IIA introns. Northern analysis identified a transcript of 1600 nucleotides, which represents the mature nad4 mRNA and a primary transcript of 3200 nucleotides. Sequence analysis of lettuce and turnip nad4 cDNAs was used to confirm the intron/exon border sequences and to examine RNA editing patterns. Editing is observed at the 5' and 3' ends of the lettuce transcript, but is absent from sequences that correspond to exons two, three and the 5' end of exon four in turnip and wheat. In contrast, turnip transcripts are highly edited in this region, suggesting that homologous recombination of an edited and spliced cDNA intermediate was involved in the loss of introns two and three from an ancestral lettuce nad4 gene.

219. [A gene encoding an abscisic acid biosynthetic enzyme \(LsNCED4\) collocates with the high temperature germination locus Htg6.1 in lettuce \(*Lactuca sp.*\)](#)

[PubMed Central](#)

Argyris, Jason; Truco, María José; Ochoa, Oswaldo; McHale, Leah; Dahal, Peetambar; Van Deynze, Allen; Michelmore, Richard W.

2010-01-01

Thermoinhibition, or failure of seeds to germinate when imbibed at warm temperatures, can be a significant problem in lettuce (*Lactuca sativa* L.) production. The reliability of stand establishment

would be improved by increasing the ability of lettuce seeds to germinate at high temperatures. Genes encoding germination- or dormancy-related proteins were mapped in a recombinant inbred line population derived from a cross between *L. sativa* cv. Salinas and *L. serriola* accession UC96US23. This revealed several candidate genes that are located in the genomic regions containing quantitative trait loci (QTLs) associated with temperature and light requirements for germination. In particular, *LsNCED4*, a temperature-regulated gene in the biosynthetic pathway for abscisic acid (ABA), a germination inhibitor, mapped to the center of a previously detected QTL for high temperature germination (Htg6.1) from UC96US23. Three sets of sister BC3S2 near-isogenic lines (NILs) that were homozygous for the UC96US23 allele of *LsNCED4* at Htg6.1 were developed by backcrossing to cv. Salinas and marker-assisted selection followed by selfing. The maximum temperature for germination of NIL seed lots with the UC96US23 allele at *LsNCED4* was increased by 2–3°C when compared with sister NIL seed lots lacking the introgression. In addition, the expression of *LsNCED4* was two- to threefold lower in the former NIL lines as compared to expression in the latter. Together, these data strongly implicate *LsNCED4* as the candidate gene responsible for the Htg6.1 phenotype and indicate that decreased ABA biosynthesis at high imbibition temperatures is a major factor responsible for the increased germination thermotolerance of UC96US23 seeds. Electronic supplementary material The online version of this article (doi:10.1007/s00122-010-1425-3) contains supplementary material, which is available to authorized users. PMID:20703871

220. [Phytochrome Regulates Gibberellin Biosynthesis during Germination of Photoblastic Lettuce Seeds](#)

[PubMed Central](#)

Toyomasu, Tomonobu; Kawaide, Hiroshi; Mitsuhashi, Wataru; Inoue, Yasunori; Kamiya, Yuji

1998-01-01

Germination of lettuce (*Lactuca sativa* L.) seed is regulated by phytochrome. The requirement for red light is circumvented by the application of gibberellin (GA). We have previously shown that the endogenous content of GA1, the main bioactive GA in lettuce seeds, increases after red-light treatment. To clarify which step of GA1 synthesis is regulated by phytochrome, cDNAs encoding GA 20-oxidases (*Ls20ox1* and *Ls20ox2*, for *L. sativa* GA 20-oxidase) and 3 β -hydroxylases (*Ls3h1* and *Ls3h2* for *L. sativa* GA 3 β -hydroxylase) were isolated from lettuce seeds by reverse-transcription polymerase chain reaction. Functional analysis of recombinant proteins expressed in *Escherichia coli* confirmed that the *Ls20ox* and *Ls3h* encode GA 20-oxidases and 3 β -hydroxylases, respectively. Northern-blot analysis showed that *Ls3h1* expression was dramatically induced by red-light treatment within 2 h, and that this effect was canceled by a subsequent far-red-light treatment. *Ls3h2* mRNA was not detected in seeds that had been allowed to imbibe under any light conditions. Expression of the two *Ls20ox* genes was induced by initial imbibition alone in the dark. The level of *Ls20ox2* mRNA decreased after the red-light treatment, whereas that of *Ls20ox1* was unaffected by light. These results suggest that red light promotes GA1 synthesis in lettuce seeds by inducing *Ls3h1* expression via phytochrome action. PMID:9847128

- [«](#)
- [9](#)
- [10](#)
- 11
- [12](#)
- [13](#)
- [»](#)
- [«](#)

- [10](#)
- [11](#)
- [12](#)
- [13](#)
- [14](#)
- [»](#)

221. [Absciscic acid and ethephon regulation of cellulase in the endosperm cap and radicle during lettuce seed germination.](#)

[PubMed](#)

Chen, Bingxian; Ma, Jun; Xu, Zhenjiang; Wang, Xiaofeng

2016-10-01

The purpose of this study was to investigate the role of cellulase in endosperm cap weakening and radicle elongation during lettuce (*Lactuca sativa* L.) seed germination. The application of abscisic acid (ABA) or ethephon inhibits or promotes germination, respectively, by affecting endosperm cap weakening and radicle elongation. Cellulase activities, and related protein and transcript abundances of two lettuce cellulase genes, LsCEL1 and LsCEL2, increase in the endosperm cap and radicle prior to radicle protrusion following imbibition in water. ABA or ethephon reduce or elevate, respectively, cellulase activity, and related protein and transcript abundances in the endosperm cap. Taken together, these observations suggest that cellulase plays a role in endosperm cap weakening and radicle elongation during lettuce seed germination, and that the regulation of cellulase in the endosperm cap by ABA and ethephon play a role in endosperm cap weakening. However, the influence of ABA and ethephon on radicle elongation may not be through their effects on cellulase. © 2016 Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences.

222. [Combination of peracetic acid and ultrasound reduces Salmonella Typhimurium on fresh lettuce \(*Lactuca sativa* L. var. *crispa*\).](#)

[PubMed](#)

Silveira, Luiza Oliveira; do Rosário, Denes Kaic Alves; Giori, Ana Carolina Garcia; Oliveira, Syllas Borburema Silva; da Silva Mutz, Yhan; Marques, Clara Suprani; Coelho, Jussara Moreira; Bernardes, Patrícia Campos

2018-04-01

Salmonella outbreaks related to fruits and vegetables have been reported being lettuce one of the most contaminated. Peracetic acid (PA) at 50 mg/L, sodium dichloroisocyanurate (SD) at 100 mg/L, and the combination of SD at 100 mg/L and babaçu coconut (*Attalea speciosa*) oil detergent at 100 mg/L were applied to fresh lettuce. Natural contaminant microbiota, physicochemical characteristics, and sensory attributes were evaluated. PA and SD reduced mesophilic aerobic counts by 2.1 and 1.5 log cfu/g, respectively. The most efficient treatment in reducing natural microbiota (i.e., PA) was applied alone and in combination with ultrasound (US). It reduced *Salmonella enterica* Typhimurium counts to undetectable levels (< 1 log cfu/g). US further reduced *S. Typhimurium* counts by 0.6 log cfu/g in relation to PA, treatment which lessened the pH but increased the titratable acidity of lettuce, but did not cause total color difference. Therefore, the combination of PA and US holds a potential industrial application for sanitization purposes.

223. [RNAi-mediated resistance to whitefly \(*Bemisia tabaci*\) in genetically engineered lettuce \(*Lactuca sativa*\)](#).

[PubMed](#)

Ibrahim, Abdulrazak B; Monteiro, Tatiane R; Cabral, Glaucia B; Arag  o, Francisco J L

2017-10-01

RNA interference (RNAi)-based transgenic technologies have evolved as potent biochemical tools for silencing specific genes of plant pathogens and pests. The approach has been demonstrated to be useful in silencing genes in insect species. Here, we report on the successful construction of RNAi-based plasmid containing an interfering cassette designed to generate dsRNAs that target a novel v-ATPase transcript in whitefly (*Bemisia tabaci*), an important agricultural pest in tropical and sub-tropical regions. The presence of the transgene was confirmed in T 0 and T 1 generations of transgenic lettuce lines, segregating in a Mendelian fashion. Seven lines were infested with whiteflies and monitored over a period of 32 days. Analysis of mortality showed that within five days of feeding, insects on transgenic plants showed a mortality rate of 83.8-98.1%. In addition, a reduced number of eggs (95 fold less) was observed in flies feeding on transgenic lettuce plants than insects on control lines. Quantitative reverse transcription PCR showed decreased expression level of endogenous v-ATPase gene in whiteflies feeding on transgenic plants. This technology is a foundation for the production of whitefly-resistant commercial crops, improving agricultural sustainability and food security, reducing the use of more environmentally aggressive methods of pest control.

224. [Oxidative Phosphorylation in Germinating Lettuce Seeds \(*Lactuca sativa*\) during the First Hours of Imbibition](#)

[PubMed Central](#)

Hourmant, Annick; Pradet, Alain

1981-01-01

Experiments with lettuce seeds during the first hours of imbibition showed that oxygen is necessary to sustain high adenine nucleotide ratios and consequently, energy charge values are higher than 0.8 as is usually the case in normally metabolizing tissues. The energy charge value (0.2) of dry seeds soaked in aerated water increased to normal values (0.8) within 30 minutes. The energy charge value of seeds imbibed under cyanide or nitrogen stayed at low values, about 0.3 for 30 minutes. Nitrogen and cyanide treatment of seeds imbibed in aerated water produced a decrease of energy charge to low values within 3 minutes. During the first minutes of imbibition, the oxygen uptake is cyanide-sensitive. The effect of the uncoupler carbonyl cyanide p-trifluoromethoxyphenyl hydrazone was not as clear-cut. However, results were obtained which agree with the occurrence of oxidative phosphorylation during the first hours of imbibition. These results indicate that a normal cytochromic pathway synthesizes ATP during the first minutes and hours following the imbibition of lettuce seeds. PMID:16661970

225. [Genotypic variation and mechanism in uptake and translocation of perfluorooctanoic acid \(PFOA\) in lettuce \(*Lactuca sativa* L.\) cultivars grown in PFOA-polluted soils](#).

[PubMed](#)

Xiang, Lei; Chen, Lei; Yu, Le-Yi; Yu, Peng-Fei; Zhao, Hai-Ming; Mo, Ce-Hui; Li, Yan-Wen; Li, Hui; Cai, Quan-Ying; Zhou, Dong-Mei; Wong, Ming-Hung

2018-05-02

The cultivation of crop cultivars with low pollutant accumulation is an important strategy to reduce the potential health risks of food produced from polluted soils. In this study, we identified three loose-leaf lettuce cultivars with low accumulation of perfluorooctanoic acid (PFOA), a highly toxic and persistent organic pollutant. PFOA concentrations in the shoots of low-PFOA cultivars were 3.7-5.5-fold lower than those of high-PFOA cultivars. The identification of low-PFOA cultivars could contribute to ensuring food safety despite cultivation in highly polluted soils ($1\text{ }\mu\text{g/kg}$) based on the tolerable daily PFOA intake ($1.5\text{ }\mu\text{g/kg/d}$). We detected lower desorbing fractions of PFOA in rhizosphere soil, lower bioconcentration factors, and higher distribution in the cell walls and organelles of roots in low-PFOA cultivars, all of which are key factors in limiting PFOA uptake and translocation from soil to shoots, than in high-PFOA cultivars. This study reveals the mechanism of PFOA uptake from soil to crop and lays a foundation for establishing a cost-effective strategy to plant crops in polluted soil and reduce exposure risk due to persistent organic pollutants in crops. Copyright © 2018 Elsevier B.V. All rights reserved.

226. [Influence of diesel contamination in soil on growth and dry matter partitioning of *Lactuca sativa* and *Ipomoea batatas*.](#)

[PubMed](#)

Fatokun, Kayode; Zharare, Godfrey Elijah

2015-09-01

Phytotoxic effect of diesel contaminated soil was investigated on growth and dry matter partitioning in *Lactuca sativa* and *Ipomoea batatas* in greenhouse pot experiment at two concentration range (0-30 ml and 0-6 ml diesel kg⁻¹ soil) for 14 weeks. The results indicated that whole plant biomass, stem length, root length, number of leaves and leaf chlorophyll in two plants were negatively correlated with increasing diesel concentrations. The critical concentration of diesel associated with 10% decrease in plant growth was 0.33 ml for lettuce and 1.50 ml for sweet potato. Thus, growth of lettuce in diesel contaminated soil was more sensitive than sweet potato. The pattern of dry matter partitioning between root and shoot in both plants were similar. In 0-6 ml diesel contamination range, allocation of dry matter to shoot system was favoured resulting in high shoot: root ratio of 4.54 and 12.91 for lettuce and sweet potato respectively. However, in 0-30 ml diesel contamination range, allocation of dry matter to root was favoured, which may have been an adaptive mechanism in which the root system was used for storage in addition to increasing the capacity for foraging for mineral nutrients and water. Although lettuce accumulated more metals in its tissue than sweet potato, the tissue mineral nutrients in both species did not vary to great extent. The critical diesel concentration for toxicity suggested that the cause of mortality and poor growth of sweet potato and lettuce grown in diesel contaminated soil was due to presence of hydrocarbons in diesel.

227. [Rapid identification of lettuce seed germination mutants by bulked segregant analysis and whole genome sequencing.](#)

[PubMed](#)

Huo, Heqiang; Henry, Isabelle M; Coppoolse, Eric R; Verhoef-Post, Miriam; Schut, Johan W; de Rooij, Han; Vogelaar, Aat; Joosen, Ronny V L; Woudenberg, Leo; Comai, Luca; Bradford, Kent J

2016-11-01

Lettuce (*Lactuca sativa*) seeds exhibit thermoinhibition, or failure to complete germination when

imbibed at warm temperatures. Chemical mutagenesis was employed to develop lettuce lines that exhibit germination thermotolerance. Two independent thermotolerant lettuce seed mutant lines, TG01 and TG10, were generated through ethyl methanesulfonate mutagenesis. Genetic and physiological analyses indicated that these two mutations were allelic and recessive. To identify the causal gene(s), we applied bulked segregant analysis by whole genome sequencing. For each mutant, bulked DNA samples of segregating thermotolerant (mutant) seeds were sequenced and analyzed for homozygous single-nucleotide polymorphisms. Two independent candidate mutations were identified at different physical positions in the zeaxanthin epoxidase gene (ABSCISIC ACID DEFICIENT 1/ZEAXANTHIN EPOXIDASE, or ABA1/ZEP) in TG01 and TG10. The mutation in TG01 caused an amino acid replacement, whereas the mutation in TG10 resulted in alternative mRNA splicing. Endogenous abscisic acid contents were reduced in both mutants, and expression of the ABA1 gene from wild-type lettuce under its own promoter fully complemented the TG01 mutant. Conventional genetic mapping confirmed that the causal mutations were located near the ZEP/ABA1 gene, but the bulked segregant whole genome sequencing approach more efficiently identified the specific gene responsible for the phenotype. © 2016 The Authors The Plant Journal © 2016 John Wiley & Sons Ltd.

228. [Lettuce and rhizosphere microbiome responses to growth promoting *Pseudomonas* species under field conditions.](#)

[PubMed](#)

Cipriano, Matheus A P; Lupatini, Manoeli; Lopes-Santos, Lucilene; da Silva, Márcio J; Roesch, Luiz F W; Destéfano, Suzete A L; Freitas, Sueli S; Kuramae, Eiko E

2016-12-01

Plant growth promoting rhizobacteria are well described and recommended for several crops worldwide. However, one of the most common problems in research into them is the difficulty in obtaining reproducible results. Furthermore, few studies have evaluated plant growth promotion and soil microbial community composition resulting from bacterial inoculation under field conditions. Here we evaluated the effect of 54 *Pseudomonas* strains on lettuce (*Lactuca sativa*) growth. The 12 most promising strains were phylogenetically and physiologically characterized for plant growth-promoting traits, including phosphate solubilization, hormone production and antagonism to pathogen compounds, and their effect on plant growth under farm field conditions. Additionally, the impact of beneficial strains on the rhizospheric bacterial community was evaluated for inoculated plants. The strains IAC-RBcr4 and IAC-RBru1, with different plant growth promoting traits, improved lettuce plant biomass yields up to 30%. These two strains also impacted rhizosphere bacterial groups including *Isosphaera* and *Pirellula* (phylum Planctomycetes) and *Acidothermus*, *Pseudolabrys* and *Singusphaera* (phylum Actinobacteria). This is the first study to demonstrate consistent results for the effects of *Pseudomonas* strains on lettuce growth promotion for seedlings and plants grown under tropical field conditions. © FEMS 2016. All rights reserved. For permissions, please e-mail: journals.permissions@oup.com.

229. [Molecular Mapping of High Resistance to Bacterial Leaf Spot in Lettuce PI 358001-1.](#)

[PubMed](#)

Wang, Yunwen; Lu, Huangjun; Hu, Jinguo

2016-11-01

Lettuce (*Lactuca sativa* L.) is a diploid ($2n = 18$) with a genome size of 2,600 Mbp, and belongs to the

family Compositae. Bacterial leaf spot (BLS), caused by *Xanthomonas campestris* pv. *vitians*, is a major disease of lettuce worldwide. Leaf lettuce PI 358001-1 has been characterized as an accession highly resistant to BLS and has white seed. In order to understand inheritance of the high resistance in this germplasm line, an F₃ population consisting of 163 families was developed from the cross PI 358001-1 × 'Tall Guzmanne' (a susceptible Romaine lettuce variety with black seed). The segregation ratio of reaction to disease by seedling inoculation with *X. campestris* pv. *vitians* L7 strain in the F₃ families was shown to be 32:82:48 homozygous resistant/heterozygous/homozygous susceptible, fitting to 1:2:1 ($n = 162$, $\chi^2_2 = 3.19$, $P = 0.20$). The segregation ratio of seed color by checking F₂ plants was 122:41 black/white, fitting to 3:1 ($n = 163$, $\chi^2_2 = 0.002$, $P = 0.96$). The results indicated that both BLS resistance and seed color were inherited as a dominant gene mode. A genetic linkage map based on 124 randomly selected F₂ plants was developed to enable molecular mapping of the BLS resistance and the seed color trait. In total, 199 markers, comprising 176 amplified fragment length polymorphisms, 16 simple-sequence repeats, 5 resistant gene candidate markers, and 2 cleaved amplified polymorphic sequences (CAPS) markers were assigned to six linkage groups. The dominant resistance gene to BLS (*Xcvr*) was mapped on linkage group 2 and the gene locus *y* for seed color was identified on linkage group 5. Due to the nature of a single gene inheritance, the high-resistance gene should be readily transferred to adapted lettuce cultivars to battle against the devastating disease of lettuce.

230. [\[Enteroparasite determination in Lactuca sativa from farms dedicated to its production in Pasto, Colombia\].](#)

[PubMed](#)

Polo, Giovanni Andr  s; Benavides, Carmenza Janneth; Astaiza, Juan Manuel; Vallejo, Dario Antonio; Betancourt, Patricia

2016-12-01

Currently, vegetables like lettuce are widely recommended as part of the daily diet given their high nutritional value; however, while consumers feel attracted to the benefits provided by the vegetable, they may also be exposed to parasitic intestinal infections. To determine the presence or absence of enteroparasites in lettuce (*Lactuca sativa*) grown in the rural area in the municipality of Pasto, and to analyze associated factors based on the characterization of the lands. We conducted a descriptive double blind cross-sectional study. We took a total of 105 samples from 21 properties from June to December, 2013, and we processed them by sedimentation and flotation tests. Additionally, the owners were surveyed in order to obtain information about the possible variables influencing the occurrence of enteroparasites. We detected contamination in 100% of the lettuce samples and we found parasite eggs and larvae as follows: 95.25% with *Entamoeba* spp. cysts; 71.43% with *Isospora* spp. oocysts; 61.90% with *Strongyloides stercoralis* larvae (L3); 28.57% with *Toxocara* spp. eggs, and 4.76% with *Eimeria* spp. oocysts. Using the chi-square test we found association between *Entamoeba* spp. and ditches ($p=0.008$), dogs ($p=0.008$) and septic tanks ($p=0.029$); between *Isospora* spp. and compost ($p=0.0001$), dogs ($p=0.0001$) and slugs ($p=0.002$); between *S. stercoralis* and handling ($p=0.003$), and between *Toxocara* spp. and no use of biodigesters ($p=0.002$). We found contamination with enteroparasites in lettuce samples from growing areas in the municipality of Pasto with animal and human sources as their main reservoirs, although others were present in the environment.

231. [Importance of 'blue' photon levels for lettuce seedlings grown under red-light-emitting diodes](#)

[NASA Technical Reports Server \(NTRS\)](#)

Hoenecke, M. E.; Bula, R. J.; Tibbitts, T. W.

1992-01-01

Light-emitting diodes (LEDs) with high-intensity output are being studied as a photosynthetic light source for plants. High-output LEDs have peak emission at approximately 660 nm concentrated in a waveband of ± 30 nm. Lettuce (*Lactuca sativa* Grand Rapids') seedlings developed extended hypocotyls and elongated cotyledons when grown under these LEDs as a sole source of irradiance. This extension and elongation was prevented when the red LED radiation was supplemented with more than 15 micromoles $m^{-2} s^{-1}$ of 400- to 500-nm photons from blue fluorescent lamps. Blue radiation effects were independent of the photon level of the red radiation.

232. [Expression analysis of polyphenol oxidase isozymes by active staining method and tissue browning of head lettuce \(*Lactuca sativa* L.\).](#)

[PubMed](#)

Noda, Takahiro; Iimure, Kazuhiko; Okamoto, Shunsuke; Saito, Akira

2017-08-01

Browning of plant tissue is generally considered attributable to enzymatic oxidation by polyphenol oxidase (PPO). Electrophoresis followed by activity staining has been used as an effective procedure to visually detect and isolate isozymes; however, it has not been applied for examination of various PPO isozymes in lettuce. Our study demonstrated that different lettuce PPO isozymes could be detected at different pH in active staining, and multiple isozymes were detected only under alkaline conditions. As a result, we concluded that activity staining with approximately pH 8 enabled to detect various PPO isozymes in lettuce. By expression analysis of the PPO isozymes after wounding, PPO isozymes that correlated with time-course of tissue browning were detected. The wound-induced PPO may play a key role in enzymatic browning.

233. [Biosurfactant Produced by *Salmonella* Enteritidis SE86 Can Increase Adherence and Resistance to Sanitizers on Lettuce Leaves \(*Lactuca sativa* L., cichoraceae\)](#)

[PubMed Central](#)

Rossi, Eliandra M.; Beilke, Luniele; Kochhann, MarÁlia; Sarzi, Diana H.; Tondo, Eduardo C.

2016-01-01

Salmonella Enteritidis SE86 is an important foodborne pathogen in Southern Brazil and it is able to produce a biosurfactant. However, the importance of this compound for the microorganism is still unknown. This study aimed to investigate the influence of the biosurfactant produced by *S. Enteritidis* SE86 on adherence to slices of lettuce leaves and on resistance to sanitizers. First, lettuce leaves were inoculated with *S. Enteritidis* SE86 in order to determine the amount of biosurfactant produced. Subsequently, lettuce leaves were inoculated with *S. Enteritidis* SE86 with and without the biosurfactant, and the adherence and bacterial resistance to different sanitization methods were evaluated. *S. Enteritidis* SE86 produced biosurfactant after 16 h (emulsification index of 11 to 52.15 percent, $P < 0.05$) and showed greater adherence capability and resistance to sanitization methods when the compound was present. The scanning electron microscopy demonstrated that *S. Enteritidis* was able to adhere, form lumps, and invade the lettuce leaves' stomata in the presence of the biosurfactant. Results indicated that the biosurfactant produced by *S. Enteritidis* SE86 contributed to adherence and increased resistance to sanitizers when the microorganism was present on lettuce leaves.

PMID:26834727

234. [Effect of proline on biochemical and molecular mechanisms in lettuce \(*Lactuca sativa* L.\) exposed to UV-B radiation.](#)

[PubMed](#)

Aksakal, Ozkan; Tabay, Dilruba; Esringu, AslÄ±han; Icoğlu Aksakal, Feyza; Esim, Nevzat

2017-02-15

The purpose of the present study was to evaluate the role of proline (Pro) in relieving UV-B radiation-induced oxidative stress in lettuce. Lettuce seedlings were exposed to 3.3 W m⁻² UV-B radiation for 12 h after pre-treatment sprayed with 20 mM Pro. The data for malondialdehyde (MDA), hydrogen peroxide (H₂O₂), endogenous Pro level, the activities of antioxidant enzymes [superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT), ascorbate peroxidase (APX), and peroxidase (POD)], total phenolic concentration, antioxidant capacity, expression of phenylalanine ammonia lyase (PAL), Î³-tocopherol methyltransferase (Î³-TMT) and proline dehydrogenase (ProDH) genes, phytohormone levels such as abscisic acid (ABA), gibberellic acid (GA), indole acetic acid (IAA) and salicylic acid (SA), soluble sugars and organic acids were recorded. It was found that Pro alleviated the oxidative damage in the seedlings of lettuce as demonstrated by lower lipid peroxidation and H₂O₂ content, increasing the endogenous Pro level, the activity of antioxidant enzymes, total phenolic concentration and the antioxidant capacity. Additionally, it was revealed that exogenous application of Pro enhanced the levels of GA, IAA, the concentrations of soluble sugars and organic acids and expressions of PAL, Î³-TMT and ProDH genes as compared to the control. The results obtained in this study suggest that pre-treatment with exogenous Pro provides important contributions to the increase in the UV-B tolerance of lettuce by regulating the biochemical mechanisms of UV-B response.

235. [Fifteen years of verticillium wilt of lettuce in americaâ€™s salad bowl: a tale of immigration, subjugation and abatement.](#)

[USDA-ARS's Scientific Manuscript database](#)

Lettuce is a popular leafy vegetable that is globally cultivated. The US ranks second in production, with coastal California producing half of the US supply. In 1995, Verticillium wilt caused by the soil borne fungus Verticillium dahliae was identified as a disease of lettuce in coastal California, ...

236. [Influence of the temporal and spatial variation of nitrate reductase, glutamine synthetase and soil composition in the N species content in lettuce \(*Lactuca sativa*\).](#)

[PubMed](#)

Pinto, Edgar; Fidalgo, Fernanda; Teixeira, Jorge; Aguiar, Ana A; Ferreira, Isabel M P L V O

2014-04-01

The variation of nitrate reductase (NR), glutamine synthetase (GS) and N content in lettuce was evaluated at 5 stages of lettuce growth. Soil physicochemical properties and its N content were also assessed to elucidate the soil-to-plant transfer of inorganic N and potential leaching to groundwater. A decrease of NR activity and an increase of NO₃(-) and N-Kjeldahl content in lettuces were observed during plant growth, whereas GS activity and NH₄(+) increased during the first few weeks of lettuce growth and then decreased. Although the temporal variation was similar in lettuces grown in different soils, quantitative differences were observed, indicating that high NO₃(-) content in soil caused a higher NO₃(-) accumulation in lettuce despite the higher NR activity during the initial stage of plant growth. Higher levels of NO₃(-) and NH₄(+) were correlated with higher levels of N-Kjeldahl in

lettuce suggesting a positive effect of these N species in the biosynthesis of organic forms of N. Soil physicochemical properties influenced the mobility of inorganic N within the groundwater-soil-plant system. Sandy soils with low OM content allowed NO₃(-) leaching, which was confirmed by higher NO₃(-) levels in groundwater. Therefore, lettuces grown in those soils presented lower N content and the inputs of N to the environment were higher. Copyright © 2014 Elsevier Ireland Ltd. All rights reserved.

237. [Effect of soil cadmium on growth, photosynthesis and quality of *Raphanus sativus* and *Lactuca sativa*.](#)

[PubMed](#)

Kaur, Navjyot; Jhanji, Shalini

2016-09-01

Cadmium (Cd) raises serious concerns as its accumulation in the plant not only affect the growth and quality of plant but also threaten the health of consumers. In this research, two vegetables, i.e., radish (*Raphanus sativus* L.) and lettuce (*Lactuca sativa* L.), were planted in pots having soil treated with Cd as Cd (NO₃)₂ at different doses (25, 50, 100 and 200 mg Cd kg⁻¹ soil) to investigate the influence of cadmium on their growth, photosynthetic attributes and quality. Cadmium retarded plant growth as dry weight of radish roots decline by 87% and leaves by 83% following 200 mg Cd kg⁻¹ soil application and the corresponding values for lettuce were 64 and 69% respectively. Significant reductions in various photosynthetic parameters viz., leaf area per plant, total chlorophyll, Chl a and Chl b content were also recorded with Cd applications. The Cd treatments resulted in loss of membrane integrity as revealed by significant increase in electrolyte leakage in leaves of both vegetables. There was significant increase in Cd accumulation in radish and lettuce with all applications but no visual symptoms of Cd toxicity were noticed with 25 and 50 mg Cd kg⁻¹ soil application except for yield differences, illustrating that Cd accumulate in this crop without visual evidence of its presence. However, toxicity symptoms in the form of interveinal chlorosis of the leaf lamina, followed by necrosis and leaf rolling, were clearly evident with 100 and 200 mg Cd kg⁻¹ soil application. Apparently, Cd causes harm due to its phytotoxic effects and high accumulation in edible parts of radish and lettuce without any visible symptoms that constitutes a substantial hazard to human health.

238. [Survey of vesicular-arbuscular mycorrhizae in lettuce production in relation to management and soil factors](#)

[USGS Publications Warehouse](#)

Miller, R.L.; Jackson, L.E.

1998-01-01

The occurrence of vesicular-arbuscular mycorrhizae (VAM) root colonization and spore number in soil was assessed for 18 fields under intensive lettuce (*Lactuca sativa* L.) production in California during July and August of 1995. Data on management practices and soil characteristics were compiled for each field, and included a wide range of conditions. The relationship between these factors and the occurrence of VAM in these fields was explored with multivariate statistical analysis. VAM colonization of lettuce tended to decrease with the use of chemical inputs, such as pesticides and high amounts of P and N fertilizers. Addition of soil organic matter amendments, the occurrence of other host crops in the rotation, and soil carbon:phosphorus and carbon:nitrogen ratios, were positively associated with VAM colonization of lettuce roots. The number of VAM spores in soil was strongly correlated with the number of other host crops in the rotation, the occurrence of weed hosts and

sampling date, but was more affected by general soil conditions than by management inputs. Higher total soil N, C and P, as well as CEC, were inversely related to soil spore number. A glasshouse study of the two primary lettuce types sampled in the field showed no significant differences in the extent of root colonization under similar growing conditions. The results of this study are compared with other studies on the effects of management and soil conditions on mycorrhizal occurrence in agriculture.

239. [Metabolic Reprogramming in Leaf Lettuce Grown Under Different Light Quality and Intensity Conditions Using Narrow-Band LEDs.](#)

[PubMed](#)

Kitazaki, Kazuyoshi; Fukushima, Atsushi; Nakabayashi, Ryo; Okazaki, Yozo; Kobayashi, Makoto; Mori, Tetsuya; Nishizawa, Tomoko; Reyes-Chin-Wo, Sebastian; Michelmore, Richard W; Saito, Kazuki; Shoji, Kazuhiro; Kusano, Miyako

2018-05-21

Light-emitting diodes (LEDs) are an artificial light source used in closed-type plant factories and provide a promising solution for a year-round supply of green leafy vegetables, such as lettuce (*Lactuca sativa* L.). Obtaining high-quality seedlings using controlled irradiation from LEDs is critical, as the seedling health affects the growth and yield of leaf lettuce after transplantation. Because key molecular pathways underlying plant responses to a specific light quality and intensity remain poorly characterised, we used a multi-omics-based approach to evaluate the metabolic and transcriptional reprogramming of leaf lettuce seedlings grown under narrow-band LED lighting. Four types of monochromatic LEDs (one blue, two green and one red) and white fluorescent light (control) were used at low and high intensities (100 and 300 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, respectively). Multi-platform mass spectrometry-based metabolomics and RNA-Seq were used to determine changes in the metabolome and transcriptome of lettuce plants in response to different light qualities and intensities. Metabolic pathway analysis revealed distinct regulatory mechanisms involved in flavonoid and phenylpropanoid biosynthetic pathways under blue and green wavelengths. Taken together, these data suggest that the energy transmitted by green light is effective in creating a balance between biomass production and the production of secondary metabolites involved in plant defence.

240. [The morphology, physiology and nutritional quality of lettuce grown under hypobaria and hypoxia](#)

[NASA Astrophysics Data System \(ADS\)](#)

Tang, Yongkang; Gao, Feng; Guo, Shuangsheng; Li, Fang

2015-07-01

The objectives of this research were to investigate the morphological, physiological and nutritional characteristics of lettuce plants (*Lactuca sativa* L. cv. Rome) under hypobaric and hypoxic conditions. Plants were grown under two levels of total pressures (101 and 30 kPa) and three levels of oxygen partial pressures (21, 6 and 2 kPa) for 20 days. Hypoxia (6 or 2 kPa) not only significantly inhibited the growth of lettuce plants by decreasing biomass, leaf area, root/shoot ratio, water content, the contents of minerals and organic compounds (vitamin C, crude protein and crude fat), but also destroyed the ultrastructure of mitochondria and chloroplast. The activities of catalase and total superoxide dismutase, the contents of glutathione and the total antioxidant capacity significantly decreased due to hypoxia. Hypobaria (30 kPa) did not markedly enhance the biomass, but it increased leaf area, root/shoot ratio and relative water content. Hypobaria also decreased the contents of total phenols, malondialdehyde and total carbohydrate and protected the ultrastructure of mitochondria and

chloroplast under hypoxia. Furthermore, the activities of catalase and total superoxide dismutase, the contents of minerals and organic compounds markedly increased under hypobaria. This study demonstrates that hypobaria (30 kPa) does not increase the growth of lettuce plants, but it enhances plant's stress resistance and nutritional quality under hypoxia.

- [«](#)
- [10](#)
- [11](#)
- 12
- [13](#)
- [14](#)
- [»](#)

- [«](#)
- [11](#)
- [12](#)
- 13
- [14](#)
- [15](#)
- [»](#)

241. [Crop to wild introgression in lettuce: following the fate of crop genome segments in backcross populations](#)

[PubMed Central](#)

2012-01-01

Background After crop-wild hybridization, some of the crop genomic segments may become established in wild populations through selfing of the hybrids or through backcrosses to the wild parent. This constitutes a possible route through which crop (trans)genes could become established in natural populations. The likelihood of introgression of transgenes will not only be determined by fitness effects from the transgene itself but also by the crop genes linked to it. Although lettuce is generally regarded as self-pollinating, outbreeding does occur at a low frequency. Backcrossing to wild lettuce is a likely pathway to introgression along with selfing, due to the high frequency of wild individuals relative to the rarely occurring crop-wild hybrids. To test the effect of backcrossing on the vigour of inter-specific hybrids, *Lactuca serriola*, the closest wild relative of cultivated lettuce, was crossed with *L. sativa* and the F1 hybrid was backcrossed to *L. serriola* to generate BC1 and BC2 populations. Experiments were conducted on progeny from selfed plants of the backcrossing families (BC1S1 and BC2S1). Plant vigour of these two backcrossing populations was determined in the greenhouse under non-stress and abiotic stress conditions (salinity, drought, and nutrient deficiency). **Results** Despite the decreasing contribution of crop genomic blocks in the backcross populations, the BC1S1 and BC2S1 hybrids were characterized by a substantial genetic variation under both non-stress and stress conditions. Hybrids were identified that performed equally or better than the wild genotypes, indicating that two backcrossing events did not eliminate the effect of the crop genomic segments that contributed to the vigour of the BC1 and BC2 hybrids. QTLs for plant vigour under non-stress and the various stress conditions were detected in the two populations with positive as well as negative effects from the crop. **Conclusion** As it was shown that the crop contributed QTLs with either a

242. [Crop to wild introgression in lettuce: following the fate of crop genome segments in backcross populations.](#)

[PubMed](#)

Uwimana, Brigitte; Smulders, Marinus J M; Hooftman, Danny A P; Hartman, Yorike; van Tienderen, Peter H; Jansen, Johannes; McHale, Leah K; Michelmore, Richard W; Visser, Richard G F; van de Wiel, Clemens C M

2012-03-26

After crop-wild hybridization, some of the crop genomic segments may become established in wild populations through selfing of the hybrids or through backcrosses to the wild parent. This constitutes a possible route through which crop (trans)genes could become established in natural populations. The likelihood of introgression of transgenes will not only be determined by fitness effects from the transgene itself but also by the crop genes linked to it. Although lettuce is generally regarded as self-pollinating, outbreeding does occur at a low frequency. Backcrossing to wild lettuce is a likely pathway to introgression along with selfing, due to the high frequency of wild individuals relative to the rarely occurring crop-wild hybrids. To test the effect of backcrossing on the vigour of inter-specific hybrids, *Lactuca serriola*, the closest wild relative of cultivated lettuce, was crossed with *L. sativa* and the F(1) hybrid was backcrossed to *L. serriola* to generate BC(1) and BC(2) populations. Experiments were conducted on progeny from selfed plants of the backcrossing families (BC(1)S(1) and BC(2)S(1)). Plant vigour of these two backcrossing populations was determined in the greenhouse under non-stress and abiotic stress conditions (salinity, drought, and nutrient deficiency). Despite the decreasing contribution of crop genomic blocks in the backcross populations, the BC(1)S(1) and BC(2)S(1) hybrids were characterized by a substantial genetic variation under both non-stress and stress conditions. Hybrids were identified that performed equally or better than the wild genotypes, indicating that two backcrossing events did not eliminate the effect of the crop genomic segments that contributed to the vigour of the BC(1) and BC(2) hybrids. QTLs for plant vigour under non-stress and the various stress conditions were detected in the two populations with positive as well as negative effects from the crop. As it was shown that the crop contributed QTLs with either a positive

243. [Evaluation of the plant growth-promoting activity of *Pseudomonas nitroreducens* in *Arabidopsis thaliana* and *Lactuca sativa*.](#)

[PubMed](#)

Trinh, Cao Son; Lee, Hyeri; Lee, Won Je; Lee, Seok Jin; Chung, Namhyun; Han, Juhyeong; Kim, Jongyun; Hong, Suk-Whan; Lee, Hojoung

2018-06-01

Pseudomonas nitroreducens: strain IHB B 13561 (PnIHB) enhances the growth of *Arabidopsis thaliana* and *Lactuca sativa* via the stimulation of cell development and nitrate absorption. Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) enhance plant development through various mechanisms; they improve the uptake of soil resources by plants to greatly promote plant growth. Here, we used *Arabidopsis thaliana* seedlings and *Lactuca sativa* to screen the growth enhancement activities of a purified PGPR, *Pseudomonas nitroreducens* strain IHB B 13561 (PnIHB). When cocultivated with PnIHB, both species of plants exhibited notably improved growth, particularly in regard to biomass. Quantitative reverse transcription polymerase chain reaction analysis indicated high expression levels of the nitrate transporter genes, especially NRT2.1, which plays a major role in the high-affinity nitrate transport system in roots. Moreover, enhanced activity of the cyclin-B1 promoter was observed when wild-type 'Columbia-0' *Arabidopsis* seedlings were exposed to PnIHB, whereas upregulation of cyclin-B also occurred in the inoculated lettuce seedlings. Overall, these results suggest that PnIHB improves *A. thaliana* and *L. sativa* growth via specific pathways involved in the promotion of cell

development and enhancement of nitrate uptake.

244. [Does co-inoculation of *Lactuca serriola* with endophytic and arbuscular mycorrhizal fungi improve plant growth in a polluted environment?](#)

[PubMed](#)

WaÅ¼ny, RafaÅ; RozpÄdek, Piotr; JÄdrzejczyk, Roman J; Åliwa, Marta; Stojakowska, Anna; Anielska, Teresa; Turnau, Katarzyna

2018-04-01

Phytoremediation of polluted sites can be improved by co-inoculation with mycorrhizal and endophytic fungi. In this study, the effects of single- and co-inoculation of *Lactuca serriola* with an arbuscular mycorrhizal (AM) fungus, *Rhizoglyphus intraradices*, and endophytic fungi, *Mucor* sp. or *Trichoderma asperellum*, on plant growth, vitality, toxic metal accumulation, sesquiterpene lactone production and flavonoid concentration in the presence of toxic metals were evaluated. Inoculation with the AM fungus increased biomass yield of the plants grown on non-polluted and polluted substrate. Co-inoculation with the AM fungus and *Mucor* sp. resulted in increased biomass yield of plants cultivated on the polluted substrate, whereas co-inoculation with *T. asperellum* and the AM fungus increased plant biomass on the non-polluted substrate. In the presence of *Mucor* sp., mycorrhizal colonization and arbuscule richness were increased in the non-polluted substrate. Co-inoculation with the AM fungus and *Mucor* sp. increased Zn concentration in leaves and roots. The concentration of sesquiterpene lactones in plant leaves was decreased by AM fungus inoculation in both substrates. Despite enhanced host plant costs caused by maintaining symbiosis with numerous microorganisms, interaction of wild lettuce with both mycorrhizal and endophytic fungi was more beneficial than that with a single fungus. The study shows the potential of double inoculation in unfavourable environments, including agricultural areas and toxic metal-polluted areas.

245. [Human Norovirus and Its Surrogates Induce Plant Immune Response in *Arabidopsis thaliana* and *Lactuca sativa*.](#)

[PubMed](#)

Markland, Sarah M; Bais, Harsh; Kniel, Kalmia E

2017-08-01

Human norovirus is the leading cause of foodborne illness worldwide with the majority of outbreaks linked to fresh produce and leafy greens. It is essential that we thoroughly understand the type of relationship and interactions that take place between plants and human norovirus to better utilize control strategies to reduce transmission of norovirus in the field onto plants harvested for human consumption. In this study the expression of gene markers for the salicylic acid (SA) and jasmonic acid (JA) plant defense pathways was measured and compared in romaine lettuce (*Lactuca sativa*) and *Arabidopsis thaliana* Col-0 plants that were inoculated with Murine Norovirus-1, Tulane Virus, human norovirus GII.4, or Hank's Balanced Salt Solution (control). Genes involving both the SA and JA pathways were expressed in both romaine lettuce and *A. thaliana* for all three viruses, as well as controls. Studies, including gene expression of SA- and JA-deficient *A. thaliana* mutant lines, suggest that the JA pathway is more likely involved in the plant immune response to human norovirus. This research provides the first pieces of information regarding how foodborne viruses interact with plants in the preharvest environment.

246. [Effects of biochar and alkaline amendments on cadmium immobilization, selected nutrient and](#)

[cadmium concentrations of lettuce \(*Lactuca sativa*\) in two contrasting soils.](#)

[PubMed](#)

Woldetsadik, Desta; Drechsel, Pay; Keraita, Bernard; Marschner, Bernd; Itanna, Fisseha; Gebrekidan, Heluf

2016-01-01

To assess the efficiency of seven treatments including biochars produced from dried faecal matter and manures as stabilizing agents of cadmium (Cd)-spiked soils, lettuce was grown in glasshouse on two contrasting soils. The soils used were moderately fertile silty loam and less fertile sandy loam and the applied treatments were 7% w/w. The reduction of bioavailable Cd (ammonium nitrate extractable) and its phytoavailability for lettuce were used as assessment criteria in the evaluation of stabilization performance of each treatment. Moreover, the agronomic values of the treatments were also investigated. Ammonium nitrate extraction results indicated that faecal matter biochar, cow manure biochar and lime significantly reduced bioavailable Cd by 84-87, 65-68 and 82-91%, respectively, as compared to the spiked controls. Unpredictably, coffee husk biochar induced significant increment of Cd in NH_4NO_3 extracts. The immobilization potential of faecal matter biochar and lime were superior than the other treatments. However, lime and egg shell promoted statistically lower yield and P, K and Zn concentrations response of lettuce plants compared to the biochar treatments. The lowest Cd and highest P tissue concentrations of lettuce plants were induced by faecal matter and cow manure biochar treatments in both soils. Additionally, the greatest Cd phytoavailability reduction for lettuce was induced by poultry litter and cow manure biochars in the silty loam soil. Our results indicate that faecal matter and animal manure biochars have shown great potential to promote Cd immobilization and lettuce growth response in heavily contaminated agricultural fields.

247. [Role of ascorbic acid in the inhibition of polyphenol oxidase and the prevention of browning in different browning-sensitive *Lactuca sativa* var. *capitata* \(L.\) and *Eruca sativa* \(Mill.\) stored as fresh-cut produce.](#)

[PubMed](#)

Landi, Marco; Degl'Innocenti, Elena; Guglielminetti, Lorenzo; Guidi, Lucia

2013-06-01

Polyphenol oxidase (PPO) and, to a minor extent, peroxidase (POD) represent the key enzymes involved in enzymatic browning, a negative process induced by cutting fresh-cut produce such as lettuce (*Lactuca sativa*) and rocket salad (*Eruca sativa*). Although ascorbic acid is frequently utilised as an anti-browning agent, its mechanism in the prevention of the browning phenomenon is not clearly understood. The activity of PPO and POD and their isoforms in lettuce (a high-browning and low-ascorbic acid species) and rocket salad (a low-browning and high-ascorbic species) was characterised. The kinetic parameters of PPO and in vitro ascorbic acid-PPO inhibition were also investigated. In rocket salad, PPO activity was much lower than that in lettuce and cutting induced an increase in PPO activity only in lettuce. Exogenous ascorbic acid (5 mmol L⁻¹) reduced PPO activity by about 90% in lettuce. POD did not appear to be closely related to browning in lettuce. PPO is the main enzyme involved in the browning phenomenon; POD appears to play a minor role. The concentration of endogenous ascorbic acid in rocket salad was related to its low-browning sensitivity after cutting. In lettuce, the addition of ascorbic acid directly inhibited PPO activity. The results suggest that the high ascorbic acid content found in rocket salad plays an effective role in reducing PPO activity. © 2012 Society of Chemical Industry.

248. [Regenerative Life Support Systems Test Bed performance - Lettuce crop characterization](#)[NASA Technical Reports Server \(NTRS\)](#)

Barta, Daniel J.; Edeen, Marybeth A.; Eckhardt, Bradley D.

1992-01-01

System performance in terms of human life support requirements was evaluated for two crops of lettuce (*Lactuca sativa* cv. Waldmann's Green) grown in the Regenerative Life Support Systems Test Bed. Each crop, grown in separate pots under identical environmental and cultural conditions, was irrigated with half-strength Hoagland's nutrient solution, with the frequency of irrigation being increased as the crop aged over the 30-day crop tests. Averaging over both crop tests, the test bed met the requirements of 2.1 person-days of oxygen production, 2.4 person-days of CO₂ removal, and 129 person-days of potential potable water production. Gains in the mass of water and O₂ produced and CO₂ removed could be achieved by optimizing environmental conditions to increase plant growth rate and by optimizing cultural management methods.

249. [Lettuce \(*Lactuca sativa* L.\) leaf-proteome profiles after exposure to cylindrospermopsin and a microcystin-LR/cylindrospermopsin mixture: a concentration-dependent response.](#)[PubMed](#)

Freitas, Marisa; Campos, Alexandre; Azevedo, Joana; Barreiro, Aldo; Planchon, S  bastien; Renaut, Jenny; Vasconcelos, Vitor

2015-02-01

The intensification of agricultural productivity is an important challenge worldwide. However, environmental stressors can provide challenges to this intensification. The progressive occurrence of the cyanotoxins cylindrospermopsin (CYN) and microcystin-LR (MC-LR) as a potential consequence of eutrophication and climate change is of increasing concern in the agricultural sector because it has been reported that these cyanotoxins exert harmful effects in crop plants. A proteomic-based approach has been shown to be a suitable tool for the detection and identification of the primary responses of organisms exposed to cyanotoxins. The aim of this study was to compare the leaf-proteome profiles of lettuce plants exposed to environmentally relevant concentrations of CYN and a MC-LR/CYN mixture. Lettuce plants were exposed to 1, 10, and 100 $\mu\text{g/l}$ CYN and a MC-LR/CYN mixture for five days. The proteins of lettuce leaves were separated by two-dimensional electrophoresis (2-DE), and those that were differentially abundant were then identified by matrix-assisted laser desorption/ionization time of flight-mass spectrometry (MALDI-TOF/TOF MS). The biological functions of the proteins that were most represented in both experiments were photosynthesis and carbon metabolism and stress/defense response. Proteins involved in protein synthesis and signal transduction were also highly observed in the MC-LR/CYN experiment. Although distinct protein abundance patterns were observed in both experiments, the effects appear to be concentration-dependent, and the effects of the mixture were clearly stronger than those of CYN alone. The obtained results highlight the putative tolerance of lettuce to CYN at concentrations up to 100 $\mu\text{g/l}$. Furthermore, the combination of CYN with MC-LR at low concentrations (1 $\mu\text{g/l}$) stimulated a significant increase in the fresh weight (fr. wt) of lettuce leaves and at the proteomic level resulted in the increase in abundance of a high number of proteins. In

250. [Use of Propolis in the Sanitization of Lettuce](#)[PubMed Central](#)

Feijó, Xesús; Pacheco, Lazaro; Iglesias, Antonio; Estevinho, Leticia M.

2014-01-01

The present study aimed to determine the effectiveness of propolis in reducing the microbial load in ready-to-eat (RTE) and fresh whole head (FWH) lettuces (*Lactuca sativa* L.) type Batavia. Two sanitizing solutions were employed: sodium hypochlorite (SH) and propolis (PS), during 15 and 30 min. Tap water (TW) was used as a control. Regarding the mean reduction on aerobic mesophiles, psychrotrophic and fecal coliforms, the SH and PS treatments showed the same pattern of variation. In all cases, PS was slightly more effective in the microbiological reduction in comparison with commercial SH. Reductions between two and three log cycles were obtained with PS on aerobic mesophiles and psychrotrophic counts. The information obtained in the present study can be used to evaluate the potential use of propolis as product for sanitizing other vegetables and for developing other food preservation technologies, with impact on human health. PMID:25007823

251. [Influence of nitrogen and phosphorus sources on mycorrhizal lettuces under organic farming](#)

[NASA Astrophysics Data System \(ADS\)](#)

Scotti, Riccardo; Seguel, Alex; Cornejo, Pablo; Rao, Maria A.; Borie, Fernando

2010-05-01

Arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) develop symbiotic associations with plants roots. These associations are very common in the natural environment and can provide a range of benefits to the host plant. AMF improve nutrition, enhance resistance to soil-borne pests and disease, increase resistance to drought and tolerance to heavy metals, and contribute to a better soil structure. However, agricultural intensive managements, such as the use of mineral fertilizers, pesticides, mouldboard tillage, monocultures and use of non-mycorrhizal crops, are detrimental to AMF. As a consequence, agroecosystems are impoverished in AMF and may not provide the full range of benefits to the crop. Organic farming systems may be less unfavourable to AMF because they exclude the use of water-soluble fertilizers and most pesticides, and generally they plan diverse crop rotations. The AMF develop the most common type of symbiosis in nature: about 90% of the plants are mycorrhizal and many agricultural crops are mycorrhizal. One of more mycorrhizal crops is lettuce, that is very widespread in intensive agricultural under greenhouse. Therefore, cultivated lettuce is known to be responsive to mycorrhizal colonization which can reach 80% of root length and contribute to phosphorus and nitrogen absorption by this plant species. For this work four different lettuce cultivars (Romana, Milanese, Grande Lagos and Escarola) were used to study mycorrhization under organic agricultural system, supplying compost from agricultural waste (1 kg m⁻²) as background fertilization for all plots, red guano as phosphorus source (75 U ha⁻¹ and 150 U ha⁻¹ of P₂O₅), lupine flour as nitrogen source (75 and 150 U/ha of N) and a combination of both. Lettuce plants were cultivated under greenhouse and after two months of growing, plants were harvested and dried and fresh weight of lettuce roots and shoots were evaluated. The number of spores, percentage of colonization, total mycelium and glomalin content were also

252. [Evidence of *Protaphorura fimata* \(Collembola: Poduromorpha: Onychiuridae\) feeding on germinating lettuce in the Salinas Valley of California.](#)

[PubMed](#)

Joseph, Shimat V; Bettiga, Christopher; Ramirez, Christian; Soto-Adames, Felipe N

2015-02-01

A series of experiments were conducted to determine the impact of *Protaphorura fimata* Gisin (Family: Onychiuridae) feeding on seeds and germinating seedlings of lettuce, *Lactuca sativa* L. (Asteraceae). First, various densities of *P. fimata* were incubated with 25 lettuce seeds for 7 d and feeding injury was evaluated in three soilless arena experiments. As a second step, 100% *P. fimata* were incubated with 25 lettuce seeds in three arena experiments with soil media. Finally, in a commercial field the incidence and impact of *P. fimata* on recently planted lettuce was assessed following applications of pyrethroid-insecticides: 2 d before planting, at planting, and 20 d later. In experiments without soil, the number of ungerminated seeds, feeding injury sites, and plants with injury were significantly greater in arenas with *P. fimata* than without. Similarly, the number of germinated seedlings, shoot fresh, and dry weights, and the length and width of fully opened-leaves were greater in arenas without than with *P. fimata* in assays with soil. In the field, *P. fimata* densities were significantly lower in beds that received insecticides at 2 d before and at planting than in untreated beds. Also, the fresh and dry weights of lettuce plants were significantly greater in the beds that received insecticide than in untreated. The results clearly show that *P. fimata* is a pest of lettuce and can cause severe feeding injury to germinating seeds or seedlings, thereby reducing their growth rate. The potential implications of *P. fimata* feeding and feeding injury characteristics are discussed. © The Authors 2015. Published by Oxford University Press on behalf of Entomological Society of America. All rights reserved. For Permissions, please email: journals.permissions@oup.com.

253. [Metallic Nanoparticle \(TiO₂ and Fe₃O₄\) Application Modifies Rhizosphere Phosphorus Availability and Uptake by *Lactuca sativa*.](#)

[PubMed](#)

Zahra, Zahra; Arshad, Muhammad; Rafique, Rafia; Mahmood, Arshad; Habib, Amir; Qazi, Ishtiaq A; Khan, Saud A

2015-08-12

Application of engineered nanoparticles (NPs) with respect to nutrient uptake in plants is not yet well understood. The impacts of TiO₂ and Fe₃O₄ NPs on the availability of naturally soil-bound inorganic phosphorus (Pi) to plants were studied along with relevant parameters. For this purpose, *Lactuca sativa* (lettuce) was cultivated on the soil amended with TiO₂ and Fe₃O₄ (0, 50, 100, 150, 200, and 250 mg kg⁻¹) over a period of 90 days. Different techniques, such as scanning electron microscopy (SEM), energy-dispersive X-ray spectroscopy (EDX), Raman, and Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR) were used to monitor translocation and understand the possible mechanisms for phosphorus (P) uptake. The trends for P accumulation were different for roots (TiO₂ > Fe₃O₄ > control) and shoots (Fe₃O₄ > TiO₂ > control). Cystine and methionine were detected in the rhizosphere in Raman spectra. Affinities of NPs to adsorb phosphate ions, modifications in P speciation, and NP stress in the rhizosphere had possibly contributed to enhanced root exudation and acidification. All of these changes led to improved P availability and uptake by the plants. These promising results can help to develop an innovative strategy for using NPs for improved nutrient management to ensure food security.

254. [Highly abundant and stage-specific mRNAs in the obligate pathogen *Bremia lactucae*.](#)

[PubMed](#)

Judelson, H S; Micheltore, R W

1990-01-01

Germinating spores of the obligate pathogen *Bremia lactucae* (lettuce downy mildew) contain several

unusually abundant species of mRNA. Thirty-nine cDNA clones corresponding to prevalent transcripts were isolated from a library synthesized using poly(A)⁺ RNA from germinating spores; these clones represented only five distinct classes. Each corresponding mRNA accounted for from 0.4 to 9 percent by mass of poly(A)⁺ RNA from germinating spores and together represented greater than 20 percent of the mRNA. The expression of the corresponding genes, and a gene encoding Hsp70, was analyzed in spores during germination and during growth in planta. The Hsp70 mRNA and mRNA from one abundant cDNA clone (ham34) were expressed constitutively. Two clones (ham9 and ham12) hybridized only to mRNA from spores and germinating spores. Two clones (ham37 and ham27) showed hybridization specific to germinating spores. Quantification of the number of genes homologous to each cDNA clone indicated that four clones corresponded to one or two copies per haploid genome, and one hybridized to an approximately 11-member family of genes. A sequence of the gene corresponding to ham34 was obtained to investigate its function and to identify sequences conferring high levels of gene expression for use in constructing vectors for the transformation of *B. lactucae*.

255. [Iodine and Selenium Biofortification with Additional Application of Salicylic Acid Affects Yield, Selected Molecular Parameters and Chemical Composition of Lettuce Plants \(*Lactuca sativa* L. var. capitata\)](#)

[PubMed Central](#)

SmoleÅ,, Sylwester; Kowalska, Iwona; Czernicka, MaÅ,gorzata; Halka, Mariya; KÄ™ska, Kinga; Sady, WÅ,odzimierz

2016-01-01

Iodine (I) and selenium (Se) are included in the group of beneficial elements. They both play important roles in humans and other animals, particularly in the regulation of thyroid functioning. A substantial percentage of people around the world suffer from health disorders related to the deficiency of these elements in the diet. Salicylic acid (SA) is a compound similar to phytohormones and is known to improve the efficiency of I biofortification of plants. The influence of SA on Se enrichment of plants has not, however, been recognized together with its effect on simultaneous application of I and Se to plants. Two-year studies (2014â€“2015) were conducted in a greenhouse with hydroponic cultivation of lettuce in an NFT (nutrient film technique) system. They included the application of I (as KIO₃), Se (as Na₂SeO₃) and SA into the nutrient solution. KIO₃ was used at a dose of 5 mg Iâ€“dm⁻³ (i.e., 39.4 Î¼M I), while Na₂SeO₃ was 0.5 mg Seâ€“dm⁻³ (i.e., 6.3 Î¼M Se). SA was introduced at three doses: 0.1, 1.0, and 10.0 mgâ€“dm⁻³ nutrient solutions, equivalent to 0.724, 7.24, and 72.4 Î¼M SA, respectively. The tested combinations were as follows: (1) control, (2) I + Se, (3) I + Se + 0.1 mg SAâ€“dm⁻³, (4) I + Se + 1.0 mg SAâ€“dm⁻³ and (5) I + Se + 10.0 mg SAâ€“dm⁻³. The applied treatments had no significant impact on lettuce biomass (leaves and roots). Depending on the dose, a diverse influence of SA was noted with respect to the efficiency of I and Se biofortification; chemical composition of leaves; and mineral nutrition of lettuce plants, including the content of macro- and microelements and selenocysteine methyltransferase (SMT) gene expression. SA application at all tested doses comparably increased the level of selenomethionine (SeMet) and decreased the content of SA in leaves. PMID:27803709

256. [Improving Water Use Efficiency of Lettuce \(*Lactuca sativa* L.\) Using Phosphorous Fertilizers.](#)

[PubMed](#)

Alkhader, Asad M F; Abu Rayyan, Azmi M

2013-01-01

A greenhouse pot experiment was conducted to evaluate the effect of phosphorous (P) fertilizers application to an alkaline calcareous soil on the water use efficiency (WUE) of lettuce cultivar "robinson" of iceberg type. Head fresh and dry weights, total water applied and WUE were affected significantly by the P fertilizer type and rate. P fertilizers addition induced a significant enhancement in the WUE and fresh and dry weights of the crop. A local phosphate rock (PR) applied directly was found to be inferior to the other types of P fertilizers (Mono ammonium phosphate (MAP), Single superphosphate (SSP), and Di ammonium phosphate ((DAP)). MAP fertilizer at 375 and 500 kg P₂O₅/ha application rates recorded the highest significant values of head fresh weight and WUE, respectively.

257. [Long-term Blue Light Effects on the Histology of Lettuce and Soybean Leaves and Stems](#)

[NASA Technical Reports Server \(NTRS\)](#)

Dougher, Tracy A. O.; Bugbee, Bruce

2004-01-01

Blue light (320 to 496 nm) alters hypocotyl and stem elongation and leaf expansion in short-term, cell-level experiments, but histological effects of blue light in long-term studies of whole plants have not been described. We measured cell size and number in stems of soybean (*Glycine max* L.) and leaves of soybean and lettuce (*Lactuca sativa* L.), at two blue light fractions. Short-term studies have shown that cell expansion in stems is rapidly inhibited when etiolated tissue is exposed to blue light. However, under long-term light exposure, an increase in the blue light fraction from less than 0.1% to 26% decreased internode length, specifically by inhibiting soybean cell division in stems. In contrast, an increase in blue light fraction from 6% to 26% reduced soybean leaf area by decreasing cell expansion. Surprisingly, lettuce leaf area increased with increasing blue light fraction (0% to 6%), which was attributed to a 3.1-fold increase in cell expansion and a 1.6-fold increase in cell division.

258. [Stimulation of lettuce productivity by manipulation of diurnal temperature and light](#)

[NASA Technical Reports Server \(NTRS\)](#)

Knight, Sharon L.; Mitchell, Cary A.

1983-01-01

Salad Bowl and Waldmann's Green leaf lettuce (*Lactuca sativa* L.) were exposed to photosynthetic photon flux densities (PPFDs) of 444 or 889 micromol/s per sq m for 20 hrs/day under a diurnal temperature regime of 25-C days/15-C nights or 20-C days/15-C nights. Leaf dry weight of both cultivars was highest under the high PPFD/warm temperature regime and lowest under the low PPFD/cool temperature regime. Waldmann's Green yielded more than did Salad Bowl at 889 micromol/s per sq m and 25-C days/20-C nights. Under high PPFD, both cultivars yielded better with 25-C days/25-C nights than with 25-C days/20-C nights, although relative growth rates were the same under both temperature regimes.

259. [Effect of supplemental ultraviolet radiation on the concentration of phytonutrients in green and red leaf lettuce \(*Lactuca sativa*\) cultivars](#)

[NASA Astrophysics Data System \(ADS\)](#)

Britz, Steven; Caldwell, Charles; Mirecki, Roman; Slusser, James; Gao, Wei

2005-08-01

Eight cultivars each of red and green leaf lettuce were raised in a greenhouse with supplemental UV radiation, either UV-A (wavelengths greater than ca. 315 nm) or UV-A+UV-B (wavelengths greater than ca. 290 nm; 6.4 kJ m⁻² daily biologically effective UV-B), or no supplemental UV (controls). Several phytonutrients were analyzed in leaf flours to identify lines with large differences in composition and response to UV-B. Red leaf lettuce had higher levels of phenolic acid esters, flavonols and anthocyanins than green lines. Both green and red lines exposed to UV-B for 9 days showed 2-3-fold increases in flavonoids compared to controls, but only 45% increases in phenolic acid esters, suggesting these compounds may be regulated by different mechanisms. There were large differences between cultivars in levels of phenolic compounds under control conditions and also large differences in UV-B effects. Among red varieties, cv. Galactic was notable for high levels of phenolics and a large response to UV-B. Among green varieties, cvs. Black-Seeded Simpson and Simpson Elite had large increases in phenolics with UV-B exposure. Photosynthetic pigments were also analyzed. Green leaf lettuce had high levels of pheophytin, a chlorophyll degradation product. Total chlorophylls (including pheophytin) were much lower in green compared to red varieties. Lutein, a carotenoid, was similar for green and red lines. Total chlorophylls and lutein increased 2-fold under supplemental UV-B in green lines but decreased slightly under UV-B in red lines. Lettuce appears to be a valuable crop to use to study phytochemical-environment interactions.

260. [Inhibitory effect of marine green algal extracts on germination of *Lactuca sativa* seeds.](#)

[PubMed](#)

Choi, Jae-Suk; Choi, In Soon

2016-03-01

The allelopathic potential of nine green seaweed species was examined based on germination and seedling growth of lettuce (*Lactuca sativa* L.). Out of nine methanol extracts, *Capsosiphon fulvescens* and *Monostroma nitidum* extracts completely inhibited germination of *L. sativa* at 4 mg/filter paper after 24 hr of treatment. Water extracts of these seaweeds generally showed low anti-germination activities than methanol extracts. Of the nine water extracts, *Enteromorpha linza* extract completely inhibited *L. sativa* germination at 16 mg/filter paper after 24 hrs. To identify the primary active compounds, *C. fulvescens* powder was successively fractionated according to polarity, and the main active agents against *L. sativa* were determined to be lipids (0.0% germination at 0.5 mg of lipids/paper disc). According to these results, extracts of *C. fulvescens* can be used to develop natural herbicidal agents and manage terrestrial weeds.

- [«](#)
- [11](#)
- [12](#)
- 13
- [14](#)
- [15](#)
- [»](#)

- [«](#)
- [12](#)
- [13](#)

- 14
- [15](#)
- [16](#)
- [»](#)

261. [Carrot, Corn, Lettuce and Soybean Nutrient Contents are ...](#)

[EPA Pesticide Factsheets](#)

Biochar, the carbon-rich material remaining after pyrolysis of cellulosic and manure feedstocks, has the potential as a soil amendment to sequester carbon and to improve soil water-holding and nutrient properties- thereby enhancing plant growth. However, biochar produced from some feedstocks also could adversely affect crop quality by changing soil pH and reducing nutrients (e.g., Ca, K, Mg, N, Na, and P) in plant tissues. To evaluate effects of biochar on the nutrient quality of four crops, we conducted a greenhouse study using pots with: carrot (*Daucus carota* cv. Tendersweet), corn (*Zea mays*, cv. Golden Bantam), lettuce (*Lactuca sativa*, cv. Black-Seeded Simpson) and soybean (*Glycine max* cv. Viking 2265). Plants were grown in one of two South Carolina sandy Coastal Plain soils (Norfolk and Coxville Soil Series), along with biochar (1% by weight) produced from pine chips (PC), poultry litter (PL), swine solids (SS), switchgrass (SG), and two blends of pine chips plus poultry litter (PC/PL, 50/50% and 80/20%). Each of the feedstocks and feedstock blends was pyrolyzed at 350, 500, and 700 °C to produce the biochar used to amend the Norfolk and Coxville soils. Effects of biochar on leaf nutrients (% dry weight) statistically varied with species, soil, feedstock and temperature and nutrient. For carrot and lettuce, the PL, PL/PC, and SS biochars generally decreased leaf N, Ca, Mg, and P; while PL and PL/PC increased K and Na. Biochars had little effect on lea

262. [Use of spent mushroom substrates from *Agaricus subrufescens* \(syn. *A. blazei*, *A. brasiliensis*\) and *Lentinula edodes* productions in the enrichment of a soil-based potting media for lettuce \(*Lactuca sativa*\) cultivation: Growth promotion and soil bioremediation.](#)

[PubMed](#)

Ribas, L C C; de Mendonça, M M; Camellini, C M; Soares, C H L

2009-10-01

This study aimed to assess physicochemical and microbiological properties of fresh spent mushroom substrates (SMSs)--without post-crop heat treatment--from *Agaricus subrufescens* and *Lentinula edodes* production to optimize the use of these residues in the soil enrichment for lettuce growth promotion and soil remediation. Organic matter and C content of both SMSs were high. Fresh *A. subrufescens* SMS was a good source of N, P and K. On the other hand, *L. edodes* SMS presented a lower concentration of these nutrients and a high level of immaturity. Both SMSs presented high electric conductivity values (2.5-3.4 mS/cm). Microbiological analysis, based upon enumeration of culturable bacteria (thermophilic and mesophilic) and fungi, and also evolution of CO₂, showed that SMSs played higher microbial diversity than soil control. Laccase activity from *A. subrufescens* SMS tended to remain constant during a 2-month period, while *L. edodes* SMS presented low laccase activity throughout the same period. *Agaricus subrufescens* and *L. edodes* were able to grow on a PDA (Potato Dextrose Agar) media supplemented with different concentrations of atrazine (1-50 microg/ml), degraded the herbicide, attaining rates of 35% and 26%, respectively. On experiments of lettuce growth promotion using a soil-based potting media with different SMS rates, 5% and 10% (dw) rates of *A. subrufescens* SMS resulted in higher lettuce aerial dry weights than the rates of 25% and 40%, the chemical fertilization (NPK) and the control (soil). At 10% supplementation, lettuce aerial dry weight increased 2.2 and 1.3 times compared to the control and the NPK treatment, respectively.

Protein content increased along with SMS rates. Fresh *A. subrufescens* SMS was an excellent supplement for lettuce growth promotion and showed potential for remediation of biocides possibly due to improved microbial diversity and enzymatic activity. Fresh *L. edodes* SMS was not a good fertilizer, at least under the conditions tested

263. [Filt fly transmission of Escherichia coli O157:H7 and Salmonella enterica to lettuce, Lactuca sativa](#)

[USDA-ARS's Scientific Manuscript database](#)

Filt flies have been implicated in the dispersal of human disease pathogens; however, fly transmission parameters of human pathogens to plants are largely undescribed. The capacity of the black blow fly, *Phormia regina*, to acquire and subsequently release bacteria onto baby lettuce leaves was comp...

264. [Absciscic acid in the thermoinhibition of lettuce seed germination and enhancement of its catabolism by gibberellin.](#)

[PubMed](#)

Gonai, Takeru; Kawahara, Shusuke; Tougou, Makoto; Satoh, Shigeru; Hashiba, Teruyoshi; Hirai, Nobuhiro; Kawaide, Hiroshi; Kamiya, Yuji; Yoshioka, Toshihito

2004-01-01

Germination of lettuce (*Lactuca sativa* L. cv. 'Grand Rapids') seeds was inhibited at high temperatures (thermoinhibition). Thermoinhibition at 28 degrees C was prevented by the application of fluridone, an inhibitor of abscisic acid (ABA) biosynthesis. At 33 degrees C, the sensitivity of the seeds to ABA increased, and fluridone on its own was no longer effective. However, a combined application of fluridone and gibberellic acid (GA3) was able to restore the germination. Exogenous GA3 lowered endogenous ABA content in the seeds, enhancing catabolism of ABA and export of the catabolites from the intact seeds. The fluridone application also decreased the ABA content. Consequently, the combined application of fluridone and GA3 decreased the ABA content to a sufficiently low level to allow germination at 33 degrees C. There was no significant temperature-dependent change in endogenous GA1 contents. It is concluded that ABA is an important factor in the regulation of thermoinhibition of lettuce seed germination, and that GA affects the temperature responsiveness of the seeds through ABA metabolism.

265. [Lettuce breeding](#)

[USDA-ARS's Scientific Manuscript database](#)

In the 2016-2017 period, major efforts targeted resistance to lettuce drop caused by *Sclerotinia* species, *Verticillium* wilt, *Fusarium* wilt, bacterial leaf spot, corky root, downy mildew, drought tolerance, lettuce aphid, tipburn, shelf-life of salad-cut lettuce, and multiple disease resistance. Resi...

266. [Assessing the effect of sodium dichloroisocyanurate concentration on transfer of Salmonella enterica serotype Typhimurium in wash water for production of minimally processed iceberg lettuce \(Lactuca sativa L.\).](#)

[PubMed](#)

Maffei, D F; Sant'Ana, A S; Monteiro, G; Schaffner, D W; Franco, B D G M

2016-06-01

This study evaluated the impact of sodium dichloroisocyanurate (5, 10, 20, 30, 40, 50 and 250 mg l⁻¹) in wash water on transfer of *Salmonella* Typhimurium from contaminated lettuce to wash water and then to other noncontaminated lettuces washed sequentially in the same water. Experiments were designed mimicking the conditions commonly seen in minimally processed vegetable (MPV) processing plants in Brazil. The scenarios were as follows: (1) Washing one inoculated lettuce portion in nonchlorinated water, followed by washing 10 noninoculated portions sequentially. (2) Washing one inoculated lettuce portion in chlorinated water followed by washing five noninoculated portions sequentially. (3) Washing five inoculated lettuce portions in chlorinated water sequentially, followed by washing five noninoculated portions sequentially. (4) Washing five noninoculated lettuce portions in chlorinated water sequentially, followed by washing five inoculated portions sequentially and then by washing five noninoculated portions sequentially in the same water. *Salm.* Typhimurium transfer from inoculated lettuce to wash water and further dissemination to noninoculated lettuces occurred when nonchlorinated water was used (scenario 1). When chlorinated water was used (scenarios 2, 3 and 4), no measurable *Salm.* Typhimurium transfer occurred if the sanitizer was ≥ 10 mg l⁻¹. Use of sanitizers in correct concentrations is important to minimize the risk of microbial transfer during MPV washing. In this study, the impact of sodium dichloroisocyanurate in the wash water on transfer of *Salmonella* Typhimurium from inoculated lettuce to wash water and then to other noninoculated lettuces washed sequentially in the same water was evaluated. The use of chlorinated water, at concentration above 10 mg l⁻¹, effectively prevented *Salm.* Typhimurium transfer under several different washing scenarios. Conversely, when nonchlorinated water was used, *Salm.* Typhimurium transfer occurred in

267. [Leaf Morphology, Photosynthetic Performance, Chlorophyll Fluorescence, Stomatal Development of Lettuce \(*Lactuca sativa* L.\) Exposed to Different Ratios of Red Light to Blue Light.](#)

[PubMed](#)

Wang, Jun; Lu, Wei; Tong, Yuxin; Yang, Qichang

2016-01-01

Red and blue light are both vital factors for plant growth and development. We examined how different ratios of red light to blue light (R/B) provided by light-emitting diodes affected photosynthetic performance by investigating parameters related to photosynthesis, including leaf morphology, photosynthetic rate, chlorophyll fluorescence, stomatal development, light response curve, and nitrogen content. In this study, lettuce plants (*Lactuca sativa* L.) were exposed to 200 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ irradiance for a 16 h photoperiod under the following six treatments: monochromatic red light (R), monochromatic blue light (B) and the mixture of R and B with different R/B ratios of 12, 8, 4, and 1. Leaf photosynthetic capacity (A_{max}) and photosynthetic rate (P_n) increased with decreasing R/B ratio until 1, associated with increased stomatal conductance, along with significant increase in stomatal density and slight decrease in stomatal size. P_n and A_{max} under B treatment had 7.6 and 11.8% reduction in comparison with those under R/B = 1 treatment, respectively. The effective quantum yield of PSII and the efficiency of excitation captured by open PSII center were also significantly lower under B treatment than those under the other treatments. However, shoot dry weight increased with increasing R/B ratio with the greatest value under R/B = 12 treatment. The increase of shoot dry weight was mainly caused by increasing leaf area and leaf number, but no significant difference was observed between R and R/B = 12 treatments. Based on the above results, we conclude that quantitative B could promote photosynthetic performance or growth by stimulating morphological and physiological responses, yet there was no positive correlation between P_n and shoot dry weight accumulation.

268. [Leaf Morphology, Photosynthetic Performance, Chlorophyll Fluorescence, Stomatal Development of](#)

[Lettuce \(*Lactuca sativa* L.\) Exposed to Different Ratios of Red Light to Blue Light](#)

[PubMed Central](#)

Wang, Jun; Lu, Wei; Tong, Yuxin; Yang, Qichang

2016-01-01

Red and blue light are both vital factors for plant growth and development. We examined how different ratios of red light to blue light (R/B) provided by light-emitting diodes affected photosynthetic performance by investigating parameters related to photosynthesis, including leaf morphology, photosynthetic rate, chlorophyll fluorescence, stomatal development, light response curve, and nitrogen content. In this study, lettuce plants (*Lactuca sativa* L.) were exposed to 200 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ irradiance for a 16 h photoperiod under the following six treatments: monochromatic red light (R), monochromatic blue light (B) and the mixture of R and B with different R/B ratios of 12, 8, 4, and 1. Leaf photosynthetic capacity (A_{max}) and photosynthetic rate (P_n) increased with decreasing R/B ratio until 1, associated with increased stomatal conductance, along with significant increase in stomatal density and slight decrease in stomatal size. P_n and A_{max} under B treatment had 7.6 and 11.8% reduction in comparison with those under R/B = 1 treatment, respectively. The effective quantum yield of PSII and the efficiency of excitation captured by open PSII center were also significantly lower under B treatment than those under the other treatments. However, shoot dry weight increased with increasing R/B ratio with the greatest value under R/B = 12 treatment. The increase of shoot dry weight was mainly caused by increasing leaf area and leaf number, but no significant difference was observed between R and R/B = 12 treatments. Based on the above results, we conclude that quantitative B could promote photosynthetic performance or growth by stimulating morphological and physiological responses, yet there was no positive correlation between P_n and shoot dry weight accumulation. PMID:27014285

269. [Microbiological determinations of some vegetables from the Xochimilco zone in Mexico City, Mexico.](#)

[PubMed](#)

Garc  a-G  mez, Rolando; Ch  vez-Espinosa, Jos  ; Mej  a-Ch  vez, Adriana; Dur  nde-Baz  a, Carmen

2002-01-01

Vegetables intake is widely recommended because of its high content of vitamins, minerals and fiber. However, the irrigation of these vegetables, using wastewaters that have received inadequate treatment often carries unseen microbial pollution that becomes a high risk potential for humans. In the present research, two of the most consumed fresh vegetables cultivated in Mexico City were analyzed, lettuce (*Lactuca sativa*) and Mexican coriander (*Eryngium foetidum*). These vegetables are commonly consumed raw. The vegetable choice and the disinfection's method were carried out by the application of two tests to two hundred people in an aleatory form. Similarly, vegetable sampling was carried out by means of a random sampling from the cultivated areas in a chosen "chinampa" (from N  huatl or Aztec, chinamitl, bulrush or cattail stalks lattice for hydroponics cultivation). Vegetable samples were transferred, in dark plastic bags and in cool boxes at 4 $\pm$ 1.5 degrees C, to the laboratory. Microbiological analysis for *Salmonella typhi*, mesophilic microorganisms, and fecal coliforms were done according to the "NOM-093SSA1-1994" (Mexico). Results obtained demonstrated that samples treated with the most preferred disinfectant, a colloidal silver based one, had a partial elimination of pathogenic microorganisms found in both vegetables lettuce (*Lactuca sativa*) and coriander (*Eryngium foetidum*) samples (mesophyllic microorganisms from 200,000 to 96,500 UFC/g and from 175,000 to

125,000 UFC/g and fecal coliforms from 75 to 0.43 NMP/g and from 150 to 2.10 NMP/g, respectively). *Salmonella typhi* for all samples gave a positive result. Therefore, it was recommended to the cultivators of the Xochimilco (Nāhuatl or Aztec name that means "place where flowers bloom") zone, either stop using contaminated water for irrigation or to use more efficient methods in order to eliminate pathogenic microorganisms, such as diluted chlorine solutions made with commercial cotton clothing bleachers.

270. [Lettuce dieback](#)

[USDA-ARS's Scientific Manuscript database](#)

Two related viruses, Tomato bushy stunt virus (TBSV) and Moroccan pepper virus (MPV) cause a disease known as lettuce dieback in California and Arizona. Lettuce dieback is characterized by yellowing, necrosis, stunting and death of lettuce plants, and often occurs in low lying areas with poor drain...

271. [Successful Gene Tagging in Lettuce Using the Tnt1 Retrotransposon from Tobacco](#)

[PubMed Central](#)

Mazier, Marianne; Botton, Emmanuel; Flamain, Fabrice; Bouchet, Jean-Paul; Courtial, B atrice; Chupeau, Marie-Christine; Chupeau, Yves; Maisonneuve, Brigitte; Lucas, H  ne

2007-01-01

The tobacco (*Nicotiana tabacum*) element Tnt1 is one of the few identified active retrotransposons in plants. These elements possess unique properties that make them ideal genetic tools for gene tagging. Here, we demonstrate the feasibility of gene tagging using the retrotransposon Tnt1 in lettuce (*Lactuca sativa*), which is the largest genome tested for retrotransposon mutagenesis so far. Of 10 different transgenic bushes carrying a complete Tnt1 containing T-DNA, eight contained multiple transposed copies of Tnt1. The number of transposed copies of the element per plant was particularly high, the smallest number being 28. Tnt1 transposition in lettuce can be induced by a very simple in vitro culture protocol. Tnt1 insertions were stable in the progeny of the primary transformants and could be segregated genetically. Characterization of the sequences flanking some insertion sites revealed that Tnt1 often inserted into genes. The progeny of some primary transformants showed phenotypic alterations due to recessive mutations. One of these mutations was due to Tnt1 insertion in the gibberellin 3 -hydroxylase gene. Taken together, these results indicate that Tnt1 is a powerful tool for insertion mutagenesis especially in plants with a large genome. PMID:17351058

272. [Assembly of the *Lactuca sativa*, L. cv. Tizian draft genome sequence reveals differences within major resistance complex 1 as compared to the cv. Salinas reference genome.](#)

[PubMed](#)

Verwaaijen, Bart; Wibberg, Daniel; Nelkner, Johanna; Gordin, Miriam; Rupp, Oliver; Winkler, Anika; Bremges, Andreas; Blom, Jochen; Grosch, Rita; P  hler, Alfred; Schl  ter, Andreas

2018-02-10

Lettuce (*Lactuca sativa*, L.) is an important annual plant of the family Asteraceae (Compositae). The commercial lettuce cultivar Tizian has been used in various scientific studies investigating the interaction of the plant with phytopathogens or biological control agents. Here, we present the de novo draft genome sequencing and gene prediction for this specific cultivar derived from transcriptome

sequence data. The assembled scaffolds amount to a size of 2.22â€¯Gb. Based on RNAseq data, 31,112 transcript isoforms were identified. Functional predictions for these transcripts were determined within the GenDBE annotation platform. Comparison with the cv. Salinas reference genome revealed a high degree of sequence similarity on genome and transcriptome levels, with an average amino acid identity of 99%. Furthermore, it was observed that two large regions are either missing or are highly divergent within the cv. Tizian genome compared to cv. Salinas. One of these regions covers the major resistance complex 1 region of cv. Salinas. The cv. Tizian draft genome sequence provides a valuable resource for future functional and transcriptome analyses focused on this lettuce cultivar. Copyright Â© 2017 Elsevier B.V. All rights reserved.

273. [Measurements of trace contaminants in closed-type plant cultivation chambers](#)

[NASA Astrophysics Data System \(ADS\)](#)

Tani, A.; Kiyota, M.; Aiga, I.; Nitta, K.; Tako, Y.; Ashida, A.; Otsubo, K.; Saito, T.

Trace contaminants generated in closed facilities can cause abnormal plant growth. We present measurement data of trace contaminants released from soils, plants, and construction materials. We mainly used two closed chambers, a Closed-type Plant and Mushroom Cultivation Chamber (PMCC) and Closed-type Plant Cultivation Equipment (CPCE). Although trace gas budgets from soils obtained in this experiment are only one example, the results indicate that the budgets of trace gases, as well as CO₂ and O₂, change greatly with the degree of soil maturation and are dependent on the kind of substances in the soil. Both in the PMCC and in the CPCE, trace gases such as dioctyl phthalate (DOP), dibutyl phthalate (DBP), toluene and xylene were detected. These gases seemed to be released from various materials used in the construction of these chambers. The degree of increase in these trace gas levels was dependent on the relationship between chamber capacity and plant quantity. Results of trace gas measurement in the PMCC, in which lettuce and shiitake mushroom were cultivated, showed that ethylene was released both from lettuce and from the mushroom culture bed. The release rates were about 90 ng bed⁻¹ h⁻¹ for the shiitake mushroom culture bed (volume is 1700 cm³) and 4.1 ~ 17.3 ng dm⁻²h⁻¹ (leaf area basis) for lettuce. Higher ethylene release rates per plant and per unit leaf area were observed in mature plants than in young plants.

274. [Evaluation of Suppressiveness of Soils Exhibiting Soil-Borne Disease Suppression after Long-Term Application of Organic Amendments by the Co-cultivation Method of Pathogenic Fusarium oxysporum and Indigenous Soil Microorganisms.](#)

[PubMed](#)

Mitsuboshi, Masahiro; Kioka, Yuuzou; Noguchi, Katsunori; Asakawa, Susumu

2018-03-29

Preventive measures against soil-borne diseases need to be implemented before cultivation because very few countermeasures are available after the development of diseases. Some soils suppress soil-borne diseases despite the presence of a high population density of pathogens. If the suppressiveness of soil against soil-borne diseases may be predicted and diagnosed for crop fields, it may be possible to reduce the labor and cost associated with excessive disinfection practices. We herein evaluated the suppressiveness of soils in fields with the long-term application of organic amendments by examining the growth of pathogenic *Fusarium oxysporum* co-cultivated with indigenous soil microorganisms on agar plates. Soils treated with coffee residue compost or rapeseed meal showed suppressiveness against spinach wilt disease by *F. oxysporum* f. sp. *spinaciae* or spinach wilt and lettuce root rot diseases by *F. oxysporum* f. sp. *spinaciae* and *F. oxysporum* f. sp. *lactucaae*, respectively, and the growth of pathogenic

Fusarium spp. on agar plates was suppressed when co-cultured with microorganisms in a suspension from these soils before crop cultivation. These results indicate the potential of the growth degree of pathogenic *F. oxysporum* estimated by this method as a diagnostic indicator of the suppressiveness of soil associated with the inhabiting microorganisms. A correlation was found between the incidence of spinach wilt disease in spinach and the growth degree of *F. oxysporum* f. sp. *spinaciae* by this co-cultivation method, indicating that suppressiveness induced by organic amendment applications against *F. oxysporum* f. sp. *spinaciae* is evaluable by this method. The co-cultivation method may be useful for predicting and diagnosing suppressiveness against soil-borne diseases.

275. [Evaluation of Suppressiveness of Soils Exhibiting Soil-Borne Disease Suppression after Long-Term Application of Organic Amendments by the Co-cultivation Method of Pathogenic *Fusarium oxysporum* and Indigenous Soil Microorganisms](#)

[PubMed Central](#)

Mitsuboshi, Masahiro; Kioka, Yuuzou; Noguchi, Katsunori; Asakawa, Susumu

2018-01-01

Preventive measures against soil-borne diseases need to be implemented before cultivation because very few countermeasures are available after the development of diseases. Some soils suppress soil-borne diseases despite the presence of a high population density of pathogens. If the suppressiveness of soil against soil-borne diseases may be predicted and diagnosed for crop fields, it may be possible to reduce the labor and cost associated with excessive disinfection practices. We herein evaluated the suppressiveness of soils in fields with the long-term application of organic amendments by examining the growth of pathogenic *Fusarium oxysporum* co-cultivated with indigenous soil microorganisms on agar plates. Soils treated with coffee residue compost or rapeseed meal showed suppressiveness against spinach wilt disease by *F. oxysporum* f. sp. *spinaciae* or spinach wilt and lettuce root rot diseases by *F. oxysporum* f. sp. *spinaciae* and *F. oxysporum* f. sp. *lactucae*, respectively, and the growth of pathogenic *Fusarium* spp. on agar plates was suppressed when co-cultured with microorganisms in a suspension from these soils before crop cultivation. These results indicate the potential of the growth degree of pathogenic *F. oxysporum* estimated by this method as a diagnostic indicator of the suppressiveness of soil associated with the inhabiting microorganisms. A correlation was found between the incidence of spinach wilt disease in spinach and the growth degree of *F. oxysporum* f. sp. *spinaciae* by this co-cultivation method, indicating that suppressiveness induced by organic amendment applications against *F. oxysporum* f. sp. *spinaciae* is evaluable by this method. The co-cultivation method may be useful for predicting and diagnosing suppressiveness against soil-borne diseases. PMID:29459498

276. [Purification, characterization and immunomodulatory activity of polysaccharides from stem lettuce.](#)

[PubMed](#)

Nie, Chenzhipeng; Zhu, Peilei; Ma, Shuping; Wang, Mingchun; Hu, Youdong

2018-05-15

Stem lettuce has a long history of cultivation in China and possesses high nutritional and medicinal value. In our previous studies, extraction optimization, characterization, and bioactivities of stem lettuce polysaccharides (SLP) were investigated. In this study, SLP were further separated into two purified polysaccharides, SLP-1 and SLP-2, by anion exchange chromatography followed by size exclusion chromatography. SLP-1, with a molecular weight of 90 KDa, was mainly composed of galacturonic acid, galactose and arabinose in a molar ratio of 17.6:41.7:33.9. SLP-2, with a molecular

weight of 44 KDa, was mainly composed of mannose, galacturonic acid, galactose and arabinose in a molar ratio of 11.5:69.5:9.3:8.2. In addition, both purified polysaccharides contain sulphate radicals, have triple helical structures and can promote macrophage proliferation without cytotoxicity. SLP-2 was better able to stimulate phagocytic and nitric oxide production than SLP-1. The results suggest that polysaccharides from stem lettuce could be explored as immunomodulatory agents in the field of pharmaceuticals and functional foods. Copyright © 2018 Elsevier Ltd. All rights reserved.

277. [Roles of MPBQ-MT in Promoting \$\hat{I}^{\pm}/\hat{I}^3\$ -Tocopherol Production and Photosynthesis under High Light in Lettuce](#)

[PubMed Central](#)

Tang, Yueli; Fu, Xueqing; Shen, Qian; Tang, Kexuan

2016-01-01

2-methyl-6-phytyl-1, 4-benzoquinol methyltransferase (MPBQ-MT) is a vital enzyme catalyzing a key methylation step in both $\hat{I}^{\pm}/\hat{I}^3$ -tocopherol and plastoquinone biosynthetic pathway. In this study, the gene encoding MPBQ-MT was isolated from lettuce (*Lactuca sativa*) by rapid amplification of cDNA ends (RACE), named LsMT. Overexpression of LsMT in lettuce brought about a significant increase of $\hat{I}^{\pm}$ - and $\hat{I}^3$ -tocopherol contents with a reduction of phyloquinone (vitamin K1) content, suggesting a competition for a common substrate phytyl diphosphate (PDP) between the two biosynthetic pathways. Besides, overexpression of LsMT significantly increased plastoquinone (PQ) level. The increase of tocopherol and plastoquinone levels by LsMT overexpression conducted to the improvement of plants' tolerance and photosynthesis under high light stress, by directing excessive light energy toward photosynthetic production rather than toward generation of more photooxidative damage. These findings suggest that the role and function of MPBQ-MT can be further explored for enhancing vitamin E value, strengthening photosynthesis and phototolerance under high light in plants. PMID:26867015

278. [Elicitation effect of *Saccharomyces cerevisiae* yeast extract on main health-promoting compounds and antioxidant and anti-inflammatory potential of butter lettuce \(*Lactuca sativa* L.\).](#)

[PubMed](#)

ZÅ,otek, Urszula; Åšwieca, MichaÅ,

2016-05-01

This paper presents a study on changes in the main phytochemical levels and antioxidant and anti-inflammatory activity of lettuce caused by different doses and times of application of yeast extracts. Elicitation with yeast extract caused an increase in the total phenolic compounds and chlorophyll content, which varied according to the dose and time of spraying, but it did not have a positive impact on vitamin C, flavonoid and carotenoid content in lettuce. The best effect was achieved by double spraying with 1% yeast extract and by single spraying with 0.1% yeast extract. The increase in phytochemical content was positively correlated with the antioxidant and anti-inflammatory activity of the studied lettuce leaves. Chicoric acid seems to be the major contributor to these antioxidant activities. Yeast extract may be used as a natural, environmentally friendly and safe elicitor for improving the health-promoting qualities of lettuce. © 2015 Society of Chemical Industry. © 2015 Society of Chemical Industry.

279. [Characterization of phenolic compounds in green and red oak-leaf lettuce cultivars by UHPLC-DAD-ESI-QToF/MS using MSE scan mode.](#)

[PubMed](#)

Viacava, Gabriela E; Roura, Sara I; Berrueta, Luis A; Iriondo, Carmen; Gallo, Blanca; Alonso-Salces, Rosa M

2017-12-01

Lettuce (*Lactuca sativa*) is one of the most popular leafy vegetables in the world and constitutes a major dietary source of phenolic compounds with health-promoting properties. In particular, the demand for green and red oak-leaf lettuces has considerably increased in the last years but few data on their polyphenol composition are available. Moreover, the usage of analytical edge technology can provide new structural information and allow the identification of unknown polyphenols. In the present study, the phenolic profiles of green and red oak-leaf lettuce cultivars were exhaustively characterized by ultrahigh-performance liquid chromatography (UHPLC) coupled online to diode array detection (DAD), electrospray ionization (ESI), and quadrupole time-of-flight mass spectrometry (QToF/MS), using the MS E instrument acquisition mode for recording simultaneously exact masses of precursor and fragment ions. One hundred fifteen phenolic compounds were identified in the acidified hydromethanolic extract of freeze-dried lettuce leaves. Forty-eight of these compounds were tentatively identified for the first time in lettuce, and only 20 of them have been previously reported in oak-leaf lettuce cultivars in literature. Both oak-leaf lettuce cultivars presented similar phenolic composition, except for apigenin-glucuronide and dihydroxybenzoic acid, only detected in the green cultivar; and for luteolin-hydroxymalonylhexoside, an apigenin conjugate with molecular formula $C_{40}H_{54}O_{19}$ (monoisotopic $MW = 838.3259$ u), cyanidin-3-O-glucoside, cyanidin-3-O-(3-O-malonyl)glucoside, cyanidin-3-O-(6-O-malonyl)glucoside, and cyanidin-3-O-(6-O-acetyl)glucoside, only found in the red cultivar. The UHPLC-DAD-ESI-QToF/MS E approach demonstrated to be a useful tool for the characterization of phenolic compounds in complex plant matrices. Copyright © 2017 John Wiley & Sons, Ltd.

280. [Modification of yield and chlorophyll content in leaf lettuce by HPS radiation and nitrogen treatments.](#)

[PubMed](#)

Mitchell, C A; Leakakos, T; Ford, T L

1991-11-01

This study evaluated the potential of high photosynthetic photon flux (PPF) from high-pressure sodium (HPS) lamps, alone or in combination with metal halide (MH) plus quartz iodide (QI) incandescent lamps, to support lettuce growth, with or without N supplementation. Varying exposures to radiation from combined HPS, MH, and QI lamps influenced dry weight gain and photosynthetic pigment content of hydroponically grown Black-Seeded Simpson' lettuce (*Lactuca sativa* L.) seedlings. Cumulative leaf dry weight declined with increasing exposure, up to 20 hours per day, to 660 micromoles $m^{-2} s^{-1}$ of photosynthetically active radiation (PAR) from HPS lamps concomitant with constant 20 hours per day of 400 micromoles $m^{-2} s^{-1}$ from MH + QI lamps. Leaves progressively yellowed with increasing exposure to radiation from the three-lamp combination, corresponding to lower specific chlorophyll content but not to specific carotenoid content. Lettuce grown under 20-hour photoperiods of 400, 473, or 668 micromoles $m^{-2} s^{-1}$ from HPS radiation alone had the highest leaf dry weight at a PPF of 473 micromoles $m^{-2} s^{-1}$. Chlorophyll, but not carotenoid specific content, decreased with each incremental increase in PPF from HPS lamps. Doubling the level of N in nutrient solution and supplying it as a combination of NH_4^+ and NO_3^- partially ameliorated adverse effects of high PPF on growth and pigment content relative to treatments using single-strength N as NO_3^- .

- [«](#)
- [12](#)
- [13](#)
- 14
- [15](#)
- [16](#)
- [»](#)

- [«](#)
- [13](#)
- [14](#)
- 15
- [16](#)
- [17](#)
- [»](#)

281. [Changes in hyperspectral reflectance signatures of lettuce leaves in response to macronutrient deficiencies](#)

[NASA Astrophysics Data System \(ADS\)](#)

Pacumbaba, R. O.; Beyl, C. A.

2011-07-01

The adaptation of specific remote sensing and hyperspectral analysis techniques for the determination of incipient nutrient stress in plants could allow early detection and precision supplementation for remediation, important considerations for minimizing mass of advanced life support systems on space station and long term missions. This experiment was conducted to determine if hyperspectral reflectance could be used to detect nutrient stress in *Lactuca sativa* L. cv. Black Seeded Simpson. Lettuce seedlings were grown for 90 days in a greenhouse or growth chamber in vermiculite containing modified Hoagland's nutrient solution with key macronutrient elements removed in order to induce a range of nutrient stresses, including nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, and magnesium. Leaf tissue nutrient concentrations were compared with corresponding spectral reflectances taken at the end of 90 days. Spectral reflectances varied with growing location, position on the leaf, and nutrient deficiency treatment. Spectral responses of lettuce leaves under macronutrient deficiency conditions showed an increase in reflectance in the red, near red, and infrared wavelength ranges. The data obtained suggest that spectral reflectance shows the potential as a diagnostic tool in predicting nutrient deficiencies in general. Overlapping of spectral signatures makes the use of wavelengths of narrow bandwidths or individual bands for the discrimination of specific nutrient stresses difficult without further data processing.

282. [Increased BLSS closure using mineralized human waste in plant cultivation on a neutral substrate](#)

[NASA Astrophysics Data System \(ADS\)](#)

Ushakova, S.; Tikhomirov, A.; Shikhov, V.; Kudenko, Yu.; Anischenko, O.; Gros, J.-B.; Lasseur, Ch.

2009-10-01

The purpose of this work was to study the full-scale potential use of human mineralized waste (feces and urine) as a source of mineral elements for plant cultivation in a biological life support system

(BLSS). Plants that are potential candidates for a photosynthesizing link were grown on a neutral solution containing human mineralized waste. Spring wheat *Triticum aestivum* L., peas *Pisum sativum* L. Ambrosia cultivar and leaf lettuce *Lactuca sativa* L., Vitaminny variety, were used. The plants were grown hydroponically on expanded clay aggregates in a vegetation chamber in constant environmental conditions. During plant growth, a determined amount of human mineralized waste was added daily to the nutrient solution. The nutrient solution remained unchanged throughout the vegetation period. Estimated plant requirements for macro-elements were based on a total biological productivity of 0.04 kg day⁻¹ m⁻². As the plant requirements for potassium exceeded the potassium content of human waste, a water extract of wheat straw containing the required amount of potassium was added to the nutrient solution. The Knop's solution was used in the control experiments. The experimental and control plants showed no significant differences in state or productivity of their photosynthetic apparatus. A small decrease in total productivity of the experimental plants was observed, which might result in some reduction of C_2 production in a BLSS.

283. [Photosynthetic photon flux, photoperiod, and temperature effects on emissions of \(Z\)-3-hexenal, \(Z\)-3-hexenol, and \(Z\)-3-hexenyl acetate from lettuce](#)

[NASA Technical Reports Server \(NTRS\)](#)

Charron, C. S.; Cantliffe, D. J.; Wheeler, R. M.; Manukian, A.; Heath, R. R.

1996-01-01

To investigate the effects of environment on plant volatile emissions, 'Waldmann's Green' leaf lettuce was cultivated under different levels of photosynthetic photon flux (PPF), photoperiod, and temperature. A modified growth chamber was used to sample plant volatile emissions nondestructively, over time, and under controlled conditions. Total volatile emission rates were significantly higher from lettuce cultivated under PPF of 360 or 200 micromoles m⁻² s⁻¹ compared to 105 micromoles m⁻² s⁻¹, and significantly higher under a 16-h photoperiod than an 8-h photoperiod. No differences were detected among emission rates from different temperature treatments. In controlled environments, emissions could be regulated by adjusting environmental conditions accordingly.

284. [Transcriptome Profiling of Caco-2 Cancer Cell Line following Treatment with Extracts from Iodine-Biofortified Lettuce \(*Lactuca sativa* L.\)](#)

[PubMed Central](#)

Koronowicz, Aneta A.; Kopeć, Aneta; Master, Adam; Smoleń, Sylwester; Piątkowska, Ewa; Biećanowska-Kopeć, Renata; Ledwoży-Smoleń, Iwona; Skoczylas, Łukasz; Rakoczy, Roksana; Leszczyńska, Teresa; Kapusta-Duch, Joanna; Pysz, Mirosław

2016-01-01

Although iodization of salt is the most common method used to obtain iodine-enriched food, iodine deficiency disorders are still a global health problem and profoundly affect the quality of human life. Iodine is required for the synthesis of thyroid hormones, which are crucial regulators of human metabolism, cell growth, proliferation, apoptosis and have been reported to be involved in carcinogenesis. In this study, for the first time, we evaluated the effect of iodine-biofortified lettuce on transcriptomic profile of Caco-2 cancer cell line by applying the Whole Human Genome Microarray assay. We showed 1326 differentially expressed Caco-2 transcripts after treatment with iodine-biofortified (BFL) and non-fortified (NFL) lettuce extracts. We analysed pathways, molecular functions, biological processes and protein classes based on comparison between BFL and NFL

specific genes. Iodine, which was expected to act as a free ion (KI-NFL) or at least in part to be incorporated into lettuce macromolecules (BFL), differently regulated pathways of numerous transcription factors leading to different cellular effects. In this study we showed the inhibition of Caco-2 cells proliferation after treatment with BFL, but not potassium iodide (KI), and BFL-mediated induction of mitochondrial apoptosis and/or cell differentiation. Our results showed that iodine-biofortified plants can be effectively used by cells as an alternative source of this trace element. Moreover, the observed differences in action of both iodine sources may suggest a potential of BFL in cancer treatment. PMID:26799209

285. [Diversity and evolutionary history of lettuce necrotic yellows virus in Australia and New Zealand.](#)

[PubMed](#)

Higgins, Colleen M; Chang, Wee-Leong; Khan, Subuhi; Tang, Joe; Elliott, Carol; Dietzgen, Ralf G

2016-02-01

Lettuce necrotic yellows virus (LNYV) is the type member of the genus Cytorhabdovirus, family Rhabdoviridae, and causes a severe disease of lettuce (*Lactuca sativa* L.). This virus has been described as endemic to Australia and New Zealand, with sporadic reports of a similar virus in Europe. Genetic variability studies of plant-infecting rhabdoviruses are scarce. We have extended a previous study on the variability of the LNYV nucleocapsid gene, comparing sequences from isolates sampled from both Australia and New Zealand, as well as analysing symptom expression on *Nicotiana glutinosa*. Phylogenetic and BEAST analyses confirm separation of LNYV isolates into two subgroups (I and II) and suggest that subgroup I is slightly older than subgroup II. No correlation was observed between isolate subgroup and disease symptoms on *N. glutinosa*. The origin of LNYV remains unclear; LNYV may have moved between native and weed hosts within Australia or New Zealand before infecting lettuce or may have appeared as a result of at least two incursions, with the first coinciding with the beginning of European agriculture in the region. The apparent extinction of subgroup I in Australia may have been due to less-efficient dispersal than that which has occurred for subgroup II - possibly a consequence of suboptimal interactions with plant and/or insect hosts. Introduction of subgroup II to New Zealand appears to be more recent. More-detailed epidemiological studies using molecular tools are needed to fully understand how LNYV interacts with its hosts and to determine where the virus originated.

286. [Analysis of eleven phenolic compounds including novel p-coumaroyl derivatives in lettuce \(*Lactuca sativa* L.\) by ultra-high-performance liquid chromatography with photodiode array and mass spectrometry detection.](#)

[PubMed](#)

Ribas-AgustÀ, Albert; GratacÀs-CubarsÀ, Marta; SÀnrraga, Carmen; GarcÀa-Regueiro, JosÀ©-Antonio; Castellari, Massimo

2011-01-01

Lettuce is a widely consumed vegetable and a good source of phenolic compounds. Several factors (genetic, agronomical and environmental) can influence the lettuce composition; their effects are not completely defined and more studies are needed on this topic. To develop an improved ultra-high-performance liquid chromatography (UHPLC) method to quantify the main target intact phenolic compounds in lettuce. UHPLC identification of the compounds was supported by PAD spectra and MS(n) analyses. Quantification was carried out by PAD, by creating matrix-matched calibration curves

at the specific wavelength for each compound. Sample pretreatment was simplified, with neither purification nor hydrolysis steps. Chromatographic conditions were chosen to minimise matrix interferences and to give a suitable separation of the major phenolic compounds within 27 min. The method allowed the quantification of 11 intact phenolic compounds in Romaine lettuces, including phenolic acids (caffeoyl and p-coumaroyl esters) and flavonoids (quercetin glycosides). Four p-coumaroyl esters were tentatively identified and quantified for the first time in lettuce. The main intact phenolic compounds, including four novel p-coumaroyl esters, were simultaneously quantified in lettuce with optimal performances and a reduced total time of analysis. These findings make headway in the understanding of the lettuce phytochemicals with potential nutritional relevance. Copyright © 2011 John Wiley & Sons, Ltd.

287. [Comparative Infection Progress Analysis of Lettuce big-vein virus and Mirafiori lettuce virus in Lettuce Crops by Developed Molecular Diagnosis Techniques.](#)

[PubMed](#)

Navarro, Jose A; Botella, Francisco; Maruhenda, Antonio; Sastre, Pedro; S  nchez-Pina, M Amelia; Pallas, Vicente

2004-05-01

ABSTRACT Nonisotopic molecular dot blot hybridization technique and multiplex reverse transcription-polymerase chain reaction assay for the specific detection of Lettuce big-vein virus (LBVV) and Mirafiori lettuce virus (MiLV) in lettuce tissue were developed. Both procedures were suitable for the specific detection of both viruses in a range of naturally infected lettuce plants from various Spanish production areas and seven different cultivars. The study of the distribution of both viruses in the plant revealed that the highest concentration of LBVV and MiLV occurred in roots and old leaves, respectively. LBVV infection progress in a lettuce production area was faster than that observed for MiLV. In spite of different rates of virus infection progress, most lettuce plants became infected with both viruses about 100 days posttransplant. The appearance of both viruses in lettuce crops was preceded by a peak in the concentration of resting spores and zoosporangia of the fungus vector *Olpidium brassicae* in lettuce roots.

288. [Enhancement of lettuce yield by manipulation of light and nitrogen nutrition](#)

[NASA Technical Reports Server \(NTRS\)](#)

Knight, S. L.; Mitchell, C. A.

1983-01-01

Several levels of photosynthetic photon flux density (PPFD) were tested for effects on growth of 4 cultivars of lettuce (*Lactuca sativa* L.) under controlled-environment conditions. Growth of 'Salad Bowl', 'Bibb', and 'Ruby' was greater at 932 micromoles s⁻¹ m⁻² than at ≤ 644 micromoles s⁻¹ m⁻² under a 16-hour photoperiod. Thirty mM NO₃⁻ or 5 mM NH₄⁺ + 25 mM NO₃⁻ increased leaf dry weight while reducing leaf chlorosis in 'Salad Bowl' and 'Grand Rapids' relative to that with 15 mM NO₃⁻, and reduced leaf purpling in 'Bibb' and 'Ruby' with little or no effect on yield. Continuous illumination with 455 or 918 micromoles s⁻¹ m⁻² stimulated yield of 'Salad Bowl' and 'Bibb' when 30 mM N as NH₄⁺ + NO₃⁻ was used relative to that with 15 mM NO₃⁻.

289. [Plant growth-promoting bacterium *Acinetobacter calcoaceticus* P23 increases the chlorophyll content of the monocot *Lemna minor* \(duckweed\) and the dicot *Lactuca sativa* \(lettuce\).](#)

[PubMed](#)

Suzuki, Wakako; Sugawara, Masayuki; Miwa, Kyoko; Morikawa, Masaaki

2014-07-01

Acinetobacter calcoaceticus P23 is a plant growth-promoting bacterium that was isolated from the surface of duckweed (*Lemna auoukikusa*). The bacterium was observed to colonize on the plant surfaces and increase the chlorophyll content of not only the monocotyledon *Lemna minor* but also the dicotyledon *Lactuca sativa* in a hydroponic culture. This effect on the *Lactuca sativa* was significant in nutrient-poor ($\sim 1/100$ dilution of H2 medium) and not nutrient-rich (~ 1 or $\sim 1/10$ dilutions of H2 medium) conditions. Strain P23 has the potential to play a part in the future development of fertilizers and energy-saving hydroponic agricultural technologies. Copyright © 2013 The Society for Biotechnology, Japan. Published by Elsevier B.V. All rights reserved.

290. [Whole-Transcriptome Analysis of Verocytotoxigenic Escherichia coli O157:H7 \(Sakai\) Suggests Plant-Species-Specific Metabolic Responses on Exposure to Spinach and Lettuce Extracts](#)

[PubMed Central](#)

Crozier, Louise; Hedley, Pete E.; Morris, Jenny; Wagstaff, Carol; Andrews, Simon C.; Toth, Ian; Jackson, Robert W.; Holden, Nicola J.

2016-01-01

Verocytotoxigenic *Escherichia coli* (VTEC) can contaminate crop plants, potentially using them as secondary hosts, which can lead to food-borne infection. Currently, little is known about the influence of the specific plant species on the success of bacterial colonization. As such, we compared the ability of the VTEC strain, *E. coli* O157:H7 $\hat{\sim}$ Sakai, $\hat{\sim}$ ™ to colonize the roots and leaves of four leafy vegetables: spinach (*Spinacia oleracea*), lettuce (*Lactuca sativa*), vining green pea (*Pisum sativum*), and prickly lettuce (*Lactuca serriola*), a wild relative of domesticated lettuce. Also, to determine the drivers of the initial response on interaction with plant tissue, the whole transcriptome of *E. coli* O157:H7 Sakai was analyzed following exposure to plant extracts of varying complexity (spinach leaf lysates or root exudates, and leaf cell wall polysaccharides from spinach or lettuce). Plant extracts were used to reduce heterogeneity inherent in plant $\hat{\sim}$ microbe interactions and remove the effect of plant immunity. This dual approach provided information on the initial adaptive response of *E. coli* O157:H7 Sakai to the plant environment together with the influence of the living plant during bacterial establishment and colonization. Results showed that both the plant tissue type and the plant species strongly influence the short-term (1 h) transcriptional response to extracts as well as longer-term (10 days) plant colonization or persistence. We show that propagation temperature (37 vs. 18°C) has a major impact on the expression profile and therefore pre-adaptation of bacteria to a plant-relevant temperature is necessary to avoid misleading temperature-dependent wholesale gene-expression changes in response to plant material. For each of the plant extracts tested, the largest group of (annotated) differentially regulated genes were associated with metabolism. However, large-scale differences in the metabolic and biosynthetic pathways between treatment types indicate

291. [Occurrence and Partial Characterization of Lettuce big vein associated virus and Mirafiori lettuce big vein virus in Lettuce in Iran.](#)

[PubMed](#)

Alemzadeh, E; Izadpanah, K

2012-12-01

Mirafiori lettuce big vein virus (MiLBVV) and lettuce big vein associated virus (LBVaV) were found in association with big vein disease of lettuce in Iran. Analysis of part of the coat protein (CP) gene of Iranian isolates of LBVaV showed 97.1-100% nucleotide sequence identity with other LBVaV isolates. Iranian isolates of MiLBVV belonged to subgroup A and showed 88.6-98.8% nucleotide sequence identity with other isolates of this virus when amplified by PCR primer pair MiLV VP. The occurrence of both viruses in lettuce crop was associated with the presence of resting spores and zoosporangia of the fungus *Oplidium brassicae* in lettuce roots under field and greenhouse conditions. Two months after sowing lettuce seed in soil collected from a lettuce field with big vein affected plants, all seedlings were positive for LBVaV and MiLBVV, indicating soil transmission of both viruses.

292. [Genetic variation for lettuce seed thermoinhibition is associated with temperature-sensitive expression of abscisic Acid, gibberellin, and ethylene biosynthesis, metabolism, and response genes.](#)

[PubMed](#)

Argyris, Jason; Dahal, Peetambar; Hayashi, Eiji; Still, David W; Bradford, Kent J

2008-10-01

Lettuce (*Lactuca sativa* 'Salinas') seeds fail to germinate when imbibed at temperatures above 25 degrees C to 30 degrees C (termed thermoinhibition). However, seeds of an accession of *Lactuca serriola* (UC96US23) do not exhibit thermoinhibition up to 37 degrees C in the light. Comparative genetics, physiology, and gene expression were analyzed in these genotypes to determine the mechanisms governing the regulation of seed germination by temperature. Germination of the two genotypes was differentially sensitive to abscisic acid (ABA) and gibberellin (GA) at elevated temperatures. Quantitative trait loci associated with these phenotypes collocated with a major quantitative trait locus (Htg6.1) from UC96US23 conferring germination thermotolerance. ABA contents were elevated in Salinas seeds that exhibited thermoinhibition, consistent with the ability of fluridone (an ABA biosynthesis inhibitor) to improve germination at high temperatures. Expression of many genes involved in ABA, GA, and ethylene biosynthesis, metabolism, and response was differentially affected by high temperature and light in the two genotypes. In general, ABA-related genes were more highly expressed when germination was inhibited, and GA- and ethylene-related genes were more highly expressed when germination was permitted. In particular, LsNCED4, a gene encoding an enzyme in the ABA biosynthetic pathway, was up-regulated by high temperature only in Salinas seeds and also collocated with Htg6.1. The temperature sensitivity of expression of LsNCED4 may determine the upper temperature limit for lettuce seed germination and may indirectly influence other regulatory pathways via interconnected effects of increased ABA biosynthesis.

293. [Biofortification of lettuce \(*Lactuca sativa* L.\) with iodine: the effect of iodine form and concentration in the nutrient solution on growth, development and iodine uptake of lettuce grown in water culture.](#)

[PubMed](#)

Voogt, Wim; Holwerda, Harmen T; Khodabaks, Rashied

2010-04-15

Iodine is an essential trace element for humans. Two billion individuals have insufficient iodine intake. Biofortification of vegetables with iodine offers an excellent opportunity to increase iodine intake by humans. The main aim was to study the effect of iodine form and concentration in the nutrient solution on growth, development and iodine uptake of lettuce, grown in water culture. In both a winter and

summer trial, dose rates of 0, 13, 39, 65, and 90 or 129 microg iodine L(-1), applied as iodate (IO(3)(-)) or iodide (I(-)), did not affect plant biomass, produce quality or water uptake. Increases in iodine concentration significantly enhanced iodine content in the plant. Iodine contents in plant tissue were up to five times higher with I(-) than with IO(3)(-). Iodine was mainly distributed to the outer leaves. The highest iodide dose rates in both trials resulted in 653 and 764 microg iodine kg(-1) total leaf fresh weight. Biofortification of lettuce with iodine is easily applicable in a hydroponic growing system, both with I(-) and IO(3)(-). I(-) was more effective than IO(3)(-). Fifty grams of iodine-biofortified lettuce would provide, respectively, 22% and 25% of the recommended daily allowance of iodine for adolescents and adults. (c) 2010 Society of Chemical Industry.

294. [Ubiquitin promoter-terminator cassette promotes genetically stable expression of the taste-modifying protein miraculin in transgenic lettuce.](#)

[PubMed](#)

Hirai, Tadayoshi; Shohael, Abdullah Mohammad; Kim, You-Wang; Yano, Megumu; Ezura, Hiroshi

2011-12-01

Lettuce is a commercially important leafy vegetable that is cultivated worldwide, and it is also a target crop for plant factories. In this study, lettuce was selected as an alternative platform for recombinant miraculin production because of its fast growth, agronomic value, and wide availability. The taste-modifying protein miraculin is a glycoprotein extracted from the red berries of the West African native shrub *Richadella dulcifica*. Because of its limited natural availability, many attempts have been made to produce this protein in suitable alternative hosts. We produced transgenic lettuce with miraculin gene driven either by the ubiquitin promoter/terminator cassette from lettuce or a 35S promoter/nos terminator cassette. Miraculin gene expression and miraculin accumulation in both cassettes were compared by quantitative real-time PCR analysis, Western blotting, and enzyme-linked immunosorbent assay. The expression level of the miraculin gene and protein in transgenic lettuce was higher and more genetically stable in the ubiquitin promoter/terminator cassette than in the 35S promoter/nos terminator cassette. These results demonstrated that the ubiquitin promoter/terminator cassette is an efficient platform for the genetically stable expression of the miraculin protein in lettuce and hence this platform is of benefit for recombinant miraculin production on a commercial scale.

295. [Can \$\delta^{15}\text{N}\$ in lettuce tissues reveal the use of synthetic nitrogen fertiliser in organic production?](#)

[PubMed](#)

Sturm, Martina; Kacjan-Marčič, Nina; Lojen, Sonja

2011-01-30

The nitrogen isotopic fingerprint ($\delta^{15}\text{N}$) is reported to be a promising indicator for differentiating between organically and conventionally grown vegetables. However, the effect on plant $\delta^{15}\text{N}$ of split nitrogen fertilisation, which could enable farmers to cover up the use of synthetic fertiliser, is not well studied. In this study the use of $\delta^{15}\text{N}$ in lettuce as a potential marker for identifying the use of synthetic nitrogen fertiliser was tested on pot-grown lettuce (*Lactuca sativa* L.) treated with synthetic and organic nitrogen fertilisers (single or split application). The effect of combined usage of synthetic and organic fertilisers on $\delta^{15}\text{N}$ was also investigated. The $\delta^{15}\text{N}$ values of whole plants treated with different fertilisers differed significantly when the fertiliser was applied in a single treatment. However, additional fertilisation (with isotopically the same or different fertiliser) did not cause a significant alteration of plant $\delta^{15}\text{N}$. The findings of the study suggest that the $\delta^{15}\text{N}$ value of

lettuce tissues could be used as a rough marker to reveal the history of nitrogen fertilisation, but only in the case of single fertiliser application. However, if the difference in $\delta^{15}\text{N}$ between the applied synthetic and organic nitrogen fertilisers was $> 9.1\text{‰}$, the detection of split and combined usage of the fertilisers would have greater discriminatory power. 2010 Society of Chemical Industry.

296. [Gibberellins producing *Bacillus methylotrophicus* KE2 supports plant growth and enhances nutritional metabolites and food values of lettuce.](#)

[PubMed](#)

Radhakrishnan, Ramalingam; Lee, In-Jung

2016-12-01

The nutritional quality of green leafy vegetables can be enhanced by application of plant beneficial micro-organisms. The present study was aimed to increase the food values of lettuce leaves by bacterial treatment. We isolated bacterial strain KE2 from Kimchi food and identified as *Bacillus methylotrophicus* by phylogenetic analysis. The beneficial effect of *B. methylotrophicus* KE2 on plants was confirmed by increasing the percentage of seed germination of *Lactuca sativa* L., *Cucumis melo* L., *Glycine max* L. and *Brassica juncea* L. It might be the secretion of array of gibberellins (GA 1 , GA 3 , GA 7 , GA 8 , GA 9 , GA 12 , GA 19 , GA 20 , GA 24 , GA 34 and GA 53) and indole-acetic acid from *B. methylotrophicus* KE2. The mechanism of plant growth promotion via their secreted metabolites was confirmed by a significant increase of GA deficient mutant rice plant growth. Moreover, the bacterial association was favor to enhance shoot length, shoot fresh weight and leaf width of lettuce. The higher concentration of protein, amino acids (Asp, Thr, Ser, Glu, Gly, Ala, Leu, Tyr and His), gamma-aminobutyric acid and fructose was found in bacterial culture (KE2) applied plants. The macro and micro minerals such as K, Mg, Na, P, Fe, Zn and N were also detected as significantly higher quantities in bacteria treated plants than untreated control plants. In addition, the carotenoids and chlorophyll a were also increased in lettuce at bacterial inoculation. The results of this study suggest that *B. methylotrophicus* KE2 application to soil helps to increase the plant growth and food values of lettuce. Copyright © 2016 Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

297. [Effects of sodium nitroprusside \(SNP\) pretreatment on UV-B stress tolerance in lettuce \(*Lactuca sativa* L.\) seedlings.](#)

[PubMed](#)

Esringu, Aslhan; Aksakal, Ozkan; Tabay, Dilruba; Kara, Ayse Aydan

2016-01-01

Ultraviolet-B (UV-B) radiation is one of the most important abiotic stress factors that could influence plant growth, development, and productivity. Nitric oxide (NO) is an important plant growth regulator involved in a wide variety of physiological processes. In the present study, the possibility of enhancing UV-B stress tolerance of lettuce seedlings by the exogenous application of sodium nitroprusside (SNP) was investigated. UV-B radiation increased the activities of superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT), ascorbate peroxidase (APX), peroxidase (POD) and total phenolic concentrations, antioxidant capacity, and expression of phenylalanine ammonia lyase (PAL) gene in seedlings, but the combination of SNP pretreatment and UV-B enhanced antioxidant enzyme activities, total phenolic concentrations, antioxidant capacity, and PAL gene expression even more. Moreover, UV-B radiation significantly inhibited chlorophylls, carotenoid, gibberellic acid (GA), and indole-3-acetic acid (IAA) contents and increased the contents of abscisic acid (ABA), salicylic acid (SA), malondialdehyde (MDA), hydrogen

peroxide (H₂O₂), and superoxide radical (O₂[•]⁻) in lettuce seedlings. When SNP pretreatment was combined with the UV-B radiation, we observed alleviated chlorophylls, carotenoid, GA, and IAA inhibition and decreased content of ABA, SA, MDA, H₂O₂, and O₂[•]⁻ in comparison to non-pretreated stressed seedlings.

298. [Effects of illuminants and illumination time on lettuce growth, yield and nutritional quality in a controlled environment](#)

[NASA Astrophysics Data System \(ADS\)](#)

Shen, Y. Z.; Guo, S. S.; Ai, W. D.; Tang, Y. K.

2014-07-01

Effects of illuminants and illumination time on the growth of lettuce were researched. Red-blue light-emitting diodes (LEDs, 90% red light +10% blue light) and white light fluorescent (WF) lamps were compared as the illuminants for plant cultivation. Under each type of illuminant, lettuce was grown at 4 illumination times: 12 h, 16 h, 20 h and 24 h, with the same light intensity of 600 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. The leaf net photosynthetic rate (Pn) under the two illuminants was comparable but the shape of lettuce was obviously affected by the illuminant. The WF lamps produced more compact plant, while red-blue LED resulted in less but longer leaves. However, the total leaf area was not significantly affected by the illuminant. The red-blue LED produced nearly same aboveground biomass with far less energy consumption relative to WF lamps. The underground biomass was lowered under red-blue LED in comparison with WF lamps. Red-blue LED could improve the nutritional quality of lettuce by increasing the concentration of soluble sugar and vitamin C (VC) and reducing the concentration of nitrate. Under each type of illuminant, longer illumination time resulted in higher Pn, more leaves and larger leaf area. The total chlorophyll concentration increased while the concentration ratio of chlorophyll a/b decreased with the extension of illumination time. Illumination time had highly significant positive correlation with biomass. Moreover, when total daily light input was kept the same, longer illumination time increased the biomass significantly as well. In addition, longer illumination time increased the concentration of crude fiber, soluble sugar and VC and reduced the concentration of nitrate. In summary, red-blue LEDs and 24 h illumination time were demonstrated to be more suitable for lettuce cultivation in the controlled environment.

299. [Phytotoxicity of diesel soil contamination on the germination of *Lactuca sativa* and *Ipomoea batatas*.](#)

[PubMed](#)

Fatokun, Kayode; Lewu, Francis Bayo; Zharare, Godfrey Elijah

2015-11-01

Phytotoxic effect of diesel contaminated soil on germination rate of *Lactuca sativa* and *Ipomoea batatas*, at two concentrations ranges (0-6ml and 0-30ml), were investigated and compared. Diesel soil contamination was simulated and soil samples were taken from contaminated soil at 1, 5, 10, 15, 25, 50, 75 and 100 days should be after planting. The result showed that in both plant species, diesel inhibited germination in a concentration dependent manner. Also, the influence of diesel contamination diminished with increased time duration; suggesting possible reduction in diesel toxicity over time. However, germination of lettuce was significant and negatively correlated ($r^2 = -0.941$) with diesel contamination as compared to sweet potato ($r^2 = -0.638$). Critical concentration of diesel in relation to seed germination of *L. sativa* was lower than vegetative germination of *I. batatas*, indicating that germination of *I. batatas* was less sensitive to diesel contamination as compared to *L. sativa*.

300. [Effects of PSAG12-IPT Gene Expression on Development and Senescence in Transgenic Lettuce](#)[PubMed Central](#)

McCabe, Matthew S.; Garratt, Lee C.; Schepers, Frank; Jordi, Wilco J.R.M.; Stoopen, Geert M.; Davelaar, Evert; van Rhijn, J. Hans A.; Power, J. Brian; Davey, Michael R.

2001-01-01

An ipt gene under control of the senescence-specific SAG12 promoter from Arabidopsis (PSAG12-IPT) significantly delayed developmental and postharvest leaf senescence in mature heads of transgenic lettuce (*Lactuca sativa* L. cv Evola) homozygous for the transgene. Apart from retardation of leaf senescence, mature, 60-d-old plants exhibited normal morphology with no significant differences in head diameter or fresh weight of leaves and roots. Induction of senescence by nitrogen starvation rapidly reduced total nitrogen, nitrate, and growth of transgenic and azygous (control) plants, but chlorophyll was retained in the lower (outer) leaves of transgenic plants. Harvested PSAG12-IPT heads also retained chlorophyll in their lower leaves. During later development (bolting and preflowering) of transgenic plants, the decrease in chlorophyll, total protein, and Rubisco content in leaves was abolished, resulting in a uniform distribution of these components throughout the plants. Homozygous PSAG12-IPT lettuce plants showed a slight delay in bolting (4–6 d), a severe delay in flowering (4–8 weeks), and premature senescence of their upper leaves. These changes correlated with significantly elevated concentrations of cytokinin and hexoses in the upper leaves of transgenic plants during later stages of development, implicating a relationship between cytokinin and hexose concentrations in senescence. PMID:11598225

- [«](#)
- [13](#)
- [14](#)
- 15
- [16](#)
- [17](#)
- [»](#)

- [«](#)
- [14](#)
- [15](#)
- 16
- [17](#)
- [18](#)
- [»](#)

301. [Macroelemental composition of cadmium stressed lettuce plants grown under conditions of intensive sulphur nutrition.](#)[PubMed](#)

Matraszek, Renata; Hawrylak-Nowak, Barbara; Chwil, StanisÅaw; Chwil, MirosÅawa

2016-09-15

Lettuce (*Lactuca sativa* L.) is moderately sensitive to cadmium (Cd) and shows high accumulation of this metal. Thus, this species is considered to be a good model for both identifying determinants

controlling Cd accumulation in plant tissues and for developing breeding strategies aimed at limiting the accumulation of this metal in edible tissues. Simultaneously, lettuce is characterised by medium requirements for sulphur (S) - a macronutrient whose role is associated not only with proper growth and development, but also with stress tolerance. The common use of NPK fertilizers without sulphates (S-SO₄) together with the progressive process of reducing emissions of S compounds to the natural environment may lead to deficiency of this element in plants. The present study evaluated the changes in macronutrient content and accumulation in Cd-stressed lettuce 'Justyna' supplied with different S doses. Four concentrations of Cd (0, 0.0002, 0.02 or 0.04 mM) and three levels of S applied in the form of S-SO₄ (2, 6 or 9 mM S) were used. Cd exposure impaired the macronutrient balance and accumulation in lettuce. Intensive S nutrition to some extent alleviated Cd-induced toxicity. High S doses, especially 6 mM S, partially improved macronutrient status and restored the macronutrient balance. In Cd-stressed plants supplemented with additional S, an increase in root and shoot biomass and in the content of N, K and Mg was found, without significant changes in the Ca content. Simultaneously, the P and S contents in the biomass of both above- and underground organs remained unchanged. In the leaves, as opposite to the roots, intensive S nutrition reduced the accumulation of Cd. However, the foliar Cd concentration still exceeded the acceptable limits established for consumption. All the obtained results concerning the content of macronutrients and their ratios were referred, inter alia, to the standards i.e. the Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) norms

302. [Expression of VGRNb-PE immunotoxin in transplastomic lettuce \(*Lactuca sativa* L.\).](#)

[PubMed](#)

Mirzaee, Malihe; Jalali-Javaran, Mokhtar; Moieni, Ahmad; Zeinali, Sirous; Behdani, Mahdi

2018-05-01

This research has shown, for the first time, that plant chloroplasts are a suitable compartment for synthesizing recombinant immunotoxins and the transgenic immunotoxin efficiently causes the inhibition of VEGFR2 overexpression, cell growth and proliferation. Angiogenesis refers to the formation of new blood vessels, which resulted in the growth, invasion and metastasis of cancer. The vascular endothelial growth factor receptor 2 (VEGFR2) plays a major role in angiogenesis and blocking of its signaling inhibits neovascularization and tumor metastasis. Immunotoxins are promising therapeutics for targeted cancer therapy. They consist of an antibody linked to a protein toxin and are designed to specifically kill the tumor cells. In our previous study, VGRNb-PE immunotoxin protein containing anti-VEGFR2 nanobody fused to the truncated form of *Pseudomonas* exotoxin A has been established. Here, we expressed this immunotoxin in lettuce chloroplasts. Chloroplast genetic engineering offers several advantages, including high levels of transgene expression, multigene engineering in a single transformation event and maternal inheritance of the transgenes. Site specific integration of transgene into chloroplast genomes, and homoplasmy were confirmed. Immunotoxin levels reached up to 1.1% of total soluble protein or 33.7 µg per 100 mg of leaf tissue (fresh weight). We demonstrated that transgenic immunotoxin efficiently causes the inhibition of VEGFR2 overexpression, cell growth and proliferation. These results indicate that plant chloroplasts are a suitable compartment for synthesizing recombinant immunotoxins.

303. [Enhanced Proton Translocating Pyrophosphatase Activity Improves Nitrogen Use Efficiency in Romaine Lettuce](#) [C][W][OA]

[PubMed Central](#)

Paez-Valencia, Julio; Sanchez-Lares, Jonathan; Marsh, Ellen; Dorneles, Liane T.; Santos, Mirella P.; Sanchez, Diego; Winter, Alexander; Murphy, Sean; Cox, Jennifer; Trzaska, Marcin; Metler, Jason;

Kozic, Alex; Facanha, Arnaldo R.; Schachtman, Daniel; Sanchez, Charles A.; Gaxiola, Roberto A.

2013-01-01

Plant nitrate (NO_3^-) acquisition depends on the combined activities of root high- and low-affinity NO_3^- transporters and the proton gradient generated by the plasma membrane H^+ -ATPase. These processes are coordinated with photosynthesis and the carbon status of the plant. Here, we present the characterization of romaine lettuce (*Lactuca sativa* ‘Conquistador’™) plants engineered to overexpress an intragenic gain-of-function allele of the type I proton translocating pyrophosphatase (H^+ -PPase) of *Arabidopsis* (*Arabidopsis thaliana*). The proton-pumping and inorganic pyrophosphate hydrolytic activities of these plants are augmented compared with control plants. Immunohistochemical data show a conspicuous increase in H^+ -PPase protein abundance at the vasculature of the transgenic plants. Transgenic plants displayed an enhanced rhizosphere acidification capacity consistent with the augmented plasma membrane H^+ -ATPase proton transport values, and ATP hydrolytic capacities evaluated in vitro. These transgenic lines outperform control plants when challenged with NO_3^- limitations in laboratory, greenhouse, and field scenarios. Furthermore, we report the characterization of a lettuce *LsNRT2.1* gene that is constitutive up-regulated in the transgenic plants. Of note, the expression of the *LsNRT2.1* gene in control plants is regulated by NO_3^- and sugars. Enhanced accumulation of ^{15}N -labeled fertilizer by transgenic lettuce compared with control plants was observed in greenhouse experiments. A negative correlation between the level of root soluble sugars and biomass is consistent with the strong root growth that characterizes these transgenic plants.
PMID:23307651

304. [Relative tolerance of a range of Australian native plant species and lettuce to copper, zinc, cadmium, and lead.](#)

[PubMed](#)

Lamb, Dane T; Ming, Hui; Megharaj, Mallavarapu; Naidu, Ravi

2010-10-01

The tolerance of wild flora to heavy-metal exposure has received very little research. In this study, the tolerance of four native tree species, four native grass species, and lettuce to copper (Cu), zinc (Zn), cadmium (Cd), and lead (Pb) was investigated in a root-elongation study using Petri dishes. The results of these studies show a diverse range of responses to Cu, Zn, Cd, and Pb amongst the tested plant species. Toxicity among metals decreased in the following order: $\text{Cd} \sim \text{Cu} > \text{Pb} > \text{Zn}$. Metal concentrations resulting in a 50% reduction in growth ($\text{EC}(50)$) varied considerably, ranging from (microM) 30 (*Dichanthium sericeum*) to >2000 (*Acacia* spp.) for Cu; from 260 (*Lactuca sativa*) to 2000 (*Acacia* spp.) for Zn; from 27 (*L. sativa*) to 940 (*Acacia holosericea*) for Cd; and from 180 (*L. sativa*) to >1000 (*Acacia* spp.) for Pb. Sensitive native plant species identified included *D. sericeum*, *Casuarina cunninghamiana*, and *Austrodanthonia caespitosa*. However, *L. sativa* (lettuce) was also among the most sensitive to all four metals. *Acacia* species showed a high tolerance to metal exposure, suggesting that the *Acacia* genus shows potential for use in contaminated-site revegetation.

305. [Phytochemical relationship of Euphorbia helioscopia and Euphorbia pulcherrima with Lactuca sativa.](#)

[PubMed](#)

Rehman, Hafiza Ayesha; Yousaf, Zubaida; Rashid, Madiha; Younas, Afifa; Arif, Ayesha; Afzal, Ismah; Akram, Waheed

2014-01-01

Allelopathy is an important phenomenon that modifies the ecosystem. A plant can enhance or reduce the growth of other plant due to the presence of a number of allelochemicals in its different parts. *Euphorbia helioscopia* and *Euphorbia pulcherrima* are medicinal plant species. Both these species are collected from wild resources for various purposes. To reduce the pressure on wild population, it is important to bring them into cultivation. Therefore, the allelopathic effects of *E. helioscopia* and *E. pulcherrima* on the growth of lettuce seeds were studied. Three different concentrations (2%, 4% and 6%) of five different solvents (methanol, acetone, ethyl acetate, n-hexane and distilled water) were used to estimate the allelopathic potential of the above-mentioned *Euphorbia* species. Results indicated a non-significant growth inhibitory effect of both plants on lettuce seeds. Different extracts reduced the growth of test plant to some extent but this inhibition was not significant. From the observed results, it was concluded that the studied *Euphorbia* species, being medicinally important crops, can be introduced as intercrop with other cash crops.

306. [Effects of lighting and air-conditioning systems on growth weight and functional composition of frill-lettuce produced in plant factory](#)

[NASA Astrophysics Data System \(ADS\)](#)

Yoshida, Atsumasa; Okamura, Nobuya; Furukawa, Hajime; Myojin, Chiho; Moriuchi, Koji; Kinoshita, Shinichi

2017-06-01

The aim of the present study was to develop optimal air-conditioning systems for plant factories. To verify the effect of particular air-conditioning and lighting systems, cultivation experiments were performed with frill-lettuce for two weeks. In the present study, the relationship between the cultivation condition, the yield (i.e., increase in edible portion weight), and the functional components were discussed. Based on the measured data, increased photosynthetic photon flux density increased antioxidative activity and edible portion weight, possibly because high light intensities are stressful for frill lettuce. Antioxidative activity also increased under conditions of low CO₂ concentration, weak and strong winds, and high air temperature because these conditions became stresses for the plants. However, a decrease in edible portion weight was observed under these conditions, implying there is a negative correlation between antioxidative activity and edible portion weight.

307. [Stomatal conductance of lettuce grown under or exposed to different light qualities](#)

[NASA Technical Reports Server \(NTRS\)](#)

Kim, Hyeon-Hye; Goins, Gregory D.; Wheeler, Raymond M.; Sager, John C.

2004-01-01

BACKGROUND AND AIMS: The objective of this research was to examine the effects of differences in light spectrum on the stomatal conductance (G_s) and dry matter production of lettuce plants grown under a day/night cycle with different spectra, and also the effects on G_s of short-term exposure to different spectra. **METHODS:** Lettuce (*Lactuca sativa*) plants were grown with 6 h dark and 18 h light under four different spectra, red-blue (RB), red-blue-green (RBG), green (GF) and white (CWF), and G_s and plant growth were measured. **KEY RESULTS AND CONCLUSIONS:** Conductance of plants grown for 23 d under CWF rose rapidly on illumination to a maximum in the middle of the light period, then decreased again before the dark period when it was minimal. However, the maximum was smaller in plants grown under RB, RGB and GF. This demonstrates that spectral quality during growth affects the diurnal pattern of stomatal conductance. Although G_s was smaller in plants grown under

RGB than CWF, dry mass accumulation was greater, suggesting that Gs did not limit carbon assimilation under these spectral conditions. Temporarily changing the spectral quality of the plants grown for 23 d under CWF, affected stomatal responses reversibly, confirming studies on epidermal strips. This study provides new information showing that Gs is responsive to spectral quality during growth and, in the short-term, is not directly coupled to dry matter accumulation.

308. [Assessing biochar and compost from the organic fraction of municipal solid waste on nutrient availability and plant growth of lettuce](#)

[NASA Astrophysics Data System \(ADS\)](#)

Regkouzas, Panagiotis; Manolikaki, Ioanna; Diamadopoulos, Evan

2017-04-01

Biochars have a high variability in chemical composition, which is determined by types of feedstock and pyrolysis conditions. Inorganic compounds, such as N, P, K and Ca, retained in biochar could be released and become available to plants. The aim of this study was to understand the effect of biochar and compost addition, derived from the organic fraction of municipal solid wastes at two different pyrolysis temperatures 3000C (BC300) and 6000C (BC600), on phosphorus availability and plant growth of lettuce (*Lactuca sativa* L.) grown in an alkaline loam soil. This type of soil is widely available in Greece, leading us to investigate ways to increase its fertility. A 39 d growth period of lettuce was studied in a greenhouse in triplicate. Treatments comprised of control soils (no addition of biochar or compost), soils treated only with compost (5%) or biochar (5%), and combinations of biochar (5%) plus compost (5%). No fertilization was added to any of the treatments. One biomass cut was obtained. Plant shoot yield and height were determined along with elemental concentration (N, P, K, Ca, Mg, Mn, Fe, Zn, Cu) and uptake of shoots. Results showed that BC300 combined with compost significantly increased P uptake of lettuce. On the other hand, BC600 plus compost, along with the two biochar-only treatments, significantly decreased Ca and Mg uptake of lettuce. N, K, Fe, Zn, Mn and Cu uptakes were not affected by the application of biochar, compost or the combined treatments. Despite the significant increase of P uptake, plant height and shoot yield were not significantly influenced by any of the treatments.

309. [Root Zone Cooling and Exogenous Spermidine Root-Pretreatment Promoting *Lactuca sativa* L. Growth and Photosynthesis in the High-temperature Season](#)

[PubMed Central](#)

Sun, Jin; Lu, Na; Xu, Hongjia; Maruo, Toru; Guo, Shirong

2016-01-01

Root zone high-temperature stress is a major factor limiting hydroponic plant growth during the high-temperature season. The effects of root zone cooling (RZC; at 25°C) and exogenous spermidine (Spd) root-pretreatment (SRP, 0.1 mM) on growth, leaf photosynthetic traits, and chlorophyll fluorescence characteristics of hydroponic *Lactuca sativa* L. grown in a high-temperature season (average temperature > 30°C) were examined. Both treatments significantly promoted plant growth and photosynthesis in the high-temperature season, but the mechanisms of photosynthesis improvement in the hydroponic grown lettuce plants were different between the RZC and SRP treatments. The former improved plant photosynthesis by increasing stoma conductance (Gs) to enhance CO₂ supply, thus promoting photosynthetic electron transport activity and phosphorylation, which improved the level of the photochemical efficiency of photosystem II (PSII), rather than

enhancing CO₂ assimilation efficiency. The latter improved plant photosynthesis by enhancing CO₂ assimilation efficiency, rather than stomatal regulation. Combination of RZC and SRP significantly improved PN of lettuce plants in a high-temperature season by both improvement of G_s to enhance CO₂ supply and enhancement of CO₂ assimilation. The enhancement of photosynthetic efficiency in both treatments was independent of altering light-harvesting or excessive energy dissipation.
PMID:27047532

310. [Root Zone Cooling and Exogenous Spermidine Root-Pretreatment Promoting *Lactuca sativa* L. Growth and Photosynthesis in the High-temperature Season.](#)

[PubMed](#)

Sun, Jin; Lu, Na; Xu, Hongjia; Maruo, Toru; Guo, Shirong

2016-01-01

Root zone high-temperature stress is a major factor limiting hydroponic plant growth during the high-temperature season. The effects of root zone cooling (RZC; at 25°C) and exogenous spermidine (Spd) root-pretreatment (SRP, 0.1 mM) on growth, leaf photosynthetic traits, and chlorophyll fluorescence characteristics of hydroponic *Lactuca sativa* L. grown in a high-temperature season (average temperature > 30°C) were examined. Both treatments significantly promoted plant growth and photosynthesis in the high-temperature season, but the mechanisms of photosynthesis improvement in the hydroponic grown lettuce plants were different between the RZC and SRP treatments. The former improved plant photosynthesis by increasing stoma conductance (G_s) to enhance CO₂ supply, thus promoting photosynthetic electron transport activity and phosphorylation, which improved the level of the photochemical efficiency of photosystem II (PSII), rather than enhancing CO₂ assimilation efficiency. The latter improved plant photosynthesis by enhancing CO₂ assimilation efficiency, rather than stomatal regulation. Combination of RZC and SRP significantly improved P N of lettuce plants in a high-temperature season by both improvement of G_s to enhance CO₂ supply and enhancement of CO₂ assimilation. The enhancement of photosynthetic efficiency in both treatments was independent of altering light-harvesting or excessive energy dissipation.

311. [Effects of *Jatropha curcas* oil in *Lactuca sativa* root tip bioassays.](#)

[PubMed](#)

Andrade-Vieira, Larissa F; Botelho, Carolina M; Laviola, Bruno G; Palmieri, Marcel J; Praça-Fontes, Milene M

2014-03-01

Jatropha curcas L. (Euphorbiaceae) is important for biofuel production and as a feed ingredient for animal. However, the presence of phorbol esters in the oil and cake renders the seeds toxic. The toxicity of *J. curcas* oil is currently assessed by testing in animals, leading to their death. The identification of toxic and nontoxic improved varieties is important for the safe use of *J. curcas* seeds and byproducts to avoid their environmental toxicity. Hence, the aim of this study was to propose a short-term bioassay using a plant as a model to screen the toxicity of *J. curcas* oil without the need to sacrifice any animals. The toxicity of *J. curcas* oil was evident in germination, root elongation and chromosomal aberration tests in *Lactuca sativa*. It was demonstrated that *J. curcas* seeds contain natural compounds that exert phyto-, cyto- and genotoxic effects on lettuce, and that phorbol esters act as aneugenic agents, leading to the formation of sticky chromosomes and c-metaphase cells. In conclusion, the tests applied have shown reproducibility, which is important to verify the extent of

detoxification and to determine toxic doses, thus reducing the numbers of animals that would be used for toxicity tests.

312. [In Vivo Tracking of Copper-64 Radiolabeled Nanoparticles in Lactuca sativa.](#)

[PubMed](#)

Davis, Ryan A; Rippner, Devin A; Hausner, Sven H; Parikh, Sanjai J; McElrone, Andrew J; Sutcliffe, Julie L

2017-11-07

Engineered nanoparticles (NPs) are increasingly used in commercial products including automotive lubricants, clothing, deodorants, sunscreens, and cosmetics and can potentially accumulate in our food supply. Given their size it is difficult to detect and visualize the presence of NPs in environmental samples, including crop plants. New analytical tools are needed to fill the void for detection and visualization of NPs in complex biological and environmental matrices. We aimed to determine whether radiolabeled NPs could be used as a noninvasive, highly sensitive analytical tool to quantitatively track and visualize NP transport and accumulation in vivo in lettuce (*Lactuca sativa*) and to investigate the effect of NP size on transport and distribution over time using a combination of autoradiography, positron emission tomography (PET)/computed tomography (CT), scanning electron microscopy (SEM), and transition electron microscopy (TEM). Azide functionalized NPs were radiolabeled via a "click" reaction with copper-64 (^{64}Cu)-1,4,7-triazacyclononane triacetic acid (NOTA) azadibenzocyclooctyne (ADIBO) conjugate (^{64}Cu]-ADIBO-NOTA) via copper-free Huisgen-1,3-dipolar cycloaddition reaction. This yielded radiolabeled ^{64}Cu]-NPs of uniform shape and size with a high radiochemical purity (>99%), specific activity of ~ 2.2 mCi/mg of NP, and high stability (i.e., no detectable dissolution) over 24 h across a pH range of 5-9. Both PET/CT and autoradiography showed that ^{64}Cu]-NPs entered the lettuce seedling roots and were rapidly transported to the cotyledons with the majority of the accumulation inside the roots. Uptake and transport of intact NPs was size-dependent, and in combination with the accumulation within the roots suggests a filtering effect of the plant cell walls at various points along the water transport pathway.

313. [Development of marker-free transgenic lettuce resistant to Mirafiori lettuce big-vein virus.](#)

[PubMed](#)

Kawazu, Yoichi; Fujiyama, Ryoi; Imanishi, Shunsuke; Fukuoka, Hiroyuki; Yamaguchi, Hirotaka; Matsumoto, Satoru

2016-10-01

Lettuce big-vein disease caused by Mirafiori lettuce big-vein virus (MLBVV) is found in major lettuce production areas worldwide, but highly resistant cultivars have not yet been developed. To produce MLBVV-resistant marker-free transgenic lettuce that would have a transgene with a promoter and terminator of lettuce origin, we constructed a two T-DNA binary vector, in which the first T-DNA contained the selectable marker gene neomycin phosphotransferase II, and the second T-DNA contained the lettuce ubiquitin gene promoter and terminator and inverted repeats of the coat protein (CP) gene of MLBVV. This vector was introduced into lettuce cultivars 'Watson' and 'Fuyuhikari' by *Agrobacterium tumefaciens*-mediated transformation. Regenerated plants (T0 generation) that were CP gene-positive by PCR analysis were self-pollinated, and 312 T1 lines were analyzed for resistance to MLBVV. Virus-negative plants were checked for the CP gene and the marker gene, and nine lines were obtained which were marker-free and resistant to MLBVV. Southern blot analysis showed that three of

the nine lines had two copies of the CP gene, whereas six lines had a single copy and were used for further analysis. Small interfering RNAs, which are indicative of RNA silencing, were detected in all six lines. MLBVV infection was inhibited in all six lines in resistance tests performed in a growth chamber and a greenhouse, resulting in a high degree of resistance to lettuce big-vein disease. Transgenic lettuce lines produced in this study could be used as resistant cultivars or parental lines for breeding.

314. [Isolation of Salmonella spp. from lettuce and evaluation of its susceptibility to novel bacteriocins of Bacillus thuringiensis and antibiotics.](#)

[PubMed](#)

Castañeda-Ramírez, Cristobal; Cortes-Rodríguez, Viridiana; de la Fuente-Salcido, Norma; Bideshi, Dennis K; del Rincón-Castro, M Cristina; Barboza-Corona, J Eleazar

2011-02-01

In this study, 13% of fresh lettuce (*Lactuca sativa*) samples collected from markets and supermarkets in two cities of Mexico were contaminated with *Salmonella* spp. From those samples, amplicons of ~ 300 base pairs (bp) were amplified, corresponding to the expected size of the invasion (*invA*) and internal transcribed spacer regions of the 16S and 23S rRNA genes of *Salmonella* spp. Additionally, *Salmonella* strains were isolated and harbored plasmids ranging from ~ 49 to 16 kbp. From these strains, 91% were resistant to ampicillin and nitrofurantoin, whereas 55% were resistant to cephalothin and chloramphenicol. No resistance was detected to amikacin, carbenicillin, cefotaxime, gentamicin, netilmicin, norfloxacin, and sulfamethoxazole-trimethoprim. When *Salmonella* isolates were tested against novel bacteriocins (morricin 269, kurstacin 287, kenycin 404, entomocin 420, and tolworthcin 524) produced by five Mexican strains of *Bacillus thuringiensis*, 50% were susceptible to these antimicrobial peptides. This is the first report showing that *Salmonella* strains isolated from lettuce are susceptible to bacteriocins produced by the most important bioinsecticide worldwide, suggesting the potential use of these antibacterial peptides as therapeutic agents or food preservatives to reduce or destroy populations of *Salmonella* spp. Copyright ©, International Association for Food Protection

315. [Genetic Variation for Lettuce Seed Thermoinhibition Is Associated with Temperature-Sensitive Expression of Abscissic Acid, Gibberellin, and Ethylene Biosynthesis, Metabolism, and Response Genes](#) [C][W][OA]

[PubMed Central](#)

Argyris, Jason; Dahal, Peetambar; Hayashi, Eiji; Still, David W.; Bradford, Kent J.

2008-01-01

Lettuce (*Lactuca sativa* "Salinas"™) seeds fail to germinate when imbibed at temperatures above 25°C to 30°C (termed thermoinhibition). However, seeds of an accession of *Lactuca serriola* (UC96US23) do not exhibit thermoinhibition up to 37°C in the light. Comparative genetics, physiology, and gene expression were analyzed in these genotypes to determine the mechanisms governing the regulation of seed germination by temperature. Germination of the two genotypes was differentially sensitive to abscissic acid (ABA) and gibberellin (GA) at elevated temperatures. Quantitative trait loci associated with these phenotypes colocalized with a major quantitative trait locus (Htg6.1) from UC96US23 conferring germination thermotolerance. ABA contents were elevated in Salinas seeds that exhibited thermoinhibition, consistent with the ability of fluridone (an ABA biosynthesis inhibitor) to improve germination at high temperatures. Expression of many genes

involved in ABA, GA, and ethylene biosynthesis, metabolism, and response was differentially affected by high temperature and light in the two genotypes. In general, ABA-related genes were more highly expressed when germination was inhibited, and GA- and ethylene-related genes were more highly expressed when germination was permitted. In particular, LsNCED4, a gene encoding an enzyme in the ABA biosynthetic pathway, was up-regulated by high temperature only in Salinas seeds and also colocated with Htg6.1. The temperature sensitivity of expression of LsNCED4 may determine the upper temperature limit for lettuce seed germination and may indirectly influence other regulatory pathways via interconnected effects of increased ABA biosynthesis. PMID:18753282

316. [Increase of a BLSS closure using mineralized human waste in plant cultivation on a neutral substrate](#)

[NASA Astrophysics Data System \(ADS\)](#)

Gros, Jean-Bernard; Ushakova, Sofya; Tikhomirov, Alexander A.; Kudenko, Yurii; Lasseur, Christophe; Shikhov, V.; Anischenko, O.

The purpose of this work was to study the full-scale potential use of human mineralized waste (feces and urine) as a source of mineral elements for plants cultivation in a Biological Life Support System. The plants which are potential candidates for a photosynthesizing link were grown on a neutral solution containing human mineralized waste. Spring wheat *Triticum aestivum* L., peas *Pisum sativum* L. *Ambrosia* cultivar and leaf lettuce *Lactuca sativa* L., Vitamin variety, were taken as the investigation objects. The plants were grown by hydroponics method on expanded clay aggregates in a vegetation chamber in constant environmental conditions. During the plants growth a definite amount of human mineralized waste was added daily in the nutrient solution. The nutrient solution was not changed during the entire vegetation period. Estimation of the plant needs in macro elements was based on a total biological productivity equal to 0.04 kg.day⁻¹ .m⁻² . As the plant requirements in potassium exceeded the potassium content in human waste, water extract of wheat straw containing the required potassium amount was added to the nutrient solution. Knop's solution was used in the control experiments. The experiment and control plants did not show significant differences in their photosynthetic apparatus state and productivity. A small decrease in total productivity of the experimental plants was observed which can result in some reduction of O₂ production in a BLSS. Most probably it is due to the reduced nitrogen use. Therefore in a real BLSS after the mineralization of human feces and urine, it will be efficient to implement a more complete oxidation of nitrogen-containing compounds system, including nitrification. In this case the plants, prospective representatives of the BLSS photosynthesizing unit, could be cultivated on the solutions mainly based on human mineralized waste.

317. [Effects of sewage sludge on Di-\(2-ethylhexyl\) phthalate uptake by plants. \[*Lactuca sativa* L. ; *Daucus carota* L. ; *Capsicum annuum* L. ; *Festuca arundinacea* Schreb](#)

[SciTech Connect](#)

Aranda, J.M.; O'Connor, G.A.; Eiceman, G.A.

Di-(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP) is a priority organic pollutant frequently found in municipal sludges. A greenhouse study was conducted to determine the effect of sludge on plant uptake of ¹⁴C-DEHP (carbonyl labeled). Plants grown included three food chain crops, lettuce (*Lactuca sativa* L.), carrot (*Daucus carota* L.) and chile pepper (*Capsicum annuum* L.) and tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.). Net ¹⁴C concentration in plants grown in soil amended with ¹⁴C-DEHP-contaminated sludge was independent of sludge rate (at the same DEHP loading) for lettuce, chile fruit, and carrot roots. Net ¹⁴C concentration, however, was inversely related to sludge rate in carrot tops, fescue, and chile plants. Intact DEHP was not detected in plants by

gas chromatography/mass spectrometry analysis. Calculated plant DEHP concentrations (based on measured net $\{^{14}\text{C}\}$ concentrations and DEHP specific activities) were generally correlated better with DEHP soil solution concentrations than with total DEHP soil concentrations. Net $\{^{14}\text{C}\}$ -DEHP bioconcentration factors were calculated from initial soil DEHP concentration and plant fresh weights. Bioconcentration factors ranged from 0.01 to 0.03 for fescue, lettuce, carrots, and chile, suggesting little DEHP uptake. Additionally, because intact DEHP was not detected in any plants, DEHP uptake by plants was of minor importance and would not limit sludge additions to soils used to grow these crops. $\hat{\ll}$ less

318. [Zinc Excess Triggered Polyamines Accumulation in Lettuce Root Metabolome, As Compared to Osmotic Stress under High Salinity](#)

[PubMed Central](#)

Rouphael, Youssef; Colla, Giuseppe; Bernardo, Letizia; Kane, David; Trevisan, Marco; Lucini, Luigi
2016-01-01

Abiotic stresses such as salinity and metal contaminations are the major environmental stresses that adversely affect crop productivity worldwide. Crop responses and tolerance to abiotic stress are complex processes for which "omic" approaches such as metabolomics is giving us a newest view of biological systems. The aim of the current research was to assess metabolic changes in lettuce (*Lactuca sativa* L.), by specifically probing the root metabolome of plants exposed to elevated isomolar concentrations of NaCl and ZnSO₄. Most of the metabolites that were differentially accumulated in roots were identified for stress conditions, however the response was more intense in plants exposed to NaCl. Compounds identified in either NaCl or ZnSO₄ conditions were: carbohydrates, phenolics, hormones, glucosinolates, and lipids. Our findings suggest that osmotic stress and the consequent redox imbalance play a major role in determining lettuce root metabolic response. In addition, it was identified that polyamines and polyamine conjugates were triggered as a specific response to ZnSO₄. These findings help improve understanding of how plants cope with abiotic stresses. This information can be used to assist decision-making in breeding programs for improving crop tolerance to salinity and heavy metal contaminations. PMID:27375675

319. [Pseudomonas cichorii as the causal agent of midrib rot, an emerging disease of greenhouse-grown butterhead lettuce in Flanders.](#)

[PubMed](#)

Cottyn, Bart; Heylen, Kim; Heyrman, Jeroen; Vanhouteghem, Katrien; Pauwelyn, Ellen; Bleyaert, Peter; Van Vaerenbergh, Johan; HÃ¶fte, Monica; De Vos, Paul; Maes, Martine

2009-05-01

Bacterial midrib rot of greenhouse-grown butterhead lettuce (*Lactuca sativa* L. var. capitata) is an emerging disease in Flanders (Belgium) and fluorescent pseudomonads are suspected to play an important role in the disease. Isolations from infected lettuces, collected from 14 commercial greenhouses in Flanders, yielded 149 isolates that were characterized polyphasically, which included morphological characteristics, pigmentation, pathogenicity tests by both injection and spraying of lettuce, LOPAT characteristics, FAME analysis, BOX-PCR fingerprinting, 16S rRNA and rpoB gene sequencing, as well as DNA-DNA hybridization. Ninety-eight isolates (66%) exhibited a fluorescent pigmentation and were associated with the genus *Pseudomonas*. Fifty-five of them induced an HR+ (hypersensitive reaction in tobacco leaves) response. The other 43 fluorescent isolates were most

probably saprophytic bacteria and about half of them were able to cause rot on potato tuber slices. BOX-PCR genomic fingerprinting was used to assess the genetic diversity of the *Pseudomonas* midrib rot isolates. The delineated BOX-PCR patterns matched quite well with *Pseudomonas* morphotypes defined on the basis of colony appearance and variation in fluorescent pigmentation. 16S rRNA and *rpoB* gene sequence analyses allowed most of the fluorescent isolates to be allocated to *Pseudomonas*, and they belonged to either the *Pseudomonas fluorescens* group, *Pseudomonas putida* group, or the *Pseudomonas cichorii/syringae* group. In particular, the isolates allocated to this latter group constituted the vast majority of HR⁺ isolates and were identified as *P. cichorii* by DNA-DNA hybridization. They were demonstrated by spray-inoculation tests on greenhouse-grown lettuce to induce the midrib rot disease and could be re-isolated from lesions of inoculated plants. Four HR⁺ non-fluorescent isolates associated with one sample that showed an atypical midrib rot were identified as *Dickeya* sp.

320. [Plasma membrane H\(+\)-ATPase is involved in methyl jasmonate-induced root hair formation in lettuce \(*Lactuca sativa* L.\) seedlings.](#)

[PubMed](#)

Zhu, Changhua; Yang, Na; Ma, Xiaoling; Li, Guijun; Qian, Meng; Ng, Denny; Xia, Kai; Gan, Lijun

2015-06-01

Our results show that methyl jasmonate induces plasma membrane H (+) -ATPase activity and subsequently influences the apoplastic pH of trichoblasts to maintain a cell wall pH environment appropriate for root hair development. Root hairs, which arise from root epidermal cells, are tubular structures that increase the efficiency of water absorption and nutrient uptake. Plant hormones are critical regulators of root hair development. In this study, we investigated the regulatory role of the plasma membrane (PM) H(+)-ATPase in methyl jasmonate (MeJA)-induced root hair formation. We found that MeJA had a pronounced effect on the promotion of root hair formation in lettuce seedlings, but that this effect was blocked by the PM H(+)-ATPase inhibitor vanadate. Furthermore, MeJA treatment increased PM H(+)-ATPase activity in parallel with H(+) efflux from the root tips of lettuce seedlings and rhizosphere acidification. Our results also showed that MeJA-induced root hair formation was accompanied by hydrogen peroxide accumulation. The apoplastic acidification acted in concert with reactive oxygen species to modulate root hair formation. Our results suggest that the effect of MeJA on root hair formation is mediated by modulation of PM H(+)-ATPase activity.

- [«](#)
- [14](#)
- [15](#)
- 16
- [17](#)
- [18](#)
- [»](#)

- [«](#)
- [15](#)
- [16](#)
- 17
- [18](#)
- [19](#)
- [»](#)

321. [Mutations in Lettuce Improvement](#)[PubMed Central](#)

Mou, Beiquan

2011-01-01

Lettuce is a major vegetable in western countries. Mutations generated genetic variations and played an important role in the domestication of the crop. Many traits derived from natural and induced mutations, such as dwarfing, early flowering, male sterility, and chlorophyll deficiency, are useful in physiological and genetic studies. Mutants were also used to develop new lettuce products including miniature and herbicide-tolerant cultivars. Mutant analysis was critical in lettuce genomic studies including identification and cloning of disease-resistance genes. Mutagenesis combined with genomic technology may provide powerful tools for the discovery of novel gene alleles. In addition to radiation and chemical mutagens, unconventional approaches such as tissue or protoplast culture, transposable elements, and space flights have been utilized to generate mutants in lettuce. Since mutation breeding is considered nontransgenic, it is more acceptable to consumers and will be explored more in the future for lettuce improvement. PMID:22287955

322. [Deficit irrigation reduces postharvest rib pinking in wholehead Iceberg lettuce, but at the expense of head fresh weight.](#)[PubMed](#)

Monaghan, James M; Vickers, Laura H; Grove, Ivan G; Beacham, Andrew M

2017-03-01

Postharvest pinking is a serious issue affecting lettuce quality. Previous studies suggested the possibility of using deficit irrigation to control discolouration; however, this approach may also affect yield. This study investigated the effect of varying irrigation deficits on iceberg lettuce (*Lactuca sativa* L.) to determine the relationship between irrigation deficit, pinking and fresh weight. The deficit imposed and head fresh weight obtained depended on both the duration and timing of withholding irrigation. Withholding irrigation for a period of 2 or 3 weeks in the middle or end of the growth period significantly reduced rib pinking compared to well-watered controls. Withholding irrigation for 2 weeks at the start of the growth period or 1 week at the end did not significantly reduce pinking. Withholding irrigation also reduced head fresh weight such that minimising pinking would be predicted to incur a loss of 40% relative to well-watered controls. However, smaller benefits to pinking reduction were achieved with less effect on head fresh weight. Deficit irrigation could be used to provide smaller but higher quality heads which are less likely to be rejected. The balance of these factors will determine the degree of adoption of this approach to growers. Â© 2016 Society of Chemical Industry. Â© 2016 Society of Chemical Industry.

323. [Impact of solar radiation exposure on phyllosphere bacterial community of red-pigmented baby leaf lettuce.](#)[PubMed](#)

Truchado, Pilar; Gil, M Isabel; Reboleiro, Patricia; Rodelas, BelÃ©n; Allende, Ana

2017-09-01

Solar radiation has been identified as a stress factor affecting phyllosphere associated bacteria colonization and survival during primary production. In the present study, the impact of different solar radiation doses on the phyllosphere microbiota of red-pigmented baby leaf lettuce cultivated in open field under commercial conditions was evaluated. Four weeks before harvest, the growing field was divided into four plots; each one was consecutively covered with one-week-interval with a light-excluding plastic to reduce the sunlight exposure. Four different solar radiation treatments were generated and cumulative photosynthetically active radiation (PAR) was used to differentiate treatments as follows: $4889 \pm 428 \text{ } \mu\text{mol/m}^2/\text{s}$ (uncovered), $4265 \pm 356 \text{ } \mu\text{mol/m}^2/\text{s}$ (covered for 1 week), $3602 \pm 225 \text{ } \mu\text{mol/m}^2/\text{s}$ (covered for 2 weeks) and $3115 \pm 313 \text{ } \mu\text{mol/m}^2/\text{s}$ (covered for 3 weeks). The size and composition of the phyllosphere bacterial community were determined by cultivation-dependent (plate count) and independent (qPCR) techniques. Exposure to decreased levels of cumulative PAR did not produce significant differences in total bacterial community size, regardless of the chosen quantification techniques. However, total bacteria size quantified by qPCR was around 3.5 orders of magnitude higher than those obtained by plate count. The observed differences between cultivation-dependent and independent techniques could be attributed to the presence of non-viable or viable but non-culturable (VBNC) bacteria. The bacterial community structure was analyzed using temperature gradient gel electrophoresis (TGGE), and significant differences were detected when the four solar treatment were compared. A qPCR approach was applied to the quantification of specific bacterial phyla and classes, previously identified in the phyllosphere of plants available literature, confirming that Proteobacteria, Bacteroidetes, Actinobacterias and Firmicutes were the most abundantly

324. [Effects of glucose and ethylene on root hair initiation and elongation in lettuce \(*Lactuca sativa* L.\) seedlings.](#)

[PubMed](#)

Harigaya, Wakana; Takahashi, Hidenori

2018-05-01

Root hair formation occurs in lettuce seedlings after transfer to an acidic medium (pH 4.0). This process requires cortical microtubule (CMT) randomization in root epidermal cells and the plant hormone ethylene. We investigated the interaction between ethylene and glucose, a new signaling molecule in plants, in lettuce root development, with an emphasis on root hair formation. Dark-grown seedlings were used to exclude the effect of photosynthetically produced glucose. In the dark, neither root hair formation nor the CMT randomization preceding it occurred, even after transfer to the acidic medium (pH 4.0). Adding 1-aminocyclopropane-1-carboxylic-acid (ACC) to the medium rescued the induction, while adding glucose did not. Although CMT randomization occurred when glucose was applied together with ACC, it was somewhat suppressed compared to that in ACC-treated seedlings. This was not due to a decrease in the speed of randomization, but due to lowering of the maximum degree of randomization. Despite the negative effect of glucose on ACC-induced CMT randomization, the density and length of ACC-induced root hairs increased when glucose was also added. The hair-cell length of the ACC-treated seedlings was comparable to that in the combined-treatment seedlings, indicating that the increase in hair density caused by glucose results from an increase in the root hair number. Furthermore, quantitative RT-PCR revealed that glucose suppressed ethylene signaling. These results suggest that glucose has a negative and positive effect on the earlier and later stages of root hair formation, respectively, and that the promotion of the initiation and elongation of root hairs by glucose may be mediated in an ethylene-independent manner.

325. [Influence of Interval Between Postharvest Lettuce Residue Management and Subsequent Seeding of Broccoli on Cabbage Maggot \(*Diptera: Anthomyiidae*\) Infestation on Broccoli.](#)

[PubMed](#)

Joseph, Shimat V; Godfrey, Larry D; Bettiga, Christopher

2017-10-01

Larval stages of cabbage maggot, *Delia radicum* (L.) (Diptera: Anthomyiidae), attack the roots of Brassica crops and cause severe economic damage. In the Salinas Valley of California, Brassica crops are often planted after successive lettuce (*Lactuca sativa* L.) crops. The interval between postharvest soil incorporation of lettuce residue and the subsequent Brassica crop can be as short as 7 d, which could influence *D. radicum* infestation on broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica* Plenck). In 2014 and 2015, the effect of intervals between crops (IBC) on *D. radicum* infestation was evaluated. The treatments were 7, 20, 33, and 48 d IBC, and NL (no lettuce), 7, 21, 36, and 49 d IBC in 2014 and 2015, respectively. Insect counts and feeding damage on broccoli was assessed during 3-6 wk after planting. Adult *Delia* fly captures were significantly greater at 7 d than 36-49 d IBC in both years. In both years, *D. radicum* eggs collected were significantly greater at 7 d than at 33 d or 36 d IBC plots. Larvae collected were significantly greater at 7 d IBC than all other treatments in 2014, but not in 2015. Similarly, severity of feeding injury was significantly greater in 7 d than 33 d or 48 d IBC in 2014, but not in 2015. In 2015, broccoli with no prior lettuce had significantly lower *Delia* flies and *D. radicum* egg densities than 7 d or 21 d IBC. The implication of these results as a cultural control tactic for *D. radicum* infestation is discussed. © The Author 2017. Published by Oxford University Press on behalf of Entomological Society of America. All rights reserved. For Permissions, please email: journals.permissions@oup.com.

326. [Genome assembly with in vitro proximity ligation data and whole-genome triplication in lettuce](#)[PubMed Central](#)

Reyes-Chin-Wo, Sebastian; Wang, Zhiwen; Yang, Xinhua; Kozik, Alexander; Arikat, Siwaret; Song, Chi; Xia, Liangfeng; Froenicke, Lutz; Lavelle, Dean O.; Truco, MarÃa-JosÃ©; Xia, Rui; Zhu, Shilin; Xu, Chunyan; Xu, Huaqin; Xu, Xun; Cox, Kyle; Korf, Ian; Meyers, Blake C.; Micheltore, Richard W.

2017-01-01

Lettuce (*Lactuca sativa*) is a major crop and a member of the large, highly successful Compositae family of flowering plants. Here we present a reference assembly for the species and family. This was generated using whole-genome shotgun Illumina reads plus in vitro proximity ligation data to create large superscaffolds; it was validated genetically and superscaffolds were oriented in genetic bins ordered along nine chromosomal pseudomolecules. We identify several genomic features that may have contributed to the success of the family, including genes encoding Cycloidea-like transcription factors, kinases, enzymes involved in rubber biosynthesis and disease resistance proteins that are expanded in the genome. We characterize 21 novel microRNAs, one of which may trigger phasiRNAs from numerous kinase transcripts. We provide evidence for a whole-genome triplication event specific but basal to the Compositae. We detect 26% of the genome in triplicated regions containing 30% of all genes that are enriched for regulatory sequences and depleted for genes involved in defence. PMID:28401891

327. [Accumulation of contaminants of emerging concern in food crops-part 1: Edible strawberries and lettuce grown in reclaimed water.](#)[PubMed](#)

Hyland, Katherine C; Blaine, Andrea C; Dickenson, Eric R V; Higgins, Christopher P

2015-10-01

Contaminants of emerging concern present in domestic waste streams include a highly diverse group of potentially biologically active compounds that can be detected at trace levels in wastewater. Concerns about potential uptake into crops arise when reclaimed water is used in food crop production. The present study investigated how 9 contaminants of emerging concern in reclaimed water are taken up into edible portions of two food crops. Two flame retardant chemicals, tris(1-chloro-2-propyl) phosphate (TCPP) and tris(2-chloroethyl) phosphate (TCEP) and several polar pharmaceuticals (carbamazepine, diphenhydramine, sulfamethoxazole, and trimethoprim) accumulated in a linear, concentration-dependent manner in lettuce (*Lactuca sativa*) irrigated with reclaimed water, suggesting passive uptake of both neutral and ionizable chemical contaminants in lettuce. Furthermore, concentration-dependent accumulation of TCEP and TCPP from reclaimed water was also observed in strawberry fruits (*Fragaria ananassa*). Collectively, these data suggest that highly polar or charged contaminants can be taken up by crops from water bearing contaminants of emerging concern and can be accumulated in the edible portions. Using these data, however, estimates of human exposure to these contaminants from reclaimed water food crop accumulation suggest that exposure to the contaminants of emerging concern examined in the present study is likely substantially lower than current exposure guidelines. Â© 2015 SETAC.

328. [Sea lettuces: culinary uses and nutritional value.](#)[PubMed](#)

Kim, Se-Kwon; Pangestuti, Ratih; Rahmadi, Puji

2011-01-01

In many countries, sea lettuces are commonly consumed as food by human since the beginning of times. Sea lettuces contain significant amount of nutrients which are essential for human body. Moreover, several studies have provided insight into biological activities and health promoting effects of sea lettuces. Despite having so much health beneficial effects, sea lettuces are still identified as an underexploited plant resources for food purposes. Hence, sea lettuces have a great potential for further development as products in foods and pharmaceutical areas. Further, potential applications of polysaccharides, protein and amino acid, lipid and fatty acid, mineral and vitamin contents may increase the sea lettuces value. This contributions presents information on the currently culinary use of sea lettuces worldwide and nutritional aspects of sea lettuces. Copyright Â© 2011 Elsevier Inc. All rights reserved.

329. [Ecotoxicological impact of two soil remediation treatments in *Lactuca sativa* seeds.](#)[PubMed](#)

Rede, Diana; Santos, LÃ°cia H M L M; Ramos, Sandra; Oliva-Teles, Filipe; AntÃ£o, Cristina; Sousa, Susana R; Delerue-Matos, Cristina

2016-09-01

Pharmaceuticals have been identified as environmental emerging pollutants and are present in different compartments, including soils. Chemical remediation showed to be a good and suitable approach for soil remediation, though the knowledge in their impact for terrestrial organisms is still limited. Therefore, in this work, two different chemical remediation treatments (Fenton oxidation and nanoremediation) were applied to a soil contaminated with an environmental representative concentration of ibuprofen (3Â ngÂ g(-1)). The phytotoxic impact of a traditional soil remediation

treatment (Fenton oxidation) and of a new and more sustainable approach for soil remediation (nanoremediation using green nano-scale zero-valent iron nanoparticles (nZVIs)) was evaluated in *Lactuca sativa* seeds. Percentage of seed germination, root elongation, shoot length and leaf length were considered as endpoints to assess the possible acute phytotoxicity of the soil remediation treatments as well as of the ibuprofen contaminated soil. Both chemical remediation treatments showed to have a negative impact in the germination and development of lettuce seeds, exhibiting a reduction up to 45% in the percentage of seed germination and a decrease around 80% in root elongation comparatively to the contaminated soil. These results indicate that chemical soil remediation treatments could be more prejudicial for terrestrial organisms than contaminated soils. Copyright © 2016 Elsevier Ltd. All rights reserved.

330. [Antioxidant activity and bioactive compounds of lettuce improved by espresso coffee residues.](#)

[PubMed](#)

Cruz, Rebeca; Gomes, Teresa; Ferreira, Anabela; Mendes, Eulália; Baptista, Paula; Cunha, Sara; Pereira, José Alberto; Ramalhosa, Elsa; Casal, Susana

2014-02-15

The antioxidant activity and individual bioactive compounds of lettuce, cultivated with 2.5-30% (v/v) of fresh or composted espresso spent coffee grounds, were assessed. A progressive enhancement of lettuce's antioxidant capacity, evaluated by radical scavenging effect and reducing power, was exhibited with the increment of fresh spent coffee amounts, while this pattern was not so clear with composted treatments. Total reducing capacity also improved, particularly for low spent coffee concentrations. Additionally, very significant positive correlations were observed for all carotenoids in plants from fresh spent coffee treatments, particularly for violaxanthin, evaluated by HPLC. Furthermore, chlorophyll a was a good discriminating factor between control group and all spent coffee treated samples, while vitamin E was not significantly affected. Espresso spent coffee grounds are a recognised and valuable source of bioactive compounds, proving herein, for the first time, to potentiate the antioxidant pool and quality of the vegetables produced. Copyright © 2013 Elsevier Ltd. All rights reserved.

331. [Increased exposure to UV-B radiation during early development leads to enhanced photoprotection and improved long-term performance in *Lactuca sativa*.](#)

[PubMed](#)

Wargent, Jason J; Elfadly, Eslam M; Moore, Jason P; Paul, Nigel D

2011-08-01

Plant responses to solar UV radiation are numerous and have often been considered from a perspective of negative outcomes for plant productivity. In this study, we used two experimental approaches consisting of: (1) field-based spectrally modifying filters in addition to (2) controlled indoor exposure to UV-B, to examine the effects of UV radiation on growth and photosynthetic performance of lettuce (*Lactuca sativa* L.) seedlings. Various aspects of growth were affected in plants grown under a UV-inclusive environment compared to a UV-depleted environment, including reductions in leaf expansion, increases in leaf thickness and the rate of net photosynthesis. After transplantation to a uniform field environment, lettuce plants initially propagated under the UV-inclusive environment exhibited higher harvestable yields than those from a UV-depleted environment. In controlled conditions, photosynthetic rates were higher in plants grown in the presence of UV-B radiation, and relative growth of plants pre-

acclimatized to UV-B was also increased, in addition to higher maximum photochemical efficiency of photosystem II (PSII) ($F(v)/F(m)$) following subsequent exposure to high photosynthetically active radiation (PAR) and temperature stress. Our findings are discussed within the context of sustainability in agriculture and the paradigm shift in photobiology which such beneficial responses to UV radiation could represent. © 2011 Blackwell Publishing Ltd.

332. [Predawn and high intensity application of supplemental blue light decreases the quantum yield of PSII and enhances the amount of phenolic acids, flavonoids, and pigments in Lactuca sativa](#)

[PubMed Central](#)

Ouzounis, Theoharis; Razi Parjikolaei, Behnaz; Frett[©], Xavier; Rosenqvist, Eva; Ottosen, Carl-Otto

2015-01-01

To evaluate the effect of blue light intensity and timing, two cultivars of lettuce [*Lactuca sativa* cv. 'Batavia' (green) and cv. 'Lollo Rossa' (red)] were grown in a greenhouse compartment in late winter under natural light and supplemental high pressure sodium (SON-T) lamps yielding $90 (\pm 10) \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ for up to 20 h, but never between 17:00 and 21:00. The temperature in the greenhouse compartments was 22/11°C day/night, respectively. The five light-emitting diode (LED) light treatments were Control (no blue addition), 1B 06-08 (Blue light at $45 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ from 06:00 to 08:00), 1B 21-08 (Blue light at $45 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ from 21:00 to 08:00), 2B 17-19 (Blue at $80 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ from 17:00 to 19:00), and 1B 17-19 (Blue at $45 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ from 17:00 to 19:00). Total fresh and dry weight was not affected with additional blue light; however, plants treated with additional blue light were more compact. The stomatal conductance in the green lettuce cultivar was higher for all treatments with blue light compared to the Control. Photosynthetic yields measured with chlorophyll fluorescence showed different response between the cultivars; in red lettuce, the quantum yield of PSII decreased and the yield of non-photochemical quenching increased with increasing blue light, whereas in green lettuce no difference was observed. Quantification of secondary metabolites showed that all four treatments with additional blue light had higher amount of pigments, phenolic acids, and flavonoids compared to the Control. The effect was more prominent in red lettuce, highlighting that the results vary among treatments and compounds. Our results indicate that not only high light level triggers photoprotective heat dissipation in the plant, but also the specific spectral composition of the light itself at low intensities. However, these plant responses to light are cultivar dependent. PMID:25767473

333. [Foliar lead uptake by lettuce exposed to atmospheric fallouts.](#)

[PubMed](#)

Uzu, Gaëlle; Sobanska, Sophie; Sarret, Geraldine; Muñoz, Manuel; Dumat, Camille

2010-02-01

Metal uptake by plants occurs by soil-root transfer but also by direct transfer of contaminants from the atmosphere to the shoots. This second pathway may be particularly important in kitchen gardens near industrial plants. The mechanisms of foliar uptake of lead by lettuce (*Lactuca sativa*) exposed to the atmospheric fallouts of a lead-recycling plant were studied. After 43 days of exposure, the thoroughly washed leaves contained $335 \pm 50 \text{ mg Pb kg}^{-1}$ (dry weight). Micro-X-ray fluorescence mappings evidenced Pb-rich spots of a few hundreds of micrometers in diameter located in necrotic zones. These spots were more abundant at the base of the central nervure. Environmental scanning electron microscopy coupled with energy dispersive X-ray microanalysis showed that smaller particles (a few

micrometers in diameter) were also present in other regions of the leaves, often located beneath the leaf surface. In addition, submicrometric particles were observed inside stomatal openings. Raman microspectrometry analyses of the leaves identified smelter-originated Pb minerals but also secondary phases likely resulting from the weathering of original particles. On the basis of these observations, several pathways for foliar lead uptake are discussed. A better understanding of these mechanisms may be of interest for risk assessment of population exposure to atmospheric metal contamination.

334. [Preillumination of lettuce seedlings with red light enhances the resistance of photosynthetic apparatus to UV-A.](#)

[PubMed](#)

Kreslavski, Vladimir D; Lyubimov, Valery Yu; Shirshikova, Galina N; Shmarev, Alexander N; Kosobryukhov, Anatoly A; Schmitt, Franz-Josef; Friedrich, Thomas; Allakhverdiev, Suleyman I

2013-05-05

Seedlings of 10-day-old lettuce (*Lactuca sativa* L., cultivar Berlin) were preilluminated by low intensity red light ($\lambda_{\text{max}}=660$ nm, 10 min, 5×10^{-4} mol quanta m^{-2} s^{-1}) and far-red light ($\lambda_{\text{max}}=730$ nm, 10 min, 5×10^{-4} mol quanta m^{-2} s^{-1}) to study the effect of pre-treatment on photosynthesis, photochemical activity of photosystem II (PSII), the contents of photosynthetic and UV-A-absorbing pigments (UAPs) and H_2O_2 , as well as total and ascorbate peroxidase activities in cotyledonary leaves of seedlings exposed to UV-A. UV radiation reduced the photosynthetic rate (P_n), the activity of PSII, and the contents of Chl a and b, carotenoids and UAPs in the leaves, but increased the content of H_2O_2 and the total peroxidase activity. Preillumination with red light removed these effects of UV. In turn, the illumination with red light, then far-red light removed the effect of the red light. Illumination with red light alone increased the content of UAPs, as well as peroxidase activity. It is suggested that higher resistance of the lettuce photosynthetic apparatus to UV-A radiation is associated with involvement of the active form of phytochrome B, thereby increasing peroxidase activities as well as UAPs and saving preservation of photosynthetic pigment contents due to pre-illumination with red light. Copyright © 2013 Elsevier B.V. All rights reserved.

335. [Lettuce and spinach breeding](#)

[USDA-ARS's Scientific Manuscript database](#)

Lettuce and spinach production is beset by numerous biotic and abiotic challenges. This report to the California Leafy Greens Research Program annual meeting provides an update by the "Genetic Enhancement of Lettuce, Spinach, Melon, and Related Species"™ project at Salinas on the genetics and breeding...

336. [Prevention of microbial hazard on fresh-cut lettuce through adoption of food safety and hygienic practices by lettuce farmers.](#)

[PubMed](#)

Oyinlola, Lateefah A; Obadina, Adewale O; Omemu, Adebukunola M; Oyewole, Olusola B

2017-01-01

Lettuce is consumed raw in salads and is susceptible to microbial contamination through environment, agricultural practices, and its morphology, thus, a potential vehicle for food-borne illness. This study investigated the effect of adoption of food safety and hygienic practices by lettuce farmers on the

microbial safety of field sourced lettuce in Lagos State, Nigeria. Ten structured questionnaires were administered randomly to 10 lettuce farmers to assess food safety and hygienic practices (FSH). Two farmers who practice FSH and two farmers who do not practice NFSH were finally used for this study. Samples of ready-to-harvest lettuce, manure applied, and irrigation water were obtained for a period of five months (August - December 2013) and analyzed for total plate count (TPC), total coliform count (TCC), *Escherichia coli*, *Listeria spp.*, *Salmonella spp.*, and *Shigella spp.* counts. Result of microbial analyses of lettuce samples was compared with international microbiological specification for ready-to-eat foods. Results showed that the range of TPC on lettuce was 6.00 to 8.11 LogCFU/g from FSH farms and TPC of lettuce samples from NFSH farms ranged from 6.66 to 13.64 LogCFU/g. 1.49 to 4.85 LogCFU/g were TCC ranges from lettuce samples obtained from FSH farms while NFSH farms had TCC ranging between 3.95 and 10.86 LogCFU/g, respectively. The range of isolated pathogen count on lettuce from FSH and NFSH farms exceeded the international safety standard; there was a significant difference in the microbial count of lettuce from FSH farms and NFSH farms. This study concludes that the lettuce samples obtained did not pass the international microbial safety standards. FSH compliance is a major determinant of the microbial safety of lettuce. Hence, the institution of FSH on farm to improve microbial safety of lettuce produced for public consumption is emphasized.

337. [Chemical composition of essential oils and in vitro antioxidant activity of fresh and dry leaves crude extracts of medicinal plant of *Lactuca Sativa L.* native to Sultanate of Oman.](#)

[PubMed](#)

Al Nomaani, Rahma Said Salim; Hossain, Mohammad Amzad; Weli, Afaf Mohammed; Al-Riyami, Qasim; Al-Sabahi, Jamal Nasser

2013-05-01

To isolate and analyse the chemical composition in the essential oils and free radical scavenging activity of different crude extracts from the fresh and dry leaves of vegetable plants of *Lactuca sativa L.* (*L. sativa*). The essential oils and volatile chemical constituents were isolated from the fresh and dry leaves of *L. sativa* (lettuce) grown in Sultanate of Oman by hydro distillation method. The antioxidant activity of the crude extracts was carried out by well established free radical scavenging activity (DPPH) method. About 20 chemical compounds of different concentration representing 83.07% and 79.88% respectively were isolated and identified by gas chromatography-mass spectroscopy in the essential oils isolated from the fresh and dry leaves as α -pinene (5.11% and 4.05%), β -cymene (2.07% and 1.92%), thymol (11.55% and 10.73%), durenol (52.00% and 49.79%), α -terpinene (1.66% and 1.34%), thymol acetate (0.99% and 0.67%), caryophyllene (2.11% and 1.98%), spathulenol (3.09% and 2.98%), camphene (4.11% and 3.65%), limonene (1.28% and 1.11%) representing these major chemical compounds. However, some other minor chemical constituents were also isolated and identified from the essential oil of lettuce including β -pinene, α -terpinolene, linalool, 4-terpineol, α -terpineol, o-methylthymol, L-alloaromadendrene and viridiflorene. The chemical constituents in the essential oils from the locally grown lettuce were identified in the following classes or groups of chemical compounds such as monoterpenes, sesquiterpenes volatile organic compounds and their oxygenated hydrocarbons. Therefore, the essential oils and the crude extracts from Omani vegetable species of lettuce are active candidates which would be used as antioxidant, antifungal or antimicrobial agents in new drugs preparation for therapy of infectious diseases.

338. [Chemical composition of essential oils and in vitro antioxidant activity of fresh and dry leaves crude extracts of medicinal plant of *Lactuca Sativa L.* native to Sultanate of Oman](#)

[PubMed Central](#)

Al Nomaani, Rahma Said Salim; Hossain, Mohammad Amzad; Weli, Afaf Mohammed; Al-Riyami, Qasim; Al-Sabahi, Jamal Nasser

2013-01-01

Objective To isolate and analyse the chemical composition in the essential oils and free radical scavenging activity of different crude extracts from the fresh and dry leaves of vegetable plants of *Lactuca sativa* L. (*L. sativa*). **Methods** The essential oils and volatile chemical constituents were isolated from the fresh and dry leaves of *L. sativa* (lettuce) grown in Sultanate of Oman by hydro distillation method. The antioxidant activity of the crude extracts was carried out by well established free radical scavenging activity (DPPH) method. **Results** About 20 chemical compounds of different concentration representing 83.07% and 79.88% respectively were isolated and identified by gas chromatography-mass spectroscopy in the essential oils isolated from the fresh and dry leaves as α -pinene (5.11% and 4.05%), β -cymene (2.07% and 1.92%), thymol (11.55% and 10.73%), durenol (52.00% and 49.79%), α -terpinene (1.66% and 1.34%), thymol acetate (0.99% and 0.67%), caryophyllene (2.11% and 1.98%), spathulenol (3.09% and 2.98%), camphene (4.11% and 3.65%), limonene (1.28% and 1.11%) representing these major chemical compounds. However, some other minor chemical constituents were also isolated and identified from the essential oil of lettuce including β -pinene, α -terpinolene, linalool, 4-terpineol, α -terpineol, o-methylthymol, L-alloaromadendrene and viridiflorene. **Conclusions** The chemical constituents in the essential oils from the locally grown lettuce were identified in the following classes or groups of chemical compounds such as monoterpenes, sesquiterpenes volatile organic compounds and their oxygenated hydrocarbons. Therefore, the essential oils and the crude extracts from Omani vegetable species of lettuce are active candidates which would be used as antioxidant, antifungal or antimicrobial agents in new drugs preparation for therapy of infectious diseases. PMID:23646297

339. [Incorporation of temperature and solar radiation thresholds to modify a lettuce downy mildew warning system.](#)

[PubMed](#)

Wu, B M; van Bruggen, A H C; Subbarao, K V; Scherm, H

2002-06-01

ABSTRACT The effect of temperature on infection of lettuce by *Bremia lactucae* was investigated in controlled environment studies and in the field. In controlled conditions, lettuce seedlings inoculated with *B. lactucae* were incubated at 15, 20, 25, or 30 degrees C during a 4-h wet period immediately after inoculation or at the same temperatures during an 8-h dry period after the 4-h postinoculation wet period at 15 degrees C. High temperatures during wet and dry periods reduced subsequent disease incidence. Historical data from field studies in 1991 and 1992, in which days with or without infection had been identified, were analyzed by comparing average air temperatures during 0600 to 1000 and 1000 to 1400 Pacific standard time (PST) between the two groups of days. Days without infection had significantly higher temperatures (mean 21.4 degrees C) than days with infection (20.3 degrees C) during 1000 to 1400 PST ($P < 0.01$) but not during 0600 to 1000 PST. Therefore, temperature thresholds of 20 and 22 degrees C for the 3-h wet period after sunrise and the subsequent 4-h postpenetration period, respectively, were added to a previously developed disease warning system that predicts infection when morning leaf wetness lasts ≥ 4 h from 0600 PST. No infection was assumed to occur if average temperature during these periods exceeded the thresholds. Based on nonlinear regression and receiver operating characteristic curve analysis, the leaf wetness threshold of the previous warning system was also modified to ≥ 3 -h leaf wetness (≥ 0900 PST). Furthermore, by comparing solar radiation on days with infection and without infection, we determined that high solar

radiation during 0500 to 0600 PST in conjunction with leaf wetness ending between 0900 and 1000 PST was associated with downy mildew infection. Therefore, instead of starting at 0600 PST, the calculation of the 3-h morning leaf wetness period was modified to start after sunrise, defined as the hour when measured

340. [Comparison of five agro-industrial waste-based composts as growing media for lettuce: Effect on yield, phenolic compounds and vitamin C.](#)

[PubMed](#)

Santos, Francielly T; Goufo, Piebiep; Santos, CÃtia; Botelho, Donzilia; Fonseca, JoÃo; QueirÃs, Aurea; Costa, MÃnica S S M; Trindade, Henrique

2016-10-15

Overall phenolic content in plants is on average higher in organic farming, including when renewable resources such as composts are used as soil amendments. In most cases, however, the composting process needs to be optimized to reach the desired outcome. Using composts obtained from chestnut, red and white grapes, olive and broccoli wastes, the relative antioxidative abilities of lettuces cultivated in greenhouse were examined. Results clearly coupled high phenolic levels with high yield in lettuce grown on the chestnut-based compost. A huge accumulation of phenolics was observed with the white grape-based compost, but this coincided with low yield. Three compounds were identified as discriminating factors between treated samples, namely quercetin 3-O-glucoside, luteolin 7-O-glucoside, and cyanidin 3-O-(6- ϵ^3 -malonyl)- β -d-glucoside; these are also some of the compounds receiving health claims on lettuce consumption. On a negative note, all composts led to decreased vitamin C levels. Collectively, the data suggest that compost amendments can help add value to lettuce by increasing its antioxidant activity as compared to other organic resources. Copyright Â© 2016 Elsevier Ltd. All rights reserved.

- [«](#)
- [15](#)
- [16](#)
- 17
- [18](#)
- [19](#)
- [»](#)

- [«](#)
- [16](#)
- [17](#)
- 18
- [19](#)
- [20](#)
- [»](#)

341. [Multibiological life support system experiments with humans partially involved](#)

[NASA Astrophysics Data System \(ADS\)](#)

Liu, Hong; Tong, Ling; Li, Ming; Hu, Dawei; Fu, Yuming; He, Wenting; Hu, Enzhu

To establish bioregenerative life support system in lunar or mars bases in the future, manned

stimulation experiments including several kinds of creatures are needed to be conducted first. Gas exchange relation, element transfer and transformation principles, etc. between human beings and the multibiological system composed of plants, animals, *Chlorella vulgaris* and so on must be investigated in order to place different organisms with appropriate numbers and proportions. This research cultivated lettuce (*Lactuca sativa* L.) and silkworm (*Bombyx Mori* L.) in the Closed Integrative Cultivating System (CICS) of the Integrative Experimental System (IES) with *Chlorella vulgaris* cultivated in the Plate Photo Bioreactor (PPB) of the IES. Gas exchange between testers and the IES were conducted periodically. The automotive control system of the PPB changed the illumination intensity of the photo bioreactor according to the CO₂ concentration in the IES to make CO₂ /O₂ in the system maintain at stable levels by regulating the photosynthesis of alga. The conveyor-type cultivation method which was harvesting the biggest batch of lettuce and silkworms through the mass exchange chamber of IES every four days and transferring the smallest batch of lettuce and silkworms into the system; carrying certain amount of alga liquid out of the bioreactor every day with nutrient liquid replenished into the system was implemented in the experiments. In terms of gas circulation, CO₂ /O₂ concentration changes in the system with trace gas contaminants (CH₄ , NH₃ and C₂ H₄) were measured. As to the mass transfer and transformation, element (C, H, O, N) contents, height, crown width and biomasses of lettuce in different developing stages, silkworms' bioconversion rates, alga's biomass changes, the amount and community change trends of the microorganism in different positions of the system, the quality of condensates gained under different running conditions and so on were studied. Results showed

342. [Transformation of *Lactuca sativa* L. with rol C gene results in increased antioxidant potential and enhanced analgesic, anti-inflammatory and antidepressant activities in vivo.](#)

[PubMed](#)

Ismail, Hammad; Dilshad, Erum; Waheed, Mohammad Tahir; Sajid, Moniba; Kayani, Waqas Khan; Mirza, Bushra

2016-12-01

Lettuce is an important edible crop which possesses various medicinal properties. In this study *Lactuca sativa* L. (cv Grand Rapids) was transformed by *Agrobacterium*-mediated transformation with rol C gene. Transgene integration and expression was confirmed through PCR and semiquantitative RT-PCR. The transformed extracts were evaluated for their in vitro antioxidant and in vivo analgesic, anti-inflammatory and antidepressant activities in rats. The transformed plants showed 53-98% increase in total phenolic and 45-58% increase in total flavonoid contents compared with untransformed plants. Results of total reducing power and total antioxidant capacity exhibited 90-118 and 61-75% increase in transformed plants, respectively. In contrast to control, DPPH, lipid peroxidation and DNA protection assay showed up to 37, 20 and 50% enhancement in transformed plants, respectively. The extracts showed similar but significant enhancement behavior in hot plate analgesic and carrageenan-induced hind paw edema test. The transformed extracts showed 72.1 and 78.5% increase for analgesic and anti-inflammatory activities, respectively. The transformants of rol C gene exhibited prominent antidepressant activity with 64-73% increase compared with untransformed plants. In conclusion, the present work suggests that transformation with rol C gene can be used to generate lettuce with enhanced medicinally important properties, such as antioxidant, analgesic, anti-inflammatory and antidepressant potential.

343. [GC-MS analysis of bio-active compounds in methanolic extract of *Lactuca runcinata* DC](#)

[PubMed Central](#)

Kanthal, Lakshmi Kanta; Dey, Akalanka; Satyavathi, K.; Bhojaraju, P.

2014-01-01

Background: The presence of phytochemical constituents has been reported from species of the Compositae (Asteraceae). Hitherto no reports exist on the phytochemical components and biological activity of *Lactuca runcinata* DC. **Objective:** The present study was designed to determine the bioactive compounds in the whole plant methanol extract of *Lactuca runcinata*. **Materials and Methods:** Phytochemical screening of the entire herb of *Lactuca runcinata* DC revealed the presence of some bioactive components. Gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) analysis of the whole plant methanol extract of *Lactuca runcinata* was performed on a GC-MS equipment (Thermo Scientific Co.) Thermo GC-TRACE ultra ver.: 5.0, Thermo MS DSQ II. **Results:** The phytochemical tests showed the presence of alkaloids, cardiac glycosides, flavonoids, phenols, phlobatannin, reducing sugars, saponins, steroids, tannins, terpenoids, volatile oils, carbohydrates, and protein/amino acids in methanolic extract of *L. runcinata*. The GC-MS analysis has shown the presence of different phytochemical compounds in the methanolic extract of *Lactuca runcinata*. A total of 21 compounds were identified representing 84.49% of total methanolic extract composition. **Conclusion:** From the results, it is evident that *Lactuca runcinata* contains various phytocomponents and is recommended as a plant of phytopharmaceutical importance. PMID:24497744

344. [Breeding lettuce for improved fresh-cut processing](#)

[USDA-ARS's Scientific Manuscript database](#)

Lettuce is a widely grown vegetable that is used to make fresh-cut salads, which are popular with consumers due to their convenience. Production and processing of fresh-cut lettuce is continually evolving, offering more products and becoming more efficient. Breeding new lettuce cultivars specialized...

345. [Characterization of lettuce big-vein associated virus and Mirafiori lettuce big-vein virus infecting lettuce in Saudi Arabia.](#)

[PubMed](#)

Umar, M; Amer, M A; Al-Saleh, M A; Al-Shahwan, I M; Shakeel, M T; Zakri, A M; Katis, N I

2017-07-01

During 2014 and 2015, 97 lettuce plants that showed big-vein-disease-like symptoms and seven weed plants were collected from the Riyadh region. DAS-ELISA revealed that 25% and 9% of the lettuce plants were singly infected with LBVaV and MiLBVV, respectively, whereas 63% had a mixed infection with both viruses. The results were confirmed by multiplex reverse transcription polymerase chain reaction using primers specific for LBVaV and MiLBVV. LBVaV and MiLBVV were also detected in *Sonchus oleraceus* and *Eruca sativa*, respectively. The nucleotide sequence of LBVaV and MiLBVV Saudi isolates ranged from 94.3-100%, and their similarities to isolates with sequences in the GenBank database ranged from 93.9 to 99.6% and 93.8 to 99.3%, respectively. *Olpidium* sp. was present in the roots of lettuce plants with big-vein disease and it was shown to facilitate transmission of both viruses.

346. [Luteolin-7-O-Glucoside Present in Lettuce Extracts Inhibits Hepatitis B Surface Antigen Production and Viral Replication by Human Hepatoma Cells in Vitro](#)

[PubMed Central](#)

Cui, Xiao-Xian; Yang, Xiao; Wang, Hui-Jing; Rong, Xing-Yu; Jing, Sha; Xie, You-Hua; Huang, Dan-Feng; Zhao, Chao

2017-01-01

Hepatitis B virus (HBV) infection is endemic in Asia and chronic hepatitis B (CHB) is a major public health issue worldwide. Current treatment strategies for CHB are not satisfactory as they induce a low rate of hepatitis B surface antigen (HBsAg) loss. Extracts were prepared from lettuce hydroponically cultivated in solutions containing glycine or nitrate as nitrogen sources. The lettuce extracts exerted potent anti-HBV effects in HepG2 cell lines in vitro, including significant HBsAg inhibition, HBV replication and transcription inhibition, without exerting cytotoxic effects. When used in combination interferon-alpha 2b (IFN α -2b) or lamivudine (3TC), the lettuce extracts synergistically inhibited HBsAg expression and HBV replication. By using differential metabolomics analysis, Luteolin-7-O-glucoside was identified and confirmed as a functional component of the lettuce extracts and exhibited similar anti-HBV activity as the lettuce extracts in vitro. The inhibition rate on HBsAg was up to 77.4%. Moreover, both the lettuce extracts and luteolin-7-O-glucoside functioned as organic antioxidants and, significantly attenuated HBV-induced intracellular reactive oxygen species (ROS) accumulation. Luteolin-7-O-glucoside also normalized ROS-induced mitochondrial membrane potential damage, which suggests luteolin-7-O-glucoside inhibits HBsAg and HBV replication via a mechanism involving the mitochondria. Our findings suggest luteolin-7-O-glucoside may have potential value for clinical application in CHB and may enhance HBsAg and HBV clearance when used as a combination therapy. PMID:29270164

347. [Effect of Aerated Compost Tea on the Growth Promotion of Lettuce, Soybean, and Sweet Corn in Organic Cultivation](#)

[PubMed Central](#)

Kim, Min Jeong; Shim, Chang Ki; Kim, Yong Ki; Hong, Sung Jun; Park, Jong Ho; Han, Eun Jung; Kim, Jin Ho; Kim, Suk Chul

2015-01-01

This study investigated the chemical characteristics and microbial population during incubation of four kinds of aerated compost teas based on oriental medicinal herbs compost, vermicompost, rice straw compost, and mixtures of three composts (MOVR). It aimed to determine the effects of the aerated compost tea (ACT) based on MOVR on the growth promotion of red leaf lettuce, soybean and sweet corn. Findings showed that the pH level and EC of the compost tea slightly increased based on the incubation time except for rice straw compost tea. All compost teas except for oriental medicinal herbs and rice straw compost tea contained more NO α ³-N than NH⁴-N. Plate counts of bacteria and fungi were significantly higher than the initial compost in ACT. Microbial communities of all ACT were predominantly bacteria. The dominant bacterial genera were analyzed as Bacillus (63.0%), Ochrobactrum (13.0%), Spingomonas (6.0%) and uncultured bacterium (4.0%) by 16S rDNA analysis. The effect of four concentrations, 0.1%, 0.2%, 0.4% and 0.8% MOVR on the growth of red leaf lettuce, soybean and sweet corn was also studied in the greenhouse. The red leaf lettuce with 0.4% MOVR had the most effective concentration on growth parameters in foliage part. However, 0.8% MOVR significantly promoted the growth of root and shoot of both soybean and sweet corn. The soybean treated with higher MOVR concentration was more effective in increasing the root nodule formation by 7.25 times than in the lower MOVR concentrations. Results indicated that ACT could be used as liquid nutrient fertilizer with active microorganisms for culture of variable crops under organic farming condition. PMID:26361474

348. [Effect of Aerated Compost Tea on the Growth Promotion of Lettuce, Soybean, and Sweet Corn in Organic Cultivation.](#)

[PubMed](#)

Kim, Min Jeong; Shim, Chang Ki; Kim, Yong Ki; Hong, Sung Jun; Park, Jong Ho; Han, Eun Jung; Kim, Jin Ho; Kim, Suk Chul

2015-09-01

This study investigated the chemical characteristics and microbial population during incubation of four kinds of aerated compost teas based on oriental medicinal herbs compost, vermicompost, rice straw compost, and mixtures of three composts (MOVR). It aimed to determine the effects of the aerated compost tea (ACT) based on MOVR on the growth promotion of red leaf lettuce, soybean and sweet corn. Findings showed that the pH level and EC of the compost tea slightly increased based on the incubation time except for rice straw compost tea. All compost teas except for oriental medicinal herbs and rice straw compost tea contained more NO(-) 3-N than NH(+) 4-N. Plate counts of bacteria and fungi were significantly higher than the initial compost in ACT. Microbial communities of all ACT were predominantly bacteria. The dominant bacterial genera were analyzed as *Bacillus* (63.0%), *Ochrobactrum* (13.0%), *Spingomonas* (6.0%) and uncultured bacterium (4.0%) by 16S rDNA analysis. The effect of four concentrations, 0.1%, 0.2%, 0.4% and 0.8% MOVR on the growth of red leaf lettuce, soybean and sweet corn was also studied in the greenhouse. The red leaf lettuce with 0.4% MOVR had the most effective concentration on growth parameters in foliage part. However, 0.8% MOVR significantly promoted the growth of root and shoot of both soybean and sweet corn. The soybean treated with higher MOVR concentration was more effective in increasing the root nodule formation by 7.25 times than in the lower MOVR concentrations. Results indicated that ACT could be used as liquid nutrient fertilizer with active microorganisms for culture of variable crops under organic farming condition.

349. [Sewage sludge amendment and inoculation with plant-parasitic nematodes do not facilitate the internalization of Salmonella Typhimurium LT2 in lettuce plants.](#)

[PubMed](#)

Fornfeld, Eva; Baklawa, Mohamed; Hallmann, Johannes; Schikora, Adam; Smalla, Kornelia

2018-05-01

Contamination of fruits and vegetables with *Salmonella* is a serious threat to human health. In order to prevent possible contaminations of fresh produce it is necessary to identify the contributing ecological factors. In this study we investigated whether the addition of sewage sludge or the presence of plant-parasitic nematodes foster the internalization of *Salmonella enterica* serovar Typhimurium LT2 into lettuce plants, posing a potential threat for human health. Greenhouse experiments were conducted to investigate whether the amendment of sewage sludge to soil or the presence of plant-parasitic nematodes *Meloidogyne hapla* or *Pratylenchus crenatus* promote the internalization of *S. Typhimurium* LT2 from soil into the edible part of lettuce plants. Unexpectedly, numbers of cultivable *S. Typhimurium* LT2 decreased faster in soil with sewage sludge than in control soil but not in root samples. Denaturing gradient gel electrophoresis analysis revealed shifts of the soil bacterial communities in response to sewage sludge amendment and time. Infection and proliferation of nematodes inside plant roots were observed but did not influence the number of cultivable *S. Typhimurium* LT2 in the root samples or in soil. *S. Typhimurium* LT2 was not detected in the leaf samples 21 and 49 days after inoculation. The results indicate that addition of sewage sludge,

M. hapla or P. crenatus to soil inoculated with *S. Typhimurium* LT2 did not result in an improved survival in soil or internalization of lettuce plants. Copyright © 2017. Published by Elsevier Ltd.

350. [The major resistance gene cluster in lettuce is highly duplicated and spans several megabases.](#)

[PubMed Central](#)

Meyers, B C; Chin, D B; Shen, K A; Sivaramakrishnan, S; Lavelle, D O; Zhang, Z; Michelmore, R W

1998-01-01

At least 10 Dm genes conferring resistance to the oomycete downy mildew fungus *Bremia lactucae* map to the major resistance cluster in lettuce. We investigated the structure of this cluster in the lettuce cultivar Diana, which contains Dm3. A deletion breakpoint map of the chromosomal region flanking Dm3 was saturated with a variety of molecular markers. Several of these markers are components of a family of resistance gene candidates (RGC2) that encode a nucleotide binding site and a leucine-rich repeat region. These motifs are characteristic of plant disease resistance genes. Bacterial artificial chromosome clones were identified by using duplicated restriction fragment length polymorphism markers from the region, including the nucleotide binding site-encoding region of RGC2. Twenty-two distinct members of the RGC2 family were characterized from the bacterial artificial chromosomes; at least two additional family members exist. The RGC2 family is highly divergent; the nucleotide identity was as low as 53% between the most distantly related copies. These RGC2 genes span at least 3.5 Mb. Eighteen members were mapped on the deletion breakpoint map. A comparison between the phylogenetic and physical relationships of these sequences demonstrated that closely related copies are physically separated from one another and indicated that complex rearrangements have shaped this region. Analysis of low-copy genomic sequences detected no genes, including RGC2, in the Dm3 region, other than sequences related to retrotransposons and transposable elements. The related but divergent family of RGC2 genes may act as a resource for the generation of new resistance phenotypes through infrequent recombination or unequal crossing over. PMID:9811791

351. [Overexpression of KNAT1 in lettuce shifts leaf determinate growth to a shoot-like indeterminate growth associated with an accumulation of isopentenyl-type cytokinins.](#)

[PubMed](#)

Frugis, G; Giannino, D; Mele, G; Nicolodi, C; Chiappetta, A; Bitonti, M B; Innocenti, A M; Dewitte, W; Van Onckelen, H; Mariotti, D

2001-08-01

Leaves are specialized organs characterized by defined developmental destiny and determinate growth. The overexpression of Knotted1-like homeobox genes in different species has been shown to alter leaf shape and development, but a definite role for this class of genes remains to be established. Transgenics that overexpress Knotted1-like genes present some traits that are characteristic of altered cytokinin physiology. Here we show that lettuce (*Lactuca sativa*) leaves that overexpress KNAT1, an Arabidopsis kn1-like gene, acquire characteristics of indeterminate growth typical of the shoot and that this cell fate change is associated with the accumulation of specific types of cytokinins. The possibility that the phenotypic effects of KNAT1 overexpression may arise primarily from the modulation of local ratios of different cytokinins is discussed.

352. [Effects of prolonged exposure of lettuce seeds to HZE particles on orbital stations](#)

[NASA Astrophysics Data System \(ADS\)](#)

Nevzgodina, L. V.; Maksimova, E. N.; Kaminskaya, E. V.

In a study of the biological effects of cosmic HZE particles, lettuce (*Lactuca sativa*) seeds were flown on the orbital stations Salyut 6 and 7 for varying periods of time (from 40 to 457 days). The dependence of the biological damage on flight duration, physical parameters and the fact of passage of an HZE particle through the seed was estimated using the criterion of the frequency of aberrant cells. The arrangement of the flight biological container Biobloc made it possible to trace the location of tracks of individual HZE particles with $Z \geq 6$ and LET 200 keV/um. In seeds hit by HZE particles, for all exposure times, a statistically significant much higher yield of aberrant cells and also of cells containing multiple chromosome aberrations was observed than in the control material. The frequency of aberrant cells is markedly higher (by a factor of 1,5) in seeds hit than in non-hit ones. The changes of the yield of aberrant cells as a function of the absorbed dose (3.2-63.4 mGy) and the fluence (4.8-44.2 particles/cm²) are linear for the exposure duration ranging from 40 to 457 days.

353. [Development and Phytochemical Characterization of High Polyphenol Red Lettuce with Anti-Diabetic Properties](#)

[PubMed Central](#)

Cheng, Diana M.; Pogrebnyak, Natalia; Kuhn, Peter; Krueger, Christian G.; Johnson, William D.; Raskin, Ilya

2014-01-01

Polyphenol-rich Rutgers Scarlet Lettuce (RSL) (*Lactuca sativa* L.) was developed through somaclonal variation and selection in tissue culture. RSL may contain among the highest reported contents of polyphenols and antioxidants in the category of common fruits and vegetables (95.6 mg/g dry weight and 8.7 mg/g fresh weight gallic acid equivalents and 2721 $\mu\text{mol/g}$ dry weight and 223 $\mu\text{mol/g}$ fresh weight Trolox equivalents). Three main compounds accumulate at particularly high levels in RSL: chlorogenic acid, up to 27.6 mg/g dry weight, cyanidin malonyl-glucoside, up to 20.5 mg/g dry weight, and quercetin malonyl-glucoside, up to 35.7 mg/g dry weight. Major polyphenolic constituents of RSL have been associated with health promotion as well as anti-diabetic and/or anti-inflammatory activities. Daily oral administration of RSL (100 or 300 mg/kg) for up to eight days acutely reduced hyperglycemia and improved insulin sensitivity in high fat diet-induced obese hyperglycemic mice compared to vehicle (water) control. Data presented here support possible use of RSL as a functional food for the dietary management of diabetes. PMID:24637790

354. [Overexpression of KNAT1 in Lettuce Shifts Leaf Determinate Growth to a Shoot-Like Indeterminate Growth Associated with an Accumulation of Isopentenyl-Type Cytokinins1](#)

[PubMed Central](#)

Frugis, Giovanna; Giannino, Donato; Mele, Giovanni; Nicolodi, Chiara; Chiappetta, Adriana; Bitonti, Maria Beatrice; Innocenti, Anna Maria; Dewitte, Walter; Van Onckelen, Harry; Mariotti, Domenico

2001-01-01

Leaves are specialized organs characterized by defined developmental destiny and determinate growth. The overexpression of Knotted1-like homeobox genes in different species has been shown to alter leaf shape and development, but a definite role for this class of genes remains to be established. Transgenics that overexpress Knotted1-like genes present some traits that are characteristic of altered cytokinin physiology. Here we show that lettuce (*Lactuca sativa*) leaves that overexpress KNAT1, an *Arabidopsis* kn1-like gene, acquire characteristics of indeterminate growth typical of the shoot and that

this cell fate change is associated with the accumulation of specific types of cytokinins. The possibility that the phenotypic effects of KNAT1 overexpression may arise primarily from the modulation of local ratios of different cytokinins is discussed. PMID:11500537

355. [High-power LEDs for plant cultivation](#)

[NASA Astrophysics Data System \(ADS\)](#)

Tamulaitis, Gintautas; Duchovskis, Pavelas; Bliznikas, Zenius; Breive, Kestutis; Ulinskaite, Raimonda; Brazaityte, Ausra; Novickovas, Algirdas; Zukauskas, Arturas; Shur, Michael S.

2004-10-01

We report on high-power solid-state lighting facility for cultivation of greenhouse vegetables and on the results of the study of control of photosynthetic activity and growth morphology of radish and lettuce imposed by variation of the spectral composition of illumination. Experimental lighting modules (useful area of 0.22 m²) were designed based on 4 types of high-power light-emitting diodes (LEDs) with emission peaked in red at the wavelengths of 660 nm and 640 nm (predominantly absorbed by chlorophyll a and b for photosynthesis, respectively), in blue at 455 nm (phototropic function), and in far-red at 735 nm (important for photomorphology). Morphological characteristics, chlorophyll and phytohormone concentrations in radish and lettuce grown in phytotron chambers under lighting with different spectral composition of the LED-based illuminator and under illumination by high pressure sodium lamps with an equivalent photosynthetic photon flux density were compared. A well-balanced solid-state lighting was found to enhance production of green mass and to ensure healthy morphogenesis of plants compared to those grown using conventional lighting. We observed that the plant morphology and concentrations of morphologically active phytohormones is strongly affected by the spectral composition of light in the red region. Commercial application of the LED-based illumination for large-scale plant cultivation is discussed. This technology is favorable from the point of view of energy consumption, controllable growth, and food safety but is hindered by high cost of the LEDs. Large scale manufacturing of high-power red AlInGaP-based LEDs emitting at 650 nm and a further decrease of the photon price for the LEDs emitting in the vicinity of the absorption peak of chlorophylls have to be achieved to promote horticulture applications.

356. [The influence of the microbial quality of wastewater, lettuce cultivars and enumeration technique when estimating the microbial contamination of wastewater-irrigated lettuce.](#)

[PubMed](#)

Makkaew, P; Miller, M; Cromar, N J; Fallowfield, H J

2017-04-01

This study investigated the volume of wastewater retained on the surface of three different varieties of lettuce, Iceberg, Cos, and Oak leaf, following submersion in wastewater of different microbial qualities (10, 10², 10³, and 10⁴ E. coli MPN/100 mL) as a surrogate method for estimation of contamination of spray-irrigated lettuce. Uniquely, Escherichia coli was enumerated, after submersion, on both the outer and inner leaves and in a composite sample of lettuce. E. coli were enumerated using two techniques. Firstly, from samples of leaves - the direct method. Secondly, using an indirect method, where the E. coli concentrations were estimated from the volume of wastewater retained by the lettuce and the E. coli concentration of the wastewater. The results showed that different varieties of lettuce retained significantly different volumes of wastewater ($p < 0.01$). No statistical differences ($p > 0.01$) were detected between E. coli counts obtained from different parts of lettuce, nor between the direct

and indirect enumeration methods. Statistically significant linear relationships were derived relating the *E. coli* concentration of the wastewater in which the lettuces were submerged to the subsequent *E. coli* count on each variety the lettuce.

357. [Improving spinach, radish, and lettuce growth under red light-emitting diodes \(LEDs\) with blue light supplementation](#)

[NASA Technical Reports Server \(NTRS\)](#)

Yorio, N. C.; Goins, G. D.; Kagie, H. R.; Wheeler, R. M.; Sager, J. C.

2001-01-01

Radish (*Raphanus sativus* L. cv. Cherriette), lettuce (*Lactuca sativa* L. cv. Waldmann's Green), and spinach (*Spinacea oleracea* L. cv. Nordic IV) plants were grown under 660-nm red light-emitting diodes (LEDs) and were compared at equal photosynthetic photon flux (PPF) with either plants grown under cool-white fluorescent lamps (CWF) or red LEDs supplemented with 10% (30 micromoles m⁻² s⁻¹) blue light (400-500 nm) from blue fluorescent (BF) lamps. At 21 days after planting (DAP), leaf photosynthetic rates and stomatal conductance were greater for plants grown under CWF light than for those grown under red LEDs, with or without supplemental blue light. At harvest (21 DAP), total dry-weight accumulation was significantly lower for all species tested when grown under red LEDs alone than when grown under CWF light or red LEDs + 10% BF light. Moreover, total dry weight for radish and spinach was significantly lower under red LEDs + 10% BF than under CWF light, suggesting that addition of blue light to the red LEDs was still insufficient for achieving maximal growth for these crops.

358. [Utility of bioassays \(lettuce, red clover, red fescue, Microtox, MetSTICK, Hyalella, bait lamina\) in ecological risk screening of acid metal \(Zn\) contaminated soil.](#)

[PubMed](#)

Chapman, E Emily V; Hedrei Helmer, Stephanie; Dave, GÃ¶ran; Murimboh, John D

2012-06-01

The objective of this study was to assess selected bioassays and ecological screening tools for their suitability in a weight of evidence risk screening process of acidic metal contaminated soil. Intact soil cores were used for the tests, which minimizes changes in pH and metal bioavailability that may result from homogenization and drying of the soil. Soil cores were spiked with ZnCl(2) or CaCl(2). Leachate collected from the soil cores was used to account for the exposure pathways through pore water and groundwater. Tests assessed included MetSTICK in soil cores and Microtox in soil leachate, lettuce (*Lactuca sativa*), red fescue (*Festuca rubra*) and red clover (*Trifolium pratense*) in the soil cores and lettuce and red clover in soil leachate, *Hyalella azteca* in soil leachate, and an ecological soil function test using Bait Lamina in soil cores. Microtox, *H. azteca*, lettuce and red fescue showed higher sensitivity to low pH than to Zn concentrations and are therefore not recommended as tests on intact acidic soil cores and soil leachate. The Bait Lamina test appeared sensitive to pH levels below 3.7 but should be investigated further as a screening tool in less acidic soils. Among the bioassays, the MetSTICK and the *T. pratense* bioassays in soil cores were the most sensitive to Zn, with the lowest nominal NOEC of 200 and 400mg Zn/kg d.w., respectively. These bioassays were also tolerant of low pH, which make them suitable for assessing hazards of metal contaminated acid soils. Copyright © 2012 Elsevier Inc. All rights reserved.

359. [Allelopathic and bioherbicidal potential of *Cladonia verticillaris* on the germination and growth of](#)

[Lactuca sativa.](#)[PubMed](#)

Tigre, R C; Silva, N H; Santos, M G; Honda, N K; Falcão, E P S; Pereira, E C

2012-10-01

Responses to germination and initial growth of *Lactuca sativa* (lettuce) submitted to organic extracts and purified compounds of *Cladonia verticillaris* ("salambaia") were analyzed in this work. The experiments were conducted in laboratory conditions using extracts and pure compounds at different concentrations. None of the assays showed any influence on the germination of *L. sativa* seeds using *C. verticillaris* extracts; however, modifications in leaf area and seedling hypocotyl and root development occurred. In the growth experiments, seedlings exposed to ether or acetone extract showed diminished hypocotyl growth in detriment to the root stimulus, compared to controls. Increases in extract concentrations led to the formation of abnormal seedlings. To determine the allelochemicals of *C. verticillaris*, its principal components, fumarprotocetraric and protocetraric acids, were isolated and then analyzed by high performance liquid chromatography (HPLC). When the seedlings were exposed to the two acids separately, presented increased leaf area at all concentrations. In contrast, hypocotyl and root stimulus was observed only in the presence of protocetraric acid at different concentrations. Fumarprotocetraric as well as protocetraric acids, isolated and purified from *C. verticillaris* and *Parmotrema dilatatum* respectively, influenced the development of *L. sativa* seedlings at high concentrations, indicating a possible bioherbicide potential of these acids. Crown Copyright © 2012. Published by Elsevier Inc. All rights reserved.

360. [Calcium localization and tipburn development in lettuce leaves during early enlargement](#)

[NASA Technical Reports Server \(NTRS\)](#)

Barta, D. J.; Tibbitts, T. W.

2000-01-01

Tissue concentrations of Ca, Mg, and K were determined across immature leaves of lettuce (*Lactuca sativa* L. 'Buttercrunch') at different stages of enlargement using electron microprobe x-ray analysis. The analysis was with a wavelength dispersive spectrometer to permit detection of low concentrations of Ca. Patterns of mineral accumulation in immature leaves that were exposed were compared to patterns of accumulation in leaves that were enclosed within a developing head. The leaves developing without enclosure were free to transpire and developed normally whereas leaves developing with enclosure were restricted in transpiration and developed an injury that was characteristic of Ca deficiency. In the exposed leaves, Ca concentrations increased from an average of 1.0 to 2.1 mg g⁻¹ dry weight (DW) as the leaves enlarged from 5 to 30 mm in length. In the enclosed leaves, Ca concentrations decreased from 1.0 to 0.7 mg g⁻¹ DW as the leaves enlarged from 5 to 30 mm in length. At the tips of these enclosed leaves a larger decrease was found, from 0.9 to 0.3 mg g⁻¹ DW during enlargement. Necrotic injury first became apparent in this tip area when the concentration was approximate to 0.4 mg g⁻¹ DW. Magnesium concentrations across the exposed leaves were similar to concentrations across the enclosed leaves, and did not change with enlargement. Magnesium concentrations averaged 3.5. mg g⁻¹ DW in both enclosed and exposed leaves during enlargement from 5 to 30 mm. In both exposed and enclosed leaves, K concentrations increased during enlargement from 40 to approximate to 60 mg g⁻¹ DW. Potassium concentrations were highest toward the leaf apex and upper margin where injury symptoms occurred, and this may have enhanced injury development. This research documents the critical low levels of Ca (0.2 to 0.4 mg g⁻¹ DW) that can occur in enclosed

leaves of plants and which apparently leads to the marginal apex necrosis of developing leaves seen frequently on lettuce and other crops.

- [«](#)
- [16](#)
- [17](#)
- 18
- [19](#)
- [20](#)
- [»](#)

- [«](#)
- [17](#)
- [18](#)
- 19
- [20](#)
- [21](#)
- [»](#)

361. [Anxiolytic property of hydro-alcohol extract of Lactuca sativa and its effect on behavioral activities of mice.](#)

[PubMed](#)

Harsha, Singapura Nagesh; Anilakumar, Kandangath Raghavan

2013-01-01

Lactuca sativa, belonging to the Asteraceae family, is a leafy vegetable known for its medicinal properties. This study aimed to understand the mechanism of Lactuca sativa extract with respect to pharmacological action. We investigated the anxiolytic effects of hydro-alcoholic extract of leaves of Lactuca sativa on mice. The behavioral tests performed on mice models to assess anti-anxiety properties were: open field test (OFT), elevated plus maze test (EPM), elevated T maze test, and marble burying test. Increased locomotor activity and time spent in the "open-arm" were observed in extract fed group. Malondialdehyde (MDA) and nitrite levels were decreased, catalase and glutathione levels were increased in Lactuca sativa treated mice. The data obtained in the present study suggests that the extract of Lactuca sativa can afford significant protection against anxiolytic activity.

362. [Quantitative proteomic analysis of the Salmonella-lettuce interaction](#)

[PubMed Central](#)

Zhang, Yuping; Nandakumar, Renu; Bartelt-Hunt, Shannon L; Snow, Daniel D; Hodges, Laurie; Li, Xu

2014-01-01

Human pathogens can internalize food crops through root and surface uptake and persist inside crop plants. The goal of the study was to elucidate the global modulation of bacteria and plant protein expression after Salmonella internalizes lettuce. A quantitative proteomic approach was used to analyse the protein expression of Salmonella enterica serovar Infantis and lettuce cultivar Green Salad Bowl 24 h after infiltrating S. Infantis into lettuce leaves. Among the 50 differentially expressed proteins identified by comparing internalized S. Infantis against S. Infantis grown in Luria Broth, proteins

involved in glycolysis were down-regulated, while one protein involved in ascorbate uptake was up-regulated. Stress response proteins, especially antioxidant proteins, were up-regulated. The modulation in protein expression suggested that internalized *S. Infantis* might utilize ascorbate as a carbon source and require multiple stress response proteins to cope with stresses encountered in plants. On the other hand, among the 20 differentially expressed lettuce proteins, proteins involved in defense response to bacteria were up-regulated. Moreover, the secreted effector PipB2 of *S. Infantis* and R proteins of lettuce were induced after bacterial internalization into lettuce leaves, indicating human pathogen *S. Infantis* triggered the defense mechanisms of lettuce, which normally responds to plant pathogens. PMID:24512637

363. [Spatial analysis of lettuce downy mildew using geostatistics and geographic information systems.](#)

[PubMed](#)

Wu, B M; van Bruggen, A H; Subbarao, K V; Pennings, G G

2001-02-01

ABSTRACT The epidemiology of lettuce downy mildew has been investigated extensively in coastal California. However, the spatial patterns of the disease and the distance that *Bremia lactucae* spores can be transported have not been determined. During 1995 to 1998, we conducted several field- and valley-scale surveys to determine spatial patterns of this disease in the Salinas valley. Geostatistical analyses of the survey data at both scales showed that the influence range of downy mildew incidence at one location on incidence at other locations was between 80 and 3,000 m. A linear relationship was detected between semivariance and lag distance at the field scale, although no single statistical model could fit the semi-variograms at the valley scale. Spatial interpolation by the inverse distance weighting method with a power of 2 resulted in plausible estimates of incidence throughout the valley. Cluster analysis in geographic information systems on the interpolated disease incidence from different dates demonstrated that the Salinas valley could be divided into two areas, north and south of Salinas City, with high and low disease pressure, respectively. Seasonal and spatial trends along the valley suggested that the distinction between the downy mildew conducive and nonconductive areas might be determined by environmental factors.

364. [Environmental modification of yield and nutrient composition of 'Waldmann's Green' leaf lettuce](#)

[NASA Technical Reports Server \(NTRS\)](#)

Mitchell, C. A.; Chun, C.; Brandt, W. E.; Nielsen, S. S.

1997-01-01

Leaf number, dry weight, and nutrient composition of *Lactuca sativa* L. cv. Waldmann's Green leaves were compared following 9 days of treatment in a controlled environment room under various combinations of photosynthetic photon flux (PPF:350 vs 800 micromoles m⁻² s⁻¹), atmospheric CO₂ level (ambient vs 1500 micromoles mol⁻¹), and single-strength (1X:15 mM) vs double-strength (2X:30 mM) nitrogen (N) as NO₃⁻ alone or as NH₄(+) + NO₃⁻ (1:5 molar ratio). CO₂ enrichment greatly enhanced leaf number under all PPF and N conditions, but increased leaf dry weight only at high PPF. Conditions favoring high photosynthesis enhanced leaf starch content 3-fold, and protein content increased as much as 64% with 2X NH₄(+)+NO₃⁻. Free sugar content was 6 to 9% of leaf dry weight for all treatment combinations, while fat was 1.5 to 3.5%. Ash content varied from 15 to 20% of leaf dry weight. Modified controlled environments can be used to enhance the nutritional content as well as the yield of crops to be used for life support in space-deployed, self-sustaining human habitats. Leaf

lettuce is a useful model crop for demonstrating the potential of nutritional value added by environmental manipulation.

365. [Folates in lettuce: a pilot study](#)

[PubMed Central](#)

Johansson, Madelene; J  ngerstad, Margaretha; Fr  lich, Wenche

2007-01-01

Background Leafy vegetables are good sources of folates and food shops nowadays offer an increasing number of lettuce varieties. **Objective** To obtain data on the folate content and forms in common lettuce varieties and spinach sold in the Nordic countries, and to investigate effects of different storage conditions and preparations in the consumer's home or at lunchtime restaurants. **Design** Folate was analysed in eight different lettuce varieties and spinach using a validated high-performance liquid chromatographic method and the detected forms of folates were confirmed by a mass spectrometric detector [liquid chromatography  mass spectrometry (LC-MS)] following heat extraction, deconjugation with rat serum and purification by solid-phase extraction. **Results** Folate content, expressed in folic acid equivalents, in the lettuce samples varied six-fold, from 30 to 198 $\mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ on a fresh weight basis. The folate content was decreased by 14% after storage at 4  C for 8 days and by 2  40% after storage at 22  C for 2  4 h, depending on whether samples were stored as whole leaves, or small torn or cut pieces. LC-MS confirmed the identity of the folate forms: H4folate, 5-CH3-H4folate, 5-HCO-H4folate and 10-HCO-H4folate. **Conclusion** The considerable variation in folate content between varieties of lettuce in this pilot study, with one variety reaching the level found in spinach, indicates the potential to increase folate intake considerably by choosing folate-rich varieties of lettuce and storing at low temperatures.

366. [Anxiolytic property of hydro-alcohol extract of Lactuca sativa and its effect on behavioral activities of mice](#)

[PubMed Central](#)

Harsha, Singapura Nagesh; Anilakumar, Kandangath Raghavan

2013-01-01

Lactuca sativa, belonging to the Asteraceae family, is a leafy vegetable known for its medicinal properties. This study aimed to understand the mechanism of *Lactuca sativa* extract with respect to pharmacological action. We investigated the anxiolytic effects of hydro-alcoholic extract of leaves of *Lactuca sativa* on mice. The behavioral tests performed on mice models to assess anti-anxiety properties were: open field test (OFT), elevated plus maze test (EPM), elevated T maze test, and marble burying test. Increased locomotor activity and time spent in the   open-arm   were observed in extract fed group. Malondialdehyde (MDA) and nitrite levels were decreased, catalase and glutathione levels were increased in *Lactuca sativa* treated mice. The data obtained in the present study suggests that the extract of *Lactuca sativa* can afford significant protection against anxiolytic activity. PMID:23554792

367. [7 CFR 319.56-24 - Lettuce and peppers from Israel.](#)

[Code of Federal Regulations, 2012 CFR](#)

2012-01-01

... 7 Agriculture 5 2012-01-01 2012-01-01 false Lettuce and peppers from Israel. 319.56-24 Section 319... Lettuce and peppers from Israel. (a) Lettuce may be imported into the United States from Israel without... protected with sticky traps and prophylactic sprays approved for the crop by Israel; (v) The lettuce must be...

368. [7 CFR 319.56-24 - Lettuce and peppers from Israel.](#)

[Code of Federal Regulations, 2013 CFR](#)

2013-01-01

... 7 Agriculture 5 2013-01-01 2013-01-01 false Lettuce and peppers from Israel. 319.56-24 Section 319... Lettuce and peppers from Israel. (a) Lettuce may be imported into the United States from Israel without... protected with sticky traps and prophylactic sprays approved for the crop by Israel; (v) The lettuce must be...

369. [7 CFR 319.56-24 - Lettuce and peppers from Israel.](#)

[Code of Federal Regulations, 2014 CFR](#)

2014-01-01

... 7 Agriculture 5 2014-01-01 2014-01-01 false Lettuce and peppers from Israel. 319.56-24 Section 319... Lettuce and peppers from Israel. (a) Lettuce may be imported into the United States from Israel without... protected with sticky traps and prophylactic sprays approved for the crop by Israel; (v) The lettuce must be...

370. [Effects of incandescent radiation on photosynthesis, growth rate and yield of 'Waldmann's Green' leaf lettuce](#)

[NASA Technical Reports Server \(NTRS\)](#)

Knight, S. L.; Mitchell, C. A.

1989-01-01

Effects of different ratios incandescent (In) to fluorescent (Fl) radiation were tested on growth of 'Waldmann's Green' leaf lettuce (*Lactuca sativa* L.) in a controlled environment. After 4 days of treatment, dry weight, leaf area, relative growth rate (RGR), net assimilation rate (NAR), leaf area ratio (LAR) and photosynthetic rate (Pn) were greater for plants grown at 84 rather than 16% of total irradiance (82 W m⁻²) from In lamps. Although leaf dry weight and area were 12-17% greater at 84% In after the first 8 days of treatment, there were no differences in RGR or Pn between treatments during the last 4 days. If 84% In was compared with 50% In, all cumulative growth parameters, RGR, NAR and Pn were greater for 84% In during the first 4 days of treatment. However, during the second 4 days, RGR was greater for the 50% In treatment, resulting in no net difference in leaf dry weight or area between treatments. Shifting from 84 to 50% In radiation between the first and second 4 days of treatment increased plant dry weight, leaf area, RGR and NAR relative to those under 84% In for 8 days continuously.

371. [\[Analysis of essential oil extracted from *Lactuca sativa* seeds growing in Xinjiang by GC-MS\].](#)

[PubMed](#)

Xu, Fang; Wang, Qiang; Haji, Akber Aisa

2011-12-01

To analyze the components of essential oil from *Lactuca sativa* seeds growing in Xinjiang. The components of essential oil from *Lactuca sativa* seeds were analyzed by gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS). 62 components were identified from 71 separated peaks, amounting to total mass fraction 95.07%. The dominant compounds were n-Hexanol (36.31%), n-Hexanal (13.71%), trans-2-Octen-1-ol (8.09%) and 2-n-Pentylfuran (4.41%). The research provides a theoretical basis for the exploitation and use of *Lactuca sativa* seeds resource.

372. [Persistence and Dissipation of Chlorpyrifos in Brassica Chinensis, Lettuce, Celery, Asparagus Lettuce, Eggplant, and Pepper in a Greenhouse](#)

[PubMed Central](#)

Lu, Meng-Xiao; Jiang, Wayne W.; Wang, Jia-Lei; Jian, Qiu; Shen, Yan; Liu, Xian-Jin; Yu, Xiang-Yang

2014-01-01

The residue behavior of chlorpyrifos, which is one of the extensively used insecticides all around the world, in six vegetable crops was assessed under greenhouse conditions. Each of the vegetables was subjected to a foliar treatment with chlorpyrifos. Two analytical methods were developed using gas chromatography equipped with a micro-ECD detector (LOQ = 0.05 mg kg⁻¹) and liquid chromatography with a tandem mass spectrometry (LOQ = 0.01 mg kg⁻¹). The initial foliar deposited concentration of chlorpyrifos (mg kg⁻¹) on the six vegetables followed the increasing order of brassica chinensis < lettuce < celery, 0.97 (brassica chinensis), 1.47 (asparagus lettuce), and 3.50 mg kg⁻¹ (celery), respectively. The half-lives of chlorpyrifos were found to be 7.79 (soil), 2.64 (pepper plants), 3.90 (asparagus lettuce), 3.92 (lettuce), 5.81 (brassica chinensis), 3.00 (eggplant plant), and 5.45 days (celery), respectively. The dissipation of chlorpyrifos in soil and the six selected plants was different, indicating that the persistence of chlorpyrifos residues strongly depends upon leaf characteristics of the selected vegetables. PMID:24967589

373. [Detection of Lettuce Discoloration Using Hyperspectral Reflectance Imaging](#)

[PubMed Central](#)

Mo, Changyeun; Kim, Giyoung; Lim, Jongguk; Kim, Moon S.; Cho, Hyunjeong; Cho, Byoung-Kwan

2015-01-01

Rapid visible/near-infrared (VNIR) hyperspectral imaging methods, employing both a single waveband algorithm and multi-spectral algorithms, were developed in order to discrimination between sound and discolored lettuce. Reflectance spectra for sound and discolored lettuce surfaces were extracted from hyperspectral reflectance images obtained in the 400–1000 nm wavelength range. The optimal wavebands for discriminating between discolored and sound lettuce surfaces were determined using one-way analysis of variance. Multi-spectral imaging algorithms developed using ratio and subtraction functions resulted in enhanced classification accuracy of above 99.9% for discolored and sound areas on both adaxial and abaxial lettuce surfaces. Ratio imaging (RI) and subtraction imaging (SI) algorithms at wavelengths of 552/701 nm and 557–701 nm, respectively, exhibited better classification performances compared to results obtained for all possible two-waveband combinations. These results suggest that hyperspectral reflectance imaging techniques can potentially be used to discriminate between discolored and sound fresh-cut lettuce. PMID:26610510

374. [Detection of Lettuce Discoloration Using Hyperspectral Reflectance Imaging.](#)

[PubMed](#)

Mo, Changyeun; Kim, Giyoung; Lim, Jongguk; Kim, Moon S; Cho, Hyunjeong; Cho, Byoung-Kwan

2015-11-20

Rapid visible/near-infrared (VNIR) hyperspectral imaging methods, employing both a single waveband algorithm and multi-spectral algorithms, were developed in order to discrimination between sound and discolored lettuce. Reflectance spectra for sound and discolored lettuce surfaces were extracted from hyperspectral reflectance images obtained in the 400-1000 nm wavelength range. The optimal wavebands for discriminating between discolored and sound lettuce surfaces were determined using one-way analysis of variance. Multi-spectral imaging algorithms developed using ratio and subtraction functions resulted in enhanced classification accuracy of above 99.9% for discolored and sound areas on both adaxial and abaxial lettuce surfaces. Ratio imaging (RI) and subtraction imaging (SI) algorithms at wavelengths of 552/701 nm and 557-701 nm, respectively, exhibited better classification performances compared to results obtained for all possible two-waveband combinations. These results suggest that hyperspectral reflectance imaging techniques can potentially be used to discriminate between discolored and sound fresh-cut lettuce.

375. [Physiological mechanisms to cope with Cr\(VI\) toxicity in lettuce: can lettuce be used in Cr phytoremediation?](#)

[PubMed](#)

Dias, Maria Celeste; Moutinho-Pereira, Jos  ; Correia, Carlos; Monteiro, Cristina; Ara  jo, M  rcia; Br  ggemann, Wolfgang; Santos, Concei    

2016-08-01

This research aims at identifying the main deleterious effects of Cr(VI) on the photosynthetic apparatus and at selecting the most sensitive endpoints related to photosynthesis. To achieve this goal, we used lettuce (*Lactuca sativa*), a sensible ecotoxicological crop model. Three-week-old plants were exposed to 0, 50, 150 and 200   mg   L⁻¹ of Cr(VI). These concentrations ranged from levels admitted in irrigation waters to values found in several Cr industry effluents and heavily contaminated environments. After 30   days of exposure, plants accumulated Cr preferably in roots and showed nutritional impairment, with decreases of K, Mg, Fe and Zn in both roots and leaves. Cr(VI)-exposed plants showed decreased levels of chlorophyll (Chl) a and anthocyanins, as well as decreased effective quantum yield of photosystem II (  PSII) and photochemical Chl fluorescence quenching (qp), but increases in the non-photochemical Chl fluorescence quenching (NPQ) and in the de-epoxidation state (DEP) of the xanthophyll cycle. Net CO₂ assimilation rate (P N) and RuBisCO activity were mostly impaired in the highest Cr(VI) concentration tested. Concerning the final products of photosynthesis, starch content was not affected, while soluble sugar contents increased. These alterations were accompanied by a reduction in protein content and in plant growth. Our results support that endpoints related to the photosynthesis photochemical processes (  PSII and the qp) and the content of anthocyanins are sensitive predictors of Cr(VI) toxicity. The advantages of using these parameters as biomarkers for Cr toxicity in plants are discussed. Finally, we report that, despite showing physiological disorders, *L. sativa* plants survived and accumulated high doses of Cr, and their use in environmental/decontamination studies is open to debate.

376. [Genomic regions in crop  wild hybrids of lettuce are affected differently in different environments:](#)

[implications for crop breeding](#)[PubMed Central](#)

Hartman, Yorike; Hooftman, Danny A P; Uwimana, Brigitte; van de Wiel, Clemens C M; Smulders, Marinus J M; Visser, Richard G F; van Tienderen, Peter H

2012-01-01

Many crops contain domestication genes that are generally considered to lower fitness of crop-wild hybrids in the wild environment. Transgenes placed in close linkage with such genes would be less likely to spread into a wild population. Therefore, for environmental risk assessment of GM crops, it is important to know whether genomic regions with such genes exist, and how they affect fitness. We performed quantitative trait loci (QTL) analyses on fitness(-related) traits in two different field environments employing recombinant inbred lines from a cross between cultivated *Lactuca sativa* and its wild relative *Lactuca serriola*. We identified a region on linkage group 5 where the crop allele consistently conferred a selective advantage (increasing fitness to 212% and 214%), whereas on linkage group 7, a region conferred a selective disadvantage (reducing fitness to 26% and 5%), mainly through delaying flowering. The probability for a putative transgene spreading would therefore depend strongly on the insertion location. Comparison of these field results with greenhouse data from a previous study using the same lines showed considerable differences in QTL patterns. This indicates that care should be taken when extrapolating experiments from the greenhouse, and that the impact of domestication genes has to be assessed under field conditions. PMID:23028403

377. [Proteomic Analysis of Lettuce Seed Germination and Thermoinhibition by Sampling of Individual Seeds at Germination and Removal of Storage Proteins by Polyethylene Glycol Fractionation1](#)

[PubMed Central](#)

Song, Bin-Yan; Deng, Zhi-Jun; Wang, Yue; Liu, Shu-Jun; MÄller, Ian Max; Song, Song-Quan

2015-01-01

Germination and thermoinhibition in lettuce (*Lactuca sativa* ‘Jianyexianfeng No. 1’™) seeds were investigated by a proteomic comparison among dry seeds, germinated seeds at 15°C, at 15°C after imbibition at 25°C for 48 h, or at 25°C in KNO₃ (all sampled individually at germination), and ungerminated seeds at 25°C, a thermoinhibitory temperature. Before two-dimensional gel electrophoresis analysis, storage proteins (greater than 50% of total extractable protein) were removed by polyethylene glycol precipitation, which significantly improved the detection of less abundant proteins on two-dimensional gels. A total of 108 protein spots were identified to change more than 2-fold ($P < 0.05$) in abundance in at least one germination treatment. Nineteen proteins increasing and one protein decreasing in abundance during germination had higher abundance in germinated 15°C, 15°C after imbibition at 25°C for 48 h, and 25°C in KNO₃ seeds than in ungerminated 25°C seeds. Gene expression of 12 of those proteins correlated well with the protein accumulation. Methionine metabolism, ethylene production, lipid mobilization, cell elongation, and detoxification of aldehydes were revealed to be potentially related to lettuce seed germination and thermoinhibition. Accumulation of three proteins and expression of five genes participating in the mevalonate (MVA) pathway of isoprenoid biosynthesis correlated positively with seed germinability. Inhibition of this pathway by lovastatin delayed seed germination and increased the sensitivity of germination to abscisic acid. MVA pathway-derived products, cytokinins, partially reversed the lovastatin inhibition of germination and released seed thermoinhibition at 25°C. We conclude that the MVA pathway for isoprenoid biosynthesis is involved in lettuce seed germination and thermoinhibition. PMID:25736209

378. [Transcriptome profiling of anthocyanin-related genes reveals effects of light intensity on anthocyanin biosynthesis in red leaf lettuce.](#)

[PubMed](#)

Zhang, Yanzhao; Xu, Shuzhen; Cheng, Yanwei; Peng, Zhengfeng; Han, Jianming

2018-01-01

Red leaf lettuce (*Lactuca sativa* L.) is popular due to its high anthocyanin content, but poor leaf coloring often occurs under low light intensity. In order to reveal the mechanisms of anthocyanins affected by light intensity, we compared the transcriptome of *L. sativa* L. var. capitata under light intensities of 40 and 100 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. A total of 62,111 unigenes were de novo assembled with an N50 of 1,681 bp, and 48,435 unigenes were functionally annotated in public databases. A total of 3,899 differentially expressed genes (DEGs) were detected, of which 1,377 unigenes were up-regulated and 2,552 unigenes were down-regulated in the high light samples. By Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes enrichment analysis, the DEGs were significantly enriched in 14 pathways. Using gene annotation and phylogenetic analysis, we identified seven anthocyanin structural genes, including CHS, CHI, F3H, F3'H, DFR, ANS, and 3GT, and two anthocyanin transport genes, GST and MATE. In terms of anthocyanin regulatory genes, five MYBs and one bHLH gene were identified. An HY5 gene was discovered, which may respond to light-signaling and regulate anthocyanin structural genes. These genes showed a log2FC of 2.7-9.0 under high irradiance, and were validated using quantitative real-time-PCR. In conclusion, our results indicated transcriptome variance in red leaf lettuce under low and high light intensity, and observed an anthocyanin biosynthesis and regulation pattern. The data should further help to unravel the molecular mechanisms of anthocyanins influenced by light intensity.

379. [Genetic characterization of resistance to Sclerotinia in lettuce cultivar Eruption](#)

[USDA-ARS's Scientific Manuscript database](#)

Lettuce drop caused by the fungal pathogens *Sclerotinia minor* and *S. sclerotiorum* is a serious disease of lettuce. The use of genetic resistance as part of an integrated lettuce drop management strategy should have a significant economic advantage in mitigating yield loss. *Sclerotinia* resistance is ...

380. [Use of seaweed *Ulva lactuca* for water bioremediation and as feed additive for white shrimp *Litopenaeus vannamei*.](#)

[PubMed](#)

Elizondo-González, Regina; Quiroz-Guzmán, Eduardo; Escobedo-Fregoso, Cristina; Magallán-Serván, Paola; Peña-Rodríguez, Alberto

2018-01-01

Two experimental feeding trials were conducted during four weeks to evaluate the use of *Ulva lactuca* in shrimp culture: (1) for wastewater bioremediation, and (2) using different inclusion levels of *U. lactuca* meal in shrimp feed. In feeding trial 1, shrimp reared under seaweed *U. lactuca* water exchange in a re-circulation system (SWE) resulted in similar growth and feed utilization as shrimp reared with clean water exchange (CWE). Shrimp under no water exchange (NWE) resulted in significant lower growth and higher feed conversion rate (FCR) compared to the other treatments ($p < 0.05$). Nitrogen compounds and phosphate in water from SWE and CWE treatments did not present significant differences during the experimental trial ($p > 0.05$). In feeding trial 2, *U. lactuca* biomass produced by wastewater bioremediation in SWE treatment were dried and ground to formulate

diets containing 0, 1, 2, and 3% *U. lactuca* meal (0UL, 1UL, 2UL, and 3UL). Shrimp fed the 3% UL diet resulted in a significant ($p < 0.05$) improvement of growth and FCR, and enhanced whole shrimp lipid and carotenoid content by 30 and 60%, respectively, compared to control diet. Seaweed *U. lactuca* is suggested as a desirable species for wastewater bioremediation in integrated aquaculture systems, and its meal as a good feed additive for farmed shrimp.

- [«](#)
- [17](#)
- [18](#)
- [19](#)
- [20](#)
- [21](#)
- [»](#)

- [«](#)
- [18](#)
- [19](#)
- [20](#)
- [21](#)
- [22](#)
- [»](#)

381. [Use of seaweed *Ulva lactuca* for water bioremediation and as feed additive for white shrimp *Litopenaeus vannamei*](#)

[PubMed Central](#)

Elizondo-González, Regina; Quiroz-Guzmán, Eduardo; Escobedo-Fregoso, Cristina; Magallán-Serván, Paola

2018-01-01

Two experimental feeding trials were conducted during four weeks to evaluate the use of *Ulva lactuca* in shrimp culture: (1) for wastewater bioremediation, and (2) using different inclusion levels of *U. lactuca* meal in shrimp feed. In feeding trial 1, shrimp reared under seaweed *U. lactuca* water exchange in a re-circulation system (SWE) resulted in similar growth and feed utilization as shrimp reared with clean water exchange (CWE). Shrimp under no water exchange (NWE) resulted in significant lower growth and higher feed conversion rate (FCR) compared to the other treatments ($p < 0.05$). Nitrogen compounds and phosphate in water from SWE and CWE treatments did not present significant differences during the experimental trial ($p > 0.05$). In feeding trial 2, *U. lactuca* biomass produced by wastewater bioremediation in SWE treatment were dried and ground to formulate diets containing 0, 1, 2, and 3% *U. lactuca* meal (0UL, 1UL, 2UL, and 3UL). Shrimp fed the 3% UL diet resulted in a significant ($p < 0.05$) improvement of growth and FCR, and enhanced whole shrimp lipid and carotenoid content by 30 and 60%, respectively, compared to control diet. Seaweed *U. lactuca* is suggested as a desirable species for wastewater bioremediation in integrated aquaculture systems, and its meal as a good feed additive for farmed shrimp. PMID:29527414

382. [Sustainable lettuce: Adaptability to uncertain production conditions](#)

[USDA-ARS's Scientific Manuscript database](#)

Lettuce is a popular and widely consumed leafy vegetable. California and Arizona annually produce

more than 250,000 acres of iceberg, romaine, leaf, and specialty types of lettuce, supplying more than 95% of the U.S market as well as exports to Canada and other countries. These states have dominat...

383. [Effect of salicylhydroxamic acid on endosperm strength and embryo growth of *Lactuca sativa* L. cv Waldmann's Green seeds](#)

[NASA Technical Reports Server \(NTRS\)](#)

Brooks, C. A.; Mitchell, C. A.

1988-01-01

Salicylhydroxamic acid (SHAM) stimulated germination of photosensitive lettuce (*Lactuca sativa* L. cv Waldmann's Green) seeds in darkness. To determine whether SHAM acts on the embryo or the endosperm, we investigated separately effects of SHAM on growth potential of isolated embryos as well as on endosperm strength. Embryo growth potential was quantified by incubating decoated embryos in various concentrations of osmoticum and measuring subsequent radicle elongation. Growth potential of embryos isolated from seeds pretreated with 4 millimolar SHAM was equal to that of untreated controls. Rupture strength of endosperm tissue excised from seeds pretreated with SHAM was 33% less than that of controls in the micropylar region. To determine if the embryo must be in contact with the endosperm of SHAM to weaken the endosperm, some endosperms were incubated with SHAM only after dissection from seeds. Rupture strength of SHAM-treated, isolated endosperms in the micropylar region was 25% less than that of untreated controls. There was no difference in rupture strength in the cotyledonary region of endosperm isolated from seeds treated with SHAM in buffer or buffer alone. SHAM therefore stimulates germination not by enhancing embryo growth potential, but by weakening the micropylar region of the endosperm enclosing the embryo.

384. [Biorefinery of the green seaweed *Ulva lactuca* to produce animal feed, chemicals and biofuels.](#)

[PubMed](#)

Bikker, Paul; van Krimpen, Marinus M; van Wikselaar, Piet; Houweling-Tan, Bwee; Scaccia, Nazareno; van Hal, Jaap W; Huijgen, Wouter J J; Cone, John W; L  pez-Contreras, Ana M

2016-01-01

The growing world population demands an increase in animal protein production. Seaweed may be a valuable source of protein for animal feed. However, a biorefinery approach aimed at cascading valorisation of both protein and non-protein seaweed constituents is required to realise an economically feasible value chain. In this study, such a biorefinery approach is presented for the green seaweed *Ulva lactuca* containing 225 g protein (N 4.6) kg⁻¹ dry matter (DM). The sugars in the biomass were solubilised by hot water treatment followed by enzymatic hydrolysis and centrifugation resulting in a sugar-rich hydrolysate (38.8 g L⁻¹ sugars) containing glucose, rhamnose and xylose, and a protein-enriched (343 g kg⁻¹ in DM) extracted fraction. This extracted fraction was characterised for use in animal feed, as compared to *U. lactuca* biomass. Based on the content of essential amino acids and the in vitro N (85 %) and organic matter (90 %) digestibility, the extracted fraction seems a promising protein source in diets for monogastric animals with improved characteristics as compared to the intact *U. lactuca*. The gas production test indicated a moderate rumen fermentation of *U. lactuca* and the extracted fraction, about similar to that of alfalfa. Reduction of the high content of minerals and trace elements may be required to allow a high inclusion level of *U. lactuca* products in animal diets. The hydrolysate was used successfully for the production of acetone, butanol, ethanol and 1,2-propanediol by clostridial fermentation, and the rhamnose fermentation

pattern was studied.

385. [Detection of lettuce discoloration using hyperspectral reflectance imaging](#)

[USDA-ARS's Scientific Manuscript database](#)

Rapid visible/near-infrared (VNIR) hyperspectral imaging methods, employing both a single waveband algorithm and multi-spectral algorithms, were developed in order to classify the discoloration of lettuce. Reflectance spectra for sound and discolored lettuce surfaces were extracted from hyperspectra...

386. [7a-hydroxyfriedelan-3-one-26-OL-29-OIC acid and other constituents from *Pileostegia viburnoids* VAR. *Glabrescens*](#)

[USDA-ARS's Scientific Manuscript database](#)

The preliminary phytotoxic evaluations of a n-BuOH extract from traditional Chinese medicinal plant *Pileostegia viburnoides* var. *glabrescens* showed herbicidal activity against dicot *Lactuca sativa* (lettuce) and monocot *Agrostis stolonifera* (bentgrass). In order to identify the phytotoxic constituent...

387. [7 CFR 319.56-24 - Lettuce and peppers from Israel.](#)

[Code of Federal Regulations, 2010 CFR](#)

2010-01-01

... 7 Agriculture 5 2010-01-01 2010-01-01 false Lettuce and peppers from Israel. 319.56-24 Section 319... Lettuce and peppers from Israel. (a) Lettuce may be imported into the United States from Israel without... section have been met. (b) Peppers (fruit) (*Capsicum* spp.) from Israel may be imported into the United...

388. [Toxicity evaluation of the process effluent streams of a petrochemical industry.](#)

[PubMed](#)

Reis, J L R; Dezotti, M; Sant'Anna, G L

2007-02-01

The physico-chemical characteristics and the acute toxicity of several wastewater streams, generated in the industrial production of synthetic rubber, were determined. The acute toxicity was evaluated in bioassays using different organisms: *Danio rerio* (fish), *Lactuca sativa* (lettuce) and *Brachionus calyciflorus* (rotifer). The removal of toxicity attained in the industrial wastewater treatment plant was also determined upstream and downstream of the activated sludge process. The results obtained indicate that the critical streams in terms of acute toxicity are the effluents from the liquid polymer unit and the spent caustic butadiene washing stage. The biological treatment was able to partially remove the toxicity of the industrial wastewater. However, a residual toxicity level persisted in the biotreated wastewater. The results obtained with *Lactuca sativa* showed a high degree of reproducibility, using root length or germination index as evaluation parameters. The effect of volatile pollutants on the toxicity results obtained with lettuce seeds was assessed, using ethanol as a model compound. Modifications on the assay procedure were proposed. A strong correlation between the toxic responses of *Lactuca sativa* and *Danio rerio* was observed for most industrial effluent streams.

389. [USE OF PELLETTED LETTUCE SEEDS IN BIOAVAILABILITY STUDIES](#)

[EPA Science Inventory](#)

Lettuce (*Lactuca sativa* L., cv. Buttercrunch) is one of the most common and sensitive test organisms, among plants, used in toxicology and bioavailability studies. Much of the available lettuce seeds in commercial channels are pelleted to allow for precision machine planting. Th...

390. [USE OF PELLETTED LETTUCE SEEDS IN BIOABAILABILITY STUDIES](#)

[EPA Science Inventory](#)

Lettuce (*Lactuca sativa* L., cv. Buttercrunch) is one of the most common and sensitive test organisms, among plants, used in toxicology and bioavailability studies. Much of the available lettuce seeds in commercial channels are pelleted to allow for precision machine planting. Th...

391. [Uptake of perfluoroalkyl acids into edible crops via land applied biosolids: Field and greenhouse studies](#)

[EPA Science Inventory](#)

The presence of perfluoroalkyl acids (PFAAs) in biosolids destined for use in agriculture has raised concerns about their potential to enter the terrestrial food chain via bioaccumulation in edible plants. Uptake of PFAAs by greenhouse lettuce (*Lactuca sativa*) and tomato (*Lycopersicon*...

392. [The Toxicity of Mustard and Mustard Lewisite to Terrestrial Organisms](#)

[DTIC Science & Technology](#)

1998-09-24

developed by Green et al. (1989) and presented by standards organizations (OECD 1993, ASTM 1996b). The test species included lettuce (*Lactuca ... sativa*), alfalfa (*Medicago sativa*) and northern wheat grass (*Agropyron dasystachyum*) selected in order to provide a representative commercial

393. [Microbiological quality and safety assessment of lettuce production in Brazil.](#)

[PubMed](#)

Ceuppens, Siele; Hessel, Claudia Titze; de Quadros Rodrigues, Rochele; Bartz, Sabrina; Tondo, Eduardo CÃ©sar; Uyttendaele, Mieke

2014-07-02

The microbiological quality and safety of lettuce during primary production in Brazil were determined by enumeration of hygiene indicators *Escherichia coli*, coliforms and enterococci and detection of enteric pathogens *Salmonella* and *E. coli* O157:H7 in organic fertilizers, soil, irrigation water, lettuce crops, harvest boxes and worker's hands taken from six different lettuce farms throughout the crop growth cycle. Generic *E. coli* was a suitable indicator for the presence of *Salmonella* and *E. coli* O157:H7, while coliforms and enterococci were not. Few pathogens were detected: 5 salmonellae and 2 *E. coli* O157:H7 from 260 samples, of which only one was lettuce and the others were manure, soil and water. Most (5/7) pathogens were isolated from the same farm and all were from organic production. Statistical analysis revealed the following environmental and agro-technical risk factors for

increased microbial load and pathogen prevalence in lettuce production: high temperature, flooding of lettuce fields, application of contaminated organic fertilizer, irrigation with water of inferior quality and large distances between the field and toilets. Control of the composting process of organic fertilizers and the irrigation water quality appear most crucial to improve and/or maintain the microbiological quality and safety during the primary production of lettuce. Copyright © 2014 Elsevier B.V. All rights reserved.

394. [A dose-response relationship for marketable yield reduction of two lettuce \(*Lactuca sativa* L.\) cultivars exposed to tropospheric ozone in Southern Europe.](#)

[PubMed](#)

Marzuoli, Riccardo; Finco, Angelo; Chiesa, Maria; Gerosa, Giacomo

2017-12-01

The present study investigated the response to ozone (O_3) of two cultivars (cv.'Romana' and cv.'Canasta') of irrigated lettuce grown in an open-top chamber (OTC) experiment in Mediterranean conditions. Two different levels of O_3 were applied, ambient O_3 in non-filtered OTCs (NF-OTCs) and -40% of ambient O_3 in charcoal-filtered OTCs (CF-OTCs), during four consecutive growing cycles. At the end of each growing cycle, the marketable yield (fresh biomass) was assessed while during the growing periods, measurements of the stomatal conductance at leaf level were performed and used to define a stomatal conductance model for calculation of the phytotoxic ozone dose (POD) absorbed by the plants. Results showed that O_3 caused statistically significant yield reductions in the first and in the last growing cycle. In general, the marketable yield of the NF-OTC plants was always lower than the CF-OTC plants for both cultivars, with mean reductions of -18.5 and -14.5% for 'Romana' and 'Canasta', respectively. On the contrary, there was no statistically significant difference in marketable yield due to the cultivar factor or to the interaction between O_3 and cultivar in any of the growing cycle performed. Dose-response relationships for the marketable relative yield based on the POD values were calculated according to different flux threshold values (Y). The best regression fit was obtained using an instantaneous flux threshold of $6 \text{ } \mu\text{mol } O_3 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (POD 6); the same value was obtained also for other crops. According to the generic lettuce dose-response relationship, an O_3 critical level of $1 \text{ } \mu\text{mol } O_3 \text{ m}^{-2}$ of POD 6 for a 15% of marketable yield loss was found.

395. [Effectiveness of two-sided UV-C treatments in inhibiting natural microflora and extending the shelf-life of minimally processed 'Red Oak Leaf' lettuce.](#)

[PubMed](#)

Allende, Ana; McEvoy, James L; Luo, Yaguang; Artes, Francisco; Wang, Chien Y

2006-05-01

The use of UV-C radiation treatments to inhibit the microbial growth and extend the shelf-life of minimally processed 'Red Oak Leaf' lettuce was investigated. Initially, UV-C resistance of 20 bacterial strains from different genera often associated with fresh produce (*Enterobacter*, *Erwinia*, *Escherichia*, *Leuconostoc*, *Pantoea*, *Pseudomonas*, *Rahnela*, *Salmonella*, *Serratia* and *Yersinia*) were tested in vitro. Most of the bacterial strains were inhibited with the minimum dose (30 J m^{-2}). *Erwinia carotovora*, *Leuconostoc carnosum*, *Salmonella typhimurium*, and *Yersinia aldovae* were the most resistant strains requiring a UV-C dose of 85 J m^{-2} to completely inhibit growth. An in vivo study consisted of treating minimally processed 'Red Oak Leaf' lettuce (*Lactuca sativa*) with UV-C at three radiation doses (1.18 , 2.37 and 7.11 kJ m^{-2}) on each side of the leaves and storing the product under passive

MAP conditions at 5 degrees C for up to 10 days. The gas composition inside packages varied significantly among the treatments, with CO₂ concentrations positively and O₂ concentrations negatively correlating with the radiation dose. All the radiation doses were effective in reducing the natural microflora of the product, although the highest doses showed the greatest microbial inhibitions. Taking into account the microbial limit set by Spanish legislation [Boletín Oficial del Estado (BOE), 2001. Normas de higiene para la elaboración, distribución y comercio de comidas preparadas, Madrid, Spain, Real Decreto 3484/2000, pp. 1435-1441], all UV-C treatments extended the shelf-life of the product. However, the 7.11 kJ m⁻² dose induced tissue softening and browning after 7 days of storage at 5 degrees C. Therefore, the use of two sided UV-C radiation, at the proper dose, is effective in reducing the natural microflora and extending the shelf-life of minimally processed 'Red Oak Leaf' lettuce.

396. [Evaluation of Nutritional Composition of The Dried Seaweed *Ulva lactuca* from Pameungpeuk Waters, Indonesia.](#)

[PubMed](#)

Rasyid, Abdullah

2017-07-01

The nutritional composition of the dried seaweed *Ulva lactuca* from Pameungpeuk waters, including proximate, vitamins, minerals, dietary fibre and heavy metal has been carried out. The objective of this present study is to know the nutritional composition of the dried seaweed *U. lactuca* for utilisation in human nutrition in the future. Results show that carbohydrate was the major component in the proximate analysis of *U. lactuca* in the present study. The carbohydrate content was 58.1%. Moisture, ash, protein and fat content were 16.9%, 11.2%, 13.6% and 0.19% respectively, while dietary fibre was 28.4%. The vitamin A content was examined in this study less than 0.5 IU/100 mg while vitamin B1 (thiamine) and vitamin B2 (riboflavin) were 4.87 mg/kg and 0.86 mg/kg respectively. The calcium content was 1828 mg/100 g higher than other minerals. The heavy metal content examined in this study were lower than the limit of the quality criteria applied to edible seaweeds sold in Indonesia. Based on the results of this study show that *U. lactuca* has potential to be developed as an alternative source of a healthy food for human in the future.

397. [Antimicrobial activity of extracts from macroalgae *Ulva lactuca* against clinically important *Staphylococci* is impacted by lunar phase of macroalgae harvest.](#)

[PubMed](#)

Deveau, A M; Miller-Hope, Z; Lloyd, E; Williams, B S; Bolduc, C; Meader, J M; Weiss, F; Burkholder, K M

2016-05-01

Staphylococcus aureus is a common human bacterial pathogen that causes skin and soft tissue infections. Methicillin-resistant *Staph. aureus* (MRSA) are increasingly drug-resistant, and thus there is great need for new therapeutics to treat *Staph. aureus* infections. Attention has focused on potential utility of natural products, such as extracts of marine macroalgae, as a source of novel antimicrobial compounds. The green macroalgae *Ulva lactuca* produces compounds inhibitory to human pathogens, although the effectiveness of *U. lactuca* extracts against clinically relevant strains of *Staph. aureus* is poorly understood. In addition, macroalgae produce secondary metabolites that may be influenced by exogenous factors including lunar phase, but whether lunar phase affects *U. lactuca* antimicrobial

capacity is unknown. We sought to evaluate the antibacterial properties of *U. lactuca* extracts against medically important Staphylococci, and to determine the effect of lunar phase on antimicrobial activity. We report that *U. lactuca* methanolic extracts inhibit a range of Staphylococci, and that lunar phase of macroalgae harvest significantly impacts antimicrobial activity, suggesting that antimicrobial properties can be maximized by manipulating time of algal harvest. These findings provide useful parameters for future studies aimed at isolating and characterizing *U. lactuca* anti-Staphylococcal agents. The growing prevalence of antibiotic-resistant human pathogens such as methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) has intensified efforts towards discovery and development of novel therapeutics. Marine macroalgae like *Ulva lactuca* are increasingly recognized as potential sources of antimicrobials, but the efficacy of *U. lactuca* extracts against common, virulent strains of *Staph. aureus* is poorly understood. We demonstrate that *U. lactuca* methanolic extracts inhibit a variety of clinically relevant *Staphylococcus* strains, and that the antimicrobial activity can

398. [Chemical composition and allelopathic potential of essential oils obtained from *Acacia cyanophylla* Lindl. Cultivated in Tunisia.](#)

[PubMed](#)

El Ayeub-Zakhama, Asma; Sakka-Rouis, Lamia; Bergaoui, Afifa; Flamini, Guido; Ben Jannet, Hichem; Harzallah-Skhiri, Fethia

2015-04-01

Acacia cyanophylla Lindl. (Fabaceae), synonym *Acacia saligna* (Labill.) H. & L. Wendl., native to West Australia and naturalized in North Africa and South Europe, was introduced in Tunisia for rangeland rehabilitation, particularly in the semiarid zones. In addition, this evergreen tree represents a potential forage resource, particularly during periods of drought. *A. cyanophylla* is abundant in Tunisia and some other Mediterranean countries. The chemical composition of the essential oils obtained by hydrodistillation from different plant parts, viz., roots, stems, phyllodes, flowers, and pods (fully mature fruits without seeds), was characterized for the first time here. According to GC-FID and GC/MS analyses, the principal compound in the phyllode and flower oils was dodecanoic acid (4), representing 22.8 and 66.5% of the total oil, respectively. Phenylethyl salicylate (8; 34.9%), heptyl valerate (3; 17.3%), and nonadecane (36%) were the main compounds in the root, stem, and pod oils, respectively. The phyllode and flower oils were very similar, containing almost the same compounds. Nevertheless, the phyllode oil differed from the flower oil for its higher contents of hexahydrofarnesyl acetone (6), linalool (1), pentadecanal, $\pm$ -terpineol, and benzyl benzoate (5) and its lower content of 4. Principal component and hierarchical cluster analyses separated the five essential oils into four groups, each characterized by its main constituents. Furthermore, the allelopathic activity of each oil was evaluated using lettuce (*Lactuca sativa* L.) as a plant model. The phyllode, flower, and pod oils exhibited a strong allelopathic activity against lettuce. Copyright © 2015 Verlag Helvetica Chimica Acta AG, Zürich.

399. [Influence of surface polysaccharides of *Escherichia coli* O157:H7 on plant defense response and survival of the human enteric pathogen on *Arabidopsis thaliana* and lettuce \(*Lactuca sativa*\).](#)

[PubMed](#)

Jang, Hyein; Matthews, Karl R

2018-04-01

This study aimed to determine the influence of bacterial surface polysaccharides (cellulose, colanic

acid, and lipopolysaccharide; LPS) on the colonization or survival of *Escherichia coli* O157:H7 on plants and the plant defense response. Survival of *E. coli* O157:H7 were evaluated on *Arabidopsis thaliana* and romaine lettuce as a model plant and an edible crop (leafy vegetable), respectively. The population of the wild-type strain of *E. coli* O157:H7 on *Arabidopsis* plants and lettuce was significantly ($P < 0.05$) greater compared with the colanic acid-deficient and LPS-truncated mutants on day 1 and day 5 post-inoculation. This result indicates that colanic acid and LPS structures may contribute to the ability of bacterial survival or persistence on plants. The wild-type strain of *E. coli* O157:H7 produced approximately twice the amount ($P < 0.05$) of capsular polysaccharide (CPS) than the colanic acid and LPS-truncated mutants. The significantly lower production of CPS was associated with significantly greater (2-fold) expression of pathogenesis-related gene (PR1) compared with the wild-type and cellulose-deficient mutant ($P < 0.05$). Collectively, the results of this study may suggest that specific surface polysaccharides of *E. coli* O157:H7 differentially induce the plant defense response, consequently affecting the survival of the human pathogen on plants. The survival and persistence of *E. coli* O157:H7 was similar on *Arabidopsis* and lettuce regardless of day post-inoculation. Copyright © 2017 Elsevier Ltd. All rights reserved.

400. [Microbial Profile of Soil-Free versus In-Soil Grown Lettuce and Intervention Methodologies to Combat Pathogen Surrogates and Spoilage Microorganisms on Lettuce](#)

[PubMed Central](#)

Sirsat, Sujata A.; Neal, Jack A.

2013-01-01

Aquaponics is an effective method to practice sustainable agriculture and is gaining popularity in the US; however, the microbial safety of aquaponically grown produce needs to be ascertained. Aquaponics is a unique marriage of fish production and soil-free produce (e.g., leafy greens) production. Fish are raised in fresh water tanks that are connected to water filled beds where fruits and vegetables are grown. The fish bi-products create nutrient-rich water that provides the key elements for the growth of plants and vegetables. The objective of this study was to perform a comparative analysis of the microbial safety and quality of aquaponic lettuce and soil grown lettuce (conventional, bagged, certified organic, and field lettuce). Following this, an intervention study was performed to combat foodborne pathogen surrogates (*Salmonella* and *E. coli*), spoilage, and fecal microorganisms using 2.5% acetic acid. The results of the comparative analysis study showed that aquaponically grown lettuce had significantly lower concentration of spoilage and fecal microorganisms compared to in-soil grown lettuce. The intervention study showed that diluted vinegar (2.5% acetic acid) significantly reduced *Salmonella*, *E. coli*, coliforms, and spoilage microorganisms on fresh lettuce by 2 to 3 log CFU/g. Irrespective of growing methods (in-soil or soilless), it is crucial to incorporate good agricultural practices to reduce microbial contamination on fresh produce. The intervention employed in this study can be proposed to small farmers and consumers to improve quality and safety of leafy greens. PMID:28239132

- [«](#)
- [18](#)
- [19](#)
- 20
- [21](#)
- [22](#)
- [»](#)
- [«](#)

- [19](#)
- [20](#)
- [21](#)
- [22](#)
- [23](#)
- [»](#)

401. [Microbial Profile of Soil-Free versus In-Soil Grown Lettuce and Intervention Methodologies to Combat Pathogen Surrogates and Spoilage Microorganisms on Lettuce.](#)

[PubMed](#)

Sirsat, Sujata A; Neal, Jack A

2013-11-11

Aquaponics is an effective method to practice sustainable agriculture and is gaining popularity in the US; however, the microbial safety of aquaponically grown produce needs to be ascertained. Aquaponics is a unique marriage of fish production and soil-free produce (e.g., leafy greens) production. Fish are raised in fresh water tanks that are connected to water filled beds where fruits and vegetables are grown. The fish bi-products create nutrient-rich water that provides the key elements for the growth of plants and vegetables. The objective of this study was to perform a comparative analysis of the microbial safety and quality of aquaponic lettuce and soil grown lettuce (conventional, bagged, certified organic, and field lettuce). Following this, an intervention study was performed to combat foodborne pathogen surrogates (*Salmonella* and *E. coli*), spoilage, and fecal microorganisms using 2.5% acetic acid. The results of the comparative analysis study showed that aquaponically grown lettuce had significantly lower concentration of spoilage and fecal microorganisms compared to in-soil grown lettuce. The intervention study showed that diluted vinegar (2.5% acetic acid) significantly reduced *Salmonella* , *E. coli* , coliforms, and spoilage microorganisms on fresh lettuce by 2 to 3 log CFU/g. Irrespective of growing methods (in-soil or soilless), it is crucial to incorporate good agricultural practices to reduce microbial contamination on fresh produce. The intervention employed in this study can be proposed to small farmers and consumers to improve quality and safety of leafy greens.

402. [Effect of population density of lettuce intercropped with rocket on productivity and land-use efficiency](#)

[PubMed Central](#)

2018-01-01

The objective of this study was to evaluate the influence of the spacing of lettuce rows on the production of a lettuce-rocket intercropping system over two growing seasons (11 August to 25 September 2011 and 12 January to 24 February 2012) in Jaboticabal, São Paulo, Brazil. We evaluated 11 treatments in each season: lettuce-rocket intercrops with five row spacings for the lettuce (0.20, 0.25, 0.30, 0.35 and 0.40 m) and the rocket planted midway between the lettuce rows, sole crops of lettuce at the same five row spacings and a sole crop of rocket. Fresh and dry masses of the lettuce and rocket and number of lettuce leaves per plant were highest with a lettuce row spacing of 0.40 m, but the productivities of the lettuce and rocket were higher with a lettuce row spacing of 0.20 m. The productivities and fresh and dry weights of the lettuce and rocket and the number of lettuce leaves per plant were highest in the sole crops, but the fresh and dry weights of the rocket were higher with intercropping. The land equivalent ratios were >1.0 in both seasons in all intercrops and were highest for the densest crop (1.41). Intercropping was therefore 41% more efficient than sole cropping for the

production of lettuce and rocket. PMID:29698401

403. [Effect of population density of lettuce intercropped with rocket on productivity and land-use efficiency.](#)

[PubMed](#)

Nascimento, Camila Seno; Cec  lio Filho, Arthur Bernardes; Mendoza-Cortez, Juan Waldir; Nascimento, Carolina Seno; Bezerra Neto, Francisco; Grangeiro, Leilson Costa

2018-01-01

The objective of this study was to evaluate the influence of the spacing of lettuce rows on the production of a lettuce-rocket intercropping system over two growing seasons (11 August to 25 September 2011 and 12 January to 24 February 2012) in Jaboticabal, S  o Paulo, Brazil. We evaluated 11 treatments in each season: lettuce-rocket intercrops with five row spacings for the lettuce (0.20, 0.25, 0.30, 0.35 and 0.40 m) and the rocket planted midway between the lettuce rows, sole crops of lettuce at the same five row spacings and a sole crop of rocket. Fresh and dry masses of the lettuce and rocket and number of lettuce leaves per plant were highest with a lettuce row spacing of 0.40 m, but the productivities of the lettuce and rocket were higher with a lettuce row spacing of 0.20 m. The productivities and fresh and dry weights of the lettuce and rocket and the number of lettuce leaves per plant were highest in the sole crops, but the fresh and dry weights of the rocket were higher with intercropping. The land equivalent ratios were >1.0 in both seasons in all intercrops and were highest for the densest crop (1.41). Intercropping was therefore 41% more efficient than sole cropping for the production of lettuce and rocket.

404. [Two new mountainous species of *Lactuca* \(Cichorieae, Asteraceae\) from Iran, one presenting a new, possibly myrmecochorous achene variant.](#)

[PubMed](#)

Kilian, Norbert; Djavadi, Seyyedeh Bahereh; Eskandari, Majid

2012-01-01

It is shown that the concept of the Iranian endemic *Lactuca polyclada* in the sense of both its original author Boissier and its current use actually admixes two entirely different species, as was first noted by Beauverd a hundred years ago but has been neglected by later workers. One is a putative relative of *Lactuca rosularis*, the other was recognised by Beauverd as a member of the genus *Cicerbita*. The name *Lactuca polyclada* Boiss. is lectotypified here, maintaining its use as established by Beauverd for the *Cicerbita* species. Both species are morphologically delimited and mature achenes of *Cicerbita polyclada* are illustrated for the first time. The putative relative of *Lactuca rosularis*, a rare local endemic of the summit area of Kuh e-Dena, which has remained without a valid name by now, is described as a new species, *Lactuca denaensis* N. Kilian & Djavadi, and illustrated. A third member of the *Lactuca rosularis* group, *Lactuca hazaranensis* Djavadi & N. Kilian, discovered among a recent collection and apparently being a rare chasmophyte of the Hazaran mountain massif in the province of Kerman, Iran, is described as a species new to science, illustrated and delimited from the other two species. This new species has peculiar achenes representing a hitherto unknown variant: the body of the beaked achenes is divided into two segments by a transversal constriction in the distal third. The proximal segment contains the embryo, the distal segment is solid with a lipid-containing yellow tissue. The easily detachable pappus and the equally easily detachable beak potentially obstruct dispersal by wind. Since detachment of the beak also exposes the lipid-containing tissue of the distal segment, its potential as an elaiosome and myrmecochory as a possible mode of dispersal are

discussed.

405. [Two new mountainous species of *Lactuca* \(Cichorieae, Asteraceae\) from Iran, one presenting a new, possibly myrmecochorous achene variant](#)

[PubMed Central](#)

Kilian, Norbert; Djavadi, Seyyedeh Bahereh; Eskandari, Majid

2012-01-01

Abstract It is shown that the concept of the Iranian endemic *Lactuca polyclada* in the sense of both its original author Boissier and its current use actually admixes two entirely different species, as was first noted by Beauverd a hundred years ago but has been neglected by later workers. One is a putative relative of *Lactuca rosularis*, the other was recognised by Beauverd as a member of the genus *Cicerbita*. The name *Lactuca polyclada* Boiss. is lectotypified here, maintaining its use as established by Beauverd for the *Cicerbita* species. Both species are morphologically delimited and mature achenes of *Cicerbita polyclada* are illustrated for the first time. The putative relative of *Lactuca rosularis*, a rare local endemic of the summit area of Kuh e-Dena, which has remained without a valid name by now, is described as a new species, *Lactuca denaensis* N. Kilian & Djavadi, and illustrated. A third member of the *Lactuca rosularis* group, *Lactuca hazaranensis* Djavadi & N. Kilian, discovered among a recent collection and apparently being a rare chasmophyte of the Hazaran mountain massif in the province of Kerman, Iran, is described as a species new to science, illustrated and delimited from the other two species. This new species has peculiar achenes representing a hitherto unknown variant: the body of the beaked achenes is divided into two segments by a transversal constriction in the distal third. The proximal segment contains the embryo, the distal segment is solid with a lipid-containing yellow tissue. The easily detachable pappus and the equally easily detachable beak potentially obstruct dispersal by wind. Since detachment of the beak also exposes the lipid-containing tissue of the distal segment, its potential as an elaiosome and myrmecochory as a possible mode of dispersal are discussed. PMID:22577334

406. [Growing Different *Lactuca* Genotypes Aeroponically within a Tropical Greenhouse—Cool Rootzone Temperatures Decreased Rootzone Ethylene Concentrations and Increased Shoot Growth](#)

[PubMed Central](#)

Choong, Tsui-Wei; He, Jie; Lee, Sing K.; Dodd, Ian C.

2016-01-01

Temperate crops cannot grow well in the tropics without rootzone cooling. As cooling increased production costs, this experiment aimed to study the growth of various *Lactuca* genotypes and propose possible ways of reducing these costs, without compromising productivity. A recombinant inbred line (RIL) of lettuce and its parental lines (*L. serriola* and *L. sativa* ‘Salinas’) were grown aeroponically in a tropical greenhouse under 24°C cool (C) or warm fluctuating 30–36°C ambient (A) rootzone temperature (RZT). Their roots were misted with Netherlands standard nutrient solution for 1 min, at intervals of either 5 min (A5, C5) or 10 min (A10, C10) in attempting to reduce electricity consumption and production costs. Lower mortality and higher productivity were observed in all genotypes when grown in C-RZT. Higher shoot fresh weight was observed under C5 than C10, for the RIL and *L. serriola*. Since ‘Salinas’ had similar shoot fresh weight at both C-RZ treatments, this may indicate it is more sensitive to RZT than water availability. Under A-RZ treatments, higher carotenoid content, with correspondingly higher nonphotochemical quenching, was observed in A10

for the RIL and "Salinas." Further, total chlorophyll content was also highest at this RZ treatment for the RIL though photochemical quenching was contrastingly the lowest. Cumulatively, productivity was compromised at A10 as the RIL seemed to prioritize photoprotection over efficiency in photosynthesis, under conditions of higher RZT and lower water availability. Generally, higher RZ ethylene concentrations accumulated in A10 and C10 than A5 and C5, respectively"probably due to spray frequency exerting a greater effect on RZ ethylene accumulation than RZT. In the C5 RZ treatment, lowest RZ ethylene concentration corresponded with highest shoot fresh weight. As such, further research on ethylene (in)sensitivity and water use efficiency could be conducted to identify Lactuca cultivars that are better

407. [Zn-biofortification enhanced nitrogen metabolism and photorespiration process in green leafy vegetable *Lactuca sativa* L.](#)

[PubMed](#)

Barrameda-Medina, Yurena; Lentini, Marco; Esposito, Sergio; Ruiz, Juan M; Blasco, Begoña

2017-04-01

Excessive rates of nitrogen (N) fertilizers may result in elevated concentrations of nitrate (NO_3^-) in plants. Considering that many programs of biofortification with trace elements are being performed, it has become important to study how the application of these elements affects plant physiology and, particularly, N utilization in leaf crops. The main objective of the present study was to determine whether the NO_3^- accumulation and the nitrogen use efficiency was affected by the application of different doses of Zn in *Lactuca sativa* plants. Zn doses in the range 80-100 $\mu\text{mol L}^{-1}$ produced an increase in Zn concentration provoking a decrease of NO_3^- concentration and increase of the nitrate reductase, glutamine synthetase and aspartate aminotransferase activities, as well as the photorespiration processes. As result, we observed an increase in reduced N, total N concentration and N utilization efficiency. Consequently, at a dose of 80 $\mu\text{mol L}^{-1}$ of Zn, the amino acid concentration increased significantly. Adequate Zn fertilization is an important critical player in lettuce, especially at a dose of 80 $\mu\text{mol L}^{-1}$ of Zn, because it could result in an increase in the Zn concentration, a reduction of NO_3^- levels and an increase the concentration of essential amino acids, with all of them having beneficial properties for the human diet. © 2016 Society of Chemical Industry. © 2016 Society of Chemical Industry.

408. [Optical sensing of weed infestations at harvest](#)

[USDA-ARS's Scientific Manuscript database](#)

Kochia (*Kochia scoparia* L.), Russian thistle (*Salsola* spp.), and prickly lettuce (*Lactuca serriola* L.) are economically important weeds infesting dryland wheat (*Triticum aestivum* L.) production systems in the western United States. These weeds produce most of their seeds post-harvest. The objectives...

409. [Exposure of agricultural crops to nanoparticle \$\text{CeO}_2\$ in biochar-amended soil](#)

[USDA-ARS's Scientific Manuscript database](#)

Biochar is seeing increased usage as an amendment in agricultural soils but the significance of nanoscale interactions between this additive and engineered nanoparticles (ENP) remains largely unknown. In the present study, corn (*Zea mays*), lettuce (*Lactuca sativa*), soybean (*Glycine max*) and zucchini...

410. [Soil Rhizosphere Microbial Communities and Enzyme Activities under Organic Farming](#)

[USDA-ARS's Scientific Manuscript database](#)

This study investigated the activities of α -glucosidase (C cycling), β -glucosaminidase (C and N cycling), acid phosphatase (P cycling) and arylsulfatase (S cycling) under lettuce (*Lactuca sativa*), potato (*Solanum Tuberosum*), onion (*Allium cepa* L), broccoli (*Brassica oleracea* var. botrytis) and Tall f...

411. [The inheritance of resistance to bacterial leaf spot of lettuce caused by *Xanthomonas campestris* pv. vitians in three lettuce cultivars](#)

[PubMed Central](#)

Hayes, Ryan J; Trent, Mark A; Truco, Maria Jose; Antonise, Rudie; Michelmore, Richard W; Bull, Carolee T

2014-01-01

Lettuce yields can be reduced by the disease bacterial leaf spot (BLS) caused by the pathogen *Xanthomonas campestris* pv. vitians (Xcv) and host resistance is the most feasible method to reduce disease losses. The cultivars La Brillante, Pavane and Little Gem express an incompatible host-pathogen interaction as a hypersensitive response (HR) to California strains of Xcv resulting in resistance. Little was known about the inheritance of resistance; however, resistance to other lettuce pathogens is often determined by resistance gene candidates (RGCs) encoding nucleotide-binding leucine-rich repeat (NB-LRR) proteins. Therefore, we determined the inheritance of BLS resistance in the cultivars La Brillante, Little Gem and Pavane and mapped it relative to RGCs. The reaction to Xcv was analyzed in nine F1, F2 and recombinant inbred line populations of lettuce from HR-compatible or HR-HR crosses. The HR in La Brillante, Pavane and Little Gem is conditioned by single dominant genes, which are either allelic or closely linked genes. The resistance gene in La Brillante was designated *Xanthomonas* resistance 1 (Xar1) and mapped to lettuce linkage group 2. Xar1 is present in a genomic region that contains numerous NB-LRR encoding RGCs and functional pathogen resistance loci in the RGC2 family. The Xar1 gene confers a high level of BLS resistance in the greenhouse and field that can be introgressed into commercial lettuce cultivars to reduce BLS losses using molecular markers. PMID:26504558

412. [Linking the morphological and metabolomic response of *Lactuca sativa* L exposed to emerging contaminants using GC-MS and chemometric tools.](#)

[PubMed](#)

Hurtado, Carlos; Parastar, Hadi; Matamoros, Víctor; Piña, Benjamín; Tauler, Román; Bayona, Josep M

2017-07-26

The occurrence of contaminants of emerging concern (CECs) in irrigation waters (up to low $1/4$ L⁻¹) and irrigated crops (ng g⁻¹ in dry weight) has been reported, but the linkage between plant morphological changes and plant metabolomic response has not yet been addressed. In this study, a non-targeted metabolomic analysis was performed on lettuce (*Lactuca sativa* L) exposed to 11 CECs (pharmaceuticals, personal care products, anticorrosive agents and surfactants) by irrigation. The plants were watered with different CEC concentrations (0-50 μ g L⁻¹) for 34 days under controlled conditions and then harvested, extracted, derivatised and analysed by comprehensive two-dimensional gas chromatography coupled to a time-of-flight mass spectrometer (GC-MS-GC-TOFMS). The resulting raw data were analysed using multivariate curve resolution (MCR) and partial least

squares (PLS) methods. The metabolic response indicates that exposure to CECs at environmentally relevant concentrations ($0.05 \mu\text{g L}^{-1}$) can cause significant metabolic alterations in plants (carbohydrate metabolism, the citric acid cycle, pentose phosphate pathway and glutathione pathway) linked to changes in morphological parameters (leaf height, stem width) and chlorophyll content.

413. [A Lactuca universal hybridizer, and its use in creation of fertile interspecific somatic hybrids.](#)

[PubMed](#)

Chupeau, M C; Maisonneuve, B; Bellec, Y; Chupeau, Y

1994-10-28

A *Lactuca sativa* cv. Ardente line heterozygous for a gene encoding resistance to kanamycin, a positive and dominant trait, was crossed with cv. Girelle, which is heterozygous for a recessive albinism marker. The resulting seeds yielded 25% albino seedlings, of which 50% were also resistant to kanamycin. Such plantlets (KR, a) grown in vitro were used for preparation of universal hybridizer protoplasts, since green buds that can develop on kanamycin containing-medium should result from fusion with any wild-type protoplast. To test the practicability of this selection scheme, we fused *L. sativa* KR, a protoplasts with protoplasts derived from various wild *Lactuca* as well as various other related species. Protoplast-derived cell colonies were selected for resistance to kanamycin at the regeneration stage. Green buds were regenerated after fusion with protoplasts of *L. tatarica* and of *L. perennis*. So far, 9 interspecific hybrid plants have been characterized morphologically. In addition, random amplified polymorphic DNA (RAPD) analysis with selected primers confirmed that these plants are indeed interspecific hybrids. Some plants are female-fertile and production of backcross progenies with *L. sativa* is in progress. Since many desirable traits such as resistances to viruses, bacteria and fungi (*Bremia lactucae*) have been characterized in wild *Lactuca* species, the use of somatic hybridization in breeding programmes now appears a practical possibility.

414. [Bioremediation of reject water from anaerobically digested waste water sludge with macroalgae \(*Ulva lactuca*, Chlorophyta\).](#)

[PubMed](#)

Sode, Sidsel; Bruhn, Annette; Balsby, Thorsten J S; Larsen, Martin MÃ, rk; Gotfredsen, Annemarie; Rasmussen, Michael Bo

2013-10-01

Phosphorus and biologically active nitrogen are valuable nutrient resources. Bioremediation with macroalgae is a potential means for recovering nutrients from waste streams. In this study, reject water from anaerobically digested sewage sludge was successfully tested as nutrient source for cultivation of the green macroalgae *Ulva lactuca*. Maximal growth rates of $54.57 \pm 2.16\% \text{ FW d}^{-1}$ were achieved at reject water concentrations equivalent to $50 \text{ } \frac{1}{4} \text{M NH}_4(+)$. Based on the results, the growth and nutrient removal was parameterised as function of $\text{NH}_4(+)$ concentration a tool for optimisation of any similar phycoremediation system. Maximal nutrient removal rates of $22.7 \text{ mg N g DW}^{-1} \text{ d}^{-1}$ and $2.7 \text{ mg P g DW}^{-1} \text{ d}^{-1}$ were achieved at reject water concentrations equivalent to 80 and $89 \text{ } \frac{1}{4} \text{M NH}_4(+)$, respectively. A combined and integrated use of the produced biomass in a biorefinery is thought to improve the feasibility of using *Ulva* for bioremediation of reject water. Copyright © 2013 The Authors. Published by Elsevier Ltd.. All rights reserved.

415. [Mitigating cadmium accumulation in greenhouse lettuce production using biochar.](#)

[PubMed](#)

Zheng, Ruilun; Sun, Guoxin; Li, Cui; Reid, Brian J; Xie, Zubin; Zhang, Bo; Wang, Qinghai

2017-03-01

Greenhouse experiments were conducted to investigate the influence of rice straw biochar (RSB) on soil cadmium (Cd) availability and accumulation in lettuce. The RSB was applied either in bands or broadcast in the test site of four greenhouses with soil Cd concentrations ranging from 1.70-3.14 $\mu\text{g g}^{-1}$. Biochar doses applied in bands were half of those broadcast. The Cd levels in the shoots of lettuce were observed to be reduced by up to 57% with increasing RSB application rate (0, 6, 12, 18 t ha^{-1}). Following RSB application, shoot Cd concentrations of lettuce were reduced to below the Chinese threshold value set for food, and hazard quotients for Cd associated with vegetable consumption were reduced from 0.70-1.11 to 0.42-0.65. A decrease in soil bulk density (11%) and increases in water holding capacity (16%), available phosphorus (30%), available potassium (197%), and lettuce yield (15%) were observed after RSB application. Multiple linear regression analysis suggested that the soil extractable Cd level (but not biomass dilution) and soil bulk density, as influenced by RSB addition, were the dominant contributors to the shoot Cd levels in lettuce and lettuce yield, respectively. These results highlight the potential for RSB to mitigate the phytoaccumulation of Cd and thereby to reduce human exposure from vegetable consumption. Application of biochar in band, rather than broadcasting over the entire area, represents an opportunity to halve the biochar cost while retaining a good remediation effect.

416. [Nitrogen Limited Red and Green Leaf Lettuce Accumulate Flavonoid Glycosides, Caffeic Acid Derivatives, and Sucrose while Losing Chlorophylls, \$\beta\$ -Carotene and Xanthophylls.](#)

[PubMed](#)

Becker, Christine; Urlić, Branimir; Jukić, Maja; Klöpper, Hans-Peter; Krumbein, Angelika; Baldermann, Susanne; Goreta Ban, Smiljana; Perica, Slavko; Schwarz, Dietmar

2015-01-01

Reduction of nitrogen application in crop production is desirable for ecological and health-related reasons. Interestingly, nitrogen deficiency can lead to enhanced concentrations of polyphenols in plants. The reason for this is still under discussion. The plants' response to low nitrogen concentration can interact with other factors, for example radiation intensity. We cultivated red and green leaf lettuce hydroponically in a Mediterranean greenhouse, supplying three different levels of nitrogen (12 mM, 3 mM, 0.75 mM), either in full or reduced (-50%) radiation intensity. In both red and green lettuce, we found clear effects of the nitrogen treatments on growth characteristics, phenolic and photosynthetic compounds, nitrogen, nitrate and carbon concentration of the plants. Interestingly, the concentrations of all main flavonoid glycosides, caffeic acid derivatives, and sucrose increased with decreasing nitrogen concentration, whereas those of chlorophylls, β -carotene, neoxanthin, lactucaxanthin, all trans- and cis-violaxanthin decreased. The constitutive concentrations of polyphenols were lower in the green cultivar, but their relative increase was more pronounced than in the red cultivar. The constitutive concentrations of chlorophylls, β -carotene, neoxanthin, all trans- and cis-violaxanthin were similar in red and green lettuce and with decreasing nitrogen concentration they declined to a similar extent in both cultivars. We only detected little influence of the radiation treatments, e.g. on anthocyanin concentration, and hardly any interaction between radiation and nitrogen concentration. Our results imply a greater physiological plasticity of green compared to the red lettuce regarding its phenolic compounds. They support the photoprotection theory regarding anthocyanins as well as the theory that the deamination activity of phenylalanine ammonia-lyase drives phenylpropanoid synthesis.

417. [Nitrogen Limited Red and Green Leaf Lettuce Accumulate Flavonoid Glycosides, Caffeic Acid Derivatives, and Sucrose while Losing Chlorophylls, Î²-Carotene and Xanthophylls](#)

[PubMed Central](#)

Becker, Christine; UriÄ±, Branimir; JukiÄ± Å pika, Maja; KlÄ±ring, Hans-Peter; Krumbein, Angelika; Baldermann, Susanne; Goreta Ban, Smiljana; Perica, Slavko; Schwarz, Dietmar

2015-01-01

Reduction of nitrogen application in crop production is desirable for ecological and health-related reasons. Interestingly, nitrogen deficiency can lead to enhanced concentrations of polyphenols in plants. The reason for this is still under discussion. The plants' response to low nitrogen concentration can interact with other factors, for example radiation intensity. We cultivated red and green leaf lettuce hydroponically in a Mediterranean greenhouse, supplying three different levels of nitrogen (12 mM, 3 mM, 0.75 mM), either in full or reduced (-50%) radiation intensity. In both red and green lettuce, we found clear effects of the nitrogen treatments on growth characteristics, phenolic and photosynthetic compounds, nitrogen, nitrate and carbon concentration of the plants. Interestingly, the concentrations of all main flavonoid glycosides, caffeic acid derivatives, and sucrose increased with decreasing nitrogen concentration, whereas those of chlorophylls, Î²-carotene, neoxanthin, lactucaxanthin, all trans- and cis-violaxanthin decreased. The constitutive concentrations of polyphenols were lower in the green cultivar, but their relative increase was more pronounced than in the red cultivar. The constitutive concentrations of chlorophylls, Î²-carotene, neoxanthin, all trans- and cis-violaxanthin were similar in red and green lettuce and with decreasing nitrogen concentration they declined to a similar extent in both cultivars. We only detected little influence of the radiation treatments, e.g. on anthocyanin concentration, and hardly any interaction between radiation and nitrogen concentration. Our results imply a greater physiological plasticity of green compared to the red lettuce regarding its phenolic compounds. They support the photoprotection theory regarding anthocyanins as well as the theory that the deamination activity of phenylalanine ammonia-lyase drives phenylpropanoid synthesis. PMID:26569488

418. [A model for multiseasonal spread of verticillium wilt of lettuce.](#)

[PubMed](#)

Wu, B M; Subbarao, K V

2014-09-01

Verticillium wilt, caused by *Verticillium dahliae*, is a destructive disease in lettuce, and the pathogen is seedborne. Even though maximum seed infestation rates of <5% have been detected in commercial lettuce seed lots, it is necessary to establish acceptable contamination thresholds to prevent introduction and establishment of the pathogen in lettuce production fields. However, introduction of inoculum into lettuce fields for experimental purposes to determine its long term effects is undesirable. Therefore, we constructed a simulation model to study the spread of *Verticillium* wilt following pathogen introduction from seed. The model consists of four components: the first for simulating infection of host plants, the second for simulating reproduction of microsclerotia on diseased plants, the third for simulating the survival of microsclerotia, and the fourth for simulating the dispersal of microsclerotia. The simulation results demonstrated that the inoculum density-disease incidence curve parameters and the dispersal gradients affect disease spread in the field. Although a steep dispersal gradient facilitated the establishment of the disease in a new field with a low inoculum density, a long-tail gradient allowed microsclerotia to be dispersed over greater distances, promoting the disease spread in fields with high

inoculum density. The simulation results also revealed the importance of avoiding successive lettuce crops in the same field, reducing survival rate of microsclerotia between crops, and the need for breeding resistance against *V. dahliae* in lettuce cultivars to lower the number of microsclerotia formed on each diseased plant. The simulation results, however, suggested that, even with a low seed infestation rate, the pathogen would eventually become established if susceptible lettuce cultivars were grown consecutively in the same field for many years. A threshold for seed infestation can be established only when two of the three drivers of the disease

419. [Chemoprevention of Diethylnitrosamine-Initiated and Phenobarbital-Promoted Hepatocarcinogenesis in Rats by Sulfated Polysaccharides and Aqueous Extract of *Ulva lactuca*.](#)

[PubMed](#)

Hussein, Usama K; Mahmoud, Hamada M; Farrag, Asmaa G; Bishayee, Anupam

2015-11-01

Hepatocellular carcinoma (HCC) is one of the common cancers and lethal diseases worldwide. Both oxidative stress and chronic inflammation contribute to the pathogenesis of HCC. Because of limited treatment options and a grave prognosis of HCC, preventive management has been emphasized. The marine macroalgae *Ulva lactuca* (Ulvaceae) is consumed by humans and livestock because of its nutritional value. Recent studies showed that various extracts of *U. lactuca* possess antiviral, antiplasmodial, antinephrotoxic, antioxidant, and anti-inflammatory properties. However, very limited information is available on anticancer potential of *U. lactuca* with no reports on liver cancer chemopreventive efficacy of this marine algae. Accordingly, the present study was initiated to evaluate the possible antihepatocarcinogenic effects and antioxidant mechanisms of action of various *U. lactuca* extracts against a clinically relevant rodent model of HCC. Initiation of hepatocarcinogenesis was performed in Sprague-Dawley rats by a single injection of dietary carcinogen diethylnitrosamine (DENA, 200 mg/kg, intraperitoneally), followed by promotion with phenobarbital (0.05%) in drinking water. The rats were fed with daily oral dose (50 mg/kg) of polysaccharide sulfate or aqueous extract of *U. lactuca* for 2, 12, and 24 weeks. At these timepoints, blood samples were taken to measure hepatic injury markers, including alanine aminotransferase, aspartate aminotransferase, alkaline phosphatase, γ -glutamyl transferase, and bilirubin. The liver tissue was harvested for measurement of hepatic oxidative indices, including lipid peroxidation, reduced glutathione, nitric oxide, catalase, superoxide dismutase, glutathione reductase, and glutathione S-transferase. Hepatic histopathology, immunohistochemical analysis of cell proliferation and apoptosis by DNA fragmentation assay were performed. Our results clearly indicate that sulfated polysaccharides of *U. lactuca* exert a marked chemoprevention of DENA

420. [Precut prepackaged lettuce: a risk for listeriosis?](#)

[PubMed](#)

Hanning, Irene B; Johnson, Michael G; Ricke, Steven C

2008-12-01

The most recent outbreaks of listeriosis have been traced back to contaminated ready-to-eat (RTE) poultry and meat products. However, *Listeria monocytogenes* can be isolated from every food group, including fresh vegetables. This review is focused on one of the most popular RTE vegetable products, precut prepackaged lettuce. The available literature concerning *Listeria* contamination of vegetables is reviewed, and possible reasons why no recent outbreaks or sporadic cases of listeriosis due to

contaminated precut prepackaged lettuce are explored.

- [«](#)
- [19](#)
- [20](#)
- [21](#)
- [22](#)
- [23](#)
- [»](#)

- [«](#)
- [20](#)
- [21](#)
- [22](#)
- [23](#)
- [24](#)
- [»](#)

421. [Genetics and breeding of bacterial leaf spot resistance](#)

[USDA-ARS's Scientific Manuscript database](#)

Bacterial leaf spot (BLS) caused by the pathogen *Xanthomonas campestris* pv. *vitians* (Xcv) is a globally important disease of whole head and baby leaf lettuce that reduces crop yield and quality. Host resistance is the most feasible method to reduce disease losses. Screening *Lactuca* accessions has id...

422. [Analysis of molecular variability among the isolated of *Verticillium dahliae* from diverse host species based on florescence-based amplified fragment length polymorphism.](#)

[USDA-ARS's Scientific Manuscript database](#)

Verticillium dahliae is a soil borne fungus and the primary causal agent of Verticillium wilt, which affects many crops worldwide. Many crops grown in the Salinas Valley (SV) of California, including strawberry and lettuce (*Lactuca sativa*), are susceptible to *V. dahliae* and severe outbreaks are comm...

423. [Hecatera dysodea \(Denis and Schiffermüller\) \(Lepidoptera: Noctuidae\) new to the state of Idaho](#)

[USDA-ARS's Scientific Manuscript database](#)

Traps baited with a sex attractant were used to determine if the invasive noctuid moth *Hecatera dysodea* is generally distributed in the state of Idaho. The insect, which originated from Europe, utilizes species of *Lactuca* (lettuce) as a larval host. It was previously reported from northern Oregon ...

424. [Manipulation of Contents of Nitrate, Phenolic Acids, Chlorophylls, and Carotenoids in Lettuce \(*Lactuca sativa* L.\) via Contrasting Responses to Nitrogen Fertilizer When Grown in a Controlled Environment.](#)

[PubMed](#)

Qadir, Othman; Siervo, Mario; Seal, Chris J; Brandt, Kirsten

2017-11-22

This study aimed to use different nitrogen fertilizer regimes to produce Butterhead lettuce with such large differences in nitrate content that they could be used as treatment and placebo to study the effect of inorganic nitrate on human health. Plants were grown under controlled conditions at 27/23 °C day/night with a relatively low photosynthetically active radiation (PAR) of 150 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ for 14 h day⁻¹ and nitrogen supplies ranging from 26 to 154 ppm of N as ammonium nitrate in the fertigation solution. This resulted in contrasting high ($\sim 1078 \text{ mg nitrate } 100 \text{ g}^{-1} \text{ FW}$) or low ($\sim 6 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$) nitrate contents in the leaves. Contents of carotenoids and chlorophylls in fresh weight did not differ significantly between the highest and the lowest N-supply levels. However, increased nitrogen supply reduced contents of phenolic compounds from 154 to 22 $\text{mg } 100 \text{ g}^{-1} \text{ FW}$, dry matter content from 8.9% to 4.6%, and fresh weight per plant from 108.52 to 47.57 g/plant FW (all $P < 0.001$). Thus, while fertilizer treatments can provide lettuce with substantially different nitrate contents, maintaining similar pigment contents (color), they also strongly influence the contents of phenolic acids and flavones.

425. [Effects of artificial enclosure of young lettuce leaves on tipburn incidence and leaf calcium concentration](#)

[NASA Technical Reports Server \(NTRS\)](#)

Barta, D. J.; Tibbitts, T. W.

1986-01-01

The young developing leaves of 20-day-old lettuce plants (*Lactuca sativa* L. 'Buttercrunch') were enclosed by aluminized polyethylene sheaths to decrease transpiration and reduce Ca transport. The plants were grown in recirculating solution culture system using a modified half-strength Hoagland's solution under cool-white fluorescent lamps with a photosynthetic photon flux of 350 micromoles $\text{s}^{-1} \text{m}^{-2}$ in a 16:8-hr (light:dark) period. Air temperature and humidity were 20 degrees C and 65%, respectively. After 4 days of enclosure, 53% of the inner leavers (leaves one to 3 cm in length) were tipburned. After the same period, less than 1% of the inner leaves on control plants were tipburned. The concentration of Ca in enclosed inner leaves was 0.63 mg g^{-1} dry weight, compared to 1.48 mg g^{-1} dry weight in inner leaves that were not enclosed. The Ca concentration in transpiring outer leaves of all plants was 9.9 mg g^{-1} dry weight. The Mg concentration in enclosed inner leaves was 2.25 mg g^{-1} dry weight, compared to 2.34 mg g^{-1} dry weight in inner leaves that were not enclosed. This research documents that enclosures of leaves at the growing point, as would occur with normal head development, is sufficient to create a limiting concentration of Ca in the enclosed tissue and encourage tipburn development.

426. [Outbreak of Shigella sonnei infection traced to imported iceberg lettuce.](#)

[PubMed Central](#)

Kapperud, G; R  rvik, L M; Hasseltvedt, V; H  iby, E A; Iversen, B G; Staveland, K; Johnsen, G; Leita  , J; Herikstad, H; Andersson, Y

1995-01-01

In the period from May through June 1994, an increase in the number of domestic cases of *Shigella sonnei* infection was detected in several European countries, including Norway, Sweden, and the United Kingdom. In all three countries epidemiological evidence incriminated imported iceberg lettuce of Spanish origin as the vehicle of transmission. The outbreaks shared a number of common features: a predominance of adults among the case patients, the presence of double infections with other enteropathogens, and the finding of two dominant phage types among the bacterial isolates. In Norway

110 culture-confirmed cases of infection were recorded; more than two-thirds (73%) were adults aged 30 to 60 years. A nationwide case-control study comprising 47 case patients and 155 matched control individuals showed that the consumption of imported iceberg lettuce was independently associated with an increased risk of shigellosis. Epidemiological investigation of a local outbreak incriminated iceberg lettuce from Spain, consumed from a salad bar, as the source. The presence of shigellae in the suspected food source could not be documented retrospectively. However, high numbers of fecal coliforms were detected in iceberg lettuce from patients' homes. Three lettuce specimens yielded salmonellae. The imported iceberg lettuce harbored *Escherichia coli* strains showing resistance to several antimicrobial agents, including ampicillin, ciprofloxacin, gentamicin, and trimethoprim-sulfamethoxazole. During the outbreak it is likely that thousands of Norwegians and an unknown number of consumers in other countries were exposed to coliforms containing antibiotic resistance genes. PMID:7751364

427. [NMR-Metabolic Methodology in the Study of GM Foods](#)

[PubMed Central](#)

Sobolev, Anatoly P.; Capitani, Donatella; Giannino, Donato; Nicolodi, Chiara; Testone, Giulio; Santoro, Flavio; Frugis, Giovanna; Iannelli, Maria A.; Mattoo, Autar K.; Brosio, Elvino; Gianferri, Raffaella; Dâ€™Amico, Irene; Mannina, Luisa

2010-01-01

The ¹H-NMR methodology used in the study of genetically modified (GM) foods is discussed. Transgenic lettuce (*Lactuca sativa* cv "Luxor") over-expressing the *Arabidopsis* KNAT1 gene is presented as a case study. Twenty-two water-soluble metabolites (amino acids, organic acids, sugars) present in leaves of conventional and GM lettuce were monitored by NMR and quantified at two developmental stages. The NMR spectra did not reveal any difference in metabolite composition between the GM lettuce and the wild type counterpart. Statistical analyses of metabolite variables highlighted metabolism variation as a function of leaf development as well as the transgene. A main effect of the transgene was in altering sugar metabolism. PMID:22253988

428. [COVARIATE MEASUREMENTS FOR INCREASING THE PRECISION OF PLANT RESPONSE TO O3 AND SO2](#)

[EPA Science Inventory](#)

Lettuce (*Lactuca sativa* L. cv. Grand Rapids) and radish (*Raphanus sativus* L. cv. Cherry Belle) plants growing at baseline environmental conditions were exposed to charcoal-filtered air, 0.40 ppm (v/v) ozone, and 0.80 ppm sulfur dioxide alone or in combination for 6 hours at 14 da...

429. [Transfection of *Sclerotinia sclerotiorum* with in vitro transcripts of a naturally occurring interspecific recombinant of *Sclerotinia sclerotiorum* hypovirus 2 significantly reduces virulence of the fungus](#)

[USDA-ARS's Scientific Manuscript database](#)

A recombinant strain of *Sclerotinia sclerotiorum* hypovirus 2 (SsHV2) was identified from a North American *Sclerotinia sclerotiorum* isolate (#328) from lettuce (*Lactuca sativa* L.) by high-throughput sequencing of total RNA. The 5' and 3' terminal regions of the genome were determined by rapid ampli...

430. [Mutations in Lettuce Improvement.](#)

[USDA-ARS's Scientific Manuscript database](#)

Mutations can make profound impact on the evolution and improvement of a self-pollinated crop such as lettuce. Since it is nontransgenic, mutation breeding is more acceptable to consumers. Combined with genomic advances in new technologies like TILLING, mutagenesis is becoming an even more powerfu...

431. [Lettuce and spinach breeding](#)

[USDA-ARS's Scientific Manuscript database](#)

Lettuce and spinach production is beset by numerous biotic and abiotic challenges, thus the leafy-vegetable industry of California requires continued development of improved, adapted cultivars to meet new disease and insect problems, changes in the market, and changes in growing procedures. The lettu...

432. [Anti-inflammatory and antioxidant activity of polyphenolic extracts from *Lactuca sativa* \(var. Maravilla de Verano\) under different farming methods.](#)

[PubMed](#)

Adesso, Simona; Pepe, Giacomo; Sommella, Eduardo; Manfra, Michele; Scopa, Antonio; Sofo, Adriano; Tenore, Gian Carlo; Russo, Mariateresa; Di Gaudio, Francesca; Autore, Giuseppina; Campiglia, Pietro; Marzocco, Stefania

2016-09-01

Besides their nutritional value, vegetables are a source of health-promoting compounds, such as polyphenols, and their content can be influenced by the particular farming method. In this study polyphenolic extracts from *Lactuca sativa* (var. Maravilla de verano) plants cultivated with different farming methods were chemically characterised and tested in vitro and ex vivo inflammation models. The tested extracts (250-2.5 µg mL⁻¹) were able to reduce both the inflammatory and oxidative stress in LPS-stimulated J774A.1 murine monocyte macrophage cells, by lowering the release of nitric oxide (NO) and reactive oxygen species (ROS) and promoting nuclear translocation of nuclear factor (erythroid-derived 2)-like 2; (Nrf2) and nuclear factor-κB (NF-κB). In this regard, quantitative profiles revealed different amounts of polyphenols, in particular quercetin levels were higher in plants under mineral fertilised treatment. Those extracts showed an enhanced anti-inflammatory and antioxidant activity. Our data showed the anti-inflammatory and antioxidant potential of Maravilla de Verano polyphenolic extracts. The effect of farming methods on polyphenolic levels was highlighted. The higher reduction of inflammatory mediators release in extracts from plants cultivated under mineral fertilisation treatment was correlated to the higher amount of quercetin. These results can be useful for both nutraceutical or agronomic purposes. © 2016 Society of Chemical Industry. © 2016 Society of Chemical Industry.

433. [Perception of bitterness, sweetness and liking of different genotypes of lettuce.](#)

[PubMed](#)

Chadwick, M; Gawthrop, F; Michelmore, R W; Wagstaff, C; Methven, L

2016-04-15

Lettuce is an important leafy vegetable, consumed across the world, containing bitter sesquiterpenoid

lactone (SL) compounds that may negatively affect consumer acceptance and consumption. We assessed liking of samples with differing absolute abundance and different ratios of bitter:sweet compounds by analysing recombinant inbred lines (RILs) from an interspecific lettuce mapping population derived from a cross between a wild (*L. serriola* acc. UC96US23) and domesticated lettuce (*L. sativa*, cv. Salinas). We found that the ratio of bitter:sweet compounds was a key determinant of bitterness perception and liking. We were able to demonstrate that SLs, such as 8-deoxylactucin-15-sulphate, contribute most strongly to bitterness perception, whilst 15-p-hydroxyphenylacetylactucin-8-sulphate does not contribute to bitter taste. Glucose was the sugar most highly correlated with sweetness perception. There is a genetic basis to the biochemical composition of lettuce. This information will be useful in lettuce breeding programmes in order to produce leaves with more favourable taste profiles. Copyright © 2015 Elsevier Ltd. All rights reserved.

434. [Dissipation and Residues of Pyrethrins in Leaf Lettuce under Greenhouse and Open Field Conditions](#)

[PubMed Central](#)

Pan, Lixiang; Feng, Xiaoxiao; Zhang, Hongyan

2017-01-01

Pyrethrins are nowadays widely used for prevention and control of insects in leaf lettuce. However, there is a concern about the pesticide residue in leaf lettuce. A reliable analytical method for determination of pyrethrins (pyrethrin and δ -pyrethrin, cinerin δ and δ -pyrethrin, and jasmolin δ and δ -pyrethrin) in leaf lettuce was developed by using gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS). Recoveries of pyrethrins in leaf lettuce at three spiking levels were 99.4-104.0% with relative standard deviations of 0.9-3.1% ($n = 5$). Evaluation of dissipation and final residues of pyrethrins in leaf lettuce were determined at six different locations, including the open field, as well as under greenhouse conditions. The initial concentration of pyrethrins in greenhouse (0.57 mg/kg) was higher than in open field (0.25 mg/kg) and the half-life for pyrethrins disappearance in field lettuce (0.7 days) was less than that greenhouse lettuce (1.1 days). Factors such as rainfall, solar radiation, wind speed, and crop growth rate are likely to have caused these results. The final residue in leaf lettuce was far below the maximum residue limits (MRLs) (1 mg/kg established by the European Union (EU), Australia, Korea, Japan). PMID:28754023

435. [Dissipation and Residues of Pyrethrins in Leaf Lettuce under Greenhouse and Open Field Conditions.](#)

[PubMed](#)

Pan, Lixiang; Feng, Xiaoxiao; Zhang, Hongyan

2017-07-21

Pyrethrins are nowadays widely used for prevention and control of insects in leaf lettuce. However, there is a concern about the pesticide residue in leaf lettuce. A reliable analytical method for determination of pyrethrins (pyrethrin and δ -pyrethrin, cinerin δ and δ -pyrethrin, and jasmolin δ and δ -pyrethrin) in leaf lettuce was developed by using gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS). Recoveries of pyrethrins in leaf lettuce at three spiking levels were 99.4-104.0% with relative standard deviations of 0.9-3.1% ($n = 5$). Evaluation of dissipation and final residues of pyrethrins in leaf lettuce were determined at six different locations, including the open field, as well as under greenhouse conditions. The initial concentration of pyrethrins in greenhouse (0.57 mg/kg) was higher than in open field (0.25 mg/kg) and the half-life for pyrethrins disappearance in field lettuce (0.7 days) was less than that greenhouse lettuce (1.1 days). Factors such as rainfall, solar radiation, wind speed, and crop growth

Enterobacteriaceae on shredded iceberg lettuce was 0.21×10^6 CFU/g. The reduction of Enterobacteriaceae populations on iceberg after gamma radiation (0.6×10^6 KGy) was 3 log CFU/g, however, Enterobacteriaceae counts increased post-irradiation storage by 4-5 log CFU/g. Therefore, washing shredded iceberg lettuce with combined sanitizing treatment (sodium hypochlorite/sodium hypochlorite, sodium hypochlorite/Kenocid 2100 $\text{\AA}$ ®, or Kenocid 2100 $\text{\AA}$ ®/Kenocid 2100 $\text{\AA}$ ®) for total time of 6 $\text{\AA}$ min or exposing it to gamma irradiation (0.6×10^6 KGy) can decrease the risk of

438. [Comparative Study of Lettuce and Radish Grown Under Red and Blue LEDs and White Fluorescent Lamps](#)

[NASA Technical Reports Server \(NTRS\)](#)

Mickens, Matthew A.; Massa, Gioia; Newsham, Gerard; Wheeler, Raymond; Birmele, Michele

2016-01-01

Growing vegetable crops in space will be an essential part of sustaining astronauts during long-range missions. To drive photosynthesis, red and blue light-emitting diodes (LEDs) have attracted attention because of their efficiency, longevity, small size, and safety. In efforts to optimize crop yield, there is also recent interest in analyzing the subtle effects of additional wavelengths on plant growth. For instance, since plants often look purplish gray under red and blue LEDs, the addition of green light allows easy recognition of disease and the assessment of plant health status. However, it is important to know if wavelengths outside the traditional red and blue wavebands have a direct effect on enhancing or hindering the mechanisms involved in plant growth. In this experiment, a comparative study was performed on two short cycle crops of red romaine lettuce (*Lactuca sativa* cv. "Outredgeous") and radish (*Raphanus sativa* cv. 'Cherry Bomb'), which were grown under two light treatments. The first treatment being red (630 nm) and blue (450 nm) LEDs alone, while the second treatment consisted of daylight tri-phosphor fluorescent lamps (CCT approximately 5000 K) at equal photosynthetic photon flux (PPF). The treatment effects were evaluated by measuring the fresh biomass produced, plant morphology and leaf dimensions, leaf chlorophyll content, and adenosine triphosphate (ATP) within plant leaf/storage root tissues.

439. [Physiological and molecular responses of *Lactuca sativa* to colonization by *Salmonella enterica* serovar Dublin.](#)

[PubMed](#)

Klerks, M M; van Gent-Pelzer, M; Franz, E; Zijlstra, C; van Bruggen, A H C

2007-08-01

This paper describes the physiological and molecular interactions between the human-pathogenic organism *Salmonella enterica* serovar Dublin and the commercially available mini Roman lettuce cv. Tamburo. The association of *S. enterica* serovar Dublin with lettuce plants was first determined, which indicated the presence of significant populations outside and inside the plants. The latter was evidenced from significant residual concentrations after highly efficient surface disinfection (99.81%) and fluorescence microscopy of *S. enterica* serovar Dublin in cross sections of lettuce at the root-shoot transition region. The plant biomass was reduced significantly compared to that of noncolonized plants upon colonization with *S. enterica* serovar Dublin. In addition to the physiological response, transcriptome analysis by cDNA amplified fragment length polymorphism analysis also provided clear differential gene expression profiles between noncolonized and colonized lettuce plants. From these, generally and differentially expressed genes were selected and identified by sequence analysis,

followed by reverse transcription-PCR displaying the specific gene expression profiles in time. Functional grouping of the expressed genes indicated a correlation between colonization of the plants and an increase in expressed pathogenicity-related genes. This study indicates that lettuce plants respond to the presence of *S. enterica* serovar Dublin at physiological and molecular levels, as shown by the reduction in growth and the concurrent expression of pathogenicity-related genes. In addition, it was confirmed that *Salmonella* spp. can colonize the interior of lettuce plants, thus potentially imposing a human health risk when processed and consumed.

440. [Locus-dependent selection in crop-wild hybrids of lettuce under field conditions and its implication for GM crop development](#)

[PubMed Central](#)

Hoofman, Danny A P; Flavell, Andrew J; Jansen, Hans; den Nijs, Hans C M; Syed, Naeem H; Sørensen, Anker P; Orozco-ter Wengel, Pablo; van de Wiel, Clemens C M

2011-01-01

Gene escape from crops has gained much attention in the last two decades, as transgenes introgressing into wild populations could affect the latter's ecological characteristics. However, different genes have different likelihoods of introgression. The mixture of selective forces provided by natural conditions creates an adaptive mosaic of alleles from both parental species. We investigated segregation patterns after hybridization between lettuce (*Lactuca sativa*) and its wild relative, *L. serriola*. Three generations of hybrids (S1, BC1, and BC1S1) were grown in habitats mimicking the wild parent's habitat. As control, we harvested S1 seedlings grown under controlled conditions, providing very limited possibility for selection. We used 89 AFLP loci, as well as more recently developed dominant markers, 115 retrotransposon markers (SSAP), and 28 NBS loci linked to resistance genes. For many loci, allele frequencies were biased in plants exposed to natural field conditions, including over-representation of crop alleles for various loci. Furthermore, Linkage disequilibrium was locally changed, allegedly by selection caused by the natural field conditions, providing ample opportunity for genetic hitchhiking. Our study indicates that when developing genetically modified crops, a judicious selection of insertion sites, based on knowledge of selective (dis)advantages of the surrounding crop genome under field conditions, could diminish transgene persistence. PMID:25568012

- [«](#)
- [20](#)
- [21](#)
- [22](#)
- [23](#)
- [24](#)
- [»](#)

- [«](#)
- [21](#)
- [22](#)
- [23](#)
- [24](#)
- [25](#)
- [»](#)

441. [Locus-dependent selection in crop-wild hybrids of lettuce under field conditions and its implication for](#)

[GM crop development.](#)[PubMed](#)

Hooftman, Danny A P; Flavell, Andrew J; Jansen, Hans; den Nijs, Hans C M; Syed, Naeem H; SÃ,rensen, Anker P; Orozco-Ter Wengel, Pablo; van de Wiel, Clemens C M

2011-09-01

Gene escape from crops has gained much attention in the last two decades, as transgenes introgressing into wild populations could affect the latter's ecological characteristics. However, different genes have different likelihoods of introgression. The mixture of selective forces provided by natural conditions creates an adaptive mosaic of alleles from both parental species. We investigated segregation patterns after hybridization between lettuce (*Lactuca sativa*) and its wild relative, *L. serriola*. Three generations of hybrids (S1, BC1, and BC1S1) were grown in habitats mimicking the wild parent's habitat. As control, we harvested S1 seedlings grown under controlled conditions, providing very limited possibility for selection. We used 89 AFLP loci, as well as more recently developed dominant markers, 115 retrotransposon markers (SSAP), and 28 NBS loci linked to resistance genes. For many loci, allele frequencies were biased in plants exposed to natural field conditions, including over-representation of crop alleles for various loci. Furthermore, Linkage disequilibrium was locally changed, allegedly by selection caused by the natural field conditions, providing ample opportunity for genetic hitchhiking. Our study indicates that when developing genetically modified crops, a judicious selection of insertion sites, based on knowledge of selective (dis)advantages of the surrounding crop genome under field conditions, could diminish transgene persistence.

442. [Allelopathic effect of the ethanol extract and fractions of the aerial parts of *Lippia alba* \(Verbenaceae\).](#)

[PubMed](#)

Teixeira de Oliveira, Graziela; Amado, Paula Avelar; Siqueira Ferreira, Jaqueline Maria; Alves Rodrigues Dos Santos Lima, Luciana

2018-02-22

Lippia alba, belonging to the Verbenaceae family, is one of the most commonly utilized medicinal plants in folk medicine. The allelopathic activity was assessed using seeds of *Lactuca sativa* (lettuce) and *Allium cepa* (onion) by assessing the growth of the radicle and hypocotyl. The tests showed allelopathic efficiency in inhibiting the growth of lettuce and onion seeds. The best results for allelopathic activity were presented by the dichloromethane (DCM) fraction of the fresh plant, which inhibited radicle (23.04-100% lettuce and 64.17-66.36% onion) and hypocotyl (16.77-100% lettuce and 65.10-69.43% onion) formation, and as well as the DCM fraction of the dry plant, which also inhibited radicle (30.74-82.83% lettuce and 63.50-93.67% onion) and hypocotyl (24.12-70% lettuce and 69.07-79.95% onion) formation. Based on these results, it was found that the aerial parts of *L. alba* are rich in bioactive substances, suggesting the possibility of using of *L. alba* as a natural herbicide.

443. [Postharvest transfer and survival of *Salmonella enterica* serotype enteritidis on living lettuce.](#)

[PubMed](#)

Waitt, J A; Kuhn, D D; Welbaum, G E; Ponder, M A

2014-02-01

The potential for postharvest transfer of *Salmonella* to 'living lettuce' is not well understood. In this study, the transfer of *Salmonella enterica* Enteritidis (6 log CFU g⁻¹) from worker hands or contaminated roots to leaves of living lettuce was quantified. Transfer rates of *Salmonella* from contaminated gloves to sequentially handled lettuce heads ranged from 94% to head 1, 82% to head 2 and 69% to head 3. On average, 2.9 ± 0.1 log CFU g⁻¹ (64%) *Salmonella* was transferred from inoculated roots to leaves resulting from typical postharvest handling activities for living lettuce. *Salmonella* persisted on leaves stored at recommended storage temperatures (4°C) and increased 0.5 log CFU g⁻¹ when stored at temperature abuse conditions (12°C). *Salmonella* increased 1.6 log CFU g⁻¹ on roots after 18-day storage at 12°C, emphasizing the need to maintain temperature control to reduce the risk of human illness. Hydroponically grown lettuce packaged in plastic clamshells with intact roots, marketed as 'living lettuce', is increasing in popularity due to its extended shelf life. This study demonstrates the transfer of *Salmonella* from contaminated worker hands and contaminated roots to leaves where it persisted at 4°C for 18 day. Temperature abuse (12°C) increased *Salmonella* on roots and leaves. These findings suggest that failure to maintain temperatures below 12°C can pose a risk for consumers purchasing living lettuce at markets where recommended storage temperatures are not maintained. © 2013 The Society for Applied Microbiology.

444. [Cinnamaldehyde inhibits phenylalanine ammonia-lyase and enzymatic browning of cut lettuce.](#)

[PubMed](#)

Fujita, Narumi; Tanaka, Eriko; Murata, Masatsune

2006-03-01

Stored cut lettuce gradually turns brown on the cut section after several days of storage, because cutting induces phenylalanine ammonia-lyase (PAL) activity, the biosynthesis of polyphenol is promoted, and the polyphenols are oxidized by polyphenol oxidase. In this study, we screened for inhibitors of PAL derived from fermented broths of microbes and from foods and found that a cinnamon extract definitely inhibited PLA of cut lettuce. An active component was isolated by chromatographic procedures and was identified as trans-cinnamaldehyde. Browning of cut lettuce immersed in a solution containing trans-cinnamaldehyde was definitely repressed.

445. [Concomitant uptake of antimicrobials and Salmonella in soil and into lettuce following wastewater irrigation.](#)

[PubMed](#)

Sallach, J Brett; Zhang, Yuping; Hodges, Laurie; Snow, Daniel; Li, Xu; Bartelt-Hunt, Shannon

2015-02-01

The use of wastewater for irrigation may introduce antimicrobials and human pathogens into the food supply through vegetative uptake. The objective of this study was to investigate the uptake of three antimicrobials and *Salmonella* in two lettuce cultivars. After repeated subirrigation with synthetic wastewater, lettuce leaves and soil were collected at three sequential harvests. The internalization frequency of *Salmonella* in lettuce was low. A soil horizon-influenced *Salmonella* concentration gradient was determined with concentrations in bottom soil 2 log CFU/g higher than in top soil. Lincomycin and sulfamethoxazole were recovered from lettuce leaves at concentrations as high as 822 ng/g and 125 ng/g fresh weight, respectively. Antimicrobial concentrations in lettuce decreased from the first to the third harvest suggesting that the plant growth rate may exceed antimicrobial uptake rates. Accumulation of antimicrobials was significantly different between cultivars demonstrating a

subspecies level variation in uptake of antibiotics in lettuce. Copyright © 2014 Elsevier Ltd. All rights reserved.

446. [NMR-Metabolic Methodology in the Study of GM Foods](#)

[USDA-ARS's Scientific Manuscript database](#)

The ¹H NMR methodology used in the study of genetically modified (GM) foodstuff is discussed. The study of transgenic lettuce (*Lactuca sativa* cv "Luxor") over-expressing the KNAT1 gene from *Arabidopsis* is presented as a novel study-case. The ¹H NMR metabolic profiling was carried out. Twenty-two wat...

447. [Light exposure during storage preserving soluble sugar and l-ascorbic acid content of minimally processed romaine lettuce \(*Lactuca sativa* L.var. *longifolia*\).](#)

[PubMed](#)

Zhan, Lijuan; Hu, Jinqiang; Ai, Zhilu; Pang, Lingyun; Li, Yu; Zhu, Meiyun

2013-01-01

Minimally processed romaine lettuce (MPRL) leaves were stored in light condition (2500lux) or darkness at 4°C for 7d. Light exposure significantly delayed the degradation of chlorophyll and decrease of glucose, reducing sugar, and sucrose content, and thus preserved more total soluble solid (TSS) content at the end of storage in comparison with darkness. While, it did not influenced starch content that progressively decreased over time. The l-ascorbic acid (AA) accumulated in light-stored leaves, but deteriorated in dark-stored leaves during storage. The dehydroascorbic acid (DHA) increased in all leaves stored in both light and dark condition, of which light condition resulted in less DHA than darkness. In addition, the fresh weight loss and dry matter significantly increased and these increases were accelerated by light exposure. Conclusively, light exposure in applied intensity effectively alleviated MPRL quality deterioration by delaying the decreases of pigments, soluble sugar, TSS content and accumulating AA. Copyright © 2012 Elsevier Ltd. All rights reserved.

448. [Lettuce necrotic leaf curl virus, a new plant virus infecting lettuce and a proposed member of the genus *Torradovirus*.](#)

[PubMed](#)

Verbeek, Martin; Dulleman, Annette M; van Raaij, Henry M G; Verhoeven, Jacobus Th J; van der Vlugt, Renée A A

2014-04-01

A new virus was isolated from a lettuce plant grown in an open field in the Netherlands in 2011. This plant was showing conspicuous symptoms that consisted of necrosis and moderate leaf curling. The virus was mechanically transferred to indicator plants, and a total RNA extract of one of these indicator plants was used for next-generation sequencing. Analysis of the sequences that were obtained and further biological studies showed that the virus was related to, but clearly distinct from, viruses belonging to the genus *Torradovirus*. The name "lettuce necrotic leaf curl virus" (LNL CV) is proposed for this new torradovirus.

449. [Phytotoxicity and cytogenotoxicity of hydroalcoholic extracts from *Solanum muricatum* Ait. and *Solanum betaceum* Cav. \(Solanaceae\) in the plant model *Lactuca sativa*.](#)

[PubMed](#)

Dos Santos, Fabio Eduardo; Carvalho, Marcos Schleiden Sousa; Silveira, Graciele Lurdes; Correa, Felipe Folgaroli; Cardoso, Maria das Graças; Andrade-Vieira, Larissa Fonseca; Vilela, Luciane Resende

2018-03-05

Plants are rich in biologically active compounds. They can be explored for the production of bioherbicides. In this context, the present work aimed to evaluate the allelopathic effect of hydroalcoholic extracts from two Solanaceae species: *Solanum muricatum* Ait. and *Solanum betaceum* Cav. For this end, we conducted phytochemical screening and biological assays, determining the effects of the extracts on germination, early development, cell cycle, and DNA fragmentation in plantlets and meristematic cells of the plant model *Lactuca sativa* L. (lettuce). The percentage of seeds germinated under effect of *S. muricatum* extract did not differ from the control, but plantlet growth was reduced at the highest concentrations. For *S. betaceum* extract, dose dependence was observed for both germination and plantlet development, with the highest concentrations inhibiting germination. The growth curves revealed the concentrations of 2.06 and 1.93 g/L for *S. muricatum* and *S. betaceum* extracts, respectively, as those reducing 50% of root growth (RG). At these concentrations, both extracts presented mitodepressive effect, besides inducing significant increase in the frequency of condensed nuclei, associated to DNA fragmentation and cytoplasmic shrinkage. The frequency of chromosome alterations was not significant. We further discuss the mechanisms of action related to the chemical composition of the extracts, which presented organic acids, reducing sugars, proteins, amino acids, and tannins, besides catechins and flavonoids, only found in the extract of *S. betaceum*.

450. [Modeling Nitrogen Decrease in Water Lettuce Ponds from Waste Stabilization Ponds](#)

[NASA Astrophysics Data System \(ADS\)](#)

Putri, Gitta Agnes; Sunarsih

2018-02-01

This paper presents about the dynamic modeling of the Water Lettuce ponds as a form of improvement from the Water Hyacinth ponds. The purpose of this paper is to predict nitrogen decrease and nitrogen transformation in Water Lettuce ponds integrated with Waste Stabilization Ponds. The model consists of 4 mass balances, namely Dissolved Organic Nitrogen (DON), Particulate Organic Nitrogen (PON), ammonium (NH₄⁺), Nitrate and Nitrite (NO_x). The process of nitrogen transformation which considered in a Water Lettuce ponds, namely hydrolysis, mineralization, nitrification, denitrification, plant and bacterial uptake processes. Numerical simulations are performed by giving the values of parameters and the initial values of nitrogen compounds based on a review of previous studies. Numerical results show that the rate of change in the concentration of nitrogen compounds in the integration ponds of waste stabilization and water lettuce decreases and reaches stable at different times.

451. [Uptake and Accumulation of Pharmaceuticals in Lettuce Under Surface and Overhead Irrigations](#)

[NASA Astrophysics Data System \(ADS\)](#)

Bhalsod, G.; Chuang, Y. H.; Jeon, S.; Gui, W.; Li, H.; Guber, A.; Zhang, W.

2015-12-01

Pharmaceuticals and personal care products are being widely detected in wastewater and surface waters. As fresh water becomes scarcer, interests in using reclaimed water for crop irrigation is intensified. Since reclaimed waters often carry trace levels of pharmaceuticals, accumulation of pharmaceuticals in food crops could increase the risk of human exposure. This study aims to investigate uptake and accumulations of pharmaceuticals in greenhouse-grown lettuce under contrasting irrigation practices (i.e., overhead and surface irrigations). Lettuce was irrigated with water spiked with 11 commonly used pharmaceuticals (acetaminophen, caffeine, carbamazepine, sulfadiazine, sulfamethoxazole, carbadox, trimethoprim, lincomycin hydrochloride, oxytetracycline hydrochloride, monensin sodium, and tylosin). Weekly sampling of lettuce roots, shoots, and soils were continued for 5 weeks, and the samples were freeze dried, extracted for pharmaceuticals and analyzed by LC-MS/MS. Preliminary results indicate that higher concentrations of pharmaceuticals were found in overhead irrigated lettuce compared to surface irrigated lettuce. For carbamazepine, sulfadiazine, trimethoprim, oxytetracycline, and monensin sodium, their concentrations generally increased in lettuce shoots in the overhead treatment over time. However, acetaminophen was found at higher concentrations in both shoots and roots, indicating that acetaminophen can be easily transported in the plant system. This study provides insight on developing better strategies for using reclaimed water for crop irrigations, while minimizing the potential risks of pharmaceutical contamination of vegetables.

452. [A kinetic model for estimating net photosynthetic rates of cos lettuce leaves under pulsed light.](#)

[PubMed](#)

Jishi, Tomohiro; Matsuda, Ryo; Fujiwara, Kazuhiro

2015-04-01

Time-averaged net photosynthetic rate (P_n) under pulsed light (PL) is known to be affected by the PL frequency and duty ratio, even though the time-averaged photosynthetic photon flux density (PPFD) is unchanged. This phenomenon can be explained by considering that photosynthetic intermediates (PIs) are pooled during light periods and then consumed by partial photosynthetic reactions during dark periods. In this study, we developed a kinetic model to estimate P_n of cos lettuce (*Lactuca sativa* L. var. *longifolia*) leaves under PL based on the dynamics of the amount of pooled PIs. The model inputs are average PPFD, duty ratio, and frequency; the output is P_n . The rates of both PI accumulation and consumption at a given moment are assumed to be dependent on the amount of pooled PIs at that point. Required model parameters and three explanatory variables (average PPFD, frequency, and duty ratio) were determined for the simulation using P_n values under PL based on several combinations of the three variables. The model simulation for various PL levels with a wide range of time-averaged PPFDs, frequencies, and duty ratios further demonstrated that P_n under PL with high frequencies and duty ratios was comparable to, but did not exceed, P_n under continuous light, and also showed that P_n under PL decreased as either frequency or duty ratio was decreased. The developed model can be used to estimate P_n under various light environments where PPFD changes cyclically.

453. [Phyllosphere Microbiota Composition and Microbial Community Transplantation on Lettuce Plants Grown Indoors](#)

[PubMed Central](#)

Williams, Thomas R.

2014-01-01

ABSTRACT The aerial surfaces of plants, or phyllosphere, are microbial habitats important to plant

and human health. In order to accurately investigate microbial interactions in the phyllosphere under laboratory conditions, the composition of the phyllosphere microbiota should be representative of the diversity of microorganisms residing on plants in nature. We found that Romaine lettuce grown in the laboratory contained 10- to 100-fold lower numbers of bacteria than age-matched, field-grown lettuce. The bacterial diversity on laboratory-grown plants was also significantly lower and contained relatively higher proportions of Betaproteobacteria as opposed to the Gammaproteobacteria-enriched communities on field lettuce. Incubation of field-grown Romaine lettuce plants in environmental growth chambers for 2 weeks resulted in bacterial cell densities and taxa similar to those on plants in the field but with less diverse bacterial populations overall. In comparison, the inoculation of laboratory-grown Romaine lettuce plants with either freshly collected or cryopreserved microorganisms recovered from field lettuce resulted in the development of a field-like microbiota on the lettuce within 2 days of application. The survival of an inoculated strain of *Escherichia coli* O157:H7 was unchanged by microbial community transfer; however, the inoculation of *E. coli* O157:H7 onto those plants resulted in significant shifts in the abundance of certain taxa. This finding was strictly dependent on the presence of a field-associated as opposed to a laboratory-associated microbiota on the plants. Phyllosphere microbiota transplantation in the laboratory will be useful for elucidating microbial interactions on plants that are important to agriculture and microbial food safety. PMID:25118240

454. [Production characteristics of the "higher plants-soil-like substrate" system as an element of the bioregenerative life support system](#)

[NASA Astrophysics Data System \(ADS\)](#)

Velichko, V. V.; Tikhomirov, A. A.; Ushakova, S. A.; Tikhomirova, N. A.; Shihov, V. N.; Tirranen, L. S.; Gribovskaya, I. A.

2013-01-01

The study addresses the possibility of long-duration operation of a higher plant conveyor, using a soil-like substrate (SLS) as the root zone. Chufa (*Cyperus esculentus* L.), radish (*Raphanus sativus* L.), and lettuce (*Lactuca sativa* L.) were used as study material. A chufa community consisting of 4 age groups and radish and lettuce communities consisting of 2 age groups were irrigated with a nutrient solution, which contained mineral elements extracted from the SLS. After each harvest, inedible biomass of the harvested plants and inedible biomasses of wheat and saltwort were added to the SLS. The amounts of the inedible biomasses of wheat and saltwort to be added to the SLS were determined based on the nitrogen content of the edible mass of harvested plants. CO₂ concentration in the growth chamber was maintained within the range of 1100-1700 ppm. The results of the study show that higher plants can be grown quite successfully using the proposed process of plant waste utilization in the SLS. The addition of chufa inedible biomass to the SLS resulted in species-specific inhibition of growth of both cultivated crops and microorganisms in the "higher plants - SLS" system. There were certain differences between the amounts of some mineral elements removed from the SLS with the harvested edible biomass and those added to it with the inedible biomasses of wheat and saltwort.

455. [Radiation processing of minimally processed vegetables and aromatic plants](#)

[NASA Astrophysics Data System \(ADS\)](#)

Trigo, M. J.; Sousa, M. B.; Sapata, M. M.; Ferreira, A.; Curado, T.; Andrada, L.; Botelho, M. L.; Veloso, M. G.

2009-07-01

Vegetables are an essential part of people's diet all around the world. Due to cultivate techniques and handling after harvest, these products, may contain high microbial load that can cause food borne outbreaks. The irradiation of minimally processed vegetables is an efficient way to reduce the level of microorganisms and to inhibit parasites, helping a safe global trade. Evaluation of the irradiation's effects was carried out in minimal processed vegetables, as coriander (*Coriandrum sativum* L.), mint (*Mentha spicata* L.), parsley (*Petroselinum crispum* Mill, (A.W. Hill)), lettuce (*Lactuca sativa* L.) and watercress (*Nasturium officinale* L.). The inactivation level of natural microbiota and the D 10 values of *Escherichia coli* O157:H7 and *Listeria innocua* in these products were determined. The physical-chemical and sensorial characteristics before and after irradiation at a range of 0.5 up to 2.0 kGy applied doses were also evaluated. No differences were verified in the overall of sensorial and physical properties after irradiation up to 1 kGy, a decrease of natural microbiota was noticed ($\approx 3/4$ log). Based on the determined D10, the amount of radiation necessary to kill 10 *E. coli* and *L. innocua* was between 0.70 and 1.55 kGy. Shelf life of irradiated coriander, mint and lettuce at 0.5 kGy increased 2, 3 and 4 days, respectively, when compared with non-irradiated.

456. [Optimization of chitosan treatments for managing microflora in lettuce seeds without affecting germination.](#)

[PubMed](#)

Goñi, M G; Moreira, M R; Viacava, G E; Roura, S I

2013-01-30

Many studies have focused on seed decontamination but no one has been capable of eliminating all pathogenic bacteria. Two objectives were followed. First, to assess the in vitro antimicrobial activity of chitosan against: (a) *Escherichia coli* O157:H7, (b) native microflora of lettuce and (c) native microflora of lettuce seeds. Second, to evaluate the efficiency of chitosan on reducing microflora on lettuce seeds. The overall goal was to find a combination of contact time and chitosan concentration that reduces the microflora of lettuce seeds, without affecting germination. After treatment lettuce seeds presented no detectable microbial counts ($<10(2)$ CFU/50 seeds) for all populations. Moreover, chitosan eliminated *E. coli*. Regardless of the reduction in the microbial load, a 90% reduction on germination makes imbibition with chitosan, uneconomical. Subsequent treatments identified the optimal treatment as 10 min contact with a 10 g/L chitosan solution, which maintained the highest germination percentage. Copyright © 2012 Elsevier Ltd. All rights reserved.

457. [Interactions of silver nanoparticles with the marine macroalga, *Ulva lactuca*.](#)

[PubMed](#)

Turner, Andrew; Brice, David; Brown, Murray T

2012-01-01

The marine macroalga, *Ulva lactuca*, has been exposed for 48 h to different concentrations of Ag added as either silver nanoparticles (AgNP) or aqueous metal (AgNO₃) and the resulting toxicity, estimated from reductions in quenching of chlorophyll-a fluorescence, and accumulation of Ag measured. Aqueous Ag was toxic at available concentrations as low as about 2.5 μ g l⁻¹ and exhibited considerable accumulation that could be defined by the Langmuir equation. AgNP were not phytotoxic to the macroalga at available Ag concentrations up to at least 15 μ g l⁻¹ and metal measured in *U. lactuca* was attributed to a physical association of nanoparticles at the algal surface. At higher AgNP concentrations, a dose-response relationship was observed that was similar to that for

aqueous Ag recorded at much lower concentrations. These findings suggest that AgNP are only indirectly toxic to marine algae through the dissolution of Ag(+) ions into bulk sea water, albeit at concentrations orders of magnitude greater than those predicted in the environment.

458. [Internalization of Sapovirus, a Surrogate for Norovirus, in Romaine Lettuce and the Effect of Lettuce Latex on Virus Infectivity](#)

[PubMed Central](#)

Esseili, Malak A.; Zhang, Zhenwen

2012-01-01

Noroviruses are the leading cause of food-borne outbreaks, including those that involve lettuce. The culturable porcine sapovirus (SaV) was used as a norovirus surrogate to study the persistence and the potential transfer of the virus from roots to leaves and from outer to inner leaves of lettuce plants. Treatment of lettuce with SaV was done through the roots of young plants, the soil, or the outer leaves of mature plants. Sampling of roots, xylem sap, and inner and outer leaves followed by RNA extraction and SaV-specific real-time reverse transcription (RT)-PCR was performed at 2 h and on postinoculation days (PID) 2, 5, 7, 14, and/or 28. When SaV was inoculated through the roots, viral RNA persisted on the roots and in the leaves until PID 28. When the virus was inoculated through the soil, viral RNA was detected on the roots and in the xylem sap until PID 14; viral RNA was detected in the leaves only until PID 2. No infectious virus was detected inside the leaves for either treatment. When SaV was inoculated through the outer leaves, viral RNA persisted on the leaves until PID 14; however, the virus did not transfer to inner leaves. Infectious viral particles on leaves were detected only at 2 h postinoculation. The milky sap (latex) of leaves, but not the roots' xylem sap, significantly decreased virus infectivity when tested in vitro. Collectively, our results showed the transfer of SaV from roots to leaves through the xylem system and the capacity of the sap of lettuce leaves to decrease virus infectivity in leaves. PMID:22752176

459. [On-line fresh-cut lettuce quality measurement system using hyperspectral imaging](#)

[USDA-ARS's Scientific Manuscript database](#)

Lettuce, which is a main type of fresh-cut vegetable, has been used in various fresh-cut products. In this study, an online quality measurement system for detecting foreign substances on the fresh-cut lettuce was developed using hyperspectral reflectance imaging. The online detection system with a s...

460. [Trichoderma-Based Biostimulants Modulate Rhizosphere Microbial Populations and Improve N Uptake Efficiency, Yield, and Nutritional Quality of Leafy Vegetables](#)

[PubMed Central](#)

Fiorentino, Nunzio; Ventorino, Valeria; Woo, Sheridan L.; Pepe, Olimpia; De Rosa, Armando; Gioia, Laura; Romano, Ida; Lombardi, Nadia; Napolitano, Mauro; Colla, Giuseppe; Roupheal, Youssef

2018-01-01

Microbial inoculants such as Trichoderma-based products are receiving great interest among researchers and agricultural producers for their potential to improve crop productivity, nutritional quality as well as resistance to plant pathogens/pests and numerous environmental stresses. Two greenhouse experiments were conducted to assess the effects of Trichoderma-based biostimulants under suboptimal, optimal and supraoptimal levels of nitrogen (N) fertilization in two leafy vegetables:

Iceberg lettuce (*Lactuca sativa* L.) and rocket (*Eruca sativa* Mill.). The yield, nutritional characteristics, N uptake and mineral composition were analyzed for each vegetable crop after inoculation with *Trichoderma* strains *T. virens* (GV41) or *T. harzianum* (T22), and results were compared to non-inoculated plants. In addition, the effect of the *Trichoderma*-based biostimulants on microbes associated with the rhizosphere in terms of prokaryotic and eukaryotic composition and concentration using DGGE was also evaluated. *Trichoderma*-based biostimulants, in particular GV41, positively increased lettuce and rocket yield in the unfertilized plots. The highest marketable lettuce fresh yield was recorded with either of the biostimulant inoculations when plants were supplied with optimal levels of N. The inoculation of rocket with GV41, and to a lesser degree with T22, elicited an increase in total ascorbic acid under both optimal and high N conditions. *T. virens* GV41 increased N-use efficiency of lettuce, and favored the uptake of native N present in the soil of both lettuce and rocket. The positive effect of biostimulants on nutrient uptake and crop growth was species-dependent, being more marked with lettuce. The best biostimulation effects from the *Trichoderma* treatments were observed in both crops when grown under low N availability. The *Trichoderma* inoculation strongly influenced the composition of eukaryotic populations in the rhizosphere, in particularly exerting different effects with low

- [«](#)
- [21](#)
- [22](#)
- 23
- [24](#)
- [25](#)
- [»](#)

- [«](#)
- [21](#)
- [22](#)
- [23](#)
- 24
- [25](#)
- [»](#)

461. [Sampling Plans for the Thrips *Frankliniella schultzei* \(Thysanoptera: Thripidae\) in Three Lettuce Varieties.](#)

[PubMed](#)

Silva, Alisson R; Rodrigues-Silva, Nilson; Pereira, Poliana S; Sarmento, Renato A; Costa, Thiago L; Galdino, Tarcísio V S; Picanço, Marcelo C

2017-12-05

The common blossom thrips, *Frankliniella schultzei* Trybom (Thysanoptera: Thripidae), is an important lettuce pest worldwide. Conventional sampling plans are the first step in implementing decision-making systems into integrated pest management programs. However, this tool is not available for *F. schultzei* infesting lettuce crops. Thus, the objective of this work was to develop a conventional sampling plan for *F. schultzei* in lettuce crops. Two sampling techniques (direct counting and leaf beating on a white plastic tray) were compared in crisphead, looseleaf, and Boston lettuce varieties before and during head formation. The frequency distributions of *F. schultzei* densities in lettuce crops were assessed, and the number of samples required to compose the sampling plan was

determined. Leaf beating on a white plastic tray was the best sampling technique. *F. schultzei* densities obtained with this technique were fitted to the negative binomial distribution with a common aggregation parameter (common $K = 0.3143$). The developed sampling plan is composed of 91 samples per field and presents low errors in its estimates (up to 20%), fast execution time (up to 47 min), and low cost (up to US \$1.67 per sampling area). This sampling plan can be used as a tool for integrated pest management in lettuce crops, assisting with reliable decision making in different lettuce varieties before and during head formation. © The Author(s) 2017. Published by Oxford University Press on behalf of Entomological Society of America. All rights reserved. For permissions, please e-mail: journals.permissions@oup.com.

462. [In vitro exposure of *Ulva lactuca* Linnaeus \(Chlorophyta\) to gasoline - Biochemical and morphological alterations.](#)

[PubMed](#)

Pilatti, Fernanda Kokowicz; Ramlov, Fernanda; Schmidt, Eder Carlos; Kreusch, Marianne; Pereira, DÃ©bora Tomazi; Costa, Christopher; de Oliveira, Eva Regina; Bauer, ClÃ¡udia M; Rocha, Miguel; Bouzon, Zenilda Laurita; Maraschin, Marcelo

2016-08-01

Refined fuels have considerable share of pollution of marine ecosystems. Gasoline is one of the most consumed fuel worldwide, but its effects on marine benthic primary producers are poorly investigated. In this study, *Ulva lactuca* was chosen as a biological model due to its cosmopolitan nature and tolerance to high levels and wide range of xenobiotics and our goal was to evaluate the effects of gasoline on ultrastructure and metabolism of that seaweed. The experimental design consisted of in vitro exposure of *U. lactuca* to four concentrations of gasoline (0.001%, 0.01%, 0.1%, and 1.0%, v/v) over 30 min, 1 h, 12 h, and 24 h, followed by cytochemical, SEM, and biochemical analysis. Increase in the number of cytoplasmic granules, loss of cell turgor, cytoplasmic shrinkage, and alterations in the mucilage were some of the ultrastructural alterations observed in thalli exposed to gasoline. Decrease in carotenoid and polyphenol contents, as well as increase of soluble sugars and starch contents were associated with the time of exposure to the xenobiotic. In combination, the results revealed important morphological and biochemical alterations in the phenotype of *U. lactuca* upon acute exposure to gasoline. This seaweed contain certain metabolites assigned as candidates to biomarkers of the environmental stress investigated and it is thought to be a promise species for usage in coastal ecosystems perturbation monitoring system. In addition, the findings suggest that *U. lactuca* is able to metabolize gasoline hydrocarbons and use them as energy source, acting as bioremediator of marine waters contaminated by petroleum derivatives. Copyright © 2016 Elsevier Ltd. All rights reserved.

463. [Impact of phytopathogen infection and extreme weather stress on internalization of *Salmonella Typhimurium* in lettuce.](#)

[PubMed](#)

Ge, Chongtao; Lee, Cheonghoon; Nangle, Ed; Li, Jianrong; Gardner, David; Kleinhenz, Matthew; Lee, Jiyoung

2014-01-03

Internalization of human pathogens, common in many types of fresh produce, is a threat to human health since the internalized pathogens cannot be fully inactivated/removed by washing with water or

sanitizers. Given that pathogen internalization can be affected by many environmental factors, this study was conducted to investigate the influence of two types of plant stress on the internalization of *Salmonella* Typhimurium in iceberg lettuce during pre-harvest. The stresses were: abiotic (water stress induced by extreme weather events) and biotic (phytopathogen infection by lettuce mosaic virus [LMV]). Lettuce with and without LMV infection were purposefully contaminated with green fluorescence protein-labeled *S. Typhimurium* on the leaf surfaces. Lettuce was also subjected to water stress conditions (drought and storm) which were simulated by irrigating with different amounts of water. The internalized *S. Typhimurium* in the different parts of the lettuce were quantified by plate count and real-time quantitative PCR and confirmed with a laser scanning confocal microscope. *Salmonella* internalization occurred under the conditions outlined above; however internalization levels were not significantly affected by water stress alone. In contrast, the extent of culturable *S. Typhimurium* internalized in the leafy part of the lettuce decreased when infected with LMV under water stress conditions and contaminated with high levels of *S. Typhimurium*. On the other hand, LMV-infected lettuce showed a significant increase in the levels of culturable bacteria in the roots. In conclusion, internalization was observed under all experimental conditions when the lettuce surface was contaminated with *S. Typhimurium*. However, the extent of internalization was only affected by water stress when lettuce was infected with LMV. Â© 2013.

464. [Phytotoxicity of three plant-based biodiesels, unmodified castor oil, and Diesel fuel to alfalfa \(*Medicago sativa* L.\), lettuce \(*Lactuca sativa* L.\), radish \(*Raphanus sativus*\), and wheatgrass \(*Triticum aestivum*\)](#).

[PubMed](#)

Bamgbose, Ifeoluwa; Anderson, Todd A

2015-12-01

The wide use of plant-based oils and their derivatives, in particular biodiesel, have increased extensively over the past decade to help alleviate demand for petroleum products and improve the greenhouse gas emissions profile of the transportation sector. Biodiesel is regarded as a clean burning alternative fuel produced from livestock feeds and various vegetable oils. Although in theory these animal and/or plant derived fuels should have less environmental impact in soil based on their simplified composition relative to Diesel, they pose an environmental risk like Diesel at high concentrations when disposed. The aim of the present study was to ascertain the phytotoxicity of three different plant-derived biodiesels relative to conventional Diesel. For phytotoxicological analysis, we used seeds of four crop plants, *Medicago sativa*, *Lactuca sativa*, *Raphanus sativus*, and *Triticum aestivum* to analyze the germination of seeds in contaminated soil samples. The toxicological experiment was conducted with two different soil textures: sandy loam soil and silt loam soil. The studied plant-based biodiesels were safflower methyl-ester, castor methyl ester, and castor ethyl-ester. Biodiesel toxicity was more evident at high concentrations, affecting the germination and survival of small-seeded plants to a greater extent. Tolerance of plants to the biodiesels varied between plant species and soil textures. With the exception of *R. sativus*, all plant species were affected and exhibited some sensitivity to the fuels, such as delayed seedling emergence and slow germination (average=10 days) at high soil concentrations (0.85% for Diesel and 1.76% for the biodiesels). Tolerance of plants to soil contamination had a species-specific nature, and on average, decreased in the following order: *Raphanus sativus* (0-20%)>*Triticum aestivum* (10-40%) > *Medicago sativa*> *Lactuca sativa* (80-100%). Thus, we conclude that there is some phytotoxicity associated with plant-based biodiesels. Further

465. [Efficient QTL detection for nonhost resistance in wild lettuce: backcross inbred lines versus F2 population](#)

[PubMed Central](#)

Pelgrom, K.; Stam, P.; Lindhout, P.

2008-01-01

In plants, several population types [F2, recombinant inbred lines, backcross inbred lines (BILs), etc.] are used for quantitative trait locus (QTL) analyses. However, dissection of the trait of interest and subsequent confirmation by introgression of QTLs for breeding purposes has not been as successful as that predicted from theoretical calculations. More practical knowledge of different QTL mapping approaches is needed. In this recent study, we describe the detection and mapping of quantitative resistances to downy mildew in a set of 29 BILs of cultivated lettuce (*L. sativa*) containing genome segments introgressed from wild lettuce (*L. saligna*). Introgression regions that are associated with quantitative resistance are considered to harbor a QTL. Furthermore, we compare this with results from an already existing F2 population derived from the same parents. We identified six QTLs in our BIL approach compared to only three in the F2 approach, while there were two QTLs in common. We performed a simulation study based on our actual data to help us interpret them. This revealed that two newly detected QTLs in the BILs had gone unnoticed in the F2, due to a combination of recessiveness of the trait and skewed segregation, causing a deficit of the wild species alleles. This study clearly illustrates the added value of extended genetic studies on two different population types (BILs and F2) to dissect complex genetic traits. PMID:18251002

466. [Biological Control of Lettuce Drop and Host Plant Colonization by Rhizospheric and Endophytic Streptomyces](#)[PubMed Central](#)

Chen, Xiaoyulong; Pizzatti, Cristina; Bonaldi, Maria; Saracchi, Marco; Erlacher, Armin; Kunova, Andrea; Berg, Gabriele; Cortesi, Paolo

2016-01-01

Lettuce drop, caused by the soil borne pathogen *Sclerotinia sclerotiorum*, is one of the most common and serious diseases of lettuce worldwide. Increased concerns about the side effects of chemical pesticides have resulted in greater interest in developing biocontrol strategies against *S. sclerotiorum*. However, relatively little is known about the mechanisms of *Streptomyces* spp. as biological control agents against *S. sclerotiorum* on lettuce. Two *Streptomyces* isolates, *S. exfoliatus* FT05W and *S. cyaneus* ZEA17I, inhibit mycelial growth of *Sclerotinia sclerotiorum* by more than 75% in vitro. We evaluated their biocontrol activity against *S. sclerotiorum* in vivo, and compared them to *Streptomyces lydicus* WYEC 108, isolated from Actinovate®. When *Streptomyces* spp. (106 CFU/mL) were applied to *S. sclerotiorum* inoculated substrate in a growth chamber 1 week prior lettuce sowing, they significantly reduced the risk of lettuce drop disease, compared to the inoculated control. Interestingly, under field conditions, *S. exfoliatus* FT05W and *S. cyaneus* ZEA17I protected lettuce from drop by 40 and 10% respectively, whereas *S. lydicus* WYEC 108 did not show any protection. We further labeled *S. exfoliatus* FT05W and *S. cyaneus* ZEA17I with the enhanced GFP (EGFP) marker to investigate their rhizosphere competence and ability to colonize lettuce roots using confocal laser scanning microscopy (CLSM). The abundant colonization of young lettuce seedlings by both strains demonstrated *Streptomyces*' capability to interact with the host from early stages of seed germination and root development. Moreover, the two strains were detected also on 2-week-old roots, indicating their potential of long-term interactions with lettuce. Additionally, scanning electron microscopy (SEM) observations showed EGFP-*S. exfoliatus* FT05W endophytic colonization of lettuce root cortex tissues. Finally, we determined its viability and persistence in the rhizosphere and endorhiza up to 3

weeks by quantifying its

467. [Human granulocyte colony-stimulating factor \(hG-CSF\) expression in plastids of *Lactuca sativa*.](#)

[PubMed](#)

Sharifi Tabar, Mehdi; Habashi, Ali Akbar; Rajabi Memari, Hamid

2013-01-01

Human granulocyte colony-stimulating factor (hG-CSF) can serve as valuable biopharmaceutical for research and treatment of the human blood cancer. Transplastomic plants have been emerged as a new and high potential candidate for production of recombinant biopharmaceutical proteins in comparison with transgenic plants due to extremely high level expression, biosafety and many other advantages. hG-CSF gene was cloned into pCL vector between prn16S promoter and TpsbA terminator. The recombinant vector was coated on nanogold particles and transformed to lettuce chloroplasts through biolistic method. Callogenesis and regeneration of cotyledonary explants were obtained by Murashige and Skoog media containing 6-benzylaminopurine and 1-naphthaleneacetic acid hormones. The presence of hG-CSF gene in plastome was studied with four specific PCR primers and expression by Western immunoblotting. hG-CSF gene cloning was confirmed by digestion and sequencing. Transplastomic lettuce lines were regenerated and subjected to molecular analysis. The presence of hG-CSF in plastome was confirmed by PCR using specific primers designed from the plastid genome. Western immunoblotting of extracted protein from transplastomic plants showed a 20-kDa band, which verified the expression of recombinant protein in lettuce chloroplasts. This study is the first report that successfully express hG-CSF gene in lettuce chloroplast. The lettuce plastome can provide a cheap and safe expression platform for producing valuable biopharmaceuticals for research and treatment.

468. [A Dynamic Model for Nitrogen-*Stressed* Lettuce](#)

[PubMed Central](#)

SEGINER, IDO

2003-01-01

A previously developed dynamic lettuce model, designed to predict growth and nitrate content under the normal range of glasshouse environmental conditions, has been extended to cover high nitrogen-*stress* situations. Under severe shortage of nitrogen, lettuce has been observed to grow at a very slow rate, as well as to have abnormally low water content, low reduced-*nitrogen* content and negligible nitrate content. The new model mimics these observations by adding to the original model a storage compartment for *excess*TM carbon. The resulting model has three compartments: (1) *vacuole*TM, where the soluble non-*structural* material is stored, and the nitrate : *carbon* ratio may vary as needed to maintain a constant osmotic potential; (2) *structure*TM, a metabolically active compartment with fixed chemical composition; and (3) *excess*TM *carbon*TM, which serves as a long-*term* storage of *waterless*TM carbohydrates. Simulations with the model illustrate its ability to predict the effect of light, temperature and nitrogen in the nutrient solution on the long-*term* growth and composition of lettuce. They also illustrate the effects of plant size, and the associated relative growth rate, on the characteristic times of transient responses resulting from step changes in the environment. PMID:12714361

469. [Browning control of fresh-cut lettuce by phytoncide treatment.](#)

[PubMed](#)

Kim, Do-Hee; Kim, Han-Bit; Chung, Hun-Sik; Moon, Kwang-Deog

2014-09-15

Phytoncide essential oil derived from pine leaves was applied for the control of enzymatic browning of fresh-cut lettuce. Changes in the browning characteristics of cut lettuce treated with phytoncide in an water or ethanol solution (1%, v/v) at 10°C were investigated for 12 days at 4°C. Other samples dipped in distilled water or 95% ethanol were used as the controls. The samples treated with phytoncide in an ethanol solution showed significantly higher L* values and lower a* values, b* values, browning index, phenolic compounds, and enzyme activities (PPO, POD, PAL) related to browning. The samples dipped in distilled water showed the opposite tendency. On the basis of changes in the browning characteristics, anti-browning effects of each treatment, phytoncide in an ethanol solution was the most effective treatment applied. These results suggest that phytoncide treatment could be used as an effective method for controlling enzymatic browning in fresh-cut lettuce. Copyright © 2014 Elsevier Ltd. All rights reserved.

470. [Investigating the ability of *Pseudomonas fluorescens* UW4 to reduce cadmium stress in *Lactuca sativa* via an intervention in the ethylene biosynthetic pathway.](#)

[PubMed](#)

Albano, Lucas J; Macfie, Sheila M

2016-12-01

A typical plant response to any biotic or abiotic stress, including cadmium (Cd), involves increased ethylene synthesis, which causes senescence of the affected plant part. Stressed plants can experience reduced ethylene and improved growth if they are inoculated with bacteria that have the enzyme ACC deaminase, which metabolizes the ethylene precursor ACC (1-aminocyclopropane-1-carboxylate). We investigated whether one such bacterium, *Pseudomonas fluorescens* UW4, reduces the production of ethylene and improves the growth of lettuce (*Lactuca sativa*) sown in Cd-contaminated potting material (PRO-MIX® BX). Plants were inoculated with the wild-type *P. fluorescens* UW4 or a mutant strain that cannot produce ACC deaminase. Cadmium-treated plants contained up to 50 times more Cd than did control plants. In noninoculated plants, Cd induced a 5-fold increase in ethylene concentration. The wild-type bacterium prevented Cd-induced reductions in root biomass but there was no relationship between Cd treatment and ethylene production in inoculated plants. In contrast, when the concentration of ethylene was plotted against the extent of bacterial colonization of the roots, increased colonization with wild-type *P. fluorescens* UW4 was associated with 20% less ethylene production. Ours is the first study to show that the protective effect of this bacterium is proportional to the quantity of bacteria on the root surface.

471. [Reversed-phase ultra-high-performance liquid chromatography coupled to electrospray ionization-quadrupole-time-of-flight mass spectrometry as a powerful tool for metabolic profiling of vegetables: *Lactuca sativa* as an example of its application.](#)

[PubMed](#)

Abu-Reidah, I M; Contreras, M M; Arráez-Román, D; Segura-Carretero, A; Fernández-Gutiérrez, A

2013-10-25

Lettuce (*Lactuca sativa*), a leafy vegetal widely consumed worldwide, fresh cut or minimally

processed, constitutes a major dietary source of natural antioxidants and bioactive compounds. In this study, reversed-phase ultra-high-performance liquid chromatography (RP-UHPLC) coupled to electrospray ionization-quadrupole-time-of-flight mass spectrometry (ESI-QTOF-MS) was applied for the comprehensive profiling of polar and semi-polar metabolites from three lettuce cultivars (baby, romaine, and iceberg). The UHPLC systems allowed the use of a small-particle-size C18 column (1.8 μm), with very fine resolution for the separation of up to seven isomers, and the QTOF mass analyzer enabled sensitive detection with high mass resolution and accuracy in full scan. Thus, a total of 171 compounds were tentatively identified by matching their accurate mass signals and suggested molecular formula with those previously reported in family Asteraceae. Afterwards, their structures were also corroborated by the MS/MS data provided by the QTOF analyzer. Well-known amino acids, organic acids, sesquiterpene lactones, phenolic acids and flavonoids were characterized, e.g. lactucin, lactucopicrin, caftaric acid, chlorogenic acid, caffeoylmalic acid, chicoric acid, isochlorogenic acid A, luteolin, and quercetin glycosides. For this plant species, this is the first available report of several isomeric forms of the latter polyphenols and other types of components such as nucleosides, peptides, and tryptophan-derived alkaloids. Remarkably, 10 novel structures formed by the conjugation of known amino acids and sesquiterpene lactones were also proposed. Thus, the methodology applied is a useful option to develop an exhaustive metabolic profiling of plants that helps to explain their potential biological activities and folk uses. Copyright © 2013 Elsevier B.V. All rights reserved.

472. [Estimate of uptake and translocation of emerging organic contaminants from irrigation water concentration in lettuce grown under controlled conditions.](#)

[PubMed](#)

Hurtado, Carlos; Domínguez, Carmen; Pérez-Babace, Lorea; Camarero, Nªria; Comas, Jordi; Bayona, Josep M

2016-03-15

The widespread distribution of emerging organic contaminants (EOCs) in the water cycle can lead to their incorporation in irrigated crops, posing a potential risk for human consumption. To gain further insight into the processes controlling the uptake of organic microcontaminants, Batavia lettuce (*Lactuca sativa*) grown under controlled conditions was watered with EOCs (e.g., non-steroidal anti-inflammatories, sulfonamides, H^2 -blockers, phenolic estrogens, anticonvulsants, stimulants, polycyclic musks, biocides) at different concentrations (0-40 $\mu\text{g/L}$). Linear correlations were obtained between the EOC concentrations in the roots and leaves and the watering concentrations for most of the contaminants investigated. However, large differences were found in the root concentration factors ([Formula: see text] = 0.27-733) and leaf translocation concentration factors ([Formula: see text] = 0-3) depending on the persistence of the target contaminants in the rhizosphere and the specific physicochemical properties of each one. With the obtained dataset, a simple predictive model based on a linear regression and the root bioconcentration and translocation factors can be used to estimate the concentration of the target EOCs in leaves based on the dose supplied in the irrigation water or the soil concentration. Finally, enantiomeric fractionation of racemic ibuprofen from the initial spiking mixture suggests that biodegradation mainly occurs in the rhizosphere. Copyright © 2015 Elsevier B.V. All rights reserved.

473. [Gene expression profiling of Escherichia coli in response to interactions with the lettuce rhizosphere.](#)

[PubMed](#)

Hou, Z; Fink, R C; Black, E P; Sugawara, M; Zhang, Z; Diez-Gonzalez, F; Sadowsky, M J

2012-11-01

The objective of this study was to examine transcriptional changes in *Escherichia coli* when the bacterium was growing in the lettuce rhizosphere. A combination of microarray analyses, colonization assays and confocal microscopy was used to gain a more complete understanding of bacterial genes involved in the colonization and growth of *E. coli* K12 in the lettuce root rhizosphere using a novel hydroponic assay system. After 3 days of interaction with lettuce roots, *E. coli* genes involved in protein synthesis, stress responses and attachment were up-regulated. Mutants in curli production (*crl*, *csgA*) and flagella synthesis (*fliN*) had a reduced capacity to attach to roots as determined by bacterial counts and by confocal laser scanning microscopy. This study indicates that *E. coli* K12 has the capability to colonize lettuce roots by using attachment genes and can readily adapt to the rhizosphere of lettuce plants. Results of this study show curli production and biofilm modulation genes are important for rhizosphere colonization and may provide useful targets to disrupt this process. Further studies using pathogenic strains will provide additional information about lettuce-*E. coli* interactions. Â© 2012 The Authors Journal of Applied Microbiology Â© 2012 The Society for Applied Microbiology.

474. [Microbial risk in wastewater irrigated lettuce: comparing *Escherichia coli* contamination from an experimental site with a laboratory approach.](#)

[PubMed](#)

Makkaew, P; Miller, M; Fallowfield, H J; Cromar, N J

This study assessed the contamination of *Escherichia coli*, in lettuce grown with treated domestic wastewater in four different irrigation configurations: open spray, spray under plastic sheet cover, open drip and drip under plastic sheet cover. Samples of lettuce from each irrigation configuration and irrigating wastewater were collected during the growing season. No *E. coli* was detected in lettuce from drip irrigated beds. All lettuce samples from spray beds were positive for *E. coli*, however, no statistical difference ($p > 0.05$) was detected between lettuces grown in open spray or covered spray beds. The results from the field experiment were also compared to a laboratory experiment which used submersion of lettuce in wastewater of known *E. coli* concentration as a surrogate method to assess contamination following irrigation. The microbial quality of spray bed lettuces was not significantly different from submersed lettuce when irrigated with wastewater containing 1,299.7 *E. coli* MPN/100 mL ($p > 0.05$). This study is significant since it is the first to validate that the microbial contamination of lettuce irrigated with wastewater in the field is comparable with a laboratory technique frequently applied in the quantitative microbial risk assessment of the consumption of wastewater irrigated salad crops.

475. [The effects of nitrogen pollutants on the isotopic signal \(\$\delta^{15}\text{N}\$ \) of *Ulva lactuca*: Microcosm experiments.](#)

[PubMed](#)

Orlandi, Lucia; Calizza, Edoardo; Careddu, Giulio; Carlino, Pasquale; Costantini, Maria Letizia; Rossi, Loreto

2017-02-15

Effects of two chemical forms of Nitrogen (NH_4^+ and NO_3^-) on $\delta^{15}\text{N}$ in *Ulva lactuca* were analysed separately and in mixture at two concentrations. We assessed whether the $\delta^{15}\text{N}$ values of *U. lactuca* discriminate between Nitrogen from synthetic fertilisers (inorganic) and from fresh cow manure

(organic), and the isotopic ability of the macroalga to reflect Nitrogen concentrations. Isotopic signature and N content of the macroalga reflected different nitrogenous sources and their concentrations after 48h. The inorganic Nitrogen source (NH_4NO_3) altered the isotopic values of the macroalgae more than Nitrogen from fresh cow manure (NO_3^-). $\delta^{15}\text{N}$ values observed in the mixed solution did not differ from those displayed in NH_4NO_3 treatment alone. We conclude that stable isotope analysis of *U. lactuca* collected in an unpolluted site and experimentally submerged in sites suspected of being affected by disturbance is a useful tool for rapid monitoring of anthropogenic discharges of Nitrogen pollutants. Copyright © 2016 Elsevier Ltd. All rights reserved.

476. [Ecological genomics of natural plant populations: the Israeli perspective.](#)

[PubMed](#)

Nevo, Eviatar

2009-01-01

The genomic era revolutionized evolutionary population biology. The ecological genomics of the wild progenitors of wheat and barley reviewed here was central in the research program of the Institute of Evolution, University of Haifa, since 1975 (<http://evolution.haifa.ac.il>). We explored the following questions: (1) How much of the genomic and phenomic diversity of wild progenitors of cultivars (wild emmer wheat, *Triticum dicoccoides*, the progenitor of most wheat, plus wild relatives of the *Aegilops* species; wild barley, *Hordeum spontaneum*, the progenitor of cultivated barley; wild oat, *Avena sterilis*, the progenitor of cultivated oats; and wild lettuce species, *Lactuca*, the progenitor and relatives of cultivated lettuce) are adaptive and processed by natural selection at both coding and noncoding genomic regions? (2) What is the origin and evolution of genomic adaptation and speciation processes and their regulation by mutation, recombination, and transposons under spatiotemporal variables and stressful macrogeographic and microgeographic environments? (3) How much genetic resources are harbored in the wild progenitors for crop improvement? We advanced ecological genetics into ecological genomics and analyzed (regionally across Israel and the entire Near East Fertile Crescent and locally at microsites, focusing on the "Evolution Canyon" model) hundreds of populations and thousands of genotypes for protein (allozyme) and deoxyribonucleic acid (DNA) (coding and noncoding) diversity, partly combined with phenotypic diversity. The environmental stresses analyzed included abiotic (climatic and microclimatic, edaphic) and biotic (pathogens, demographic) stresses. Recently, we introduced genetic maps, cloning, and transformation of candidate genes. Our results indicate abundant genotypic and phenotypic diversity in natural plant populations. The organization and evolution of molecular and organismal diversity in plant populations, at all genomic regions and

477. [\[Combination of phosphorus solubilizing and mobilizing fungi with phosphate rocks and volcanic materials to promote plant growth of lettuce \(*Lactuca sativa* L.\)\].](#)

[PubMed](#)

Velázquez, María S; Cabello, Marta N; El Áides, Lorena A; Russo, María L; Allegrucci, Natalia; Schalamuk, Santiago

Arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) increase the uptake of soluble phosphates, while phosphorus solubilizing fungi (S) promote solubilization of insoluble phosphates complexes, favoring plant nutrition. Another alternative to maintaining crop productivity is to combine minerals and rocks that provide nutrients and other desirable properties. The aim of this work was to combine AMF and S with pyroclastic materials (ashes and pumices) from Puyehue volcano and phosphate rocks (PR) from Rio Chico Group (Chubut) - to formulate a substrate for the production of potted *Lactuca sativa*. A mixture

of Terrafertil[®]:ashes was used as substrate. *Penicillium thomii* was the solubilizing fungus and *Rhizophagus intraradices* spores (AMF) was the P mobilizer (AEGIS[®] Irriga). The treatments were: 1) Substrate; 2) Substrate+AMF; 3) Substrate+S; 4) Substrate+AMF+S; 5) Substrate: PR; 6) Substrate: PR+AMF; 7) Substrate: PR+S and 8) Substrate: PR+AMF+S. Three replicates were performed per treatment. All parameters evaluated (total and assimilable P content in substrate, P in plant tissue and plant dry biomass) were significantly higher in plants grown in substrate containing PR and inoculas with S and AMF. This work confirms that the combination of S/AMF with Puyehue volcanic ashes, PR from the R o Chico Group and a commercial substrate promote the growth of *L. sativa*, thus increasing the added value of national geomaterials. Copyright   2017 Asociaci n Argentina de Microbiolog a. Publicado por Elsevier Espa a, S.L.U. All rights reserved.

478. [The Effect of Harvesting on the Composition of Essential Oils from Five Varieties of *Ocimum basilicum* L. Cultivated in the Island of Kefalonia, Greece](#)

[PubMed Central](#)

Tsasi, Gerasimia; Mailis, Theofilos; Daskalaki, Artemis; Sakadani, Eleni; Razis, Panagis; Samaras, Yiannis; Skaltsa, Helen

2017-01-01

Five varieties of *Ocimum basilicum* L. namely lettuce, cinnamon, minimum, latifolia, and violetto were separately cultivated in field and greenhouse in the island Kefalonia (Greece). The effect of successive harvesting to the essential oil content was evaluated. In total 23 samples of essential oils (EOs) were analyzed by GC-FID and GC-MS. Ninety-six constituents, which accounted for almost 99% of the oils, were identified. Cluster analysis was performed for all of the varieties in greenhouse and field conditions, in order to investigate the possible differentiation on the chemical composition of the essential oils, obtained between harvests during growing period. Each basil variety showed a unique chemical profile, but also the essential oil composition within each variety seems to be differentiated, affected by the harvests and the cultivation site. PMID:28927018

479. [Feasibility of Lettuce Growth at Hypoxic and Sub-Ambient Total Gas Pressures](#)

[NASA Technical Reports Server \(NTRS\)](#)

Hoffman, Anne

1997-01-01

Lettuce (*Lactuca saliva* L. cv. 'Waldmann's Green') plants were grown (1) either from seed to 5 days old to study the effect of low atmospheric pressure (70 kPa) on their germination and early growth, or (2) until maturity at 30 days old to determine any long-term growth effects. The data were compared to plants grown in a second matching chamber which was maintained at ambient pressure (101 kPa) that served as a control. In other experiments, plants were grown at ambient pressure until maturity and then subjected to low atmospheric pressure for periods of 24 hours to determine possible effects of intermittent low pressure. The O₂ and CO₂ partial pressures in the low pressure chamber were adjusted to levels equal to those in the ambient pressure chamber to prevent differences in plant response which would have resulted from differences in the partial pressure of those gasses. The O₂ partial pressure in the ambient chamber was maintained at 21 kPa and provision was made for additional CO₂ during the flight phase. The germination rate and early seedling growth were insensitive to a low pressure environment. The rate of root elongation of plants grown at 70 kPa and at 101 kPa was also approximately the same. The rate of net carbon assimilation (per unit leaf area) of plants grown at low

atmospheric pressure was unaffected at all growth stages even though plants grown at 70 kPa had slightly greater fresh and dry weights. There were consistent differences in assimilate partitioning, as shown by higher root/shoot ratios of plants grown at low pressure. Transpiration rates of plants grown until maturity under either constant or intermittent low pressure were reduced. Dark respiration rates of plants grown until maturity under either constant or intermittent low pressure were approximately 20% higher than the control plants.

480. [Health effect of vegetable-based diet: lettuce consumption improves cholesterol metabolism and antioxidant status in the rat.](#)

[PubMed](#)

Nicolle, Catherine; Cardinault, Nicolas; Gueux, Elyett; Jaffrelo, Lydia; Rock, Edmond; Mazur, Andrzej; Amouroux, Pierre; RÃ©mÃ©sy, Christian

2004-08-01

It is often assumed that fruits and vegetables contribute to protect against degenerative pathologies such as cardiovascular diseases. Besides epidemiological observations, scientific evidences for their mechanism of action are scarce. In the present study, we investigated the mean term and post-prandial effects of lettuce ingestion on lipid metabolism and antioxidant protection in the rat. Feeding rats a 20% lettuce diet for 3 weeks resulted in a decrease cholesterol LDL/HDL ratio and a marked decrease of liver cholesterol levels (-41%). Concurrently, fecal total steroid excretion increased (+44%) and apparent absorption of dietary cholesterol was significantly depressed (-37%) by the lettuce diet. Lettuce diet also displayed an improvement of vitamin E/TG ratio in plasma and limited lipid peroxidation in heart as evidenced by TBARS. In post-prandial experiment, lettuce intake significantly increased both ascorbic acid and alpha-tocopherol plasma levels which contribute to improve plasma antioxidant capacity within 2 h of consumption. Other lipid-soluble antioxidants (lutein and vitamin E) may also improve the plasma antioxidant capacity. Lettuce consumption increases the total cholesterol end-products excretion and improves antioxidant status due to the richness in antioxidants (vitamins C, E and carotenoids). In our model, lettuce clearly shows a beneficial effect on lipid metabolism and on tissue oxidation. Therefore regular consumption of lettuce should contribute to improve protection against cardiovascular diseases. Copyright 2003 Elsevier Ltd.

- [«](#)
- [21](#)
- [22](#)
- [23](#)
- 24
- [25](#)
- [»](#)

- [«](#)
- [21](#)
- [22](#)
- [23](#)
- [24](#)
- 25
- [»](#)

481. [Sensory analysis of calcium-biofortified lettuce](#)

[USDA-ARS's Scientific Manuscript database](#)

Vegetables represent an attractive means of providing increased calcium nutrition to the public. In this study, it was demonstrated that lettuce expressing the deregulated Arabidopsis H(+)/Ca(2+) transporter sCAX1 (cation exchanger 1) contained 25-32% more calcium than controls. These biofortified l...

482. [Are Radishes Really Allelopathic to Lettuce?](#)[ERIC Educational Resources Information Center](#)

Santaniello, Catherine M.; Koning, Ross E.

1996-01-01

Presents an experiment that challenges the claim that sprouting radish seedlings release chemicals into the environment that inhibit germination of lettuce seeds. Reports that although no simple allelopathic demonstration was observed, the experiment provides fertile ground for further experimentation in inquiry-based laboratory experiences. (JRH)

483. [Impact of Vacuum Cooling on Escherichia coli O157:H7 Infiltration into Lettuce Tissue](#)[PubMed Central](#)

Li, Haiping; Tajkarimi, Mehrdad; Osburn, Bennie I.

2008-01-01

Vacuum cooling is a common practice in the California leafy green industry. This study addressed the impact of vacuum cooling on the infiltration of Escherichia coli O157:H7 into lettuce as part of the risk assessment responding to the E. coli O157:H7 outbreaks associated with leafy green produce from California. Vacuum cooling significantly increased the infiltration of E. coli O157:H7 into the lettuce tissue (2.65E+06 CFU/g) compared to the nonvacuumed condition (1.98E+05 CFU/g). A stringent surface sterilization and quadruple washing could not eliminate the internalized bacteria from lettuce. It appeared that vacuuming forcibly changed the structure of lettuce tissue such as the stomata, suggesting a possible mechanism of E. coli O157:H7 internalization. Vacuuming also caused a lower reduction rate of E. coli O157:H7 in stored lettuce leaves than that for the nonvacuumed condition. PMID:18344328

484. [Multiresidue determination of carbamate, organochlorine, organophosphorus, and dicarboximide pesticides in lettuce by GC/MS.](#)[PubMed](#)

Da Silva, Rog rio Luiz; Da Silva, Claudia Pereira; Navickiene, Sandro

2010-08-01

An extraction method based on matrix solid-phase dispersion was developed to determine pirimicarb, methyl parathion, malathion, procymidone, alpha-endosulfan and beta-endosulfan in lettuce using gas chromatography-mass spectrometry. The best results were obtained using 4.0 g of lettuce, 2.0 g of silica as dispersant sorbent, 0.1 g of activated carbon as clean up sorbent and acetonitrile as eluting solvent. The method was validated using lettuce samples fortified with pesticides at six different concentration levels (0.1 to 2.0 mg/kg). Average recoveries (7 replicates) ranged from 50 to 120%,

with relative standard deviations between 0.6 and 8.0%. Detection and quantification limits for lettuce ranged from 0.01 to 0.02 mg/kg and 0.04 to 0.10 mg/kg, respectively.

485. [Functional expression of the taste-modifying protein, miraculin, in transgenic lettuce.](#)

[PubMed](#)

Sun, Hyeon-Jin; Cui, Min-Long; Ma, Biao; Ezura, Hiroshi

2006-01-23

Taste-modifying proteins are a natural alternative to artificial sweeteners and flavor enhancers and have been used in some cultures for centuries. The taste-modifying protein, miraculin, has the unusual property of being able to modify a sour taste into a sweet taste. Here, we report the use of a plant expression system for the production of miraculin. A synthetic gene encoding miraculin was placed under the control of constitutive promoters and transferred to lettuce. Expression of this gene in transgenic lettuce resulted in the accumulation of significant amounts of miraculin protein in the leaves. The miraculin expressed in transgenic lettuce possessed sweetness-inducing activity. These results demonstrate that the production of miraculin in edible plants can be a good alternative strategy to enhance the availability of this protein.

486. [Fluorescence hyperspectral imaging technique for the foreign substance detection on fresh-cut lettuce](#)

[USDA-ARS's Scientific Manuscript database](#)

Nondestructive methods based on fluorescence hyperspectral imaging (HSI) techniques were developed in order to detect worms on fresh-cut lettuce. The optimal wavebands for detecting worms on fresh-cut lettuce were investigated using the one-way ANOVA analysis and correlation analysis. The worm detec...

487. [Antineurodegenerative effect of phenolic extracts and caffeic acid derivatives in romaine lettuce on neuron-like PC-12 cells.](#)

[PubMed](#)

Im, Sung-Eun; Yoon, Hyungeun; Nam, Tae-Gyu; Heo, Ho Jin; Lee, Chang Yong; Kim, Dae-Ok

2010-08-01

In recent decades, romaine lettuce has been one of the fastest growing vegetables with respect to its consumption and production. An understanding is needed of the effect of major phenolic phytochemicals from romaine lettuce on biological protection for neuron-like PC-12 cells. Phenolics in fresh romaine lettuce were extracted, and then its total phenolics and total antioxidant capacity were measured spectrophotometrically. Neuroprotective effects of phenolic extract of romaine lettuce and its pure caffeic acid derivatives (caffeic, chicoric, chlorogenic, and isochlorogenic acids) in PC-12 cells were evaluated using two different in vitro methods: lactate dehydrogenase release and 3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium bromide reduction assays. Total phenolics and total antioxidant capacity of 100 g of fresh romaine lettuce averaged 22.7 mg of gallic acid equivalents and 31.0 mg of vitamin C equivalents, respectively. The phenolic extract of romaine lettuce protected PC-12 cells against oxidative stress caused by H₂O₂ in a dose-dependent manner. Isochlorogenic acid, one of the phenolics in romaine lettuce, showed stronger neuroprotection than the other three caffeic acid derivatives also found in the lettuce. Although romaine lettuce had lower levels of phenolics and antioxidant capacity compared to other common vegetables, its contribution to total

antioxidant capacity and antineurodegenerative effect in human diets would be higher because of higher amounts of its daily per capita consumption compared to other common vegetables.

488. [Cross contamination of Escherichia coli O157:H7 between lettuce and wash water during home-scale washing.](#)

[PubMed](#)

Jensen, Dane A; Friedrich, Loretta M; Harris, Linda J; Danyluk, Michelle D; Schaffner, Donald W

2015-04-01

Lettuce and leafy greens have been implicated in multiple foodborne disease outbreaks. This study quantifies cross contamination between lettuce pieces in a small-scale home environment. A five-strain cocktail of relevant Escherichia coli O157:H7 strains was used. Bacterial transfer between single inoculated lettuce leaf pieces to 10 non-inoculated lettuce leaf pieces that were washed in a stainless steel bowl of water for 30 s, 1 min, 2 min, and 5 min was quantified. Regardless of washing time, the wash water became contaminated with 90-99% of bacteria originally present on the inoculated lettuce leaf piece. The E. coli O157:H7 concentration on initially inoculated leaf pieces was reduced $\hat{=} 2$ log CFU. Each initially uncontaminated lettuce leaf piece had $\hat{=} 1\%$ of the E. coli O157:H7 from the inoculated lettuce piece transferred to it after washing, with more transfer occurring during the shortest (30 s) and longest (5 min) wash times. In all cases the log percent transfer rates were essentially normally distributed. In all scenarios, most of the E. coli O157:H7 (90-99%) transferred from the inoculated lettuce pieces to the wash water. Washing with plain tap water reduces levels of E. coli O157:H7 on the inoculated lettuce leaf pieces, but also spreads contamination to previously uncontaminated leaf pieces. Copyright © 2014 Elsevier Ltd. All rights reserved.

489. [Sensory shelf life estimation of minimally processed lettuce considering two stages of consumers' decision-making process.](#)

[PubMed](#)

Ares, Gastón; Giménez, Ana; Gámbaro, Adriana

2008-01-01

The aim of the present work was to study the influence of context, particularly the stage of the decision-making process (purchase vs consumption stage), on sensory shelf life of minimally processed lettuce. Leaves of butterhead lettuce were placed in common polypropylene bags and stored at 5, 10 and 15 degrees C. Periodically, a panel of six assessors evaluated the appearance of the samples, and a panel of 40 consumers evaluated their appearance and answered "yes" or "no" to the questions: "Imagine you are in a supermarket, you want to buy a minimally processed lettuce, and you find a package of lettuce with leaves like this, would you normally buy it?" and "Imagine you have this leaf of lettuce stored in your refrigerator, would you normally consume it?". Survival analysis was used to calculate the shelf lives of minimally processed lettuce, considering both decision-making stages. Shelf lives estimated considering rejection to purchase were significantly lower than those estimated considering rejection to consume. Therefore, in order to be conservative and assure the products' quality, shelf life should be estimated considering consumers' rejection to purchase instead of rejection to consume, as traditionally has been done. On the other hand, results from logistic regressions of consumers' rejection percentage as a function of the evaluated appearance attributes suggested that consumers considered them differently while deciding whether to purchase or to consume minimally processed lettuce.

490. [Vanadium and Plant Nutrition](#)[PubMed Central](#)

Welch, Ross M.; Huffman, Edward W. D.

1973-01-01

Lettuce (*Lactuca sativa* L.) and tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) plants were grown in purified nutrient solutions with and without the addition of 50 nanograms per milliliter V. These experiments showed that lettuce and tomato plants can be grown to maturity on nutrient solutions containing less than 0.04 nanogram per milliliter V with tissue concentrations of less than 2 to 18 nanograms per gram V. Growth and dry matter yield were comparable to those of plants grown on nutrient solutions containing 50 nanograms per milliliter with tissue levels of V from 117 to 418 nanograms per gram. Thus if V is an essential element for lettuce and tomato plants, the adequate tissue level would be less than 2 nanograms per gram V derivable from a growth medium containing less than 0.04 nanogram per milliliter V. PMID:16658525

491. [Nondestructive phenotyping of lettuce plants in early stages of development with optical sensors](#)[USDA-ARS's Scientific Manuscript database](#)

Rapid development of plants is important for the production of "baby-leaf"™ lettuce that is harvested when plants reach the four- to eight-leaf stage of growth. However, environmental factors, such as high or low temperature, or elevated concentrations of salt, inhibit lettuce growth. Therefore, nond...

492. [The mechanism of ethanol treatment on inhibiting lettuce enzymatic browning and microbial growth](#)[USDA-ARS's Scientific Manuscript database](#)

Tissue browning of fresh-cut lettuce greatly affects its quality and consumers'™ appreciation. This study investigated the effects of ethanol treatment on enzymatic browning and natural microflora growth of lettuce stem discs. After treated with 20% ethanol for 2 min and then drained by a spinner, le...

493. [Accuracy, reliability, and timing of visual evaluations of decay in fresh-cut lettuce](#)[USDA-ARS's Scientific Manuscript database](#)

Visual assessments are used for evaluating the quality of food products, such as fresh-cut lettuce packaged in bags with modified atmosphere. We have compared the accuracy and the reliability of visual evaluations of decay on fresh-cut lettuce performed with experienced and inexperienced raters. In ...

494. [Effect of Root-Zone Moisture Variations on Growth of Lettuce and Pea Plants](#)[NASA Astrophysics Data System \(ADS\)](#)

Ilieva, Iliana; Ivanova, Tania

2008-06-01

Variations in substrate moisture lead to changes in water and oxygen availability to plant roots. Ground

experiments were carried out in the laboratory prototype of SVET-2 Space Greenhouse to study the effect of variation of root-zone moisture conditions on growth of lettuce and pea plants. The effect of transient increase (for 1 day) and drastic increase (waterlogging for 10 days) of substrate moisture was studied with 16-day old pea and 21-day old lettuce plants respectively. Pea height and fresh biomass accumulation were not affected by transient substrate moisture increase. Net photosynthetic rate (Pn) of pea plants showed fast response to substrate moisture variation, while chlorophyll content did not change. Drastic change of substrate moisture suppressed lettuce Pn, chlorophyll biosynthesis and plant growth. These parameters slowly recovered after termination of waterlogging treatment but lettuce yield was greatly affected. The results showed that the most sensitive physiological parameter to substrate moisture variations is photosynthesis.

495. [A new laboratory cultivation of *Paramecium bursaria* using non-pathogenic bacteria strains.](#)

[PubMed](#)

Bator, Tomasz

2010-01-01

In most studies dealing with the laboratory cultivation of paramecia (*Paramecium bursaria*), *Klebsiella pneumoniae* bacteria are used to inoculate the medium. However, *Klebsiella pneumoniae* is a typical pathogen, and its use is always associated with a risk of infection. The aim of the present research was to examine non-pathogenic bacteria strains as components of the medium for *Paramecium bursaria*. The paramecia were incubated on lettuce infusions bacterized with different bacteria strains: *Bacillus subtilis* DSM 10, *Bacillus megaterium* DSM 32, *Escherichia coli* DSM 498, *Micrococcus luteus* DSM 348. A strain derived from the natural habitat of *Paramecium bursaria* was used as the control one. Experiments were conducted under constant light and in the dark. Paramecia cells were counted under a stereomicroscope on consecutive days of incubation. The obtained results show that the most intensive growth of *Paramecium bursaria* occurs in the presence of *Escherichia coli* DSM 498. The use of this strain as a component of the medium allows one to obtain a high number of ciliates regardless of the light conditions. It can be concluded that the *Paramecium bursaria* cultivation procedure can be modified by using the non-pathogenic bacteria strain *Escherichia coli* DSM 498 instead of *Klebsiella pneumoniae*.

496. [Recognition of Histo-Blood Group Antigen-Like Carbohydrates in Lettuce by Human GII.4 Norovirus](#)

[PubMed Central](#)

Gao, Xiang; Esseili, Malak A.; Lu, Zhongyan; Saif, Linda J.

2016-01-01

ABSTRACT Human norovirus (HuNoV) genogroup II genotype 4 (GII.4) strains account for about 80% of the gastroenteritis outbreaks in the United States. Contaminated food is a major transmission vehicle for this virus. In humans, pigs, and oysters, histo-blood group antigens (HBGAs) act as attachment factors for HuNoVs. In lettuce, although the virus-like particles (VLPs) of a GII.4 HuNoV were found to bind to cell wall carbohydrates, the exact binding site has not been investigated. Here, we show the presence of HBGA-like carbohydrates in the cell wall of lettuce. The digestion of lettuce leaves with cell wall-degrading enzymes exposed more binding sites and significantly increased the level of binding of GII.4 HuNoV VLPs. Competition assays showed that both the HBGA monoclonal antibody, recognizing the H type, and plant lectins, recognizing α -L-fucose in the H type, effectively inhibited VLP binding to lettuce tissues. Lettuce cell wall components were isolated and their NoV

VLP binding characteristics were tested by enzyme-linked immunosorbent assays. The binding was inhibited by pretreatment of the lettuce cell wall materials with α -1,2-fucosidase. Collectively, our results indicate that H-type HBGA-like carbohydrates exist in lettuce tissues and that GII.4 HuNoV VLPs can bind the exposed fucose moiety, possibly in the hemicellulose component of the cell wall. IMPORTANCE Salad crops and fruits are increasingly recognized as vehicles for human norovirus (HuNoV) transmission. A recent study showed that HuNoVs specifically bind to the carbohydrates of the lettuce cell wall. Histo-blood group antigens (HBGAs) are carbohydrates and are known as the attachment factors for HuNoV infection in humans. In this study, we show the presence of HBGA-like carbohydrates in lettuce, to which HuNoVs specifically bind. These results suggest that specifically bound HuNoVs cannot be removed by simple washing, which may allow viral transmission to consumers. Our findings provide new

497. [Recognition of Histo-Blood Group Antigen-Like Carbohydrates in Lettuce by Human GII.4 Norovirus.](#)

[PubMed](#)

Gao, Xiang; Esseili, Malak A; Lu, Zhongyan; Saif, Linda J; Wang, Qihong

2016-05-15

Human norovirus (HuNoV) genogroup II genotype 4 (GII.4) strains account for about 80% of the gastroenteritis outbreaks in the United States. Contaminated food is a major transmission vehicle for this virus. In humans, pigs, and oysters, histo-blood group antigens (HBGAs) act as attachment factors for HuNoVs. In lettuce, although the virus-like particles (VLPs) of a GII.4 HuNoV were found to bind to cell wall carbohydrates, the exact binding site has not been investigated. Here, we show the presence of HBGA-like carbohydrates in the cell wall of lettuce. The digestion of lettuce leaves with cell wall-degrading enzymes exposed more binding sites and significantly increased the level of binding of GII.4 HuNoV VLPs. Competition assays showed that both the HBGA monoclonal antibody, recognizing the H type, and plant lectins, recognizing α -1-fucose in the H type, effectively inhibited VLP binding to lettuce tissues. Lettuce cell wall components were isolated and their NoV VLP binding characteristics were tested by enzyme-linked immunosorbent assays. The binding was inhibited by pretreatment of the lettuce cell wall materials with α -1,2-fucosidase. Collectively, our results indicate that H-type HBGA-like carbohydrates exist in lettuce tissues and that GII.4 HuNoV VLPs can bind the exposed fucose moiety, possibly in the hemicellulose component of the cell wall. Salad crops and fruits are increasingly recognized as vehicles for human norovirus (HuNoV) transmission. A recent study showed that HuNoVs specifically bind to the carbohydrates of the lettuce cell wall. Histo-blood group antigens (HBGAs) are carbohydrates and are known as the attachment factors for HuNoV infection in humans. In this study, we show the presence of HBGA-like carbohydrates in lettuce, to which HuNoVs specifically bind. These results suggest that specifically bound HuNoVs cannot be removed by simple washing, which may allow viral transmission to consumers. Our findings provide new information needed

498. [Arbuscular mycorrhizal fungi \(AMF\) improved growth and nutritional quality of greenhouse-grown lettuce.](#)

[PubMed](#)

Baslam, Marouane; Garmendia, Idoia; Goicoechea, Nieves

2011-05-25

Lettuce can be associated with arbuscular mycorrhizal fungi (AMF). This symbiosis involves a

molecular dialogue between fungus and plant that includes the activation of antioxidant, phenylpropanoid, or carotenoid pathways. The objective of this study was to test if the association of lettuce with AMF benefited plant growth and increased the contents of compounds potentially beneficial for human health. Results showed that AMF improved growth of lettuce, thus producing a dilution effect on the concentrations of some mineral nutrients (e.g., Ca and Mn). However, Cu, Fe, anthocyanins, carotenoids, and, to a lesser extent, phenolics appeared in higher concentrations (on a wet basis) in mycorrhizal than in nonmycorrhizal plants.

499. [Genetic Variation for Thermotolerance in Lettuce Seed Germination Is Associated with Temperature-Sensitive Regulation of ETHYLENE RESPONSE FACTOR1 \(ERF1\)1\[OPEN](#)

[PubMed Central](#)

Oâ€™Brien, Laurel K.; Truco, Maria Jose; Huo, Heqiang; Sideman, Rebecca; Hayes, Ryan; Micheltore, Richard W.

2016-01-01

Seeds of most lettuce (*Lactuca sativa*) cultivars are susceptible to thermoinhibition, or failure to germinate at temperatures above approximately 28°C, creating problems for crop establishment in the field. Identifying genes controlling thermoinhibition would enable the development of cultivars lacking this trait and, therefore, being less sensitive to high temperatures during planting. Seeds of a primitive accession (PI251246) of lettuce exhibited high-temperature germination capacity up to 33°C. Screening a recombinant inbred line population developed from PI251246 and cv Salinas identified a major quantitative trait locus (Htg9.1) from PI251246 associated with the high-temperature germination phenotype. Further genetic analyses discovered a tight linkage of the Htg9.1 phenotype with a specific DNA marker (NM4182) located on a single genomic sequence scaffold. Expression analyses of the 44 genes encoded in this genomic region revealed that only a homolog of *Arabidopsis* (*Arabidopsis thaliana*) ETHYLENE RESPONSE FACTOR1 (termed LsERF1) was differentially expressed between PI251246 and cv Salinas seeds imbibed at high temperature (30°C). LsERF1 belongs to a large family of transcription factors associated with the ethylene-signaling pathway. Physiological assays of ethylene synthesis, response, and action in parental and near-isogenic Htg9.1 genotypes strongly implicate LsERF1 as the gene responsible for the Htg9.1 phenotype, consistent with the established role for ethylene in germination thermotolerance of *Compositae* seeds. Expression analyses of genes associated with the abscisic acid and gibberellin biosynthetic pathways and results of biosynthetic inhibitor and hormone response experiments also support the hypothesis that differential regulation of LsERF1 expression in PI251246 seeds elevates their upper temperature limit for germination through interactions among pathways regulated by these hormones. Our results support a model in which LsERF1 acts through

500. [Penetration of Escherichia coli O157:H7 into lettuce as influenced by modified atmosphere and temperature.](#)

[PubMed](#)

Takeuchi, K; Hassan, A N; Frank, J F

2001-11-01

The effects of temperature and atmospheric oxygen concentration on the respiration rate of iceberg lettuce and *Escherichia coli* O157:H7 cells attachment to and penetration into damaged lettuce tissues were evaluated. Respiration rate of lettuce decreased as the temperature was reduced from 37 to 10

degrees C. Reducing the temperature further to 4 degrees C did not affect the respiration rate of lettuce. Respiration rate was also reduced by lowering the atmospheric oxygen concentration. Lettuce was submerged in *E. coli* O157:H7 inoculum at 4, 10, 22, or 37 degrees C under 21 or 2.7% oxygen. Attachment and penetration of *E. coli* O157:H7 were not related to the respiration rate. The greatest numbers of *E. coli* O157:H7 cells attached to damaged lettuce tissues at 22 degrees C at both oxygen concentrations. More cells were attached under 21% oxygen than under 2.7% oxygen at each temperature, but this difference was small. Penetration of *E. coli* O157:H7 into lettuce tissue was determined by immunostaining with a fluorescein isothiocyanate-labeled antibody. Under 21% oxygen, *E. coli* O157:H7 cells showed greatest penetration when lettuce was held at 4 degrees C, compared to 10, 22, or 37 degrees C, and were detected at an average of 101 microm below the surfaces of cut tissues. However, under 2.7% oxygen, there were no differences in degree of penetration among four incubation temperatures. The degree of *E. coli* O157:H7 penetration into lettuce tissue at 4 or 22 degrees C was greater under 21% oxygen than under 2.7% oxygen; however, no difference was observed at 37 degrees C. Conditions that promote pathogen penetration into tissue could decrease the effectiveness of decontamination treatments.

- [«](#)
- [21](#)
- [22](#)
- [23](#)
- [24](#)
- 25
- [»](#)

Some links on this page may take you to non-federal websites. Their policies may differ from this site.

[Privacy and Security](#)



U.S. DEPARTMENT OF
ENERGY

Office of
Science



[Science.gov](#)



WORLDWIDE
SCIENCE.ORG

An Ethnobotanical investigation of traditional knowledge and uses of edible wild plants in the Umbria Region, Central Italy

Aldo Ranfa, Mara Bodesmo*

(Received January 26, 2017; Accepted April 15, 2017)

Summary

These days edible wild plants (EWPs) play a fundamental role in the Mediterranean diet, thanks to their content of mineral elements and bioactive compounds with proven benefits for human health. The present study aims to document ethnobotanical knowledge and uses of EWPs in Central Italy so that this knowledge will not be lost. During various nature fairs and exhibitions in Umbria three hundred subjects were interviewed face-to-face between March and May 2013-2015. The participants provided information on local plant names, where and when the plants were collected, part(s) used, categories used, folk medicinal uses, taste perception and other uses. The results were analyzed using two ethnobotanical indices: the Relative Frequency of Citation (RFC) and Relative Importance Index (RII). The 100 EWPs mentioned by the respondents belonged to 23 families, Asteraceae (33%), Brassicaceae (17%) and Lamiaceae (11%) being the most dominant. The part(s) used were leaves (49%), shoots (17%), flowers and inflorescences (10%). Fourteen food use categories were cited, of which boiled 31%, 28% raw, 12% in vegetable soups, 11% fried in fat, without or with beaten eggs. Twenty-seven plant species were also mentioned as having folk medicinal uses.

Keywords: Central Italy, Umbria Region, edible wild plants, ethnobotanical knowledge, folk medicinal uses, taste perception

Introduction

Plants are an essential part of food intake; these days the bulk of our food requirements is satisfied by a few plant species of cultivated crops. In particular only seven species supply 90% of calories pro-capita worldwide, among them wheat, maize, rice and potatoes. However, it should not be forgotten that thousands of plant species are eaten locally, of which very few have been partially domesticated; indeed most are collected in the wild and belong to the immense patrimony of edible wild plants (EWPs) present on our planet (HEYWOOD, 2011).

Over the last two decades there has been a growing interest in EWPs which has prompted researchers to record local knowledge of various uses to preserve traditions and disseminate information. Numerous research projects have shown how the European continent, for example countries such as Poland (ŁUCZAJ and SZYMAŃSKI, 2007), Slovakia (ŁUCZAJ, 2012), the Iberian Peninsula (TARDÍO et al., 2006; PARDO DE SANTAYANA et al., 2007), Italy (RANFA, 2005; SIGNORINI et al., 2009; RANFA et al., 2011; GUARRERA and SAVO, 2013; RANFA, 2014; SANSANELLI and TASSONI, 2014; RANFA et al., 2015) and Greece (DELLA et al., 2006), possess a rich and varied culture with respect to EWP uses (PARDO DE SANTAYANA et al., 2010; ŁUCZAJ et al., 2012). These species are in the centre of a new approach concerning food which focuses on health and uncontaminated food sources (ŁUCZAJ et al., 2012). Especially in the Mediterranean area, numerous studies have explored the extraordinary richness of wild

species and the traditional uses associated with them (DELLA et al., 2006; DOGAN, 2012), as well as looking into their importance as a source of bioactive compounds (SANCHEZ MATA et al., 2012). Indeed in the Mediterranean area there is still a strong tradition in the use of EWPs. Currently, around 2 300 wild plant and mushroom species are used directly in human food consumption or to prepare condiments and drinks (CANEVA et al., 2013).

In Italy there are at present 828 edible species belonging to 98 botanical families whose ethnobotanical uses have been documented (ROMOJARO et al., 2013). Furthermore these species are arousing much interest thanks to their nutraceutical value and the benefits that derive from frequent, habitual use (NEBEL et al., 2006). Some studies carried out in Italy have shown that these species have significant nutraceutical values, as they are rich in mineral elements and bioactive compounds, with proven benefits for human health (RANFA et al., 2011; GUARRERA and SAVO, 2013; RANFA et al., 2014; MAURIZI et al., 2015; RANFA et al., 2015) thanks to their high polyphenol and unsaturated fatty acid contents (DE LORGERIL and SALEN, 2007). In the past, most studies in Umbria concentrated on recovering local knowledge regarding medicinal (LEPORATTI et al., 1985; NARDELLI, 1987) and food uses (DALLA RAGIONE I, DALLA RAGIONE L., 2003), while more recent research has shown that, with respect to many cultivated species, EWPs possess higher fibre content, are anti-oxidant and flavonoid-rich, and have beneficial effects in preventing chronic modern-day diseases (RANFA et al., 2011; MAURIZI et al., 2015; RANFA et al., 2015).

The aim of this study is to collect and document local knowledge of traditional EWP uses together with information on collecting, processing, cooking and folk medicinal uses. Until now, in Umbria little research, fragmented to say the least, has been carried out in this field. Therefore, this study represents one of the first attempts to document and preserve an important part of our ethnobotanical heritage which risks being lost.

Field work

The study was conducted in Umbria, Central Italy, in an area of 8 456 km² ca. with 895 259 inhabitants (Fig. 1). The river Tiber flows through the region, which is typified by a wide range of physical and climatic features, thus determining a great floristic diversity with over 2 000 different plant species (CONTI et al., 2007).

The landscape features extensive plains where anthropogenic activity is concentrated and where over the years a progressive reduction of floristic diversity has been observed. On the other hand, the hilly and mountainous areas maintain high naturalistic diversity with a high percentage of forest cover and a low percentage of urbanization (AA.VV., 2004).

Umbria is a region of rich biodiversity, having 95 Sites of Community Importance (SCIs) and 5 Special Protection Areas (SPAs) that cover 15% of the regional territory (MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE, 2015). There are still extensive rural areas dotted with small villages where the countryside has altered very little, and where the knowledge and use of EWPs is still very much alive (Fig. 1) (RANFA et al., 2011, 2014, 2015).

* Corresponding author

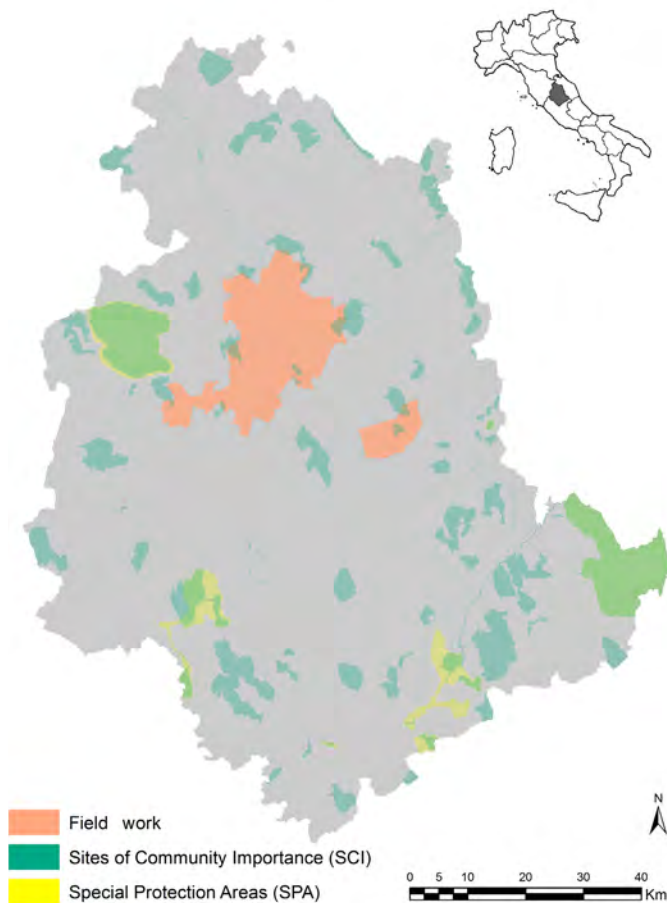


Fig. 1: Field work. Perugia and Spello, the municipalities where the themed events were organized. (Source: Umbria Geo Database, Umbria Region)

Material and methods

Ethnobotanical data were collected during some events centred on EWP which took place in Umbria, in the Perugia and Spello municipalities, aiming to disseminate and promote knowledge of wild

plant species. Of particular importance are the 2013, 2014, and 2015 editions of the Mostra delle erbe spontanee, organized by the Perugia Mycological and Field Naturalists' Association (Circolo Micologico Naturalistico Perugino), where potted wild plants bearing labels that described botanical characteristics, food use and medicinal properties were on display, and also the 2014 and 2015 editions of the Wild Plants Show ('Subasio con Gusto - Rassegna delle Erbe Campagnole') held in the Spello municipality where various events promoted information on and uses of EWPs.

The data collected during these themed events were representative of the entire Umbria region as participation was high and the informants came from various localities throughout Umbria.

In both municipalities various field trips encouraged the general public to participate in the collection and identification of wild species. Therefore, over the past few years these species, for example 'raponzoli' (*Campanula rapunculus* L.), 'caccialepre' [*Reichardia picroides* (L.) Roth], 'papavero' (*Papaver rhoeas* L.) and 'borragine' (*Borago officinalis* L.) are beginning to appear more frequently in local street markets (Fig. 2 a, b, c, d, e). Moreover, local restaurants are including dishes based on wild plants in their menus, one of the most recent being a 'pesto' made with wild greens (Fig. 2-f).

Research on the uses of EWPs began in 2012 (RANFA et al., 2013) and continued in 2013, 2014 and 2015. With respect to data collected in 2012, information relative to the aforementioned species has been integrated to include food use categories, taste perception and other uses. Furthermore 55 new species have been indicated.

Ethnobotanical information was collected by means of standard ethnobotanical tools (ALEXIADES, 1996), through 881 open anonymous and face-to-face interviews. The 300 informants were represented by 180 females and 120 males, aged between 45 and 80 years, of which only 10 informants were under 55 years of age. Each informant, chosen at random, filled in more than one form and supplied information on 2-3, and in some cases 3-4, wild plant species, including local name, places of collection, period of collection, part(s) used, categories used, folk medicinal uses, taste perception and knowledge of particular anecdotes and recipes. For the data in the manuscript, the local and national guidelines have been used and appropriate permission for the study were requested. Regarding local names, the informants indicated the names commonly used in their own areas. However, only the informants over 65 years of age supplied typically local names because mainly this group still conserves this know-



Fig. 2: Exhibition of wild plants: field work to collect and identify wild plants, Spello, during the 'Subasio con gusto' event (a); wild edible plants on sale in a local market: 'raponzoli' (*Campanula rapunculus* L.) (b); common edible wild plants in the Umbria region, for example 'caccialepre' [*Reichardia picroides* (L.) Roth] (c), 'papavero' (*Papaver rhoeas* L.) (d) and 'borragine' (*Borago officinalis* L.) (e); pesto made with wild edible greens (f).

ledge, while the others gave more widely-known names which were similar, if not identical, to the Italian scientific names, probably due to the large amount of information available through various channels (i.e. the internet, many thematic books, etc). The voucher specimens collected have been deposited in the Plant Bioresources for the Environment Laboratory of Civil and Environmental Engineering Department, University of Perugia, Italy. These samples constitute the voucher specimens used in this research, and the herbarium will be enriched and extended over time with the addition of further species identified by future informants.

Successively, the International Plant Names Index (<http://www.ipni.org/>) was consulted to verify the accepted nomenclature for each species.

Two indices were calculated for data analysis: the *Relative Frequency of Citation (RFC)* (TARDÍO and PARDO-DE-SANTAYANA, 2008) and the *Relative Importance Index (RII)* (PARDO-DE-SANTAYANA, 2003; TARDÍO and PARDO-DE-SANTAYANA, 2008). The *Relative Frequency of Citation (RFC)* is obtained by dividing the number of informants who mention the use of the species which correspond to the frequency of citation (FC) by the total number of informants participating in the investigation (N) (eq. 1).

$$RFC_s = FC_s / N \quad (1)$$

where FC is the frequency of citation of the species, that is, the number of informants who cited that species, and N is the total number of informants who participated in the study. This index varies from 0 if the species was not cited to 1 if the species was cited by all informants.

The *Relative Importance Index (RII)* regards both the number of informants and the number of uses. In this case only food use was taken into consideration because the informants cited it most frequently (eq. 2):

$$RI_s = RFC_{s(max)} + RN_f U_{s(max)} / 2 \quad (2)$$

where $RFC_{s(max)}$ is the relationship between the frequency of citation of a given species (FC_s) divided by the maximum number of informants citing any species and $RN_f U_{s(max)}$ is the relationship between number of food uses ($N_f U$) given for that species by the total number of food uses given for all species. A correlation analysis of the two indices was then carried out using Pearson's correlation Index (r) which represents a measure of the strength of the linear relationship between two variables.

Results

A total of 100 uses for EWP (Tab. 1) was documented.

All species belong to 23 botanical families, most frequently represented by Asteraceae (33%), followed by Brassicaceae (17%) and Lamiaceae (11%).

Part(s) used

Tab. 2 shows the percentages of part(s) used. Leaves are mainly eaten when young and tender as a raw vegetable or cooked in traditional dishes, for example as a filling for ravioli or in savoury pies. *Lepidium latifolium* leaves are used as mustard or pepper. *Mentha aquatica*, *Mentha pulegium*, *Mentha suaveolens*, *Origanum vulgare* and *Origanum majorana* leaves are used for infusions or dried and used to season meat and fish.

Bellis perennis, *Borago officinalis*, *Calendula arvensis*, *Campanula rapunculus*, *Viola odorata* flowers or inflorescences are eaten raw in salads, used to make jam or else candied. *Ranunculus ficaria*, *Urospermum dalechampii* and *Taraxacum officinale* flower buds are used in place of capers. *Smilax aspera* flowers are eaten in salads. Young shoots are eaten raw or boiled; *Melissa officinalis* shoots are used in alcoholic beverages, *Smilax aspera* shoots are preserved in oil or pickled, while *Rubus ulmifolius* shoots are used like asparagus in omelettes.

Chenopodium album, *Alliaria petiolata* and *Diplotaxis tenuifolia* are all eaten; *Foeniculum vulgare* seeds are used in alcoholic beverages, *Papaver rhoeas* seeds are added to bread and cookies, and *Sinapis alba* seeds are used to make mustard.

In 5% of the plants the stems are eaten, especially in *Brassica nigra* and in *Foeniculum vulgare* in which stems are eaten for their refreshing properties.

In some species the roots are roasted as a coffee substitute (i.e.: *Chondrilla juncea*, *Cichorium intybus*, *Reichardia picroides*, *Sonchus* spp., *Taraxacum officinale*). *Muscari comosum* bulbs are boiled, preserved in oil or pickled. *Ragadiolus stellatus* rhizomes are also eaten.

Food use categories

The most frequent method is boiling (B) to produce 'cooked greens' (Tab. 2) which are then seasoned with oil, salt and lemon juice, the most commonly used species being *Sonchus* spp., *Cichorium intybus*, *Crepis* spp., *Rumex* spp. and *Urospermum dalechampii*. About 28% of EWPs are eaten raw (R) in mixed-leaf salads where the sweeter herbs such as *Plantago lanceolata* and *Borago officinalis* mitigate the bitterness of *Cichorium intybus*, *Taraxacum officinale* and *Helminthotheca echioides*. In raw salads *Sanguisorba minor*, *Campanula rapunculus*, *Tordylium apulum*, *Reichardia picroides*, *Daucus carota*, and *Capsella bursa-pastoris* are indicated as being very tasty. About 12% of the species are used in vegetable soups (VS), such as *Achillea millefolium*, *Arctium lappa*, *Cardamine hirsuta* and *Foeniculum vulgare*.

11% are fried in fat, with or without beaten eggs ("frittata") (F), for example *Asparagus acutifolius*, *Clematis vitalba*, *Calamintha nepeta*, *Humulus lupulus* and *Sonchus aspera*.

About 6% are used as a filling in ravioli or savoury pies (FIL) especially *Borago officinalis* and *Urtica dioica*, and 2% in risotto such as *Silene vulgaris*, *Allium* spp. and *Diplotaxis muralis*.

Some species are used in alcoholic beverages (AB). For example, *Achillea millefolium* seeds are placed in wine barrels to improve wine preservation.

Other uses included, for example, *Allium neapolitanum* used to make repellents for moths, beetles and other insects, dried *Calendula arvensis* petals are used to aromatize wine, which after being left in the sun for ten days becomes excellent vinegar. *Clematis vitalba* roots are smoked, *Parietaria officinalis* leaves are used to clean wine flasks, while *Taraxacum officinale* leaves are used in infusions and the flowers used to make jam. Details are shown in Tab. 2.

Taste perception

The EWPs with a bitter taste were *Urospermum dalechampii*, *Clematis vitalba*, *Cichorium intybus*, *Crepis* spp. and *Taraxacum officinale*. Many of the informants stated that flavor depends greatly on when the plants are collected, and that they are less bitter before flowering. EWPs with a spicy taste are *Sanguisorba minor* that tastes like fresh walnuts, *Tordylium apulum* that tastes a little like cucumber, and then there are the aromatic plants such as *Origanum* spp. and *Thymus* spp. *Campanula rapunculus* roots are sweet while the leaves are rather bitter, *Tragopogon pratensis* leaves are bitter while the root tastes like walnuts. The EWPs which are reputed to have a sweet taste are *Lactuca* spp., *Malva sylvestris*, *Papaver rhoeas*, *Ragadiolus stellatus*, *Silene vulgaris* and *Sonchus* spp.

Local dishes

The informants provided various traditional recipes. In particular, a popular springtime salad consists of 'caccialepre' (*Reichardia picroides*) leaves which are dressed with heated olive oil, salted an-

Tab. 1: List of the edible wild plants cited in the study area.

Scientific names	Family	Local names	Part(s) used	Food use categories*	Taste perception	Folk medicinal uses	Other uses	Number of citations
1 <i>Achillea millefolium</i> L.	Asteraceae	achillea, millefoglie	leaves	AB, R, VS	bitter	boiled leaves applied to cuts and wounds for healing	seeds tied in a cotton bag placed in wine barrels to improve wine preservation	15
2 <i>Ajuga reptans</i> L.	Lamiaceae	bugula, consolida, erba di S. Lorenzo, erba mora	shoots, young leaves	B, R	bitter			5
3 <i>Alliaria petiolata</i> Cavara & Grande	Brassicaceae	alliarina comune, erba aglina	seeds, young leaves	B, R, VS, Oth.	tasty	leaves applied to gums to treat gingivitis, seeds stimulate appetite	seeds used in the same way as mustard seeds	3
4 <i>Allium neapolitanum</i> Cirillo	Alliaceae	aglio bianco, aglio napoletano	leaves, young bulbs	B, R, F, VS	spicy		used as an insect and moth repellent	13
5 <i>Allium triquetrum</i> L.	Alliaceae	aglio angolare, aglio trigono, aglio selvatico	leaves, young bulbs	B, R, F, VS	spicy	reduces hypertension, antibiotic, disinfectant, reduces glycemia, cardiostimulant		5
6 <i>Allium ursinum</i> L.	Alliaceae	aglio orsino	leaves, young bulbs	B, R, F, VS	spicy	fresh leaves applied to the skin act as a rubifacient, pounded and used as a poultice to soothe abscesses and boils		6
7 <i>Arctium lappa</i> L.	Asteraceae	bardana maggiore, lappa bardana, lappola	leaves, rhizomes, stems, young shoots	B, R, VS	bitter	infusion stimulates hair growth		10
8 <i>Asparagus acutifolius</i> L.	Liliaceae	asparago, asparago dei boschi	turiones	B, F, R	bitter			25
9 <i>Barbarea vulgaris</i> R. Br.	Brassicaceae	erba di S. Barbara comune, rucola palustre	flowers, leaves, shoots	B, VS	spicy			3
10 <i>Bellis perennis</i> L.	Asteraceae	margheritina, pratolina	flowers, leaves	B, R, Oth.	bitter	leaves applied to the gums to soothe small cuts, chewed to refresh the mouth	flowers used for ludic activities 'loves me, loves me not'; leaves used as a tea surrogate	25
11 <i>Borago officinalis</i> L.	Boraginaceae	borragine, boragine	flowers, leaves	B, F, FLL., R	sweet		flowers macerated in wine for a week make an excellent body-cleansing drink; flowers macerated in white vinegar turn blue; flowers frozen in ice cubes	40
12 <i>Brassica nigra</i> (L.) W.D.J. Koch	Brassicaceae	cavolo senape-nera, rapa selvatica	flowers, leaves, seeds, stems	B, F, R, Oth.	tasty	seeds in the water for foot baths		5
13 <i>Bunias erucago</i> L.	Brassicaceae	cascellora, cascellone comune, cassella, coteccacchie, navone selvatico	leaves, young shoots	B, R	spicy	leaves are diuretic		8

14	<i>Calamintha nepeta</i> (L.) Savi	Lamiaceae	calamento, mentuccia comune, nepetella selvatica, poleggio selvatico	flowers, young leaves	B, F	tasty	stimulates bile production, stimulates appetite, leaves rubbed on insect bites	20
15	<i>Calendula arvensis</i> L.	Asteraceae	calendula dei campi, fiorencio selvatico	flowers, leaves	B, R	sweet	leaves heal wounds	10
16	<i>Campanula rapunculus</i> L.	Campanulaceae	raponzolo, ramponzolo, raperonzolo, rapunzoli	flowers, leaves, roots or rootstocks, young shoots	B, R	root sweet, leaves bitter	used to treat inflammation of the oral cavity, leaves used to treat warts, infusion of flowers used as a gargle	25
17	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik. subsp. <i>bursa-pastoris</i>	Brassicaceae	borsa di pastore, borsacchina, erba borsina, erba ciocca, erba raperina	leaves, young shoots	B, F, R, VS	tasty		20
18	<i>Cardamine hirsuta</i> L.	Brassicaceae	billeri primaticcio, cardamine	flowers, leaves	B, R, VS	tasty		2
19	<i>Carlina acaulis</i> L. s.l.	Asteraceae	carciofo di montagna, cardo di san Pellegrino	flower heads	B, R	bitter		3
20	<i>Centranthus ruber</i> (L.) DC. subsp. <i>ruber</i>	Valerianaceae	barba di Giove, camarezza comune, saonina, valeriana rossa	young leaves	B, R, VS	bitter		5
21	<i>Chenopodium album</i> L.	Chenopodiaceae	abitillo, farinaccio, farinello comune	leaves, young shoots	B, R, Fil., VS	bitter		5
22	<i>Chenopodium bonus-henricus</i> L.	Chenopodiaceae	farinello buon-enrico, farinello tutta buona	leaves, young shoots	B, R	bitter		5
23	<i>Chondrilla juncea</i> L.	Asteraceae	erba pizzuta, ginestrella, lattajola, mastriaci, piole, pioletta	leaves, young shoots	B, F, R, Oth.	tasty	fresh leaves applied directly heal wounds, cuts and ulcers, acne and eczema	15
24	<i>Cichorium intybus</i> L.	Asteraceae	cicoria, cicorietta, radicchio selvatico, radici amare	leaves, leaves stalks, root, young shoots	B, Fil., R, Oth.	bitter	toasted root substitutes coffee	30
25	<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	Asteraceae	cardo campestre, scardaccone, stoppione, stoppolone	leaves, young shoots	B, F, VS	bitter		5
26	<i>Clematis vitalba</i> L.	Ranunculaceae	clematide, vitabbia	young shoots	F, Ris., R, VS	bitter	roots smoked in the same way as tobacco	38
27	<i>Crepis sancta</i> (L.) Bab. subsp. <i>sancta</i>	Asteraceae	crepide, dolcetta, radicchiella di terrasanta	young leaves	B, R	bitter		10
28	<i>Crepis vesicaria</i> L.	Asteraceae	cota, crepide vescicosa, radicchiella vescicosa, radicchio scollato	young leaves	B, R	bitter		3
29	<i>Daucus carota</i> L.	Apiaceae	capo bianco, carota selvatica, gallinacci, pasticciona	roots, young leaves	B, R	sweet	treatment for bronchitis in horses, the infusion is a strong diuretic	10

30	<i>Diplotaxis eruroides</i> (L.) DC. subsp. <i>eruroides</i>	Brassicaceae	maraiuole, ruchetta violacea, ruchettone	young leaves	B, R	tasty			10
31	<i>Diplotaxis muralis</i> (L.) DC.	Brassicaceae	ruchetta dei muri	young leaves	R	tasty			5
32	<i>Diplotaxis tenuifolia</i> (L.) DC.	Brassicaceae	erba diavola, rucola, ruculetta, ruculetta di campo, ruchetta selvatica	leaves, seeds	R, VS, Oth.	tasty		seeds used in the same way as mustard	10
33	<i>Echium vulgare</i> L.	Boraginaceae	erba viperina, viperina azzurra	leaves	B	sweet	infusion of seeds stimulates lactation		3
34	<i>Eruca sativa</i> Miller	Brassicaceae	rucola comune	leaves	B, R	tasty			5
35	<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.	Apiaceae	finocchio comune	leaves, seeds, stems, young shoots	B, F, VS, Oth.	tasty	infusion calms hiccoughs		18
36	<i>Geum urbanum</i> L.	Rosaceae	cariofilata comune, garofanino	young leaves	R, Fil., VS	bitter			3
37	<i>Helminthotheca echioides</i> (L.) Holub	Asteraceae	aspraggine volgare, erba brusca, erba bruscia, spraggine	leaves	B	bitter			3
38	<i>Humulus lupulus</i> L.	Cannabaceae	bruscardoli, luppolo comune	young shoots	B, F, Ris.	bitter			10
39	<i>Hyoseris radiata</i> L. subsp. <i>radiata</i>	Asteraceae	radicchio selvatico, trinetta, trinciarella	young leaves	B, R	bitter			3
40	<i>Hypochaeris achyrophorus</i> L.	Asteraceae	costolina annuale	young leaves	B, R	bitter			4
41	<i>Hypochaeris radicata</i> L.	Asteraceae	costole d'asino, costolina giuncolina, ingrassaporci, piattello	young leaves	B, FIL., R	tasty		roots fed to pigs	5
42	<i>Knaulia arvensis</i> (L.) Coult.	Dipsacaceae	ambretta comune, vedovella, vedovina	leaves	R, VS	bitter			7
43	<i>Lactuca muralis</i> (L.) Gaertn.	Asteraceae	lattuga dei boschi	young leaves	R, VS	sweet			3
44	<i>Lactuca perennis</i> L. subsp. <i>perennis</i>	Asteraceae	lattuga perenne, lattuga rupestre	young leaves	B, R	bitter			3
45	<i>Lactuca serriola</i> L.	Asteraceae	erba bussola, lattona, lattuga selvatica, lattughella	leaves	B, R	sweet			5
46	<i>Lamium purpureum</i> L.	Lamiaceae	falsa ortica purpurea, ortica che non punge	young shoots	F, R, VS	sweet			6
47	<i>Lapsana communis</i> L. subsp. <i>communis</i>	Asteraceae	cavolo selvatico, erba delle mammelle, grespignolo amaro	young leaves	B, FIL.	bitter			2
48	<i>Leontodon autumnalis</i> L.	Asteraceae	dente di leone autunnale, dente di leone ramoso	young leaves	B, R, VS	bitter			2

49	<i>Leontodon crispus</i> Vill. subsp. <i>crispus</i>	Asteraceae	dente di leone crespo, spizzicapolli	young leaves	B, R	bitter			3
50	<i>Leontodon hispidus</i> L.	Asteraceae	dente di leone comune	young leaves	B, R	bitter			3
51	<i>Lepidium draba</i> L. subsp. <i>draba</i>	Brassicaceae	cocola, lattona	seeds, young leaves	B, F, VS, Oth.	spicy		spicy seeds as a substitute for pepper	3
52	<i>Lepidium latifolium</i> L.	Brassicaceae	lepidio latifoglio, mostardina, peperella	leaves, young shoots	R, Oth.	spicy		slices of the bulb applied to the temples soothe headache	3
53	<i>Malva sylvestris</i> L. subsp. <i>sylvestris</i>	Malvaceae	malva selvatica	flowers, leaves, young shoots	F, R, Ris., VS	sweet		infusions for the relief of heartburn and indigestion	15
54	<i>Melissa officinalis</i> L.	Lamiaceae	cedronella, citronella, erba limona, melissa vera	leaves, shoots	AB, F, R, Ris.	tasty			10
55	<i>Mentha aquatica</i> L. subsp. <i>aquatica</i>	Lamiaceae	menta d'acqua, mentastro d'acqua	flowers, leaves, stems	AB, F, Oth.	tasty			5
56	<i>Mentha pulegium</i> L. subsp. <i>pulegium</i>	Lamiaceae	menta poggio	leaves, stems	R, Oth.	tasty			3
57	<i>Mentha suaveolens</i> Ehrh.	Lamiaceae	menta a foglie rotonde, menta selvatica	leaves	R, Oth.	tasty			3
58	<i>Muscari comosum</i> (L.) Mill.	Liliaceae	cipollaccio, lampagione, lampascione, muscari selvatico	bulbs	B, Oth.	bitter			5
59	<i>Myagrum perfoliatum</i> L.	Brassicaceae	miagro liscio	stems, young leaves	B, FIL., R	tasty			5
60	<i>Nasturtium officinale</i> R. Br. subsp. <i>officinale</i>	Brassicaceae	crescione d'acqua, crescione delle fontane, crescione di sorgente	flowers, leaves, young stems	R	tasty			10
61	<i>Origanum majorana</i> L.	Lamiaceae	amarico, erba persa, maggiorana, origano maggiorana, persia	flowers, leaves	R, VS, F, Oth.	tasty		soothes earache	6
62	<i>Origanum vulgare</i> L. subsp. <i>vulgare</i>	Lamiaceae	acciughero, erba acciuga, erba rossa, maggiorana pelosa, origano comune, regano	flowers, leaves	R, VS, F, Oth.	tasty		origano-flavoured wine	12
63	<i>Papaver rhoeas</i> L. subsp. <i>rhoeas</i>	Papaveraceae	papavero comune, patatina, rosolaccio	seeds, young leaves, young shoots	B, FIL., R, VS, Oth.	sweet		Pods used by children as 'stamps'	15
64	<i>Parietaria officinalis</i> L.	Urticaceae	vetriola comune	young leaves, young shoots	B, VS	sweet		leaves used to wash glass bottles	10
65	<i>Pastinaca sativa</i> L.	Apiaceae	pastinaca comune	roots, young leaves	B, R	bitter			10
66	<i>Petasites hybridus</i> (L.) P. Gaertn., B. Meyer et Scherb. subsp. <i>hybridus</i>	Asteraceae	farfaraccio maggiore	leaves stalks	B, FIL., R	bitter		infusion of leaves calms coughs	5
67	<i>Picris hieracioides</i> L.	Asteraceae	aspraggine comune, erba brusca	young leaves	B, R	bitter			10

68	<i>Plantago coronopus</i> L. subsp. <i>coronopus</i>	Plantagina- ceae	barba del cappuccino, barba del frate, coronopo, erba saetta, erba stella	young leaves	B, F	bitter	decoction of roots as an antidote to viper bite	8
69	<i>Plantago lanceolata</i> L.	Plantagina- ceae	lanciola, lingua di cane, piantaggine minore, plantago	young leaves	B, FIL., R	bitter		9
70	<i>Portulaca oleracea</i> L.	Portulacae- ceae	erba grassa, porcaccia, porcellana comune	young leaves	B, R	bitter		5
71	<i>Ranunculus ficaria</i> L.	Ranuncul- ceae	celidonia minore, erba fava, ficaria, ranuncolo flavagello	bulbs, flowers, young leaves	B, R, Oth.	bitter	leaves chewed to clean teeth and refresh the mouth	8
72	<i>Raphanus raphanistrum</i> L. s.l.	Brassicaceae	rafano, ramolaccio selvatico, rapastello, ravanello selvatico	leaves, roots, stems	B, FIL., R	tasty	increases bile secretion	6
73	<i>Reichardia picroides</i> (L.) Roth	Asteraceae	caccialepre, crepattera, scaccialepre, grattalingua	flowers, leaves, roots	B, R, Oth.	bitter		40
74	<i>Rhagadiolus stellatus</i> (L.) Gaertn.	Asteraceae	erba cornetta, radichio stellato, raggiolo, raggiolo	young leaves	B, R	sweet		5
75	<i>Rubus ulmifolius</i> Schott.	Rosaceae	rogo, rovo comune	young shoots	B, F	bitter		5
76	<i>Rumex acetosa</i> L. subsp. <i>acetosa</i>	Polygonaceae	acetosa, erba brusca, romice acetosa	young leaves	F, FIL., VS	bitter		5
77	<i>Rumex acetosella</i> L.	Polygonaceae	acetosella, romice acetosella	young leaves	B, FIL., R, VS	bitter		2
78	<i>Rumex crispus</i> L.	Polygonaceae	romice cresco	leaves	B, FIL., VS	bitter		6
79	<i>Ruscus aculeatus</i> L.	Liliaceae	piccasorci, pungitopo, ruscolo	turiones	B, F, R	bitter		1
80	<i>Salvia pratensis</i> L. subsp. <i>pratensis</i>	Lamiaceae	chiarella, salvia dei prati, salvia pratense	leaves	B, F, VS	bitter		3
81	<i>Sanguisorba minor</i> Scop.	Rosaceae	bibinella, bipinella, meloncello, pimpinella, salvastrella minore, vellutino rosso	leaves, young shoots	R, VS	tasty		20
82	<i>Scandix pecten-veneris</i> L.	Apiaceae	acicula minore, erba spilletta	leaves, young stems	R	bitter		5
83	<i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke	Caryophylla- ceae	bubbolini, concigli, erba del cucco, strigoli, stricoli	leaves, young shoots	F, Ris., R, VS	sweet, tasty	flowers pressed on the skin to make small 'explosions'	6
84	<i>Sinapis alba</i> L.	Brassicaceae	senape bianca	seeds, young leaves	B, Oth., VS	tasty		4
85	<i>Sinapis arvensis</i> L. subsp. <i>arvensis</i>	Brassicaceae	senape selvatica	stems, young leaves	B, VS, FIL.	tasty	oil extracted from the seeds used in lamps	3

86	<i>Smilax aspera</i> L.	Liliaceae	edera spinosa, salsa paesana, salasapariglia, stracciabraghe	leaves, young shoots	B, F, R, Oth.	bitter			3
87	<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill	Asteraceae	crispigno spinoso, crispignola	leaves, roots, young shoots	B, FIL., R, Oth., VS	sweet	insect bites or as a remedy for mouth ulcers		15
88	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Asteraceae	gruspigno, cruspigno, crispigno, cruspigno, grespigno, crespigno	leaves, roots, young shoots	B, FIL., R, Oth., VS	sweet		root roasted as a coffee surrogate	25
89	<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	Caryophyllaceae	centocchio comune, centocchio, erba gallinella	leaves, young shoots	B, F, R	sweet			5
90	<i>Sulla coronaria</i> (L.) Medik.	Fabaceae	guardarubio, sulla comune	flowers, stems, young leaves	B, F, R	sweet	astrigent, reduces blood cholesterol		3
91	<i>Taraxacum officinale</i> (group)	Asteraceae	dente di leone, pisciacane, piscialletto, radicchio dei prati, soffione, volarina	flowers, leaves, roots	B, R, FIL., VS, Oth.	bitter		root roasted as a surrogate for coffee	20
92	<i>Thymus serpyllum</i> s.l.	Lamiaceae	pepolino, serpillio, serpollino, timo serpillio	leaves	R, VS, Oth.	tasty			6
93	<i>Tordylium apulum</i> L.	Apiaceae	ombrellini di prato, ombrellini pugliesi, pimpinellone, saporitella	leaves	B, R	sweet, tasty	infusion reduces hair loss		12
94	<i>Tragopogon pratensis</i> L.	Asteraceae	baciapreti, barba di becco comune, barba di prete, salsefica	roots, stems, young leaves	B, F, R, Oth.	bitter	cleanses the body, calms coughs, root contains insulin, is suitable for diabetics	water distilled from the plant used to 'dry clean' leather	4
95	<i>Tragopogon porrifolius</i> L.	Asteraceae	barba di becco violetta, raperonzolo selvatico, salsefica	roots, young leaves	B, R	bitter			2
96	<i>Tussilago farfara</i> L.	Asteraceae	farfaraccio, farfuglio, piè d'asino, ugnà d'asino	leaves	B, R	bitter	used to calm coughs		2
97	<i>Urospermum dalechampii</i> (L.) F.W. Schmidt	Asteraceae	amarago, cicoria matta, cotecacchia, grugno, grugnone, lattugaccio	flowers, leaves, roots	B, FIL., R	bitter		buds used in the same way as capers	15
98	<i>Urtica dioica</i> L. subsp. <i>dioica</i>	Urticaceae	ortica, urtica	leaves, young shoots	B, F, FIL., Ris.	sweet		run hands through hair before touching the plant to avoid pricks and stings	6
99	<i>Veronica beccabunga</i> L.	Scrophulariaceae	erba grassa, veronica beccabunga	young leaves, young shoots	R	bitter			6
100	<i>Viola odorata</i> L.	Violaceae	viola mammola	flowers	R, Oth.	sweet			4
Total									881

*Abbreviation food uses: AB: alcoholic beverages; B: boiled; F: fried in fat, without or with beaten eggs ("Frittata"); FIL.: ravioli filling or savoury pie filling; Oth: Other (used as mustard, pepper, seed in bread and cookies, pickled or in oil, root roasted as a coffee substitute, dried, infusion); Ris: risotto; R: raw; VS: vegetable soups.

chovies and vinegar and then tossed by hand to mix the condiments well. Risotto with 'strigoli' (*Silene vulgaris*) is also popular, while 'vitabbia' (*Clematis vitalba*), 'asparago' (*Asparagus acutifolius*) and 'pungitopo' or 'piccasorci' (*Ruscus aculeatus*) are used in omelettes. Another local traditional dish is a flatbread cooked on a hot stone slab (torta al testo), then split open and filled with cooked greens (called 'erba cotta') made up of a mixture of several species, including 'crespigno' (*Sonchus* spp.), 'cicoria' (*Cichorium intybus*) and 'grugno' (*Urospermum dalechampii*).

Folk medicinal uses

Twenty-seven plant species were also mentioned as having therapeutic effects (see Tab. 1). *Achillea millefolium*, *Bellis perennis* and *Calendula arvensis* leaves were cited as being used to heal cuts; *Calendula arvensis* leaves are particularly effective in the treatment of bedsores, while *Chondrilla juncea* is used to treat ulcers, acne and eczema.

Alliaria petiolata leaves are used to soothe inflammation of the gums and mouth, *Bellis perennis* leaves are chewed to refresh the mouth and an infusion of *Cichorium intybus* acts as a powerful laxative and diuretic. Fresh *Allium ursinum* leaves are applied to the skin as a rubefacient or pounded and used as a cataplasm to soothe abscesses and boils. An infusion of *Arctium lappa* was reported to favor hair regrowth.

Ballota nigra leaves are used for footbaths, *Campanula rapunculus* leaves soothe inflammation of the oral cavity and reduce warts, while an infusion of the flowers is used as a gargle. Infusions of *Malva sylvestris* were indicated for the relief of heartburn and indigestion. *Daucus carota* is used to treat bronchitis in horses, while the infusion acts as a strong diuretic.

An infusion of *Echium vulgare* seeds stimulate milk production in lactating women, while an infusion of *Foeniculum vulgare* seeds calm hiccups and aid digestion. *Lactuca* spp. were indicated as having sedative properties, indeed in the past the latex was extracted (in particular from *Lactuca virosa*) and made into small balls to make 'lattucario,' similar to chewing gum, which was then given to hyperactive children.

Sliced *Lepidium latifolium* bulbs are applied to the temples to relieve headache. Infusions of *Nasturtium officinale*, *Mentha pulegium*, *Petasites hybridus* and *Tussilago farfara* are used to calm coughs and *Origanum majorana* is used to alleviate earache. A decoction of *Plantago coronopus* roots is used as an antidote for viper bites. *Ranunculus ficaria* leaves are chewed to clean teeth and refresh the mouth, and *Sonchus asper* is employed against insect bites or as a remedy for mouth ulcers. *Tordylium apulum* and *Urtica dioica* infusions reduce hair loss and brighten natural hair color.

Calamintha nepeta leaves are rubbed on insect bites. *Borago officinalis* flowers macerated in wine for a week produce an excellent purifying and diuretic beverage.

Other uses

Various other uses were also reported. Small cotton bags containing *Achillea millefolium* seeds are put into wine barrels to improve wine preservation. *Alliaria petiolata* seeds are used to make mustard, while *Lepidium draba* seeds are used like pepper. An infusion of *Bellis perennis* leaves produces a drink similar to tea, and the leaves left to macerate in vinegar give it a bluish tinge. The flowers are also added to ice cubes. Dried *Calendula arvensis* petals are used to aromatize wine, which, after having been left in the sun for ten days, becomes excellent vinegar. In the past large pieces of fresh *Clematis vitalba* vine were dried and then smoked like cigarettes. *Parietaria officinalis* leaves were used to wash glass bottles.

Some ludic uses were cited: *Bellis perennis* flowers were used to play

'He loves me, he loves me not', and children used *Papaver rhoeas* seed pods as stamps. *Silene vulgaris* flowers were squeezed to 'explode' on the skin like tiny bombs.

Tab. 2: EWP's studied: percentages of parts used, food use categories and taste perception.

Part(s) used	Leaves (49%), shoots (17%), flowers and inflorescences (10%), stems (7%), roots (6%), seeds (4%) and bulbs (3%)
Food use categories	Boiled (31%), raw (28%), vegetable soups (12%), fried without or with eggs (11%), filling (ravioli or savoury pie) (6%), risotto (2%), alcoholic beverage (1%), other (9%)
Taste perception	Bitter (48%), tasty (27%), sweet (25%)

Discussion

The comparison of the present study with studies other researches carried out in the Mediterranean area shows that the majority of the EWP's used for human consumption belong to the Asteraceae family as they are considered to be particularly appetizing and above all widely-known (FORBES, 1976; DELLA et al., 2006; DOGAN, 2012).

As other studies (GHIRARDINI et al., 2007) have also shown, the data demonstrate that collecting and consuming EWP's is still an important local activity. Moreover, many species are also known and collected for their medicinal properties (e.g. GUARRERA et al., 2005; PASSALACQUA et al., 2007; GUARRERA and SAVO, 2013). In Central Italy in particular ethnobotanical knowledge is very much alive (GUARRERA and LEPORATTI, 2007), while nutraceutical properties have been studied extensively (RANFA et al., 2014, 2015; MAURIZI et al., 2015).

With reference to the informants, there was a greater number of women, who provided more details than the male informants, probably because collecting and cooking wild plants is almost exclusively a female occupation, and it is them who possess the greatest knowledge of EWP's, in agreement with other studies (FORBES, 1976; RANFA et al., 2014; SANSANELLI and TASSONI, 2014). Some studies have shown a greater male presence, but this can be explained by the fact that the questionnaires were distributed in places such as cafes and social clubs where mainly men gather. Access to private homes, where women tend to spend the whole day, is usually more difficult, as the women themselves are diffident and shy of strangers (FORBES, 1976).

The data collected confirm that species such as *Cichorium intybus*, *Sonchus asper* and *Borago officinalis* are among the most widely known, as has also been reported in other studies (SANSANELLI and TASSONI, 2014). The parts most frequently used are the leaves (49%), see for example SANSANELLI and TASSONI (2014). In reference to food uses, the species are most commonly consumed boiled or eaten raw (RANFA et al., 2014; BODESMO et al., 2015). The raw consumption of these species is predominant in some parts of the Mediterranean area such as in the Turkish Aegean region and in Greece, where they are seasoned with olive oil or yoghurt (DELLA et al., 2006; DOGAN, 2012).

Regarding taste perception, 48% of the EWP's were indicated as having a bitter taste (see Tab. 2), the most bitter ones were *Urospermum dalechampii*, *Clematis vitalba*, *Cichorium intybus*, *Crepis* spp. and *Taraxacum officinale*, as also indicated by SANSANELLI and TASSONI (2014). GHIRARDINI et al. (2014) state that *Taraxacum officinale* (dandelion) also known as 'pisciacane' or 'piscialetto', is one of the most bitter species, and its flavor is particularly appreciated in Central and Southern Italy.

The data obtained in this research show that not only food, but also

folk medicinal uses, are widespread, already shown by other studies carried out in Central Italy, in Latium and the Abruzzo region in particular (GUARRERA et al., 2005).

Some species listed in Tab. 1 have also been recorded in other studies, for example *Bellis perennis* and *Calendula arvensis* leaves used to heal cuts, confirmed by other researchers (PASSALACQUA et al., 2007), *Cichorium intybus* used as a powerful laxative and diuretic, as reported in other studies (LENTINI and RAIMONDO, 1990; PASSALACQUA et al., 2007). Infusions of *Malva sylvestris* were indicated for the relief of heartburn and indigestion. Use in gastrointestinal disorders has been reported by other authors (DOGAN and UGULU, 2013; LETO et al., 2013). *Daucus carota* is used to treat bronchitis in horses, while the infusion acts as a strong diuretic (LETO et al., 2013). Other studies have mentioned the hypnotic properties of *Lactuca* spp. (YAKOOT et al., 2011; GUARRERA and SAVO, 2013). *Urtica dioica* was often indicated as one of the most widely-known species in Central Italy for the treatment of various ailments, with Herpes zoster in first position (UNCINI MANGANELLI et al., 2005). *Calamintha nepeta* leaves are rubbed on insect bites (PASSALACQUA et al., 2007). *Borago officinalis* flowers macerated in wine for a week produced an excellent purifying and diuretic beverage (LETO et al., 2013).

With reference to the RFC, the most frequently cited and most frequently used species are *Borago officinalis*, *Reichardia picroides* (RFC=0.05), *Clematis vitalba* (RFC=0.04), *Asparagus acutifolius*, *Bellis perennis*, *Campanula rapunculus*, *Cichorium intybus* and *Sonchus oleraceus* (RFC=0.03).

It has also been demonstrated that *Borago officinalis* is one of the most frequently cited and used species in both the Southern and the Northern Italian sites (GHIRARDINI et al., 2007).

On the basis of the RII calculation, *Borago officinalis* and *Scandix pecten-veneris* (RII=0.32), *Cichorium intybus* (RII=0.30), and *Sonchus oleraceus* (RII=0.29) are the species with the greatest number of food uses, and therefore the most versatile. The two indices calculated by the Pearson coefficient correlation (0.51) showed a positive correlation, thus confirming that the most frequently cited species corresponded to those having the greatest number of food uses. Details are shown in Tab. 3.

Conclusion

The study shows that in Central Italy, and in the Umbria region in particular, knowledge and use of EWP is still very much alive, not only in food use, but also for medicinal and ludic purposes. However this knowledge is principally in the hands of the elderly who rarely, and with great difficulty, manage to transmit it to the younger generations due to lack of interest on their part, as was pointed out by more than one informant.

As the FAO recognizes, nutrition and biodiversity converge towards a common objective of making uncontaminated food available within a policy of sustainable development, and in this context wild species play a key role in safe global nutrition (FAO, 2009). The economic aspect must not be underestimated, as EWPs, which are sold mainly in local markets, are included in the diet of a billion people worldwide. Regulated markets do not exist, so despite their nutrition value, EWPs are excluded from official statistics on economic values of natural resources although in many countries they represent an important supplement to income.

Furthermore a renewed interest in these species would stimulate the study of local flora and also contribute to disseminating knowledge, thus encouraging the conservation of local customs and traditions as well as deepening the understanding of local communities' attitudes towards, and management of, their own resources, particularly the use of plants as food or medicine. This would permit these same communities to continue to draw sustainable benefit from their local ecosystems.

Moreover the importance of biodiversity conservation is also a central issue in Pope Francis' Encyclical Letter 'Laudato si' on care for our common home, which says: "...but a sober look at our world shows that the degree of human intervention, often in the service of business interests and consumerism, is actually making our earth less rich and beautiful, ever more limited and grey, even as technological advances and consumer goods continue to abound limitlessly. We seem to think that we can substitute an irreplaceable and irretrievable beauty with something which we have created ourselves...." (Pope Francis, 2015).

Tab. 3: Synthesis of the most relevant data

Most bitter species	<i>Cichorium intybus</i> , <i>Clematis vitalba</i> , <i>Crepis</i> spp., <i>Taraxacum officinale</i> , <i>Urospermum dalechampii</i>	
Most frequently cited and frequently used species	<i>Asparagus acutifolius</i> , <i>Bellis perennis</i> , <i>Borago officinalis</i> , <i>Campanula rapunculus</i> , <i>Cichorium intybus</i> , <i>Clematis vitalba</i> , <i>Reichardia picroides</i> , <i>Sonchus oleraceus</i>	
Species with the greatest number of food uses	<i>Borago officinalis</i> , <i>Cichorium intybus</i> , <i>Scandix pecten-veneris</i> , <i>Sonchus oleraceus</i>	
Species with most folk medicinal uses	<i>Bellis perennis</i> , <i>Calendula arvensis</i>	used to heal cuts
	<i>Borago officinalis</i>	flowers macerated in wine for a week produced an excellent purifying and diuretic beverage
	<i>Calamintha nepeta</i>	leaves rubbed on insect bites
	<i>Cichorium intybus</i>	a powerful laxative and diuretic
	<i>Daucus carota</i>	used to treat bronchitis in horses, while the infusion acts as a strong diuretic
	<i>Malva sylvestris</i>	indicated for the relief of heartburn and indigestion
	<i>Urtica dioica</i>	often indicated as one of the most widely-known species in Central Italy for the treatment of various ailments, with Herpes zoster in first position

Authors' contributions

MB wrote the manuscript and processed statistical data and analysis. MB and AR collected ethnobotanical data, conducted interviews and wrote up the results. Both authors read and approved the final manuscript.

Acknowledgements

The authors would like to thank the Fondazione Cassa di Risparmio of Perugia for financial support for the study. We wish to thank the Perugia Mycological and Field Naturalists Association (Circolo Micologico Naturalistico Perugino) and the Spello Municipality for having collaborated in collecting ethnobotanical data and for organizing themed EWP events.

References

- ALEXIADES, M.N., 1996: Collecting ethnobotanical data: an introduction to basic concepts and techniques. In: Alexiades, M.N. (eds.), *Selected Guidelines for Ethnobotanical Research: A Field Manual*, 53-94. The New York Botanical Garden; New York.
- AA.VV., 2004: Relazione sullo stato dell'ambiente dell'Umbria. <http://www.arpa.umbria.it/pagine/relazione-sullo-stato-dellambiente-dellumbria>
- BODESMO, M., MAURIZI, A., DI LEONARDO, I., RANFA, A., 2015: The Role of Edible Wild Plants in Human Nutrition: Ethnobotanical Uses and Nutritional Properties. The Case Study of Umbria, Central Italy. In: Ostojic, S.M. (eds.), *Human Health and Nutrition: New Research*, 167-186. NOVA Publishers, New York, Hauppauge.
- CANEVA, G., PIERONI, A., GUARRERA, P.M., 2013: Etnobotanica. Conservazione di un patrimonio culturale come risorsa per uno sviluppo sostenibile. Edipuglia srl, Bari (Italy).
- CONTI, S., ALESSANDRINI, F., BACCHETTA, A., BANFI, G., BARBERIS, E., BARTOLUCCI, G., 2007: Integrazioni alla checklist della flora vascolare italiana. *Nat. Vicentina*, 10, 5-74.
- DALLA RAGIONE, I., DALLA RAGIONE, L., 2003: *Archeologia arborea*. Ali&no Editore, Città di Castello, Perugia, Italy.
- DELLA, A., PARASKEVA HADJICHAMBI, D., HADJICHAMBIS, A.C., 2006: An ethnobotanical survey of wild edible plants of Paphos and Larnaca countryside of Cyprus. *J. Ethnobiol. Ethnomed.* 2, 34. DOI: 10.1186/1746-4269-2-34.
- DE LORGERIL, M., SALEN, P., 2007: Modified Cretan Mediterranean diet in the prevention of coronary heart disease and cancer. In: Simopoulos, A.P., Visioli, F. (eds.), *More on Mediterranean Diets*. 1-32. World Rev. Nutr. Diet. Basel, Karger. DOI: 1159/000097870.
- DOGAN, Y., 2012: Traditionally used wild edible greens in the Aegean Region of Turkey. *Acta Soc. Bot. Pol.* 81(4), 245-255.
- DOGAN, Y., UGULU, I., 2013: Medicinal Plants Used for Gastrointestinal Disorders in Some Districts of Izmir Province, Turkey. *Studies on Ethno-Medicine* 7(3), 149-161. FAO, 2009: The state of food insecurity in the world. Rome, Italy. Available from: <http://www.fao.org/docrep/012/i0876e/i0876e00.htm>.
- FORBES, M.H.C., 1976: Gathering in the Argolid: a subsistence subsystem in a Greek agricultural community. *Ann. Ny. Acad. Sci.* 251-264. DOI: 10.1111/j.1749-6632.1976.tb47647.x.
- GHIRARDINI, M.P., CARLI, M., DEL VECCHIO, N., ROVATI, A., COVA, O., VALIGI, F., 2007: The importance of a taste. A comparative study on wild food plant consumption in twenty-one local communities in Italy. *J. Ethnobiol. Ethnomed.* 3, 22. DOI: 10.1186/1746-4269-3-22.
- GUARRERA, P.M., FORTI, G., MARIGNOLI, S., 2005: Ethnobotanical and ethnomedicinal uses of plants in the district of Acquapendente (Latium, Central Italy). *J. Ethnopharmacol.* 96(3), 429-444.
- GUARRERA, P.M., LEPORATTI, M.L., 2007: Ethnobotanical remarks on Central and Southern Italy. *J. Ethnobiol. Ethnomed.* 3, 23. DOI: 10.1186/1746-4269-3-23
- GUARRERA, P.M., SAVO, V., 2013: Perceived health properties of wild and cultivated food plants in local and popular traditions of Italy: A review. *J. Ethnopharmacol.* 146(3), 659-80. DOI: 10.1016/j.jep.2013.01.036.
- HEYWOOD, V.H., 2011: Ethnopharmacology, food production, nutrition and biodiversity conservation: towards a sustainable future for indigenous peoples. *J. Ethnopharmacol.* 137(1), 1-15. DOI: 10.1016/j.jep.2011.05.027.
- INTERNATIONAL PLANT NAMES INDEX, 2015. Available from: <http://www.ipni.org/>
- LENTINI, F., RAIMONDO, F.M., 1990: Indagini etnobotaniche in Sicilia. L'uso tradizionale delle piante nel territorio di Mistretta (Messina). *Quad. Bot. Amb. Appl.* 1, 103-117. ISSN:1121-3752.
- LEPORATTI, M.L., POSOCCO, E., PAVESI, A., 1985: Phytotherapy in the Valnerina, Marche (Central Italy). *J. Ethnopharmacol.* 14, 53-63.
- LETO, C., TUTTOLOMONDO, T., LA BELLA, S., LICATA, M., 2013: Ethnobotanical study in the Madonie Regional Park (Central Sicily, Italy). Medicinal use of wild shrub and herbaceous plants species. *J. Ethnopharmacol.* 146(1), 90-112. DOI: 10.1016/j.jep.2012.11.042.
- ŁUCZAJ, Ł., 2012: Ethnobotanical review of wild edible plants of Slovakia. *Acta Soc. Bot. Pol.* 81(4), 245-255. DOI:10.5586/asbp.2012.030.
- MAURIZI, A., DE MICHELE, A., RANFA, A., RICCI, A., ROSCINI, V., COLI, R., 2015: Bioactive compounds and antioxidant characterization of three edible wild plants traditionally consumed in the Umbria Region (Central Italy): *Bunias erucago* L. (corn rocket), *Lactuca perennis* L. (mountain lettuce) and *Papaver rhoeas* L. (poppy). *J. Appl. Bot. Food Qual.* 8, 109-114. DOI: 10.5073/JABFQ.2015.088.015.
- MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE. Available from: <http://www.minambiente.it/pagina/sic-zsc-e-zps-italia>.
- NARDELLI, G.M., 1987: Cultura e tradizione. Demomedicina nell'alta Umbria. Provincia di Perugia.
- NEBEL, S., PIERONI, A., HEINRICH, M., 2006: Ta Chòrta: Wild edible greens used in the Graecanic area in Calabria, Southern Italy. *Appetite* 47(3), 333-342. DOI: /10.1016/j.appet.
- PARDO-DE-SANTAYANA, M., 2003: Las plantas en laculturatradicional de la Antigua Merindad de Campoo. Phd Dissertation. Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Madrid, Spain. Available from: http://bibdigital.rjb.csic.es/PDF/Pardo_Plantas_Merindad_Campoo_2003.pdf.
- PARDO DE SANTAYANA, M., TARDÍO, J., BLANCO, E., CARVALHO, A.M., LASTRA, J.J., SAN MIGUEL, E., 2007: Traditional knowledge of wild edible plants used in the northwest of the Iberian Peninsula (Spain and Portugal): a comparative study. *J. Ethnobiol. Ethnomed.* 3, 27. DOI: 10.1186/1746-4269-3-27.
- PARDO DE SANTAYANA, M., PIERONI, A., PURI, R.K., 2010: *Ethnobotany in the new Europe: people, health and wild plant resources*. Berghahn Books, New York Oxford. ISBN: 978-1-78238-124-2.
- PASSALACQUA, N.G., GUARRERA, P.M., DE FINE, G., 2007: Contribution to the knowledge of the folk plant medicine in Calabria region (Southern Italy). *Fitoterapia*. 78(1), 52-68. DOI:10.1016/j.fitote.2006.07.005.
- RANFA, A., 2005: Un patrimonio culturale da salvaguardare: le piante spontanee commestibili del Parco del Monte Subasio. La Regina delle erbe. Dimensione Grafica Spello (Perugia, Italy).
- RANFA, A., BODESMO, M., CAPPELLI, C., QUAGLIA, M., FALISTOCCO, E., BURINI, G., 2011: Aspetti fitoecologici e nutrizionali di alcune specie vegetali spontanee in Umbria per la conoscenza, recupero e valorizzazione di risorse ambientali. Perugia (Italy). Tipografia Grifo press, Perugia Italy.
- RANFA, A., 2014: *Piante amiche e nemiche dell'uomo*. 2nd Ed. Ali&no Editrice, Perugia Italy.
- RANFA, A., MAURIZI, A., ROMANO, B., BODESMO, M., 2014: The importance of traditional uses and nutraceutical aspects of some edible wild plants in human nutrition: the case of Umbria (central Italy). *Plant Biosyst.* 148(2), 297-306. DOI: 10.1080/11263504.2013.770805.
- RANFA, A., ORLANDI, F., MAURIZI, A., BODESMO, M., 2015: Ethnobotanical knowledge and nutritional properties of two edible wild plants from Central Italy: *Tordylium apulum* L. and *Urospermum dalechampii* (L.) F.W. Schmid. *J. Appl. Bot. Food. Qual.* 8, 249-254.

- DOI: 10.5073/JABFQ.2015.088.036.
- ROMOJARO, A., BOTELLA, M.A., OBON, C., PRETEL, M.T., 2013: Nutritional and antioxidant properties of wild edible plants and their use as potential ingredients in the modern diet. *Int. J. Food Sci. Nutr.* 64(8), 944-952. DOI: 10.3109/09637486.2013.821695.
- SANCHEZ MATA, M.C., CABRERA LOERA, R.D., MORALES, P., FERNANDEZ RUIZ, V., CÀMARA, M., DIEZ MARQUÉS, C., 2012: Wild vegetables of the Mediterranean area as valuable sources of bioactive compounds. *Genet Resour. Crop Ev.* 59(3), 431-443.
- SANSANELLI, S., TASSONI, A., 2014: Wild food plants traditionally consumed in the area of Bologna (Emilia Romagna region, Italy). *J. Ethnobiol. Ethnomed.* 10, 69. DOI:10.1186/1746-4269-10-69.
- SIGNORINI, M.A., PIREDDA, M., BRUSCHI, P., 2009: Plants and traditional knowledge: An ethnobotanical investigation on Monte Ortobene (Nuoro, Sardinia). *J. Ethnobiol. Ethnomed.* 5, 6. DOI: 10.1186/1746-4269-5-6.
- TARDÓ, J., PARDO DE SANTAYANA, M., MORALES, R., 2006: Ethnobotanical review of wild edible plants in Spain. *Bot. J. Linn. Soc.* 152(1), 27-71. DOI: 10.1111/j.1095-8339.2006.00549.x.
- TARDÓ, J., PARDO-DE-SANTAYANA, M., 2008: Cultural importance indices: A comparative analysis based on the useful wild plants of Southern Cantabria (Northern Spain). *Econ. Bot.* 62(1), 24-39.
- UMBRIA GEO DATABASE. REGIONE UMBRIA. Available from: <http://www.umbriageo.regione.umbria.it/>
- UNCINI MANGANELLI, R.E., ZACCARO, L., TOMEI, P.E., 2005: Antiviral activity in vitro of *Urtica dioica* L., *Parietaria diffusa* M. et K. and *Sambucus nigra* L. *J. Ethnopharmacol.* 98(3), 323-327. DOI: 10.1016/j.jep.2005.01.021
- YAKOOT, M., HELMY, S., FAWAL, K., 2011: Pilot study of the efficacy and safety of lettuce seed oil in patients with sleep disorders. *Int. J. Gen. Med.* 4, 451-456. DOI:10.2147/IJGM.S21529.
- POPE FRANCIS, 2015: Encyclical Letter 'Laudato si' on care for our common home. [Internet]. May 24, 2015. Available from: <http://www.papalencyclicals.net/Franc/index.htm>.

Address of author:

Dr. Aldo Ranfa, Dr. Mara Bodesmo, Department of Civil and Environmental Engineering, Environment Laboratory - University of Perugia, Borgo XX Giugno, 06100 Perugia
E-mail: bodesmo@gmail.com
E-mail: aldo.ranfa@unipg.it

© The Author(s) 2017.

 This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Share-Alike License (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).

- [Seedfinder](#)
- [Merchandise](#)
- [Blog](#)
- [Grow Guide](#)
- [Video](#)
- [Offers](#)
- [Sale](#)

[Zamnesia](#) > [Smartshop](#) > [Herbs & Seeds](#) > [How To Identify, Harvest, And Prepare Wild Lettuce](#)

EVERYTHING YOU NEED TO KNOW ABOUT WILD LETTUCE



Luke Sumpter

Last updated: April 13th, 2022

Found along riverbeds and roadsides, the plant grows mainly in parts of central Europe, the Middle East, and several states in North America. Wild lettuce (*Lactuca Virgosa*) is a member of the Asteraceae family, and flowers on a biennial basis.

Far from another salad green, [wild lettuce](#) produces a viscous type of latex harnessed for its mind-altering effects and unique impact on the central nervous system. Humans have used the plant for hundreds, if not thousands, of years in folk systems across the planet. Continue reading to learn everything you need to know about this fascinating plant species, including where to find it growing in the wild.

What Is Wild Lettuce?



Wild lettuce has several names, including *Lactuca virosa*, bitter lettuce, and opium lettuce. The biennial plant belongs to the same genus as salad lettuce (*Lactuca sativa*), but their traditional uses vary massively. While one provides a tender source of nutrition, the other is primarily used as a holistic herb.

Wild lettuce produces a latex known as lactucarium. The very name “lactuca” means “milky extract”. This bitter-tasting white substance oozes from the leaves of the plant when scratched or cut, quickly turning brown when exposed to the air. Reports compare the smell of this gooey material to that of opium from the poppy species, *Papaver somniferum*.

WILD LETTUCE - LACTUCA VIROSA

(33)



[View](#)

Lactucarium contains an array of phytochemicals that may contribute to the overall effects of wild lettuce. Lactucin makes up around 0.2% of the sap. The molecule forms a white crystalline solid upon extraction and belongs to a group of chemicals known as sesquiterpene lactones. A known adenosine receptor agonist, lactucin may underpin the relaxing and soothing effects^[1] of wild lettuce.

Caoutchouc, mannitol, and lactuceryl make up around 50% of lactucarium composition. As a neutral and insoluble material, lactocrine makes up the bulk of the substance.

Spotting Wild Lettuce



Wild lettuce grows in the wild along the coastal regions of Great Britain. More specifically, the species grows abundantly in the south-east and east of England. It also appears widely across Central and Southern Europe. Further afield, wild lettuce grows in Pakistan, India, Iran, and Australia.

Humans introduced the species to North America, where it now grows wild as a non-native species in California, Iowa, Alabama, Washington, and other regions.

The species favours water-rich environments and can often be found flourishing alongside rivers. Wild lettuce features a bright-green appearance and varies anywhere between 60–200cm in height. Those looking to identify the plant in the wild can often do so by taking a closer look at the leaves. They are oblong and lance-shaped and possess fine teeth-like ridges on the edges.

The underside of each leaf should feature small hairs along the length of the main vein. The lower leaves reach around 25cm in length, while the upper, younger leaves are considerably smaller.

Wild lettuce can be even easier to spot during autumn as plants begin to develop yellow blossoms. The flowers are slightly pale in appearance and share the look of dandelions, with each head featuring between 6–12 flowers. Milky-white sap is another key feature of wild lettuce. When snapped or scored with a blade, the stem should begin to bleed lactucarium.

- Roughly 1–2 metres tall
- Leaves grow all the way up the stalk to the top of the plant
- The stalk is soft and easily penetrated by a nail or pocket knife
- Leaves have a slightly serrated edge and oval shape
- Flowers on the wild lettuce are yellow and similar in appearance to dandelions
- Flowering typically takes place between June and August

History Of Wild Lettuce

Reports suggest the use of opium lettuce stretches back into ancient Egypt. Age-old Chinese practices also utilised the juice of the plant as a topical, and the flowers and seeds were used to make liquid preparations.

More recently, 19th-century physicians^[2] employed wild lettuce, particularly when they deemed the use of opium and other narcotics unnecessary. They used the plant to soothe the throat, promote a good night's sleep, and ease the nerves. Wild lettuce also appears in homoeopathy and naturopathy—a system based on the use of natural substances—as an extract called thridace.

[Related article](#)[Best Legal Herbs To Vaporize](#)

Effects Of Wild Lettuce



Wild lettuce has grabbed the attention of natural psychonauts, ethnobotanists, and those who are generally curious about the mind-altering effects of plants. Active molecules in the sap appear to produce a relaxing, sleepy, and soothing physical effect.

Consumers of wild lettuce tend to use the herb to ease the body into a relaxed state after a long day of pressure and expectations. Wild lettuce can help promote a restful night's sleep with its unique characteristics. Those looking to soothe the nerves and lull the mind into serenity often turn to this herb as well. Intriguingly, wild lettuce also promotes normal menstruation and features strong antibacterial qualities.

Disclaimer: We are not making medical claims. This article has been written for informational purposes only, and is based on research published by other external sources.

External Resources:

1. Analgesic and sedative activities of lactucin and some lactucin-like guaianolides in mice - ScienceDirect - <https://www.sciencedirect.com>
2. Other full case: Wild lettuce (*Lactuca virosa*) toxicity - <https://www.ncbi.nlm.nih.gov>



Luke Sumpter

With a BSc (Hons) degree in Clinical Health Sciences and a passion for growing plants, Luke Sumpter has worked as a professional journalist and writer at the intersection of cannabis and science for the past 7 years.

[Read full bio](#)

you might also like



[5 min January 21, 2022 Top 10 Tobacco Alternatives For Spliffs](#) Tobacco helps spliffs to burn evenly and slowly, but the high nicotine content can cause users to become overstimulated. Why not explore the vast world of herbs for a fitting alternative? The 10 plant ...



[5 min April 30, 2020 10 Best Herbs To Brew A Tea With](#) At least since the ancient Egyptians, herbs have been brewed into tea. Teas can be used as stimulants and sedatives or even as aphrodisiacs. Use vaping herbs to make teas that can be beneficial in sev ...



[7 Vaporiz](#) but it al where t vaporiz conveni

Los *Hermeneumata* de PGM/PDM XII (= *GEMF* 15): la *Dreckapotheke* mágica a examen¹

Miriam Blanco Cesteros²

Recibido: 7 de Junio de 2019 / Aceptado: 5 de Noviembre de 2019

Resumen. Los llamados *Hermeneumata* compilados en PGM/PDM XII (= *GEMF* 15) transmiten una lista de entradas del tipo “semen de Helio” o “sangre de serpiente” que son equiparadas con distintas sustancias de origen animal, vegetal o mineral de nombre perfectamente reconocible desde el griego. Según el prólogo del propio texto, se trataría de una lista “decodificada” de los nombres secretos (*Decknamen*) empleados por los sacerdotes egipcios para ocultar la verdadera naturaleza de los ingredientes de sus rituales. Este estudio cuestiona dicha interpretación y, mediante el análisis de diversas entradas, apoya una distinta: que se trate de una lista léxica cuya primera columna recoge calcos lingüísticos de la jerga médico-farmacológica egipcia. El examen de los distintos casos servirá, además, para poner de relieve la problemática textual de este pasaje (sustituciones léxicas, confluencia de entradas y errores de copia).

Palabras clave: papiros mágicos griegos; *hermeneumata*; *Decknamen*; botánica antigua.

[en] The *Hermeneumata* of PGM/PDM XII (= *GEMF* 15): questioning the magical *Dreckapotheke*

Abstract. The so-called *Hermeneumata* transmitted in PGM/PDM XII (= *GEMF* 15) consist of a list of expressions such as “Helios semen” or “snake blood,” which are identified with animal, vegetal and mineral substances, whose name is perfectly clear in Greek. The prologue of the text states that this is a “decoded” list of code names (*Decknamen*) used by Egyptian priests to conceal the true nature of the ingredients employed in their rituals. This paper challenges this interpretation and supports a different one with new evidences: this list is a vocabulary whose first column contains loan translations from Egyptian medical-pharmacological jargon. Moreover, the different case studies analysed will serve to highlight the textual problems of this lexical list (lexical exchanges, displaced entries, scribal errors).

Keywords: Greek magical papyri; *hermeneumata*; *Decknamen*; ancient botany.

¹ Artículo realizado en el marco del proyecto *AlchemEast* –Alchemy in the Making: From Ancient Babylonia via Graeco-Roman Egypt into the Byzantine, Syriac, and Arabic Traditions (G.A. 724914) –, financiado por el Consejo Europeo de Investigación (ERC; programa HORIZON 2020) y en colaboración con el proyecto español FFI2017-87558-P (MICINN - AEI/FEDER, UE).

Quiero expresar mi agradecimiento a Jacco Dieleman y Panagioti Sarischouli, así como a los editores de *GEMF* (cf. n.3, *infra*), Christopher A. Faraone y Sofia Torallas, por permitirme consultar y publicar la nueva edición – aún inédita – del pasaje que aquí se analiza, y a los dos revisores anónimos de *CFC(G)*, de cuyas correcciones y sugerencias se ha beneficiado notablemente este artículo.

² Università di Bologna
Dipartimento di Filosofia e Comunicazione (FILCOM)
miriam.blanc@hotmail.com

Sumario. 1. Presentación del texto y estado de la cuestión. 2. Tres casos de estudio. 2.1. Caso 1: αἷμα ὄφεως· αἱματίτης λίθος. 2.2. Caso 2: αἷμα κυνοκεφάλου· αἷμα καλαβότου. 2.3. Caso 3: ἀπὸ Τιτᾶνος· θρίδαξ ἄγρια. 3. Los *Hermeneumata*: una nueva hipótesis. 4. Reflexiones finale

Cómo citar: Blanco Cesteros, M. (2020), Los *Hermeneumata* de PGM/PDM XII (= *GEMF* 15): la *Dreckapotheke* mágica a examen, en *Cuadernos de Filología Clásica. Estudios griegos e indoeuropeos* 30, 149-174.

Las col. xv, ll. 17-30–xvi, ll. 1-30 de PGM/PDM XII (=GEMF 15)³ contienen una lista compuesta por dos columnas en la que cada expresión de la columna A –que reúne entradas del tipo “semen de Helio” o “sangre de serpiente”– es equiparada en la columna B con un término griego que designa una sustancia animal, vegetal o mineral. El prefacio del propio texto afirma que se trata de una lista decodificada de los nombres en clave empleados por los sacerdotes egipcios para ocultar la verdadera naturaleza de los ingredientes de sus rituales. Sin embargo, que se trate de nombres sustitutivos (*Decknamen*)⁴ probablemente se debe a una interpretación incorrecta (en parte antigua, pero en parte también moderna). En realidad, como se verá, las entradas de la columna A contienen nombres de sustancias vegetales, en su mayoría de inspiración egipcia, para los que es posible encontrar paralelos en otras fuentes y de los que el término griego de la columna adyacente es equivalente. Es decir, los nombres de la columna A no son secretos ni tampoco sustituyen, sino que equivalen a los de la columna B. Para probar la validez de esta hipótesis se analizarán una serie de entradas de la lista que permitirán arrojar nueva luz sobre su naturaleza. Los tres casos de estudio escogidos para ello, además, sirven para poner de relieve la existencia de sustituciones léxicas, confluencia de entradas y errores de copia. La problemática textual de este léxico es un aspecto que, desde mi punto de vista, no ha recibido la debida atención por parte de los estudios previos a pesar de su importancia. Esto ha llevado a que especialistas no familiarizados con la complejidad de los papiros mágicos empleen las entradas de esta lista para sus propias propuestas sin detenerse en el hecho de que, quizás, contienen imprecisiones (o, incluso, errores) producidos durante el proceso de copia.

Este artículo, por lo tanto, continúa la línea de investigación abierta por Lynn Li-Donnici (2002) y Jacco Dieleman (2005: 185-203) en pos de una correcta –o, al menos, más correcta– comprensión de este léxico. Esto no solamente es relevante por

³ Sigo la nueva edición de este texto establecida por Dieleman y Sarischouli en *Greek and Egyptian Magical Formularies: edition, translation and commentary*, SBL (Faraone & Torallas, en prensa; en adelante *GEMF*). Esta edición es, en realidad, la primera que aborda de forma íntegra este texto, recogido como *GEMF* 15. Este manual de magia tiene pasajes en demótico y en griego, por lo que su contenido se había editado por separado: el texto griego como PGM XII (Preisendanz 1974²: 57-86), mientras que el texto en demótico (conocido como PDM xii) fue editado por Johnson (1975).

Para el resto de los papiros mágicos se ha seguido la que es la edición de referencia hasta el momento –*Papyri Graecae Magicae. Die Griechischen Zauberpapyri* (Preisendanz 1973-1974²)– y de acuerdo a la cual estos papiros se citan como PGM. En cuanto al resto de abreviaturas empleadas, puede consultarse la bibliografía final. Las traducciones, tanto de los papiros mágicos como de los autores latinos y griegos citados, a menos que se indique lo contrario, son propias.

⁴ Para evitar confusiones con el término *Dreckname* –nombre de sustancia repugnante–, también vinculado con este estudio, evitaré *Deckname*, aunque es el término técnico por el que se conocen los nombres sustitutivos en la magia y la alquimia.

el interés que tiene responder a cuestiones fundamentales en relación con cualquier escrito —cuál es realmente su naturaleza, quién lo produjo y para qué—, sino porque su interpretación como una supuesta lista de nombres sustitutivos se encuentra muy difundida⁵, a pesar de que esto podría no ser correcto.

Tras una breve presentación del texto y el estado de la cuestión, se analizarán tres entradas, especialmente significativas tanto por el número de fuentes con las que se pueden contrastar como por los distintos tipos de casuística textual que permiten ilustrar. Las conclusiones y nuevas ideas derivadas de su estudio serán cuidadosamente expuestas en la parte final.

1. Presentación del texto y estado de la cuestión

El papiro en el que aparece nuestro texto se conserva en el Museo Nacional de Antigüedades de Leiden bajo el número de inventario *P.Leid.* I 384. Fue adquirido en 1828 por Jean d’Anastasi y, a pesar de que su procedencia exacta es desconocida, como buena parte de los grandes manuales de magia de la colección de este anticuario, podría proceder de Tebas (Egipto). Por este y otros motivos, hoy en día se considera integrante del archivo mágico-alquímico conocido como la “Biblioteca de Tebas”⁶. Se trata de un rollo largo (22-23 cm. de alto x 360 cm. de largo), que contiene dos textos: una narración mitológica en demótico en el recto (→, ca. primera mitad del siglo II d.C.; TM 55946⁷), y un manual de magia en el verso (↓; TM 55954), datado también, según criterios paleográficos, sobre la segunda mitad de dicho siglo. Este último, que se conoce como *PGM/PDM* XII (próximamente editado como *GEMF* 15, cf. nota 2), es un compendio misceláneo, tanto por la naturaleza de los textos mágicos que contiene, como por las lenguas y escrituras que se emplearon para redactarlo (griego, demótico, demótico alfabético, hierático y una escritura codificada⁸).

La sección sobre la que trata este estudio abarca las col. xv, ll. 17-30–xvi, ll. 1-30⁹ del texto del verso y se encuentra escrita en griego, sin glosas o anotaciones en otras lenguas. El texto se presenta como un listado en el que cada entrada (un total de treinta y siete) ocupa una línea del papiro y está compuesta por dos expresiones, dispuestas en dos columnas paralelas. La col. A (la primera columna leyendo de izquierda a derecha) enumera distintas sustancias —sangre (αἷμα), semen (γόνοϛ)¹⁰, pelos (τρίχες), lágrimas (δάκρυα), etc.—, típicas de la farmacopea compuesta por

⁵ Un claro ejemplo es Hardy & Totelin (2016: 104), que emplean este texto a propósito del fenómeno de la *pseudonimia* botánica, sin tener en cuenta los citados estudios de LiDonnici y Dieleman.

⁶ Cf. Dosoo 2016.

⁷ Número de identificación en el catálogo papirológico unificado *Trismegistos*.

⁸ Las lenguas principales del texto son el demótico y el griego, que están distribuidas como sigue: col. i-iii (demótico); col. iv-xvi (griego); col. xvii-xx (demótico). La disposición de las columnas en griego, centradas en el verso, como en *PGM* VII (verso) y *PGM* IIIa (verso), me llevan a pensar que estas puedan haber sido las primeras en escribirse. El resto de escrituras se emplearon para palabras aisladas (glosas, *nomina magica*, etc.). Véase una descripción detallada del papiro en Dieleman 2005: 29-34.

⁹ El texto completo de este pasaje puede consultarse en el Anexo I, *infra*. Junto al número de línea, entre paréntesis y con el símbolo §, se indica el número de entrada, que será el que se emplee para hacer referencia a las mismas.

¹⁰ Γόνοϛ tiene varias acepciones, siendo la principal y más general la de ‘descendencia, cría’ de animales y hombres, lo que trasladado al campo de la botánica genera la acepción de ‘fruto, semilla’ (cf. *DGE* s.v. γόνοϛ B II). Sin embargo, dado que todos los sintagmas de la col. A están introducidos por una sustancia de origen animal

sustancias repugnantes (lo que se conoce como *Dreckapotheke*). La procedencia de estas se indica siempre mediante un sustantivo en genitivo o genitivo precedido de la preposición ἀπό, lo que permite clasificarlas en: a) sustancias procedentes de un animal (e.g. γόνος λέοντος, ‘semen de león’); b) procedentes de un dios (e.g. αἷμα Ἄρεως, ‘sangre de Ares’), y c) procedentes de una parte del cuerpo (e.g. στήρ ἀπὸ κεφαλῆς, ‘grasa de la cabeza’; este tercer grupo no será tratado en este estudio). En la columna B se cita, en correspondencia con cada uno de estos nombres de sustancias repugnantes (en adelante *Drecknamen*), el nombre en griego de una sustancia de origen mineral, animal o vegetal. La forma en la que las entradas están organizadas es difícil de determinar: en la col. A pueden identificarse pequeños grupos de tres o cuatro entradas que siguen distintos criterios¹¹; mientras que la col. B presenta una ordenación alfabética que se interrumpe en ciertos momentos¹².

La lista es introducida por un prefacio (col. xv, ll. 17-23), del que ofrezco aquí una traducción¹³ que sigue la interpretación de Preisendanz (1974²: 83-84) y Betz (1986: 167)¹⁴:

ἐρμηνεύματα ἐκ τῶν ἱερῶν μεθερμηνευμένα, οἷς ἐχρῶντο οἱ ἱερογραμματεῖς. διὰ τὴν τῶν πολλῶν περιεργίαν τὰς βοτάνας καὶ τὰ ἄλλα, οἷς ἐχρῶντο, εἰς θεῶν εἰδῶλα ἐπέγραψαν, ὅπως μὴ εὐλαβούμενοι περιεργάζωνται μηδὲν διὰ τὴν ἐξακολούθησιν τῆς ἁμαρτίας. ἡμεῖς δὲ τὰς λύσεις ἡγάγομεν ἐκ τῶν πολλῶν ἀντιγράφων καὶ¹⁵ κρυφίμων πάντων. ἔστι δέ¹⁵

Interpretaciones traducidas procedentes de los templos, de las que se servían los Escribas Sagrados. A causa de la curiosidad de muchos, las plantas y otras cosas de las que ellos [*i.e.* los Escribas Sagrados] se servían, fueron inscritas en las imágenes de los dioses, para que los que no estaban al tanto no pudieran indagar nada a causa del error que las acompaña [*i.e.* a los nombres de estas sustancias]. Nosotros hemos deducido las soluciones a partir de muchos autógrafos y todo tipo de (escritos) secretos. Esta es (la lista):

Como puede verse, el prefacio se presenta como una guía para la lectura de estas “Interpretaciones” o *Hermeneumata* e indica que las expresiones de la columna A deben ser consideradas nombres en clave de las sustancias de la columna B. No dice, sin embargo, que estos nombres fueran creados por los magos; por el contrario, atribuye esta codificación a los ἱερογραμματεῖς o Escribas Sagrados, que eran una de las categorías sacerdotales del clero egipcio¹⁶. Sin embargo, los magos se definen en ocasiones a sí mismos como ἱερογραμματεῖς (*cf.*, e.g., PGM I 42) y la *Dreckapotheke* también caracterizó las recetas mágicas, algo que no sólo demuestran los propios

del tipo “sangre”, “grasa”, “hiel”, etc., el contexto sugiere que la acepción de ‘semen’ (*ibid.*, B I) es aquí la interpretación más correcta.

¹¹ Según la sustancia mencionada: col. xv 7-9 sangre; col. xvi 19-21 y 25-27 semen, 28-30 grasa. Según su origen: col. xv 1-3 sustancias procedentes de la serpiente; col. xv 7-10, de partes del cuerpo; col. xvi 16-21 y 25-27 de dioses. Nótese que estas clasificaciones se superponen

¹² LiDonnici 2002: 370; *cf.* Anexo I, *infra*.

¹³ Traducción propia. Sobre las traducciones realizadas en este artículo, *vid.* n.3, *supra*.

¹⁴ Como se verá al final del artículo, algunos pasajes pueden tener otra interpretación.

¹⁵ Edición de Dieleman-Sarischouli (*cf.* n.3, *supra*), con ortografía normalizada (*cf.* Anexo I, *infra*).

¹⁶ Dieleman 2005: 205-210.

textos mágicos, sino también autores médicos y naturalistas como Plinio (e.g. *Nat. XXX* 95-97) o Escribonio Largo (e.g. *Compositiones* §17).

De acuerdo con la interpretación que sugiere el prólogo, los *Hermeumata* se comparan habitualmente con la tablilla III de una antigua lista léxica mesopotámica de carácter farmacológico conocida como *Uruanna*, compilada durante el reinado de Assurbanipal (ca. 669-631/627 a.C.). El motivo de tal comparación es que el *Uruanna* III contiene alrededor de 143 entradas en las que términos farmacológicos acadios son equiparados con *Drecknamen*, para los que se ha generalizado una interpretación que los considera nombres sustitutivos. Sin embargo, igual que el presente estudio pretende demostrar que los *Hermeneumata* no lo son, también hay voces, como la de Magdalena Rumor, que ponen en duda con convincentes argumentos que el *Uruanna* III sea una lista de nombres codificado¹⁷. Y esto es importante, porque en torno a ambos textos se ha generado un razonamiento circular en el que la interpretación de cada uno como una lista de nombres secretos se basa en el hecho de que el otro lo sea.

En lo que respecta a los *Hermeneumata*, la primera en cuestionar la información del prefacio fue Lynn LiDonnici (2002), que sentó las bases para el posterior estudio de Jacco Dieleman (2005: 185-203). Este actualizó y matizó algunas de las hipótesis de LiDonnici gracias a un análisis comparativo con distintos textos médicos egipcios. Las conclusiones de ambos investigadores se pueden sintetizar del siguiente modo:

- Las expresiones de la columna A tienen un fuerte carácter egipcio, lo que circunscribe estas locuciones al ámbito cultural de este pueblo. No sólo los animales mencionados son característicos de esta cultura y entorno, también los dioses citados, a pesar de tener nombre griego, se encontraban ya plenamente sincretizados con su equivalente egipcio (Hermes-Thoth; Tifón-Seth; Hefesto-Ptah, Zeus-Amón...).
- LiDonnici (2002: 370)—y esta es, sin duda, su aportación de mayor relevancia—advierte que dos de las expresiones de esta columna (αἷμα κυνοκεφάλου, ‘sangre de babuino’, col. xiv 1; γόνος Ἡλίου, ‘semen de Helio’, col. xiv 19) son nombres conocidos de plantas corroborados por otras fuentes. A estos, Dieleman (2005: 198) añade τρίχες κυνοκεφάλου, ‘pelos de babuino’, tras encontrar un paralelo de este fitónimo en un tratado de medicina egipcio escrito 800 años antes de la redacción del manual mágico. A través de otros ejemplos¹⁸, esta vez sin concordancia, Dieleman muestra que el resto de expresiones de la columna A también se adapta al estilo de los nombres de muchas sustancias farmacológicas mencionadas en los textos de esta cultura desde época muy antigua, lo que sugiere que los nombres de la columna A son fitónimos y nombres minerales de origen egipcio
- En relación con la naturaleza de esta lista léxica, LiDonnici (2002: 375-376), en base al fuerte color egipcio de la col. A y la transparencia griega

¹⁷ La interpretación de *Uruanna* III como una lista de *Decknamen* se basa en el símbolo A⁵, que precede los nombres de una de las dos columnas y cuyo significado preciso, en realidad, es desconocido. Este símbolo ha sido tradicionalmente interpretado como ‘secreto, saber restringido’, dando pie a la teoría de que el *Uruanna* III es una lista de nombres sustitutivos, pero esta interpretación es rechazada por Rumor (2015: 152-157), quien aporta argumentos léxicos, sintácticos y de contenido en su contra.

¹⁸ El listado ofrecido puede consultarse en Dieleman 2005: 201-202.

de la col. B, sugiere una hipótesis que sería después rebatida por Dieleman: que los *Hermeneumata* sean una lista de sustancias de sustitución. En este sentido LiDonnici ofrece dos posibilidades: que se tratase de una lista “desexotizante” –o, más concretamente, “des-egipcianizante”–, o que las columnas, “accidentally reversed by some scribal mischance”, deban leerse de derecha a izquierda. En ese caso, la intención de la lista sería la opuesta: sustancias comunes quedan equiparadas a otras que, sin ser secretas o estar codificadas, resultaban más “exóticas”, de acuerdo a los estereotipos de la práctica mágica. Sin embargo, Dieleman (2005: 201), centrándose en la entrada *τρίχες κυνοκεφάλου* (§11), demostró, a través del análisis comparado con varias fuentes, que la planta citada en la col. B es la misma –y no un sustituto o sustancia análoga– que la citada en lengua griega en la col. A. Esto sugiere que no estamos ante una lista de equivalencias entre sustancias equiparables e intercambiables (cualquiera que fuera su dirección de lectura), sino ante un léxico que recoge el nombre de una misma sustancia en dos lenguas distintas.

- En respuesta a cuál era entonces la procedencia de las expresiones de la columna A, Dieleman (2005: 198-203) propone una jerga técnico-ritual de origen egipcio. Se apoya en que muchos de los fitónimos de la col. A aparecen también en los *synonyma barbara* incluidos en la obra de Dioscórides¹⁹, donde son atribuidos a “la lengua de los *prophetai*”. Este término –el de *προφήτης*– fue adoptado en el Egipto greco-romano para traducir el título sacerdotal egipcio de los “sirvientes del dios”, una autoridad religiosa de alto rango²⁰ que corrobora el ámbito sacerdotal del prefacio, al que Dieleman reconoce una cierta validez.
- Sin embargo, ambos investigadores coinciden en que el prefacio es un mero adorno retórico –*packaging*– enfocado a envolver la lista en el halo de misticismo y secretismo que le corresponde a un texto mágico²¹. En definitiva, una interpolación o adición, que no se corresponde con el contenido de los *Hermeneumata*: “The list provides explanation where explanation is not required, and provides mystification rather than clarity” (LiDonnici 2002: 373-375).

Estas son, por lo tanto, las premisas iniciales de las que parte el presente estudio y que someteré a examen en la siguiente sección, mediante el análisis de tres entradas de la lista.

¹⁹ La obra de Dioscórides de Anazarbo (ca. siglo I d.C.), conocida como *Περὶ ὅλης ἰατρικῆς* / *De materia medica*, experimentó ya en la Antigüedad diversas modificaciones, como una ordenación alfabética realizada en torno al siglo IV (Wellmann 1898). Al denominado “Dioscórides alfabético” se añadieron, también en época antigua, los *synonyma plantarum barbara*: listas de fitónimos, supuestamente sinónimos a la voz de cada entrada, que vienen a aumentar los ya dados por el propio Dioscórides. Los *synonyma* recogen fitónimo en hasta 26 lenguas entre las que aparecen también nombres de plantas atribuidos a autoridades de carácter mágico (e.g. Ostanos, Demóstenes) y los citados *prophetai* (un análisis general en Dalby 2018). La fuente de estos extractos pudo ser, como propuso Wellmann (1898: 369-370), Pánfilo, un lexicógrafo contemporáneo a Dioscórides que escribió un léxico botánico de título *περὶ βοτανῶν* (cf. Gal. *SMT* XI 793 Kühn); véase Dalby 2018: 29-32.

²⁰ Dieleman 2005: 207.

²¹ *Ibid.*: 256.

2. Los *Hermeneumata*: tres casos de estudio

2.1. Caso 1: (§ 3) αἷμα ὄφεως· αἱματίτης λίθος, ‘sangre de serpiente: piedra hematites’

El nombre de la sustancia que aparece en la col. A –αἷμα ὄφεως–, ‘sangre de serpiente’, no ofrece ninguna concordancia en los textos mágicos. Gaillard-Seux (1999: 229), a propósito de la misma, señala, de hecho, que ni los tratados médicos ni los tratados de historia natural mencionan una sustancia que, identificada o no con verdadera sangre de serpiente, se denominara de esta forma. Sin embargo, coincidiendo con el comienzo de nuestra Era, diversos textos greco-latinos, incluidos los textos mágicos (e.g., PGM IV 1999)²², atestiguan la existencia de una sustancia, cuyo nombre puede ser entendido como “sangre de serpiente”, pero que se llamaba αἷμα δρακόντειον. Es conveniente, por lo tanto, comenzar este análisis abordando el aspecto léxico.

Δρακόντειον (o δρακόντιον, con el itacismo típico de la ortografía del periodo romano²³) es un adjetivo que deriva de δράκων, término griego empleado para designar un tipo específico de serpientes: grandes serpientes como la pitón, de donde pasaría a emplearse para las grandes serpientes míticas y de ahí a designar en las distintas lenguas modernas, por vía de la tradición medieval cristiana, ‘dragón’²⁴. Por consiguiente, todo δράκων es, a grandes rasgos, una ‘serpiente’ (cuyo nombre genérico es ὄφις, -εως). El adjetivo δρακόντειον, que puede traducirse como ‘serpentino; relativo o similar a la serpiente’, desarrolló en la Antigüedad, sin embargo, una segunda acepción como fitónimo. Es el nombre, de hecho, de varias plantas²⁵, denominadas ‘serpentinias’ o ‘planta/árbol de la serpiente’ por distintos motivos: características morfológicas que recordaban a este animal (*similia similibus vocantur*), supuestas propiedades contra las serpientes o su mordedura (*similia similibus curantur* o simpatía mimética), o por ser una planta en torno a la cual se encontraban a menudo serpientes. Como bien señalan Flobert (1993: 123) y Hardly & Totelin (2016: 98), esta clase de vínculos entre plantas y animales generó, de hecho, uno de los principales tipos de fitónimo de la lengua griega. Se trata de nombres de plantas formados sobre el nombre del animal con el que se relacionaban mediante sufijos derivativos como *-εῖον/-ιον o, más raramente, directamente sobre el nombre del animal sin ningún sufijo²⁶. Por este motivo, estos fitónimos son de interpretación ambigua, con tendencia a ser malinterpretados y deformados por falsa etimología²⁷. Así, αἷμα δρακόντειον podía ser interpretado como ‘sangre de serpiente’ [zoo.] o ‘sangre de *drakontion*’ [bot.].

²² Se trata de una tinta: τὸ δὲ μέλαν· αἷμα δρακόντειον καὶ αἰθάλη χρυσοχοϊκή, “la tinta: sangre de *dragonera* y hollín de orfebre”. Sobre esta y sus paralelos, cf. Blanco Cesteros (en prensa).

²³ Gignac 1976: 297.

²⁴ Ogden (2013: 2-5) ofrece un excelente resumen de esta evolución.

²⁵ Dioscórides describe varios tipos de δρακόντειον identificados con la *Polygonum bistorta* L.; *Dracuntulus vulgaris* Schott o *Aurum dracuntulus* L.; *Aurum italicum* L. Sin embargo, Trinquier (2013: 321) considera que ninguno de ellos es la planta de la que procedía la citada “sangre”.

²⁶ Hardly & Totelin (2016: 98) citan un par de ejemplos a los que debe sumarse el fitónimo σαύρα, “lagarto”, estudiado por Amigues (2016).

²⁷ Rumor 2015: 81-83 y 215-218; Hardly & Totelin 2016: 97-98.

En el caso del αἶμα δρακόντειον, sin embargo, hemos sido afortunados, pues su naturaleza vegetal queda corroborada por varias fuentes tardías que la describen como una sustancia procedente de una planta denominada δρακόντιον:

– Cyran. 1.4.8 Kaimakis; siglo I/II d.C.

ἐκ τοῦ σπέρματος δὲ τῆς βοτάνης ταύτης ἐκθλίβεται ὁπός, ὃν καλοῦσι δρακόντιον αἶμα διὰ τὸ ἐρυθρὸν εἶναι.

De las semillas de esta planta se extrae una sustancia [ὁπός, ‘jugo, bálsamo, resina’] que es llamado “sangre” de *drakontion* a causa de su intenso color rojo.

– Aët. XV, 13.141 Zervos; siglo V/VI d.C.

συνάγεται δὲ τὸ δρακόντιον αἶμα ἐν τῇ Ἰνδικῇ χώρᾳ ἐκ τῆς δρακοντίου βοτάνης.

La “sangre” de *drakontion* se produce a partir de la planta *drakontion* en las tierras indias.

Ἐν τῇ Ἰνδικῇ χώρᾳ sitúa el origen de esta planta fuera del ámbito Mediterráneo, en algún punto difícil de determinar de las rutas comerciales que llegaban a Occidente a través de África y Oriente, como explica Trinquier (2013: 314-320). Esto permite identificar el αἶμα δρακόντειον con la resina producida por la *dragonera* de Socotra (*Dracaena Cinnabaris* Balf.; cf. Anexo II, img. 1) o, en alternativa, la *dragonera* canaria (*Dracaena draco* L.). A estas puede añadirse una segunda sustancia resinosa, sugerida por Gaillard-Seux (1999: 235), obtenida de la cubierta cerosa de los frutos de la palmera *Calamus draco* Willd (= *Daemonorops draco* [Willd.] Blume), que tenía las mismas cualidades que la resina de *dragonera* y de la que a menudo no se distinguía²⁸. En cualquier caso, las tres son resinas vegetales que se solidifican como el ámbar y que aún hoy en día son comercializadas en forma de gema o polvo con el nombre de “sangre de dragón” (imagen 1). Todas ellas son de color rojo intenso y han sido usadas desde época muy antigua tanto como pigmento como en la farmacopea occidental y oriental.

Sin embargo, αἶμα δρακόντειον no fue el único nombre de estas resinas, que circularon también en el mundo greco-latino bajo la dominación de ‘cinabrio índico’:

– *Periplo del mar Eritreo* §30 Belfiore ca. 40/70 d.C.):

Γίνεται δὲ ἐν αὐτῇ καὶ κιννάβαρι τὸ λεγόμενον Ἰνδικόν, ἀπὸ τῶν δένδρων ὡς δάκρυ συναγόμενον.

Se produce en esta [i.e. en la isla de Dioscórides, actual Suqutrah/Socotra] también el cinabrio denominado “índico”, que se recolecta en forma de lágrima de unos árboles.

El término griego κιννάβαρι, sin embargo, había sido empleado desde época clásica para denominar otra sustancia: un mineral conocido como cinabrio (sulfuro de mercurio –HgS–, en latín *minium*) y el pigmento rojo que de él se extraía (cf. Anexo II, imagen 2). La analogía de color con la resina de *dragonera* y el hecho de que am-

²⁸ La propuesta de Gaillard-Seux (i.e., la *Calamus draco* Willd) da validez al testimonio de las *Cyranides* (cf. *supra*), que Trinquier (2013: 322-323) había rechazado basándose en que ninguna especie de *dragonera* produce unos frutos como los descritos.

bas sustancias se emplearan como pigmentos fueron la causa, probablemente, de este desplazamiento. Esto nos lleva a dos problemas adicionales vinculados a los fitónimos que se entrecruzan en la sustancia que ahora tratamos: el de la *sinonimia* (una misma sustancia designada con diversos nombres) y la *homonimia* (un mismo término empleado para designar sustancias diversas)²⁹. Como es obvio, este cruce léxico provocó que κιννάβαρι dejara de ser unívoco y causó, a principios de nuestra Era, confusión entre ambas sustancias³⁰. Autores como Dioscórides y Plinio intentaron eliminar la ambigüedad estableciendo el latín *minium* como nombre del cinabrio³¹:

– Dsc., V 94 Wellmann

κιννάβαρι οἰονταί τινες τὸ αὐτὸ ὑπάρχειν τῷ καλουμένῳ μινίῳ πλανώμενοι· τὸ μὲν γὰρ μίνιον σκευάζεται ἐν Σπανίᾳ ἐκ λίθου τινὸς ...³²; τὸ δὲ κιννάβαρι κομίζεται μὲν ἀπὸ τῆς Λιβύης, πιπράσκειται δὲ πολλοῦ καὶ τοσοῦτον, ὥς μόλις ἐξαρκεῖν τοῖς ζωγράφοις εἰς τὴν ἐν ταῖς γραμμαῖς ποικιλίαν. ἔστι δὲ καὶ βαθύχρουν, ὅθεν ἐνόμισάν τινες αὐτὸ αἷμα εἶναι δρακόντιον. δύναμιν δὲ ἔχει τὸ κιννάβαρι τὴν αὐτὴν τῷ αἱματίῃ, [...]³³.

Algunos piensan, erróneamente, que el *kinnabari* es la misma sustancia que el denominado *minio* (μίνιον). Por lo que respecta al *minio*³⁴, este se prepara en Hispania a partir de una cierta piedra ...; el *kinnabari*, por su parte, es importado de Libia y se vende en cantidades tan pequeñas que apenas les basta a los pintores para la decoración de las letras. Tiene un color intenso, por lo que algunos piensan que esto es *sangre de serpiente*. El *kinnabari* tiene las mismas propiedades que el *hematites*, [...].

– Plin., Nat. XXXIII, 116 Zehnacker

*Vocant Graeci miniumque cinnabarim; unde natus error Indico nomine*³⁵. *Sic enim appellant illi sanie draconis elisi elephantorum morientium pondere permixto utriusque animalis sanguine, ut diximus, neque est alius colos, qui in pictura proprie sanguinem reddat. Illa cinnabaris antidotis medicamentisque utilissima est. At, Hercules, medici, quia cinnabarim vocant, utuntur hoc minio, quod venenum esse aulo mox docebimus.*

Los griegos llaman también al *minium* [i.e. cinabrio] *cinnabaris*; de donde nace un error a causa de este nombre indico [i.e. *cinnabaris*]. En efecto, estos llaman también así al humor de las serpientes aplastadas por el peso de los elefantes moribundos, en la que se mezcla la sangre de uno y otro animal, que, como dijimos, no

²⁹ Véase Hardy & Totelin 2016: 93-103.

³⁰ Como señala Plinio en el pasaje que se cita a continuación, se trata de una confusión de no poca importancia, porque, frente a las propiedades médicas de la resina de *dragonera*, la alta concentración de mercurio que posee el cinabrio –mena natural de este metal– hace de él un veneno letal.

³¹ Para un análisis más profundo, *vid.* Trinquier 2013: 308-313 y Martelli 2014. Sin embargo, coincido con Martelli en que la especialización semántica que establece Trinquier no se generalizó (*cf.* n.36, *infra*).

³² Extraigo, para mayor brevedad, el *excursus* sobre la extracción del cinabrio.

³³ El texto continúa con las propiedades farmacológicas del cinabrio líbico.

³⁴ No confundir con el término de las lenguas modernas ‘minio’, que designa el tetróxido de plomo, un pigmento rojo de producción artificial llamado en la antigüedad *secundarium minium* (Plin., Nat. XXXIII 119) o cinabrio manufacturado (Teophr., *Lap.* 58 Caley).

³⁵ Este pasaje contiene variantes importantes, *vid.* Zehnacker 1983: 203-204, n.1, para su comentario.

hay otro color que represente la sangre en la pintura de forma más adecuada. Este *cinnabaris* es utilísimo para los antidotos y medicamentos. Pero –¡por Hércules!–, los médicos, como lo llaman *cinnabaris*, usan nuestro *minium* [i.e. cinabrio], que es un veneno, como mostraremos en breve.

La necesaria distinción terminológica que defienden Dioscórides y Plinio, sin embargo, no se afianza³⁶; por el contrario, las propias lenguas modernas prueban que *cinnabaris* fue el término que se triunfó para este mineral. De hecho, ni siquiera el propio Dioscórides, a pesar de sus esfuerzos, fue ajeno a cierta inconsistencia, heredada sin duda de sus fuentes³⁷. No obstante, los dos pasajes que se acaban de citar resultan interesantes para la presente discusión por dos motivos. En primer lugar, ambos confirman –aunque cada uno a su manera– la existencia de una creencia popular según la cual αἷμα δράκόντιον / *sanguis draconis* era, realmente, sangre de serpiente³⁸. Dioscórides no se pronuncia al respecto, e incluso se distancia de esta idea, como sugiere el ἐνόμισάν τινας, pero Plinio no deja lugar a dudas: el *sanguis draconis* era ‘sangre de serpiente’³⁹. En segundo lugar, deseo llamar la atención sobre la comparación final del texto del Dioscórides, que nos devuelve a la entrada de los *Hermeneumata*.

En este pasaje, la resina de *dragonera* (bajo la denominación de κιννάβαρι líbico) se equipara con la gema que en la antigüedad llamaban *hematites*⁴⁰. Dioscórides señala que ambas tenían propiedades farmacológicas similares, lo que ya es un punto de contacto que explicaría, por sí solo, la entrada de los *Hermeneumata*: αἷμα ὀφθαλμοῦ αἱματίτης λίθος. Pero, ¿implica esta entrada una equivalencia o una identificación? Responder a esta pregunta es difícil, pero hay que tener en cuenta que también el término αἱματίτης deriva del griego αἷμα, ‘sangre’ (Gal. *SMT* XII 195.5 Kühn), debido al intenso color rojo de esta gema. Teofrasto (*Lith.* 37) incluso dice que “parece hecha de sangre coagulada”. Podemos preguntarnos, entonces, si la resina de *dragonera* –denominada αἷμα por su color (cf. Anexo II, imagen 1) y que algunos consideraban verdadera sangre– pudo haber sido confundida también con esta gema. Este hecho no parece difícil; incluso puede que esta confusión se encuentre atestiguada en algunos *Lapidarios* que afirman que, tras un proceso de cocción, el *hematites* podía

³⁶ Como señala Martelli (2014: 39-44), Galeno cita el κιννάβαρι entre τὰ μεταλλικὰ φάρμακα, sin aludir a su doble significado (Gal. XII 221, 15-16 Kühn), y el léxico médico medieval *Alphabetum Galieni* –cuya fuente parece haber sido un léxico médico griego ca. I a.C./I d.C.– afirma precisamente lo contrario de lo que dice Dioscórides: *cinnabar non est sanguis draconis, quod aliqui putant, sed fit de lapide* “el cinnabar no es ‘sangre de serpiente *drakōn*’, como algunos piensan, sino que se hace a partir de una piedra”, cf. *Alphabetum Galieni* 58 (Everett 2012: 188).

³⁷ En Dsc., V 95 se utiliza el término κιννάβαρι en vez de μύριον al describir cómo procesar el cinabrio para extraer mercurio.

³⁸ Trinquier (2013: 307), señala que, “comme les autres *exotica*, les pigments importés depuis des contrées lointaines ne voyageaient en effet pas seuls, mais il circulait avec eux un ensemble d’informations qui permettaient de leur conférer lustre et prestige”. Esto, si bien es cierto, no descarta que se trate de una etiología popular formada a raíz del nombre de esta sustancia. Los nombres botánicos –incluso los descriptivos que aludían a características evidentes de la planta– eran especialmente susceptibles de generar este tipo de explicaciones, cf. Hardy & Totelin 2016: 97.

³⁹ Esta leyenda popular es descrita con más detalle en Plin. *Nat.* VIII 12. Sobre este motivo en la literatura, vid. Trinquier 2013: 331-342.

⁴⁰ Estoy de acuerdo con Caley & Richards (1956: 138-139) en que cuando los autores antiguos describen la αἱματίτης como una gema de color rojo brillante no se refieren a lo que conocemos actualmente como hematites u oligisto, un mineral gris o negro metalizado (cf. Anexo II, imagen 3), que recibió el mismo nombre.

“disolverse”⁴¹. Ya se trataría de una gema o un mineral, esto no es factible, pero la sangre de *dragonera*, al ser una resina, funde a una cierta temperatura y es soluble en aceite y alcohol.

Por lo tanto, si se tiene en cuenta todo lo dicho hasta ahora, la identificación con la *hematites* que ofrece la col. B es clave para comprender que el αἷμα ὄφεως de la col. A es la sustancia conocida en la Antigüedad como αἷμα δρακόντειον. La interpretación literal de la expresión αἷμα δρακόντειον como ‘sangre de serpiente’ –bastante extendida en la Antigüedad– podría haber motivado que el término derivativo δρακόντειον (aquí un fitónimo) fuera reemplazado por el genitivo de ὄφις, generando un sinónimo de idéntico valor léxico –αἷμα ὄφεως, ‘sangre de serpiente’–, pero sin el mismo valor semántico, ya que este nombre no se empleó nunca para la resina de la δρακόντιος βοτάνη. En cualquier caso, la identificación con la *hematites* muestra que, curiosamente, el redactor de la lista no pensaba que realmente fuera sangre. Si aceptamos, entonces, que en la col. A debería leerse αἷμα δρακόντειον, la identificación que ofrece la col. B no es correcta técnicamente hablando, como ya se ha señalado, pero los *Lapidarios* órficos prueban que en ciertos círculos pudo haberse producido

2.2. Caso 2: (§ 8) αἷμα κυνοκεφάλου· αἷμα καλαβότου, ‘sangre de babuino: sangre de gecko’

Αἷμα κυνοκεφάλου (literalmente, ‘sangre de babuino’) fue uno de los primeros *Drecknamen* de los *Hermeneumata* en ser identificado como una sustancia vegetal⁴² gracias a otros pasajes de los propios papiros mágicos que mencionan una κυνοκεφαλῖος χόρτος (PGM V 371) o κυνοκεφαλίδιον βοτάνη (PGM VII 620)⁴³. Κυνοκέφαλος y sus derivados κυνοκεφάλειον/–ιον, κυνοκεφάλια y el diminutivo κινωκεφαλίδιον⁴⁴, son un grupo de fitónimos formados sobre el nombre del babuino⁴⁵ (en griego, κυνοκέφαλος). Varios testimonios, además de los papiros mágicos, los vinculan al ámbito egipcio. El primero es de Plinio, quien dice haber escuchado hablar de esta planta a Apión el gramático:

– Plin., *Nat.* XXX 18

Quaereat aliquis, quae sint mentiti veteres magi cum adulescentibus nobis visus Apion grammaticae artis propiderit cynocephalian herbam, quae in Aegypto vocaretur osiritis, divinam et contra omnia veneficia, sed si tota eruetur, statim eum, qui eruisset mori, seque evocasse umbras ad percunctandum Homerum, quam patria quibusque parentibus genitus esset, non tamen ausus profiteri, quid sibi respondisse diceret.

Que busque cualquiera sobre qué cosas mintieron los antiguos magos. Cuando éramos adolescentes, Apión, conocido en el arte de la gramática, nos enseñó que la hierba *cynocephalia*, que llamaban *osiritis* en Egipto, era divina y servía contra

⁴¹ Orph., *L.* 21. 659-662 y *L. Ker.* 22.2, edición de Schamp & Halleux 1985. La datación del *Lapidario Órfico* varía entre el siglo II y IV d.C., lo que lo sitúa en un marco cronológico cercano a nuestro texto.

⁴² LiDonnici 2002: 371-373.

⁴³ Véase también PGM III 468 y 479; V 197; VIII 53. Sobre el contexto, cf. n. 52, *infra*.

⁴⁴ Variantes muy similares son presentadas por Amigues (2016: 16) para el mastuerzo (*Lepidium sativum* L.): σαύρα, σαύριον, σαυρίγγη y σαυρίδιον.

⁴⁵ No empleo la traducción literal ‘cabeza (o ‘cabecita’) de perro’, porque en el contexto egipcio al que los diversos testimonios circunscriben este fitónimo, κυνοκέφαλος se habría interpretado como el nombre del babuino

todo encantamiento, pero que, si era arrancada de raíz, inmediatamente a aquel que la había arrancado lo mataba, y (contaba) que él mismo había evocado las sombras para preguntar a Homero de qué patria era y quienes fueron sus padres. No osó, sin embargo, decir qué le había contestado.

Apión fue un egipcio helenizado, reputado estudioso de Homero, que vivió ca. 20 a. C. – 45/48 d.C. y que Plinio vincula aquí con los *magoi*, algo que coincide con la imagen –generalmente negativa– que transmite de él la literatura⁴⁶. La incredulidad de Plinio hacia las palabras de Apión es inequívoca, pero, hoy, el testimonio de los papiros mágicos confirma el uso de la *cynocephalia* entre los magos greco-egipcios⁴⁷.

El segundo testimonio procede de los *synonyma* de Dioscórides, donde κυνοκέφαλος se vincula con dos plantas –la zaragatona⁴⁸ y el eneldo⁴⁹–, de las que me interesa especialmente la última. Aprovecharé su análisis para comprar el texto de los *synonyma* con las entradas de los *Hermeneumata* en las que se mencionan tanto la *cynocephalia* como el eneldo (ἄννηθον/ἄνηθον):

– Dsc., III 58 RV Wellman

ἄνηθον τὸ ἐσθιόμενον· οἱ δὲ πολύειδος, οἱ δὲ ἀνίκητον, προφῆται γόνος κυνοκεφάλου, ὁμοίως τρίχες κυνοκεφάλου, οἱ δὲ γόνος Ἑρμοῦ, Αἰγύπτιοι ἀραχοῦ, Ρωμαῖοι ἀνήθουμ, (etc.).

Eneldo comestible: unos (lo llaman) *polýeidon* ('de muchas formas'), otros, *anikēton* ('invencible'), los *prophetai* 'semen de babuino' o, igualmente, 'pelos de babuino', otros 'semen de Hermes', los egipcios, *arachouí*; los romanos, *anēthum*, (etc.).

– *Hermeneumata*

(§ 6) δάκρυα κυνοκεφάλου· χυλὸς ἀννήθου, "lágrima de babuino: jugo de eneldo"

(§ 8) αἷμα κυνοκεφάλου· αἷμα καλαβώτου, "sangre de babuino: sangre de lagarto"

(§ 11) τρίχες κυνοκεφάλου· ἀννήθου σπέρμα, "pelos de babuino: semillas de eneldo"

(§ 12) γόνος Ἑρμοῦ· ἄννηθον, "semen de Hermes: eneldo"

Como puede verse, los *synonyma* confirman tres de las cuatro expresiones que tenemos en la col. A de los *Hermeneumata*, y atribuyen dos –γόνος κυνοκεφάλου y τρίχες κυνοκεφάλου– a la lengua de los *prophetai*. La atestación de 'pelos de babuino' en la receta 43a del *Libro de las Serpientes*⁵⁰ prueba no sólo el origen egipcio de estas expresiones, sino también la antigüedad de su uso en la medicina egipcia. Los *synonyma* revelan también la sinonimia existente entre las designaciones γόνος

⁴⁶ Cf. Dufault 2019: 59-63.

⁴⁷ De hecho, este pasaje no carece de fundamento "mágico": la idea de que ciertas plantas, en el momento de su recolección, eran nocivas si no se tomaban una serie de precauciones práctico-rituales formaba parte del saber botánico popular y, en especial, de las prácticas de los ῥιζοτόμοι, una categoría de practicante ritual especializada en la recolección de plantas, como refleja el libro IX del *De historia plantarum* de Teófrasto, cf. Scarborough 1991: 144, 149-150. Por otro lado, los papiros mágicos demuestran que la *cynocephalia* estaba especialmente ligada a prácticas destinadas a la obtención de conocimiento, finalidad que también tiene la práctica descrita, cf. n.52, *infra*.

⁴⁸ Dsc., IV 69, s.v. ψύλλιον ('zaragota', *Plantago psyllium* L.).

⁴⁹ Dsc., III 58 RV, s.v. ἄννηθον (*Anethum graveolens* L.; cf. Anexo II, imagen 4).

⁵⁰ Dieleman 2005: 201. Se trata de un libro sobre la identificación de las serpientes y el tratamiento de su mordedura que data de la dinastía XXVI (664-525 a. C.), cf. Sauneron 1989.

Ἑρμοῦ y γόνος κυνοκεφάλου. No es extraño: el babuino era considerado en Egipto la representación teriomórfica del dios Thoth⁵¹, con el que Hermes se identificó y sincretizó. Hermes-Thoth-babuino son, por lo tanto, una misma entidad⁵².

El texto de Dioscórides corrobora también la identificación de la κυνοκέφαλος / κυνοκεφάλιον con el eneldo. Pero en este aspecto, los *Hermeneumata* podrían ser, incluso, más precisos. Las entradas arriba citadas sugieren que las δάκρυα ('lágrimas') de esta planta se corresponden con el χυλός ('jugo')⁵³, y los τρίχες ('pelos') con σπέρμα ('semillas'). Es decir, los términos 'semen', 'pelos', 'lágrimas', etc. de las expresiones de la columna A parecen formas metafóricas de referirse a las distintas partes y derivados de una planta. Esta hipótesis concuerda con el αἶμα del Caso 1, que era una resina. Esto abre la posibilidad de que sustancias como Ἑρμοῦ δάκτυλοι ('dedos de Hermes', PGM II 76 y III 468) o κόπρον κυνοκεφάλου ('excremento de babuino', IV 2455 y 2582) sean también nombres de otros derivados o partes del eneldo.

Pero entonces, ¿por qué la correspondencia de αἶμα κυνοκεφάλου es αἶμα καλαβώτου ('sangre de gecko')⁵⁴ en vez del esperado eneldo? En relación con esta pregunta los papiros mágicos resultan de poca ayuda. Αἶμα κυνοκεφάλου aparece en otros dos pasajes de PGM: como ingrediente de una tinta (PGM XIII 315⁵⁵, que menciona esta sustancia sin más información sobre ella), y en PGM IV 2645, donde se menciona en el contexto de un hechizo⁵⁶. El hecho de que, en el ritual que acom-

⁵¹ Véase, por ejemplo, Doxey 2001: 398-400, y Pinch 2002: 114 (s.v. *baboon*).

⁵² El vínculo simpático entre esta planta y Hermes-Thoth, divinidad ligada al conocimiento, es especialmente apreciable en los textos mágicos: PGM III 468ss. describe un remedio para recordar en el que se utiliza una planta llamada Ἑρμοῦ δάκτυλοι. El nombre de Thoth aparece en la invocación (l. 471). PGM III 479 es una prognosis en la que el epíteto de la invocación φῶρ, 'ladrón', permite reconocer a Hermes. Según el texto (l. 485), otro antígrafo refiere una invocación distinta, destinada a descubrir un ladrón; la influencia de Hermes sigue estando presente. En V 197, esta planta se emplea para purificar a los participantes en un ritual en el que se invoca a Hermes; PGM V 371 es una invocación a Hermes con fines prognósticos; PGM VIII 53-63, una práctica a Hermes para conseguir éxito y favores. El mago talla una figurita en forma de babuino "que debe llevar el casco alado de Hermes" y recibe el nombre de este dios (l. 55). El nombre de Thoth (Θωθ) aparece en la fórmula de la ofrenda (l.59). Las únicas prácticas en las que no se percibe ninguna vinculación con Hermes-Thoth, ni siquiera en la finalidad de la misma, son PGM VII 620 y PGM XIII 315.

⁵³ Χυλός puede ser desde una infusión a la sabia o líquido exudado por una planta. Las fuentes antiguas que hablan del eneldo no mencionan que se extrajera de él ningún tipo de jugo, pero sí se hacía del hinojo (Dsc., III 70). Algunas variedades incluso producían una sabia gomosa que se cosechaba del tallo (*ibid.*). En este sentido debe tenerse en cuenta que el eneldo (ἄνηθον, *anēthum*; *Anethum graveolens* L., cf. Anexo II, imagen 4), el hinojo (μάραθρον, *feniculum*; *Foeniculum vulgare* Mill., cf. Anexo II, imagen 5) y el anís (ἄνησσον, *anēsum*; *Pimpinella anisum* L., cf. Anexo II, imagen 6) son tres especies vegetales de gran similitud morfológica. De hecho, su diferenciación sigue siendo hoy en día motivo de consultas. Es probable, por lo tanto, que también en la antigüedad fueran confundidas.

⁵⁴ *Platyedactylus mauretanicus*, en griego καλαβώτης o, más frecuentemente, ἀσκαλαβώτης o σκαλαβώτης. Hesiquio recoge también ἀσκόλαχα (s.v. ἀσκόλαχα) y algunos léxicos tardíos (Peudo-Zonaras, Focio), κωλώτης (s.v. κωλώτης); no obstante, *vid.* n.57, *infra*.

⁵⁵ λαβὼν χάριτην ἱερατικὸν γράμμον εἰς αὐτὸν ζμυρνομέλανι καὶ αἵματι κυνοκεφάλου, "toma papiro hierático y escribe sobre él con tinta de mirra y sangre de babuino".

⁵⁶ PGM IV 2639-2670 es un hechizo del tipo *diabolé* o difamación ritual en el que –como es propio de esta clase de *lógos* mágico– a la víctima se le atribuyen una serie de acciones *contra lege* con el fin de dirigir la ira de los dioses contra ella (cf. Blanco & Chronopoulou 2017). En este caso, el αἶμα κυνοκεφάλου aparece citada como ingrediente de la ofrenda que la víctima supuestamente ha hecho. Este tipo de acusaciones a veces, como es el caso, tenían un paralelo simbólico en las acciones que el *defigens* –la persona que realizaba la maldición– hacía durante el ritual, y que, por medio de la *diabolé*, se atribuían a la víctima. Por ello, muchas de las sustancias enumeradas como parte de la ofrenda de la víctima (Il. 2639-2650) pueden identificarse con las empleadas por el *defigens* en el ritual (Il. 2680-2687). Esta práctica y la *diabolé* tienen una segunda versión (PGM IV 2434-2569) que sigue sin resolver el interrogante. La *diabolé*, más breve, no detalla los ingredientes empleados por la víctima y en el sahumero ofrecido por el mago se emplea κόπρον κυνοκεφάλου, que es ambiguo: podría ser una concreción de la κυνοκεφάλου οὐσία (entonces debería leerse de forma literal, 'estiércol de babuino' [zoo.]), o podría ser una versión que emplea otra parte de la *cynocephalia*.

pañ a este último, se equipare esta sustancia con la *materia mágica* de un babuino (l. 2683) nos indica que el redactor de la práctica interpretó αἷμα κυνοκεφάλου de forma literal. Sin embargo, a la luz de lo expuesto, es obvio que ni es verdadera sangre de babuino ni es correcta tampoco la identificación αἷμα καλαβώτου. Por consiguiente, para la presencia de esta última pueden sugerirse varias explicaciones: la correspondencia que hubiéramos esperado (el eneldo o alguna de sus partes) podría haber sido desplazada por alguna asociación subyacente, como ocurría con la *hematites* en relación con la “sangre de *dragonera*”. Otra posibilidad, que no excluye la anterior, es que αἷμα καλαβώτου sea otra sustancia vegetal y καλαβώτης un fitónimo. Los *synonyma* de Dioscórides apoyan esta interpretación, ya que recogen el homófono καλαβῶτις como fitónimo de la cebolla en la lengua de los *prophetai* (κρόμμυον, *Allium cepa* L.; cf. Dsc., II 151 RV). Este fitónimo, de hecho, parece probable en base a una asociación *similia similibus curantur*, siempre de cuño egipcio: en esta cultura, la cebolla era empleada contra las serpientes y otros reptiles venenosos⁵⁷, propiedad celebrada en el festival de Bastet⁵⁸. De ser así, αἷμα καλαβώτου debería interpretarse, entonces, como ‘jugo/sabia de la *kalabōtis*’, lo que implica que esta expresión debería estar en la col. A y no en la B, como aparece en los *Hermeneumata*. Es decir, aquí podría haberse producido la confluencia de dos términos pertenecientes a la col. A en una sola entrada de la lista (por una mala lectura de algún antígrafo, por un salto de línea en el proceso de copia, etc.). Un fenómeno de naturaleza textual similar provocó, por ejemplo, el cruce –por la inversión de los nombres en alguna de las dos columnas– de las entradas § 26 (γόνος Ἡλίου· ἐλλέβορος λευκός) y § 27 (γόνος Ἡρακλέους· εὐζωμον λέγει), ya que, según los *synonyma*, γόνος Ἡρακλέους no es el nombre del εὐζωμον (‘rúcula’, *Eruca vesicaria* L.), sino del ἐλλέβορος λευκός, y viceversa, es plausible que la rúcula hubiera sido llamada γόνος Ἡλίου (cf. *infra*).

2.3. Caso 3: ἀπὸ Τιτᾶνος· θρίδαξ ἀγρία, ‘de Titán: lechuga silvestre’ (§ 28)

col. xvi 19	(§26)	γόνος Ἡλίου	ἐλλέβορος λευκός
20	(§27)	γόνος Ἡρακλέους	εὐζωμον λέγει
21	(§28)	ἀπὸ Τιτᾶνος	θρίδαξ ἀγρία

En la entrada § 28, en ἀπὸ Τιτᾶνος se ha omitido el término de la *Dreckapotheke*. Al aparecer en una secuencia de tres sustancias derivadas de dioses en la que las dos precedentes son γόνος⁵⁹, el contexto sugiere que este es el término omitido⁶⁰. Sin embargo, como se verá un poco más adelante, también hay argumentos que apoyan αἷμα, por lo que, en este caso, no es posible tener seguridad a cerca de la integración.

⁵⁷ Aunque la cultura egipcia diferenciaba bien los distintos tipos de serpiente, existía bastante confusión en lo que respecta a geckos y lagartos, que no se diferenciaban tampoco de otros animales nocivos y rastreros, cf. Hansen 2000. Ambos eran considerados en Egipto (y siguen siéndolo hoy en día a nivel popular) no solamente venenosos, sino potencialmente contaminantes: se les responsabilizaba de diversos tipos de pestilencias e, incluso, de la podredumbre de los alimentos (Hansen 2000: *passim*). Por ello, ni parece probable que la ‘sangre de lagarto’ que aparece en un remedio oftálmico de P.Ebers (no. 424 Ghalioungui) fuera realmente la sangre de este animal, ni que αἷμα καλαβώτου lo sea: ningún médico-sacerdote egipcio la habría empleado o incluso manipulado.

⁵⁸ Cf. Graindorge-Hereil 1994; Murray 2006⁴: 628-630.

⁵⁹ Cf. n. 10, *supra*.

⁶⁰ Cf., e.g., en las entradas § 35-37 sólo la primera indica la sustancia (στήρ), que se sobreentiende en las dos siguientes.

Por lo que respecta a γόνος, los argumentos a su favor son los siguientes. Θρίδαξ se traduce generalmente como ‘lechuga’, del latín *lactuca*, término que procede de *lac*, *lactis*, “leche”, debido a la sabia lechosa –denominada *lactuarium* (cf. Anexo II, imagen 9)– que las distintas plantas de esta especie exudan. Es necesario aclarar que nuestra actual ‘lechuga’ (*Lactuca sativa*) era un vegetal desconocido en el periodo que tratamos, que ha ido evolucionando a través de la selección agrícola y que está emparentada (si es que no deriva) con las variedades de *lactuca* que sí se conocían en la antigüedad, la *Lactuca virosa* L. (cf. Anexo II, imagen 8) y la *Lactuca serriola* L. (cf. Anexo II, imagen 7)⁶¹. Esta última es la variedad que generalmente se identifica con el fitónimo griego θρίδαξ ἄγρία (que traduzco como ‘lechuga silvestre’). Sin embargo, los testimonios artísticos y literarios muestran que la *lactuca* egipcia era una variedad mucho más grande, desconocida –o extinta– hoy en día. Esta planta era considerada símbolo de la fertilidad y se le atribuían propiedades afrodisiacas⁶². El motivo podría estar en el *lactuarium* que, por su textura y color, podría haber recordado al semen (*similia similibus curantur*). De hecho, la vinculación entre la *lactuca* egipcia y el semen es muy antigua: se encuentra ya en el papiro Chester Beatty I, recto, col. 11-13 (ca. 1190 a 1070 a.C.), que narra cómo el dios Seth se quedó embarazado al comer una *lactuca*⁶³ sobre la que Isis había depositado el semen de su hijo Horus⁶⁴, una de las múltiples manifestaciones del astro solar en la cultura egipcia⁶⁵. La conexión entre Horus y las propiedades afrodisiacas de las *lactuca* apoya que la expresión γόνος Ἡλίου de la entrada § 26 (cf. *supra*) no fuera el elébora, como sugiere dicha entrada, sino εὔζωμον (‘rúcula’⁶⁶), que es la equivalencia sin embargo de la entrada § 27 (cf. *supra*): esta verdura, como la lechuga silvestre (de la que morfológicamente se distingue sólo por la flor), también era consumida por sus propiedades afrodisiacas⁶⁷. El par Horus-Helio nos da la clave para entender el porqué del nombre Τιτάν.

Τιτάν es un epíteto solar con una larga tradición en la cultura griega en relación con Helio⁶⁸ y de empleo muy frecuente en referencia a la gran divinidad sincrética de carácter solar que aparece en la magia greco-egipcia (e.g., PGM II 86, III 210, XXIII 5, etc.). Es decir, γόνος ἀπὸ Τιτᾶνος (o γόνος Τιτᾶνος) y γόνος Ἡλίου podrían haber sido la helenización de una posible (aunque hipotética) denominación γόνος Ὠρου, ‘semen de Horus’, verosímil en relación con la *lactuca* (y similares)

⁶¹ Cf. Murray 2006⁴: 631-632. Estas “lechugas”, sin embargo, no eran empleadas como comestibles, sino por las propiedades farmacológicas de sus semillas (y el aceite que se extraía de ellas) y el *lactuarium* (cf. *ibid.*). Este último, de hecho, puede variar desde un sedante suave a un fuerte opiáceo dependiendo de la variedad de *lactuca* de la que proceda. Es decir, incluso si γόνος no se refiriese aquí al *lactuarium*, sino sencillamente a las semillas (σπέρμα, γόνος) tendría sentido, porque estas eran uno de los principales motivos por los que se cultivaban estas especies.

⁶² Cf. Harlan 1986 y Murray 2006⁴: 631-632.

⁶³ Sigo aquí la propuesta mayoritaria sobre la identificación del vegetal del que habla este mito, cf. Harlan 1986: 6-7. Ver *ibid.*, p.6, tabla 1, para un resumen del resto de propuestas que se han hecho.

⁶⁴ Vid. una traducción al inglés en Lichtheim 1976: 220-221. Pinch (2004: s.v. Min) señala que, en este mito, Horus se encuentra identificado con el dios Min, algo que indican el fuerte carácter sexual de la escena, el aspecto fecundador del dios, la propia “lechuga” (símbolo de Min).

⁶⁵ Vid., e.g., Meltzer 2001 y Pinch 2004: s.v. Horus.

⁶⁶ Existen (y eran conocidos ya en la Antigüedad) distintos tipos de rúcula, comprendidos bajo el nombre de εὔζωμον: *Eruca vesicaria* L. y *Diplotaxis tenuifolia* L.

⁶⁷ Cf. Dsc. II 140 Wellmann.

⁶⁸ Como epíteto de Helio, aparece ya en Empédocles (fr. 48 = 31 B 38 DK).

en el mundo egipcio. Tal doblete no carece de fundamento: un par equivalente⁶⁹ se atestigua para el calamento (*Calamintha officinalis* Moench) en los *synonyma* de Dioscórides.

– Dsc., III 35 RV Wellmann

καλαμίνθη· (...) ⁷⁰προφηται αἴλουρον ἢ πρόγονος Ἀπόλλωνος ⁷¹ἢ γόνος Ὠρου,

Calamento: (...), los profetas (la llaman) ‘gato’ o ‘ancestro de Apolo’⁷² o ‘semen de Horus’.

Por su parte, la integración de αἶμα⁷³ tiene también su fundamento en el testimonio de los *synonyma*, que recogen αἶμα Τιτάνου⁷⁴, “sangre-de-Titán”, como el nombre de la θρίδαξ ἀγρία en la lengua de los *prophetai*:

– Dsc., II 136 RV Wellmann

θρίδαξ ἀγρία· οἱ δὲ καὶ τοῦτο ἱεράκιον, προφηται αἶμα Τιτάνου, Ζωροάστρης φέρομβρος, Αἰγύπτιοι ἐμβρωσί, Ῥωμαῖοι λακτοῦκαμ ἀγρέστε<μ>.

Lechuga silvestre: unos la llaman *hierákion*; los profetas, ‘sangre-de-Titán’; Zo-roastro, *phérombros*; los egipcios, *embrosí*; los romanos, *lactuca agrestis*.

Antes de terminar quiero llamar la atención sobre otro de los nombres recogidos en este pasaje: ἱεράκιον. Se trata de un fitónimo formado sobre ἱέραξ, -ακος, ‘halcón’, que podría traducirse como ‘planta del halcón’. Esta ave nos conduce de nuevo a Horus, puesto que el halcón era su representación teriomorfa⁷⁵. Aunque el fitónimo ἱεράκιον no es atribuido de forma unívoca a la θρίδαξ ἀγρία, los textos greco-latinos lo emplean para referirse a un conjunto de plantas que, en realidad, pertenecen a la misma subfamilia –*Cichorioideae*– que las ya mencionadas *Lactuca serriola* y *virosa*⁷⁶. En cualquier caso, su identificación con la θρίδαξ ἀγρία puede sostenerse también en base a un relato, recogido en varios autores greco-latinos, según el cual la capacidad que tienen los halcones para mirar fijamente al sol sin cegarse y su excelente visión se debía a una planta de propiedades oftálmicas con la que estos se

⁶⁹ En el pasaje de los *synonyma* que se cita, aparece Apolo en vez de Titán, pero debe tenerse en cuenta que el proceso de sincretismo entre Apolo y Helio iniciado en época arcaica finaliza y se afianza en época helenística. En el siglo II a.C., de hecho, las fuentes atestiguan ya la generalización de la designación Apolo-Helio tanto en las inscripciones como en las consultas oraculares (cf. Fontenrose 1988: 113-114). Es decir, en esta época, Apolo, como Titán, es uno más de los nombres que tiene la divinidad solar. Vid. también la n. 71, *infra*.

⁷⁰ Extraigo, para mayor brevedad, los *synonyma* anteriores.

⁷¹ Si tenemos en cuenta todo lo expuesto en esta sección, así como un probable γόνος ἀπὸ Τιτάνος, creo razonable proponer que πρόγονος (‘antepasado, ancestro’) sea el resultado de una transposición. Este término no tiene paralelos en las expresiones botánicas, pero γόνος πρὸς Ἀπόλλωνος sería sinónimo de γόνος Ὠρου y γόνος ἀπὸ Τιτάνος, ‘semen procedente de [nombre de la divinidad solar]’. Vid. también la n.69, *supra*.

⁷² Cf. n.69, *supra*.

⁷³ Esta es la propuesta de Preisendanz (1974: 85, *ad loc.*) y Betz (1986: 168, *ad loc.*).

⁷⁴ αἶμα Τιτάνου está también recogido como nombre de la zarzamora (βάτος/*batos*, cf. Dsc., IV 37 RV; Ps. Apul., *Herb.* 88), del ‘rabo de gato’ (σιδηρίτις, cf. Dsc., IV 33 RV) y del girasol (*heliotropia*, cf. Ps. Apul., *Herb.* 49).

⁷⁵ Cf. n.65, *supra*.

⁷⁶ Se trata de el ἱεράκιον τὸ μέγα (Dsc., III64a; *Urospermum picroides* Schm.) y el ἱεράκιον τὸ μικρόν (Dsc., III 64b; *Scorzonera resedifolia* L.). La excepción sería la δρακοντία μεγάλη (*Dracunculus vulgaris* Schott), que recibe este nombre en Dsc., II 166, pero pertenece a una familia vegetal distinta.

ungían los ojos⁷⁷. Dependiendo del autor, en dicho relato el nombre de la planta varía entre *ιεράκειον* (Horap., I 6.5 Sbordone), *hieracion* (Plin. Nat. XX 60-64) y *θρίδαξ ἄγρία* (Ael. NA II, 43).

Pues bien, aunque en los papiros mágicos no se emplea nunca la *θρίδαξ ἄγρία* ni ninguna sustancia denominada *αἷμα/γόνος Τιτάνου*, la ‘planta del halcón’ sí que devuelve varias concordancias: en PGM IV 901 se emplea una *ιερακίτις βοτάνη* y en PGM IV 2093-2097 se describe una tinta realizada, precisamente, con *αἷμα ιεράκειον*⁷⁸. Como sucedía en el caso de *αἷμα δρακόντειον*, la interpretación de *αἷμα ιεράκειον* es ambigua: puede leerse como ‘sangre de *hieracion* [bot.]’ o como ‘sangre de halcón [zoo.]’. La confirmación del fitónimo en otras fuentes apunta a la primera, y aunque así no fuera, hay motivos rituales para pensar que no es verosímil que un mago greco-egipcio empleara la sangre de un halcón para escribir⁷⁹. En cualquier caso, la existencia de una sustancia denominada *αἷμα ιεράκειον*, a través del vínculo halcón-Horus-sol, proporciona un argumento adicional en favor de la integración <αἷμα> ἀπὸ Τιτᾶνος

En resumen, los testimonios analizados revelan que, en Egipto, el dios solar Horus estuvo vinculado a una variedad de *lactuca* que recibía distintos nombres en relación con él. Así, el vínculo entre la ‘lechuga silvestre’ o *θρίδαξ ἄγρία* y la expresión de la columna A pueden considerarse, *grosso modo*, válidos. Queda abierto, sin embargo, cuál sería, exactamente, la expresión de la columna A, ya que, como se ha mostrado, tanto *γόνος* como *αἷμα* son factibles por distintos motivos. No obstante, tampoco puede excluirse que, como ocurría con el eneldo en el Caso 2, ambas se emplearan para referirse a diversas partes o productos de la *θρίδαξ ἄγρία* (e.g., las semillas y el *lactuarium*, los dos productos fundamentales de esta planta en la Antigüedad). Esto nos lleva a plantearnos la corrección de otra entrada: *καρδία ιέρακος· ἀρτεμισίας καρδία* (§ 31), en la que, por cuestiones de extensión, no me detendré en este estudio.

3. Los *Hermeneumata*: una nueva hipótesis

Los casos analizados demuestran que la correspondencia notada por Dieleman entre la *cynocephalia* y el eneldo, se produce también, con mayor o menor acierto, en otras entradas de esta lista. El hecho de que las expresiones de una y otra columna sean equivalentes (o, al menos, lo fueran para su redactor) hace que el término *ἐρμήνευματα* con el que la introducción se refiere a este texto sea perfectamente correcto. Un *ἐρμήνευμα*

⁷⁷ Es, obviamente, una explicación etiológica que encuentra en las propiedades oftálmicas de esta planta y la leyendaria buena vista del halcón el pretexto para explicar un fitónimo que no cobra sentido en la cultura griega. Rumor (2015: 127-133) recoge narraciones similares en relación con otras aves.

⁷⁸ Τὸ δὲ τῆς καλῆσσαν φύλλον αἵματι ιερακείῳ, ὃ συμμίσγεται αἰθάλῃ χρυσοχόου, “la hoja de lino (se escribe) con ‘sangre de *hieracion*’, con la que se mezcla hollín de orfebre”. Junto con esta tinta, de hecho, se mencionan otras dos, a las que debemos de sumar también la realizada con “sangre de *dragonera*” (cf. n. 22, *supra*), descrita en el mismo papiro. Las cuatro poseen un patrón de ingredientes similar en el que un polvo metálico se mezcla con un ingrediente denominado “sangre”. Para un análisis de las mismas, *vid.* Blanco Cesteros (en prensa).

⁷⁹ Como encarnación de Horus, el halcón era uno de los pájaros más sagrados de Egipto. Esta percepción fue compartida por los redactores de los papiros mágicos, donde esta ave aparece en varios rituales como la epifanía terrena de la divinidad solar (e.g., PGM I 45ss.). El hecho de que fuera sagrada explica por qué el derramamiento de su sangre es considerado una acción impía en PGM IV 2593 (= 2656) y, en el único ritual mágico en el que el sacrificio de un halcón es requerido, este se realiza por “deificación”, es decir, ahogando al animal para evitar el derramamiento de su sangre (PGM I 1-15).

es, literalmente hablando, una explicación o interpretación, pero en un sentido más técnico *hermeneumata* fue el término genérico por el que se conoció un tipo de léxicos bilingües griego/latín de carácter escolar⁸⁰. Este tipo de material, que tenía una función puramente didáctica, data del siglo III d.C., pero se conocen textos similares, con idéntica función y datación mucho más antigua, no sólo en griego y latín, sino también en otras lenguas⁸¹. Estos léxicos cubrían ámbitos muy diversos, entre los que hay algunos ejemplos interesantes como paralelo comparativo: *C. Gloss. Biling.* I⁸², no. 5 y 7 son listas de peces en las que el nombre griego es equiparado, en una columna paralela, con el nombre latino; el no. 6 incluye, además de peces, verduras; el no. 9 contiene nombres de cuadrúpedos comunes; el no. 8 nombres de vientos y signos del zodiaco en griego y latín. A estos se puede añadir un testimonio procedente también de los papiros mágicos que se parece mucho a los *Hermeneumata*. Se trata de un glosario griego-demótico que abarca las col. i-iv de *PGM/DM XIV*, en el que distintos nombres griegos de plantas, minerales y animales son glosados mediante su equivalente en demótico, a veces acompañado de una pequeña descripción. He aquí un breve extracto:

– *PDM xiv col. ii verso, ll.1-6*, transcripción de Dieleman (2005: 116-117, con traducción al inglés)

χαμεμελον	<i>thw w^c b</i> es su nombre
λευκανθεμον	<i>šk htr</i> es su nombre
κριναθεμον	<i>mn p nfr a hr-y</i> [trad.: “No-hay-nadie-mejor-que-yo”] es su nombre
χρυσανθεμον	<i>nfr hr</i> [trad.: “De-rostro-hermoso”] es su nombre. De otra forma, “Flor-de-oro” del vendedor de guirnaldas; su hoja es fuerte, su tallo frío (?), su flor es dorada, su hoja es como la del <i>gryn^c</i> <i>themwn</i> [transliteración demótica del griego κρινάνθεμον].

La dirección de lectura del texto es la de la lengua egipcia, de derecha a izquierda. Es decir, en el papiro los términos griegos de este glosario se encuentran alineados a la derecha. Esto me ha hecho reflexionar sobre la ordenación alfabética de la columna B de los *Hermeumata* (la que contiene los términos reconocibles desde el griego). Es curioso que la columna B (que no es la primera en el sentido de lectura del griego) presente una ordenación alfabética mientras que la columna A carece de estructura. Pero, ¿y si los *Hermeneumata* fueran la traducción de un glosario demótico como este? Eso explicaría la ordenación alfabética de la columna de la derecha (que sería la primera en el sentido de lectura de la lengua egipcia). La introducción dice que los *Hermeneumata* han sido μεθρμηνευμένα, ‘traducidos’, y Dieleman ya demostró que τρίχες κυνοκεφάλου es un calco lingüístico de la lengua egipcia. Una traducción literal podría explicar también la sustitución de δρακόντειον por ὄφεως, que los teónimos egipcios estén uniformemente vertidos al griego y quizás algún otro fenómeno. Por ahora se trata, sin embargo, de una hipótesis por explorar.

⁸⁰ Un ejemplo son los *Hermeneumata Pseudodositheana*, cf., e.g., Gayraud 2010.

⁸¹ Dieleman (2005: 191) señala P.Heid. inv. G 414 (III a.C.) que contiene una lista de palabras griegas vinculadas a la vida diaria, acompañadas de su equivalente en egipcio, transliterado en caracteres griegos, pero no es el único caso, como muestran los ejemplos recogidos en Kramer 1983 y 2001 (*C. Gloss. Biling.*, vols. I y II). También es digno de mención P. Oxy. 15 1802 + P. Oxy. 71 4812 (II/III d.C.; TM 63877, vid. Schironi 2009), un glosario misceláneo que recoge términos dialectales griegos y palabras procedentes de diversas lenguas de próximo oriente (lidio, persa, escita, caldeo, etc.).

⁸² Kramer 1983.

4. Reflexione finale

Los casos analizados, y el extenso número de paralelos examinados, demuestran que los *Hermeneumata* de PGM/PDM XII (=GEMF 15) no son un listado de nombres secretos; las expresiones de la columna A contienen fitónimos y litónimos que, de hecho, se encuentran atestiguados en distintos tipos de fuentes (literarias, botánicas, médicas, etc.), tanto en tratados egipcios, como en autores griegos y latinos. Tampoco son nombres sustitutivos, como ya demostró Dieleman: las expresiones de una y otra columna son equivalentes (o, al menos, su redactor las consideró equivalentes). Es decir, estamos ante un léxico de nombres de sustancias que entran dentro del ámbito de la farmacopea antigua. Por otro lado, distintos argumentos y fuentes corroboran, de forma repetida, el origen egipcio de los fitónimos analizados, pero la identificación de Dieleman de la expresión τρίγχες κυνοκεφάλου en el *Libro de las Serpientes* sugiere que, probablemente, toda la expresión lo era. Algo que también se reitera en las fuentes es la vinculación de este tipo de expresiones con diferentes practicantes rituales del ámbito egipcio: las usan los médicos —que en Egipto eran sacerdotes⁸³— y, según Plinio⁸⁴, los magos, algo que corroboran los manuales de magia greco-egipcios. El prólogo de los *Hermeneumata*, por su parte, se las atribuye a los *hierogrammateis* (ἱερογραμματεῖς) y los *synonyma* de Dioscórides a los *prophetai*⁸⁵ (προφήται); estos títulos eran empleados tanto por ciertas categorías sacerdotales como por los magos greco-egipcios para referirse a sí mismos⁸⁶. En realidad, lo más prudente es no trazar líneas netas entre estas tres categorías: la del médico y, sobre todo, la del sacerdote y el mago son tres tipos de practicante ritual que en el contexto egipcio a menudo no se pueden (y no se deben) diferenciar. Es decir, la hipótesis de Dieleman según la cual la columna A contiene expresiones procedentes de una jerga farmacológica técnico-ritual egipcia es posiblemente correcta y, de acuerdo a lo que se acaba de explicar, no es incompatible (es más, está de acuerdo) con el hecho de que en época Imperial romana este tipo de jerga se hubiera extendido a la magia. Los magos greco-egipcios no sólo beben de la tradición ritual egipcia, sino que probablemente muchos se habían formado en la ella.

Sin embargo, el Caso 1 nos recuerda que ninguna conclusión es completamente generalizable: el de αἷμα δρακόντειον era un nombre de uso común de cuyo análisis no trasciende ningún tipo de influencia egipcia, por lo que no podemos descartar que en la col. A haya otras expresiones (o fitónimos) de origen indeterminado o, incluso, griego. La naturaleza de las entradas tipo αἷμα ὀφθαλμοῦ (§ 14), por ejemplo, está aún por determinar.

Para llegar a estas conclusiones ha sido clave descubrir la verdadera naturaleza de las expresiones de la columna A. Generalmente consideradas *Drecknamen*, al menos los casos analizados no lo son. Un *Drecknamen* es un tipo de nombre formado por dos términos —una parte del cuerpo o secreción + el nombre del ser vivo del que procede— que tiene doble lectura, literal y connotativa. En relación con esta última (la connotativa), este tipo de nombres han sido tradicionalmente utilizados a lo largo de toda la

⁸³ Nunn 1996: 113-135.

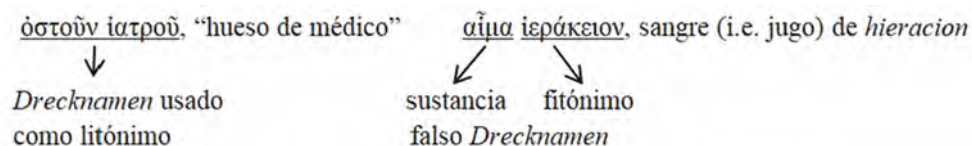
⁸⁴ Se trata de un pasaje en el que Plinio dice que los magos denominan ‘sangre de Cronos’ a una sustancia llamada (e interpretada por Plinio literalmente como) ‘sangre de basilisco’, cf. Plin. Nat. XXIX 66, vid. Gaillard-Seux 1999 y Barbara 2008.

⁸⁵ Las mismas expresiones, junto con otras muy similares —Pradel-Baquerre (2013: 580) recoge un total de 39—, aparecen también atribuidas a los *prophetai* en un herbario latino, atribuido a Pseudo Apuleyo, para el que se postula una fuente común a la que generó los *synonyma* de Dioscórides.

⁸⁶ Suárez de la Torre et al. 2016: 207-211.

historia como litónimos y fitónimos. Su historia es muy antigua: se atestigua en Mesopotamia entre sumerios y acadios⁸⁷, en la medicina egipcia de todos los periodos⁸⁸, en Grecia y en Roma⁸⁹. Un ejemplo conocido de *Dreckname* empleado como fitónimo en el mundo griego es κυνόγλωσσον, ‘lengua de perro’ (Dsc., II 126); uno moderno podría ser ‘diente de león’ (*Taraxacum officinale*). A este tipo podrían pertenecer algunos nombres de la col. A de los *Hermeneumata*, como ὀστοῦν ἱατροῦ (‘hueso de médico’), identificado con la piedra *ammitēs*. Pero los ejemplos analizados demuestran que muchas de las entradas de esta columna son, en realidad, “falsos *Drecknamen*”.

Lo que provoca que las expresiones de la columna A parezcan sustancias de la *Dreckapotheke* es, por un lado, los términos ‘semen’, ‘pelos’, ‘sangre’, etc. Estos, en realidad, son circunloquios, metáforas referidas a partes o derivados de una planta, como el español ‘diente’ de ajo. En segundo lugar, el tipo de fitónimo, derivado del nombre de un animal (o formado, directamente, por el nombre de un animal). Es decir, expresiones como αἷμα ἱεράκειον parecen *Drecknamen*, pero estrictamente no lo son.



Estos fitónimos “animales” se prestan a ser leídos de forma literal; su vinculación a una sustancia de la *Dreckapotheke* no hace sino favorecerlo. Podríamos preguntarnos si quizás fue el tipo de fitónimo el que determinó que las sustancias procedentes de estas plantas se denominaran mediante estos circunloquios en vez de con términos botánicos (φύλλον, χύλος, σπέρμα). Otra posibilidad es la sugerida por Sébastien Barbara (2008: 141), que nota que las sustancias denominadas ‘sangre (αἷμα)’ parecen tener en común no el color, sino la capacidad de coagularse y solidificarse. Es decir, que tras este tipo de denominaciones podría subyacer un principio del tipo *similia similibus vocantur*.

Otro rasgo expuesto por los casos analizados es que los fitónimos animales tenían una gran flexibilidad de variantes, pero además algunos poseían un doblete formado sobre el nombre de un dios. Aunque, al menos en los *Hermeneumata*, los nombres de los dioses aparecen siempre helenizados, el vínculo entre este y el fitónimo animal se basa en una asociación de cuño egipcio: Titán-Horus-halcón y Hermes-Tot-babuino. El doblete {προ}γόνοϛ Ἀπόλλωνος/Ὠρου del calamento (Dsc., III 35 RV) apoya la existencia del paso intermedio, con el teónimo egipcio. Seguimos, sin embargo, en el ámbito de los falsos *Drecknamen*. Es decir, como muestra el doblete γόνοϛ κυνοκεφάλου/γόνοϛ Ἑρμοῦ (Caso 2), en estas expresiones el fitónimo está constituido por el nombre del dios y no por toda la expresión; fitónimos de este tipo aparecen, por ejemplo, en el ya mencionado *Libro de las Serpientes*: planta ‘imagen-de-Horus’ (*tw.t-Hr*, cf. 4¹², n. 65a Sauneron), planta ‘imagen-de-Seth’ (*tw.t-Stš*, cf. 4¹²⁻¹³, n. 65b Sauneron). El juego léxico entre todas estas posibilidades podría llevar a nuevas concordancias e identificaciones, como ha sido el caso de αἷμα ἱεράκειον. No obstante, no se puede descartar que en esta lista léxica haya también nombres sustitutivos que imiten esta terminología.

⁸⁷ Vid. Rumor 2015, con extensa bibliografía.

⁸⁸ E.g. Dieleman 2005: 201-202.

⁸⁹ E.g. Rumor 2015: 81-133.

En lo que respecta a las equivalencias de la columna B, los casos que se han analizado demuestran una casuística muy variada:

- Hay entradas en las que las fuentes indican que la equivalencia es técnicamente correcta y, además, la correspondencia –de acuerdo a lo dicho– es precisa: e.g., *τρίχες κυνοκεφάλου· ἀννήθου σπέρμα*.
- En otras, sin embargo, la equivalencia es correcta, pero tiene un carácter general: e.g., *γόνοϛ Ἑρμοῦ* no era el nombre del eneldo, como sugiere la entrada § 12, sino alguna parte o derivado de este, como se ha visto en el Caso 2. Esto podría aplicarse también a algunos de los *synonyma* de Dioscórides y otras fuentes antiguas.
- Otras correspondencias, aunque están atestiguadas en el mundo antiguo, no son técnicamente correctas, como prueba el caso 1 –*αἶμα ὄφεωϛ· αἱματίτης λίθος*.
- La entrada § 8 –*αἶμα κυνοκεφάλου· αἶμα καλαβώτου*– y las entradas § 26 y 27 ponen en evidencia que algunas equivalencias son incorrectas debido a problemas de carácter textual (inversión, cruce y confluencia de entradas).
- El propio papiro demuestra que el escriba vacila (o quizás corrige en base a otro texto): en la entrada § 30 (*αἶμα ταύρου· ὠὸν κανθάρου*, cf. Anexo I), *αἶμα* ha sido tachado por el redactor del papiro y corregido supralinealmente como *γόνον*.

Las entradas de esta lista, por lo tanto, presentan problemas de naturaleza muy variada que van desde sustituciones léxicas, confluencia de entradas a identificaciones incorrectas. Es decir, los *Hermeneumata* no sólo pueden contener imprecisiones en la terminología que presentan o las identificaciones que ofrecen, sino errores propiamente dichos. Por ello, tanto en lo referente a las expresiones de la columna A como a las identificaciones que ofrece la columna B, hay que ser precavido y no darlas por válidas sin un análisis previo.

Para terminar, creo que podemos volver sobre el prólogo de los *Hermeneumata*. LiDonnici y Dieleman rechazan su validez por distintos motivos, pero, en realidad, buena parte de la información que da se ajusta a la naturaleza del texto que presenta.

No es improbable que esta lista sea, como ya se dijo, “*Ἑρμηνεύματα* traducidos”. En cuanto a la afirmación de que proceden “de los templos (egipcios)”, el origen egipcio de los términos de la columna A, así como el hecho de que estas expresiones eran empleadas por varias categorías profesionales que pueden ubicarse en un contexto templario, incluidos los médicos y los magos, está fuera de toda duda. Por otra parte, la sentencia *εἰς θεῶν εἰδῶλα ἐπέγραψαν* no tiene porqué significar necesariamente “inscritos en las imágenes de los dioses”, entendiendo con esto que estas “traducciones” proceden de inscripciones en estatuas egipcias, como se ha hecho⁹⁰. El verbo *ἐπιγράφω* significa ‘inscribir’, pero también ‘adscribir, atribuir’ (cf. *LSJ* s.v. *ἐπιγράφω*) y la acepción general de *εἰδῶλον* es ‘imagen, forma’. *Τὰς βοτάνας καὶ τὰ ἄλλα, οἷς ἐχρῶντο, εἰς θεῶν εἰδῶλα ἐπέγραψαν* puede por lo tanto traducirse también como “las plantas y otras cosas de las que ellos [i.e. los Escribas Sagrados] se servían, fueron *adscritas a las imágenes de los dioses*”. Esto podría ser una alusión a expresiones como *γόνοϛ Ἑρμοῦ* o *αἶμα Τιτᾶνοϛ*, pero hay que tener en cuenta que también animales como el halcón o el babuino eran “imágenes de los dioses”⁹¹.

⁹⁰ Esta lectura es, de hecho, uno de los argumentos principales que Dieleman (2005: 186-187) emplea para rechazar la validez de la introducción.

⁹¹ La introducción podría, por lo tanto, traducirse también así:

Interpretaciones –*Ἑρμηνεύματα*– traducidas procedentes de los templos, de las que se servían los Escribas Sagrados. A causa de la curiosidad de muchos, las plantas y otras cosas de las que ellos [i.e. los Escribas Sagrados]

Por lo que se refiere al hecho de que esta lista se generara mediante un proceso de colación de distintos autógrafos, los manuales de magia greco-egipcios son una clara muestra de que sus redactores estaban familiarizados con este tipo de trabajo⁹². Sin embargo, no debemos perder de vista que el análisis desarrollado en este estudio prueba que las entradas presentan indicios de transmisión textual. Es decir, los *Hermeumata* no son una colación del redactor del papiro, sino que este probablemente copió un texto recibido. Si añadimos el hecho de que esta lista léxica pudo haber sido escrita originariamente en demótico y luego traducida, la historia del texto se complica.

Queda por tratar la cuestión central, ¿por qué las expresiones de la columna A se presentan como nombres secretos si no lo son? Distintos ejemplos de los manuales de magia examinados a lo largo de este estudio demuestran que algunos de los redactores de estas prácticas interpretaban estas expresiones de forma literal. Esto prueba que este tipo de nombres había pasado al acervo de la magia como parte integrante de algunas recetas y hechizos, igual que los *nomina magica* y *barbara*, pero que no todos los practicantes rituales poseían la formación necesaria para interpretar esta terminología de forma correcta. No veo ningún impedimento para que esta introducción no fuera redactada explícitamente para este texto por alguno de los transmisores de esta lista –o incluso su traductor–, una persona no versada en la terminología de la columna A y que, como muchos investigadores modernos, no era consciente del vínculo entre ambas columnas.

Bibliografía

- Amigues, Suzanne (2006), «Le nom grec du lézard et ses développements sémantiques», *RPh* 80: 5-25.
- Barbara, Sébastien (2008), «Castoréum et basilic, deux substances animales de la pharmacopée ancienne», en J. Pouilloux (ed.), *Le médecin initié par l'animal. Animaux et médecine dans l'Antiquité grecque et latine. Actes du colloque international tenu à la Maison del'Orient et de la Méditerranée* (26 et 27 octobre 2006), Lyon, Maison de l'Orient: 121-148.
- Belfior, Stefano (2004), *Il periplo del mare eritreo del I sec. D.C. e altri testi sul commercio fra Roma e l'Oriente attraverso l'Oceano Indiano e la Via della Sete*, Roma, Società Geografica Italiana.
- Betz, Hans Dieter (1992²), *The Greek Magical Papyri in Translation. Including the Demotic Spells*, Chicago – London, University of Chicago Press.
- Blanco Cesteros, Miriam & Chronopoulou, Eleni (2018), «The Irresistible Attraction of Purity: Accusations of religious transgression in magical texts from Late Antiquity», en S.-C. Peels & J. Matthey (eds.), *Katharos: Concepts of Purity and Rituals of Purification in the Ancient Greek World* (Kernos Suppl. 31), Liège, Université: 281-298.
- Caley, Earle R. & Richards, John F.C. (1956, reimpr. 2016), *Theophrastus, De Lapidibus/Theophrastus, On Stones. Introduction, Greek Text, English Translation and Commentary*, Ohio, Ohio State University.

se servían, fueron adscritas a las imágenes de los dioses –εις θεῶν εἰδωλα ἐπέγραψαν–, para que, no tomando las debidas precauciones, los que no estaban al tanto no pudieran indagar nada a causa del error que las acompaña. Nosotros hemos deducido las soluciones a a partir de muchos autógrafos y todo tipo de (escritos) secretos.

⁹² El trabajo de compilación y colación en la redacción de estos recetarios puede comprobarse en PGM XIII, que contiene dos versiones del denominado *Octavo Libro de Moisés*, y en el empleo de marcadores textuales del tipo ἐν δὲ ἄλλοις ἀντιγράφοις (“en otras versiones”, PGM V 50), ἄλλως, “de otro modo”, para indicar variantes encontradas en otro texto (cf. e.g. PGM IV 29, 1106, 2662, etc.).

- Dalby, Andrew (2018), «Dioscorides extended: the *Synonyma Plantarum Barbararum*», in C. Soares & C. Gomes Ribeiro (eds.), *Mesas luso-brasileiras: alimentação, saúde e cultura*, Vol. 1, Coimbra, Universidade: 21-36.
- DGE = *Diccionario griego-español*, Madrid, CSIC. 1980 - current. Disponible como recurso en línea en < <http://dge.cchs.csic.es/index> > (Consultado a 18/05/2019)
- Dieleman, Jacco (2005), *Priests, Tongues, and Rites: The London-Leiden Magical Manuscripts and Translation in Egyptian Ritual, 100-300 CE*, Leiden-Boston, Brill.
- DK = Diels, Hermann & Kranz, Walther (1974⁶), *Die Fragmente der Vorsokratiker*, III vols., Berlin, Weidmann.
- Dosoo, Korshi (2016), *Rituals of Apparition in the Theban Magical Library*, tesis de doctorado defendida en Macquarie University, Sydney (<http://hdl.handle.net/1959.14/1067351>).
- Doxey, D. M. (2001), «Thoth», en D.B. Redford (ed.), *The Oxford Encyclopaedia of Ancient Egypt*, vol. 3, Oxford-New York, Oxford University Press: 398-400.
- Dufault, Olivier (2019), *Early Greek Alchemy, Patronage and Innovation in Late Antiquity*, Berkeley, University Press.
- Flobert, Pierre (1993), «La faune de la flore latine», en VV. AA., *Les phytonymes grecs et latins (Actes du colloque de Nice, mai 1992)*, Nice, L.A.M.A.: 123-133.
- Fontenrose, Joseph E. (1988), *Didyma. Apollo's Oracle, Cult and Companions*, Berkeley, University Press.
- Gaillard-Seux, Patricia (1999), «Le 'sang de basilic' chez Pline l'Ancien (N.H., XXIX, 66): résine de genévrier ou hématite?», *L'Antiquité Classique* 68: 227-238.
- Gayraud, Michel (2010), «L'apprentissage du grec et du latin dans l'empire romain d'après un manuscrit de la Bibliothèque Universitaire de Montpellier», *Bulletin de l'Académie des Sciences et Lettres de Montpellier* 41: 35-44.
- GEMF = Faraone, Christopher & Torallas Tovar, Sofia (eds.) (en prensa), *Greek and Egyptian Magical Formularies: edition, translation and commentary*, Atlanta.
- Ghalioungui, Paul (1987), *The Ebers Papyrus: A New English Translation, Commentaries and Glossaries*, Cairo, Academy of Scientific Research and Technology.
- Graindorgue-Hereil, Catherine (1994), «L'oignon, la magie et les dieux», en S. Aufrère (ed.) (1994), *Encyclopédie religieuse de l'Univers végétal: croyances phytoreligieuses de l'Égypte ancienne*, Montpellier, Université Paul Valéry: I, 317-333.
- Halleux, Robert & Schamp, Jacques (1985), *Les lapidaires grecs*, Paris, Belles Lettres.
- Hansen, Nicole B. (2003), «Leaping Lizards! Poison Geckos in Ancient and Modern Egypt», in Z. Hawass & L. Pinch Brock (eds.), *Egyptology at the Dawn of the Twenty-first Century: Proceedings of the Eighth International Congress of Egyptologists (2000)*, vol. II, Cairo, Academy of Scientific Research and Technology: 290-297.
- Hardy, Gavin & Totelin, Laurence (2016), *Ancient Botany*, London-New York, Routledge.
- Harlan, Jack (1986) «Lettuce and the Sycomore: Sex and Romance in Ancient Egypt», *Economic Botany* 40: 4-15
- Hemmerdinger, Bertrand (1968), «Noms Communs Grecs d'Origine Égyptienne», *Glotta* 46: 238-247.
- Johnson, Janet H (1975), «The Demotic Magical Spells of Leiden I 384», *OMRM* 56: 29-64.
- Kaimakes, Dimitris (1976), *Die Kyraniden*, Meisenheim am Glan, Hain.
- Kramer, Johannes (vol.I 1983; vol.II 2001), *Glossaria Bilingua Altera (Archiv für Papyrusforschung und verwandte Gebiete 8)*, München-Leipzig, De Gruyter.
- Lichtheim, Miriam (1976), *Ancient Egyptian Literature. A Book of Readings. Volume II: The New Kingdom*, Berkeley-Los Angeles-London, University Press Group: 220-221.

- LiDonnici, Lynn (2002), «Beans, Fleawort, and the Blood of a Hamadryas Baboon: Recipe Ingredients in Greco-Roman Magical Materials», en P.A. Mirecki & M. Meyer (eds.), *Magic and Ritual in the Ancient World*, Leiden, Brill: 359-377.
- Martelli, Matteo (2014), «Properties and classification of mercury between natural philosophy, medicine and alchemy», *AION* (Phil) 36: 17-48.
- Meltzer, Edmund (2001), «Horus» en D.B. Redford (ed.), *The Oxford Encyclopaedia of Ancient Egypt*, vol. 2, Oxford-New York, Oxford University Press: 119-122.
- Murray, Mary Anne (2006⁴), «Fruits, vegetables, pulses and condiments», in P.T. Nicholson & I. Shaw (eds.), *Ancient Egyptian Materials and Technology*, Cambridge, University Press: 609-656.
- Nunn, John F. (1996), *Ancient Egyptian Medicine*, London, British Museum Press.
- Ogden, Daniel (2013), *Drakon: Dragon Myth and Serpent Cult in the Greek and Roman Worlds*, Oxford, University Press.
- Pinch, Geraldine (2002), *Egyptian Mythology: A Guide to the Gods, Goddesses and Traditions of Ancient Egypt*, Oxford, University Press.
- Pradel-Baquerre, Mylène (2013), *Ps. -Apulée, "Herbier", introduction, traduction et commentaire*, Tesis defendida en Université Paul Valéry - Montpellier III (<https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00977562>).
- Preisendanz, Karl (1973-1974²), *Papyri Graecae magicae. Die griechischen zauberpapyri*, 2 Vols., Stuttgart, Saur Verlag (2ª ed. revisada por A. Henrichs).
- Rumor, Maddalena (2015), *Babylonian Pharmacology in Graeco-Roman Dreckapotheke. With an Edition of Uruanna III 1-143 (138)*, tesis defendida en Freien Universität Berlin, Berlin (tesis cedida por la autora).
- Sauneron, Serge (1989), *Traite Egypt d'Ophiologie*, Caire, IFAO.
- Sbordone, Francesco (1940), *Hori Apollinis hieroglyphica*, Napoli, Luigi Loffredo.
- Scarborough, John (1991), «The Pharmacology of Sacred Plants, Herbs, and Roots», en Ch. Faraone & D. Obbink (eds.), *Magika Hiera*, New York-Oxford, Oxford University Press: 138-174.
- Schironi, Francesca (2009), *From Alexandria to Babylon. Near Eastern languages and Hellenistic erudition in the Oxyrhynchus glossary* (Sozomena 4), Berlin-New York, De Gruyter.
- Simplicia (De simplicium medicamentorum temperamentis ac facultatibus)* = Kühn, Karl Gottlob (1826), *Claudii Galeni opera omnia*, vol. 11, Leipzig, Knoblock: 379-892 (reimpr. Hildesheim, Olms, 1965).
- Suárez de la Torre, Emilio, Blanco Cesteros, Miriam & Chronopoulou, Eleni (2016), «A la vez igual y diferente: notas sobre el vocabulario 'religioso' de los textos mágicos griegos», en E. Calderón & S. Perea (eds.) *Estudios sobre le vocabulario religioso griego*, Madrid-Salamanca, Signifer Libros: 210-233.
- Trinquier, Jean (2013), «Cinnabaris et 'sang-dragon': le 'cinabre' des anciens entre minéral, végétal et animal», *Revue Archéologique* 56: 305-346.
- Wellmann, Max (1907-1914), *Pedanii Dioscuridis Anazarbei de materia medica libri quinque*, 3 vols., Berlin, Weidmann. Traducido con nuevo comentario en Beck, Lily Y. (2005), *Pedanius Dioscorides of Anazarbus, De material medica* (Altertumswissenschaftliche Texte und Studien, vol. 38), Hildesheim-Zürich-New York, Weidmann.
- Zehnacker, Hubert (1983), *Pline l'ancien: Histoire naturelle, livre XXXIII*, Paris, Beles Lettres.
- Zervos, Skevos (1909), «Ἀετίου Ἀμιδηνοῦ λόγος δέκατος πέμπτος», *Athena* 21: 7-138.

Anexo I. Hermeneumata, texto completo (ortografía sin normalizar)

GEMF 15 col. xv, ll. 17-30—xvi, ll. 1-30 Dieleman-Sarischouli (= PGM XII 401-444)

[col. xv, ll. 17] Ἑρμηνεύματα ἐκ τῶν ἱερῶν μεθερμηνευμένα | οἷς ἐχρῶντο οἱ ἱερογραμματεῖς.
διὰ τὴν τῶν πολλῶν | περιεργίαν τὰς βοτάνας καὶ τὰ ἄλλα, οἷς ἐχρῶντο, | [20] εἰς θεῶν εἰδῶλα
ἐπέγραψαν, ὅπως μὴ εὐλαβοῦμενοι | περιεργάζωνται μηδὲν διὰ τὴν ἐξακολούθησιν | τῆς ἀμαρτείας.
ἡμεῖς δὲ τὰς λύσεις ἡγάγομεν ἐκ τῶν | πολλῶν ἀντιγράφων καὶ ^{εἰς} κρυψίμων πάντων. ἐστὶ δέ.⁹³

	[A]	[B]	
col. xv, l. 24	(§1) κεφαλὴ [ὄ]φρεως ἀγαθὶς ὄ[φ]ρεως αἷμα ὄφρεως ὁστοῦν ὕ[β]εως	βδέλλα κερίτην λέγει αἱματεῖτης λίθος ράμνος ἐστίν	[l. κηρίτην] [l. αἱματεῖτης]
	(§5) αἷμα χοιρ[ο]γρύλλου δάκρυα κυ[ν]οκεφάλου	ἀληθῶς χοιρογρύλλου χυλὸς ἀννήθου	
30	ἀφόδευμα κορκοδείλου	αἰθιοπικὴν γῆν	
col. xvi, l. 1	αἷμα κυνοκεφάλου λέοντος γόνος	αἷμα καλαβώτου ἀνθρώπου γόνος	
	(§10) αἷμα Ἡφαίστου τρίχες κυνοκεφάλου	ἀρτεμισία ἀννήθου σπέρμα	
5	γόνος Ἑρμοῦ αἷμα Ἄρεως	ἄννηθ ^ο ν ἀνδράχνη	[l. ἄννηθον]
	αἷμα ὀφθαλμοῦ	ἀκεκαλλίδα	[l. ἀκακαλλίδα]
	(§15) αἷμα ἀπ' ὧμου ἀπ' ὁσφύος	ἄκανθις ἀνθέμειον	[l. ἀνθέμιον]
10s	[[ἀποσφυος]]		
10	χολὴ ἀνθρώπου οὐρὰ χοι[ί]ρου ὁστοῦν ἱατροῦ	βύνεως χυλὸς σκορπίουρον ἀμμεῖτην λίθον	[l. ἀμμίτην]
	(§20) Ἑστίας αἷμα ἀετόν ^{λο}	ἀνθέμαιο ὁ σελεγβεῖ	[l. ἀνθέμιον] [l. σελεγβεῖ ?] ⁹⁴
15	αἷμα χηναπηκος ἄρ ^ω μα Κρόνου τρίχες λέοντος	γάλα συκαμείνης γάλα χοιριδίου βύνεως γλῶσσα	[l. χηναλώπεκος, συκαμίνης]
	(§25) αἷμα Κρόνου γόνος Ἥλιου	κεδρίας ἐλλέβορος λευκός	
20	γόνος Ἡρακλέους ἀπὸ Τειτᾶνος αἷμα ἀπὸ κεφαλῆς	εὐζῶμον λέγει θρεῖδαξ ἀγρεία θέρμος	[l. Τιτᾶνος, l. θρίδαξ ἀγρία]
23s	γόνον		
23	(§30) [[αἷμα]] ταύρου καρδία ἱέρακος	ὠδὸν κ[α]νθάρου ἀρτεμισίας καρδία	
25	γόνος Ἡφαίστου γόνος Ἄμμωνος γόνος Ἄρεως	κόνυζα λέγει κρινάνθεμον τρίφυλλον	[l. κόνυζαν]
	(§35) ἀστὴρ ἀπὸ κεφαλῆς ἀπὸ κοιλίας	τιθύμαλλον χαμαίμηλον	[l. στῆρ] [l. κοιλίας]
30	ἀπὸ ποδός	χρυσόσπερμον	

⁹³ 17 l. μεθερμηνευμένα | 19 l. ἄλλα | 22 l. ἀμαρτείας ; l. λύσεις | 23 l. καὶ ἐκ κρυψίμων

⁹⁴ Preisendanz (1974, *ad loc.*) sugiere que se trate de la botánica χελκβεῖ mencionada en PGM V 70 (alholva o fenogreco, *Trigonella foenumgraecum* L.).

Anexo II. Imágenes (Imágenes libres de derechos de autor)

Caso 1

Imagen 1 <i>dragonera</i> de Socotra (<i>Dracaena Cinnabaris</i> Balf.) / resina de <i>dragonera</i>	Imagen 2 Cinabrio (SHg)	Imagen 3 Hematite (Fe ₂ O ₃) / hematite (gema roja; identificación incierta)

Caso 2

Imagen 4 eneldo (ἄνηθον, <i>anēthum</i>) <i>Anethum graveolens</i> L.	Imagen 5 hinojo (μάραθρον, <i>feniculum</i>) <i>Foeniculum vulgare</i> Mill.	Imagen 6 anís (ἄνησσον, <i>anēsum</i>) <i>Pimpinella anisum</i> L.

Caso 3

Imagen 7 <i>Lactuca serriola</i> L. (θρίδαξ ἀγρία)	Imagen 9 <i>lactuarium</i>	Imagen 8 <i>Lactuca virosa</i> L. (θρίδαξ ἀγρία)

> [Plant Cell Rep.](#) 1991 Feb;9(10):531-4. doi: 10.1007/BF00232325.

Interspecific somatic hybridization between lettuce (*Lactuca sativa*) and wild species *L. virosa*

E Matsumoto ¹

Affiliations

PMID: 24220705 DOI: [10.1007/BF00232325](https://doi.org/10.1007/BF00232325)

Abstract

Somatic hybrids between cultivated lettuce (*Lactuca sativa*) and a wild species *L. virosa* were produced by protoplast electrofusion. Hybrid selection was based on inactivation of *L. sativa* with 20mM iodoacetamide for 15 min, and the inability of *L. virosa* protoplasts to divide in the culture conditions used. Protoplasts were cultured in agarose beads in a revised MS media. In all 71 calli were formed and 21 of them differentiated shoots on LS medium containing 0.1mg/l NAA and 0.2mg/l BA. Most regenerated plants exhibited intermediate morphology. These plants were confirmed as hybrids by isoenzyme analysis. The majority of somatic hybrids had $2n=4x=36$ chromosomes, and had more vigorous growth than either parent. Hybrids had normal flower morphology, but all were sterile.

LinkOut - more resources

Other Literature Sources

[The Lens - Patent Citations](#)



Lactuca

Lettuce (*Lactuca sativa*) seeds require light for germination.

From: [Germination and Reserve Mobilization, 1984](#)

Related terms:

[Polysaccharide](#), [Nitric Oxide](#), [Carotenoid](#), [Absciscic Acid](#), [Nested Gene](#), [Mutation](#), [Seaweed](#), [Genus](#), [Germination](#), [Ulva](#)

Dermatoses Due to Plants

Jean L. Bolognia MD, in *Dermatology*, 2018

Allergenic Asteraceae

The daisy family includes many troublesome weeds, ornamentals, herbaceous perennials, and vegetables (Table 17.11).

In 1956, *Parthenium hysterophorus* (“congress grass”), a native of northeastern Mexico, accidentally traveled in a consignment of US wheat to India, where it found an inviting ecologic niche. It now infests approximately two million hectares within India as well as large areas of the Americas, South Africa, Madagascar, eastern Australia, and the Pacific Islands. Unlike South American *P. hysterophorus*, the Indian plant contains high concentrations of SQLs and is likely the most common cause of Asteraceae dermatitis in the world.

Mobilization of Polysaccharide Reserves from Endosperm

ANNE E. ASHFORD, FRANK GUBLER, in [Germination and Reserve Mobilization](#), 1984

4 Lettuce Endosperm

In lettuce (*Lactuca sativa*) endosperm the major carbohydrate reserve is also deposited as thick cell walls which are hydrolysed during germination (Fig 14, 15; Jones, 1974). These contain primarily [mannose](#) (about 58%) with about 10% [galactose](#), so it is likely that they also consist of [galactomannan](#), although it is not yet known to what extent galactose substitution occurs (Halmer *et al.*, 1975). The three enzymes expected to hydrolyse galactomannan occur in germinated lettuce, namely endo- β -mannanase, β -mannosidase and α -galactosidase. These originate in different regions of the seed and they all behave differently during germination (Bewley *et al.*, 1983). The β -mannanase arises in the endosperm: its level is low initially and its increase in activity correlates fairly well with endosperm breakdown. In contrast, β -mannosidase is found exclusively in the cotyledons. It is present initially in large amounts in a bound form and its amount does not change during germination. Its behaviour parallels the β -mannosidase of legume seeds. Alpha-galactosidase is present in dry seeds but its activity increases in both endosperm and cotyledons early in germination, before radicle emergence and endosperm

breakdown. Products of hydrolysis accumulate in isolated endosperm (Leung and Bewley, 1983) but their accumulation has not been detected in whole seeds, indicating rapid transfer to the embryo (Halmer *et al.*, 1978) and subsequent metabolism. There is an increase in embryo dry weight equivalent to the loss in endosperm dry weight at the time of breakdown, further indicating transfer (Halmer *et al.*, 1978). However, it should be realized that the cotyledons are the major storage area in lettuce: the endosperm in mature seeds consists of only two cell layers (Jones, 1974) and it makes only a minor contribution to embryo growth.

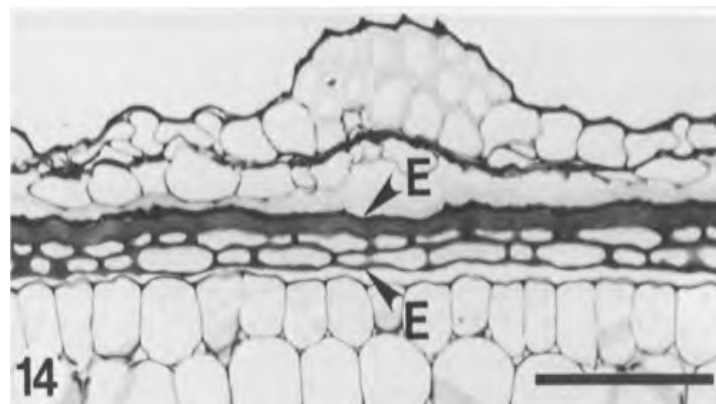


Fig. 14. Unimbibed lettuce seed showing the two layered endosperm (E–E), containing cells with thick walls. Bar = 50 μm .

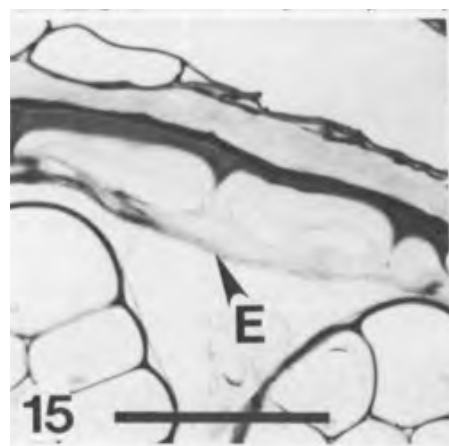


Fig. 15. Hydrolysis pattern of the endosperm cell walls (E) in four-day imbibed lettuce seed. Bar = 30 μm .

Gibberellin does not exert direct control over breakdown of lettuce endosperm but ABA has an inhibitory effect (Bewley and Halmer, 1980/1981). It is thought, however, that GA may act indirectly, by stimulating the cotyledons in some way to remove endogenous inhibitors such as ABA from the endosperm. In the Grand Rapids variety of lettuce, GA can partially overcome the red-light requirement for seed germination at supra-optimal temperatures, and it has been found in another lettuce variety that there is an inverse relationship between ABA content and percentage germination (McWha, 1976).

[Read full chapter](#)

URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780125119023500099>

Miscellaneous Natural Products Including Marine Natural Products, Pheromones, Plant Hormones, and Aspects of Ecology

Noboru Murofushi, ... Junichi Ueda, in *Comprehensive Natural Products Chemistry*, 1999

8.02.3.4.3 Other effects

GAs are also active in breaking dormancy of tubers or seeds.²⁷⁵ In light- or cold-requiring seeds of *Lactuca*, *Nicotiana*, *Perilla*, and so on, GAs can replace the stimuli in the induction of seed germination. Sprouting of dormant potato tubers is also induced by treatment with GA₃ (2–3 ppm solution).

GAs show effects not only in the vegetative growth stage but in the reproductive stages of plants. Though, in general, GA treatment does not induce flower formation in short-day plants, it induces flower formation in some species of long-day plants under short-day conditions.^{276,277} However, low temperature is required for induction of flowering in some plants, which are called cold-requiring plants. GA treatment can also replace cold-treatment in the flower formation of many species of cold-requiring plants, most of which are long-day plants.

In some species of plants producing unisexual flowers such as cucumber and hemp, GA treatment increased the number of male flowers.^{275,277} This suggests that GA promotes male sex expression in these plants. It is quite interesting that GAs and related compounds have been isolated as antheridiogens in Schizaeaceae ferns that induce formation of the male sexual organ (see Section 8.02.3.7).

Parthenocarpic fruits can be produced by GA treatment in various plant species such as almond, apple, peach, pear, tomato, grapes, and so on.^{274,278} In grapes such as the Delaware, muscat, berry A, and Thompson varieties, GA application induces parthenocarpic fruits and increases the size of the resultant fruits and so GA has been of practical use in production of seedless grapes.²³⁷

[Read full chapter](#)

URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780080912837000503>

REGULATORS OF GROWTH | Jasmonates

G.J. Loake, P.L. Nurmberg, in *Encyclopedia of Applied Plant Sciences*, 2003

Jasmonates and Plant Development

JA and Me-JA are powerful inhibitors of germination and plant growth. The application of Me-JA to *Avena* and *Lactuca* seeds strongly inhibits germination. Moreover, exogenous application of relatively high concentrations of JA (10⁻³ mol l⁻¹), to rice (*Oryza sativa*), lettuce (*Lactuca sativa*), and wheat (*Triticum* spp.) seedling induces a growth inhibition of over 90%. In this context, the physiological events induced by JA resemble those of the plant hormone abscisic acid (ABA), although ABA is biologically active at significantly lower concentrations. Me-JA at 10⁻⁶ mol l⁻¹ is also a powerful inhibitor of primary root growth in the model plant *Arabidopsis thaliana*. This phenomenon facilitated the development of a rapid screen to identify Me-JA resistant mutants in this species. The characterization of these mutants has provided significant insights into the functions of jasmonates in plant growth and development. Pollen germination is also influenced by JA. In *Impatiens*, 10⁻⁵ mol l⁻¹ JA actively inhibited pollen tube growth. In contrast, however, *Lilium* pollen tube growth was strongly stimulated by 10⁻⁷ mol l⁻¹ JA.

JA has also been shown to cue the initiation of leaf senescence, which results in a rapid degradation of chlorophyll and ribulose 1,5-bisphosphate carboxylase (RuBPCase) and a concomitant decrease in photosynthetic activity. These events follow an increase in protease and peroxidase activities. The expression of genes

encoding proteins in photosynthetic [carbon assimilation](#) are suppressed by Me-JA. In both the cytoplasmic and plastidic compartments of barley leaf cells, Me-JA affects various steps in the formation of chloroplast proteins, such as the small and large subunits of ribulose-1-5-bisphosphate carboxylase (rubisco), the light harvesting chlorophyll a/b [binding proteins](#), and the 65- and 68-kD proteins of [photosystem II](#). Interestingly, the induction of leaf senescence by JA can be counteracted by the application of [cytokinins](#), which are known to delay the onset of senescence in leaf tissue.

JA has also been shown to promote the [biosynthesis](#) of ethylene during [fruit ripening](#) in tomato (*Lycopersicon esculentum*). In this context, it has been demonstrated to increase the activity of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid (ACC) [synthase](#) and [ACC oxidase](#), key enzymes in the biosynthesis of ethylene. Whether jasmonates play a more general role in fruit ripening remains to be determined. There is also some evidence that JA and Me-JA are involved in responses to mechanical stimuli, known as [thigmotropism](#). *Bryonia dioica* produce [tendrils](#) that coil around objects, thereby providing support for subsequent plant growth. A touch stimulus applied to the ventral side of the tendril promotes coiling. In contrast, a stimulus to the dorsal side inhibits this response. The application of JA and octadecanoid pathway intermediates induces the coiling response. [Lignification](#) of a zone of cells termed the Bianconi plate, in addition to proliferation of a layer of [collenchyma](#) cells around this plate, is promoted during the coiling response. These developmental changes are also activated by JA.

A physiological role for JA in [tuber](#) development has also been proposed. JA may elaborate tuber development by disrupting intracellular microtubules, and facilitating radial cell expansion, which precedes the development of the tuber. Moreover, in potato (*Solanum tuberosum*), the tuber inducing stimulus is thought to be a [jasmonate](#) family member. Even low levels of tuberonic acid- β -glucoside provides a powerful signal for tuber formation. This compound is synthesized in the leaves and transported downwards to the [stolons](#). It is interesting that the β -glucoside conjugate rather than the free acid is the most active compound. [Conjugated fatty acids](#) may therefore also be important signaling compounds in plant cells.

[Read full chapter](#)

URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B0122270509000703>

History of Herbal Medicines for Women

Aviva Romm, ... David Winston, in [Botanical Medicine for Women's Health](#), 2010

Lactation

Concerns about insufficient breast milk have long plagued lactating mothers, and a number of herbs have been described for improving the quantity and quality of milk (Table 2-4). Wild lettuce (*Lactuca virosa*), for example, known to have grown wild in ancient Egypt, was given to women after [childbirth](#) to promote the increased flow of breast milk. It was described in 1652 by Culpepper in his herbal and in 1735 by John K'Eogh in *Botanologia Universalis Hibernica* as such.⁵ It is not used today for this purpose; it is used instead mostly as an anodyne and sedative, for which it also has been used traditionally.

[Read full chapter](#)

URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780443072772000027>

Lactuca sativa

J.A.K. Noumedem, ... V. Kuete, in *Medicinal Spices and Vegetables from Africa*, 2017

4 Chemistry

Many studies have reported the chemical composition of *L. sativa*. One hundred grams of the leaves of the plants are composed of 96% water, 1.4 g protein, 2.2 g carbohydrate, 1.1 g dietary fiber, 0.2 g fat, and 1.2 g ash. Lettuce is a rich source of almost all vitamins and is particularly rich in vitamins A, C, K, niacin, and folate. It also contains many minerals, such as calcium, iron, phosphorous, sodium, and potassium (USDA Nutrient Database, 2016). Several studies focused on the secondary metabolites content of *L. sativa*, leading to the identification of many compounds (Fig. 20.3) which justify the variety of the biological activities attributed to the plant.

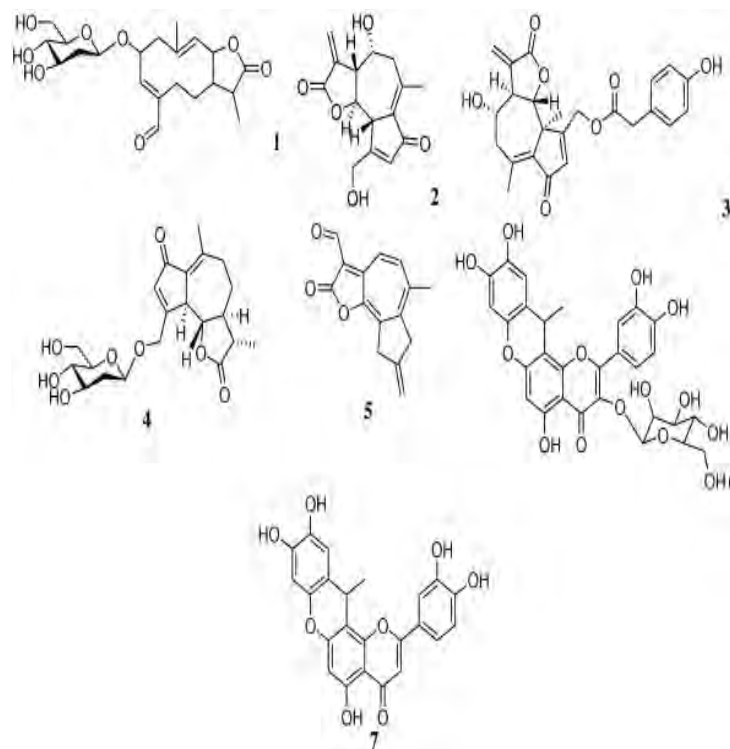


Figure 20.3. Chemical structures of selected compound isolated in *L. sativa*.

1: lactuside A; **2:** lactucin; **3:** lactucopicrin; **4:** crepidiaside B; **5:** lettucenin A; **6:** lactucasativoside A; **7:** japonicin A.

A comparative high performance liquid chromatography (HPLC) study of 11 *Lactuca* species, based on distributional data of 8 sesquiterpene lactones, revealed that 5 species of the subsection *Lactuca*, that is, *Lactuca dregeana*, *L. sativa*, *L. serriola* f. *serriola*, *Lactuca saligna* L., and *Lactuca virosa* L. var. *virosa*, contained the germacranolide lactuside A (**1**) and the guaianolides lactucin (**2**), and lactucopicrin (**3**) as major constituents (Michalska et al. 2009). In *L. sativa* extracts the major components include 15-oxalyl and 8-sulfate conjugates of guaianolides: compounds **2**, **3**, and deoxylactucin (Harsha and Anilakumar, 2013a). Quantitative studies showed that in *L. sativa* roots, the amount of 8-deoxylactucin and crepidiaside B (**4**) was less than 0.025 mg/g of the dry plant material, whereas the amounts of **1**, **2**, **3**, and dihydrolactucin were between 0.025 and 0.250 mg/g. In leaves, **4**, 8-deoxylactucin, and dihydrolactucin concentrations are less than 0.025 mg/g of the dry plant material, while **2** was in concentrations ranging from 0.025 to 0.250 mg/g. Compounds **1** and **3** were not detected in leaves (Michalska et al., 2009). It was shown that when leaves of *L. sativa* are inoculated with the pathogenic bacterium *Pseudomonas cichorii*, the plant produces lettucenin A (**5**) and

another phytoalexin with antifungal properties known as costunolide (Takasugi et al., 1985). *L. sativa* also contains eudesmane sesquiterpene lactones. The first isolation of two of them was carried out for the first time from the *n*-butanol fraction of the methanol extract of stalk of *L. sativa* var. *anagustata* collected in Zangzhou city (Zhejiang province of China). These compounds were identified as 1b-O- β -d-glucopyranosyl-4a-hydroxyl-5a,6b,11bH-eudesma-12,6a-olide and 1b-hydroxyl-15-O-(*p*-methoxyphenylacetyl)-5a,6b, 11bH-eudesma-3-en-12,6a-olide (Han et al., 2009).

The chemical constituents of the seeds of *L. sativa* (collected at the Miquan Vegetable Planting Base in Xinjiang, China in 2008) were investigated using 95 and 50% ethanol extracts. This led to the identification of four compounds including a new flavonol glycoside with a rare structure type, lactucasativoside A (**6**) and three known compounds, japonicin A (**7**), isoquercitrin, and caffeic acid (Xu et al., 2012).

Chemical investigation of the methanol extract of *L. sativa* L var. *anagustata* led to the isolation of 11 compounds belonging to sesquiterpenes among which three were new sesquiterpenes. The eight known compounds were identified as 9b-hydroxyl-4b,11b,13, 15-tetrahydrozaluzanin C, 10b,14-dihydroxyl-11bH-guaiane(15)-ene-12,6a-olide, 1b-hydroxyl-5a,6bH-eudesman-3-ene-12,6a-olide, macrocliniside A, 11b,13-dihydrolactucin, cichorioside B, 11b,13-dihydrolactucopicroin and 10b,14-dihydroxy-10(14),11b(13)-tetrahydro-8,9-didehydro-3-deoxyzaluzanin C-10-O- β -glucopyranoside. The three new compounds were identified as 1b-O- β -d-glucopyranosyl-4 ahydroxyl-5a, 6b,11bH-eudesma-12,6a-olide; 1b-hydroxyl-15-O-(*p*-methoxyphenylacetyl)-5 a,6b,11bH-eudesma-3-en-12,6a-olide and 4a-O- β -d--glucopyranosyl15-hydroxyl-5 a,6bH-guaiane-10(14), 11(13)-dien-12,6a-olide.

Another study reported different chemicals in *L. sativa* from the MeOH/AcOH/H₂O (25:4:21) extract. These compounds included phenolic acids: caffeoyltartaric acid, chlorogenic acid, dicaffeoyltartaric acid, dicaffeoylquinic acid; flavonoids: quercetin 3-glucuronide, quercetin 3-glucoside, quercetin 3-(6-malonylglucoside) and quercetin 3-(6-malonylglucoside) 7-glucoside (identified as a new compound); and one anthocyanin namely cyandinin 3-malonylglucoside (Ferrerres et al., 1997). Phenolic compounds were also isolated from *L. sativa* by Mai and Glomb (Mai and Glomb, 2013). They included syringin which was identified as a new compound and ten known compounds: caffeic acid, chlorogenic acid, phaseolic acid, chicoric acid, isochlorogenic acid, luteolin-7-O-glucuronide, quercetin-3-O-glucuronide, quercetin-3-O-galactoside, quercetin-3-O-glucoside, and quercetin-3-O-(6"-malonyl)-glucoside (Mai and Glomb, 2013).

The analysis of the essential oils and volatile compounds from *L. sativa* showed that it contains different compounds whose proportions vary according to the state of the plant (fresh or dry). Compounds identified in these essential oils included α -pinene, γ -cymene, thymol, durenol, α -terpinene, thymol acetate, caryophyllene, spathulenol, camphene, limonene representing the constituents. The minor constituents were β -pinene, α -terpinolene, linalool, 4-terpineol, α -terpineol, O-methylthymol, *L*-alloaromadendrene, and viridiflorene. These findings suggested that preparations from lettuce could be used as candidates in the search of antioxidant, antifungal, or antimicrobial agents (Nomaani et al., 2013). A diterpenoid, phytol was also isolated from *L. sativa* (Bang et al., 2002). Polysaccharides with cytotoxic activities were also isolated from *L. sativa* (Moharib et al., 2014), as well as glutathione S-transferase (GST) having acting on 1-chloro-2,4-dinitrobenzene (a general GST substrate), cumene hydroperoxide, and ethacrynic acid (Park et al., 2005).

[Read full chapter](#)

URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128092866000200>

Structural Aspects of Dormancy

V.N. TRAN, A.K. CAVANAGH, in *Germination and Reserve Mobilization*, 1984

B Dormancy of Dry *versus* Fully Imbibed Seeds in Storage

Relatively little is known about the reasons why some species are able to survive long periods of storage with little impairment of viability. Berjak and Villiers (1972) and Villiers and Edgcombe (1975) (quoted by Heydecker, 1977) were the first to show that at thermodynamic inducing temperatures, lettuce seed (*Lactuca sativa*) survived better in the imbibed than the air dry state. While some extremely long-lived buried seeds have a water-impermeable seed coat (e.g., *Nelumbo nucifera*, *Lupinus arcticus* and many leguminous and malvaceous seeds from the Duvel experiment [Toole and Brown, 1946]), others, such as *Viburnum blattaria* (100 years buried), *Chenopodium album* and *Spergula arvensis* (1750 years buried), were probably fully imbibed for most of the time.

Osborne (1977) points out that loss of viability can be quite variable in dry non-dormant seeds, for example, rye (*Secale cereale*) with a life of 3–4 years and wheat at 30–40 years. The large seeds of most crop plants in the Duvel experiment did not survive one year's burial (Tool and Brown, 1946) while seeds of some tropical species, for example, *Pothos longipes* and *Schefflera actinophylla*, deteriorate within a few days (Elliot and Jones, 1980). On the other hand, seeds of *Canna compacta*, which lack a water-impermeable seed coat, were germinated when 620 years old and produced normal offspring (Osborne, 1977). Osborne (1977) maintains that while old seeds appear externally unchanged, on imbibition they germinate more slowly than those of newer harvests and exhibit what is called loss of vigour. She attributes these changes to a number of biochemical factors — impaired respiratory activity, reduced ATP levels, impaired and leaky cell membranes and delayed syntheses of nucleic acid and protein when water is again supplied. Species which deteriorate rapidly in storage have a number of characteristics — they usually exhibit little dormancy, (Osborne, 1977), cannot be dried without loss of viability and cannot be frozen without injury (Harrington, 1970). Though similar cell degeneration occurs in seeds with coat-imposed dormancy, the rate of deterioration is much reduced, probably because the impermeable seed coat prevents any external moisture from reaching the embryo. Life spans for these seeds in excess of 50 years are not uncommon, as noted above (Section III,A,1).

Dormant, imbibed seeds do not germinate but apparently maintain a regular turnover of many cellular constituents and can continually repair any cytological damage they may suffer (Osborne, 1977; Heydecker, 1977). They are prevented from germinating by a metabolic block (Chapter 2). Osborne (1977) suggests that dormancy may need to be broken before viability is lost.

[Read full chapter](#)

URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780125119023500063>

INOSITOLS

LAURENS ANDERSON, ... A.T. MILHORAT, in *The Vitamins (Second Edition)*, Volume 3, 1971

B Inositol Synthesis by Higher Plants

A number of investigators have studied variations in the inositol content of fruits, seeds, and leaves. Withner¹⁹ reported higher concentrations of inositol in the growing tips than in the mature leaves of cucurbit and tomato plants. He has also found²⁰ that the inositol concentration in the fruits of these plants either remained constant or decreased only slightly during development.

Using improved assay methods, Darbre and Norris²¹ found a decrease in total inositol during the germination of barley. The free inositol, however, increased by 100–200% at the expense of phosphoric esters. Phospholipid inositol remained constant. Similar observations were made during the germination of beans.²² The free inositol in the plant rose about ninefold whereas total inositol decreased by 16% as compared to the original amount in the seed. During the germination process, inositol seems to be liberated from its bound form as phytic acid and is translocated to the actively growing parts of the plant. The inositol content in the plumule rises almost 20-fold.²³

Evidence that inositol is synthesized from glucose and glucose derivatives was obtained from an observation²⁴ that the leaves of the rubber plant (*Lactuca virosa* L.) yield an aqueous extract that produced an inositol-like substance when incubated with glucose for 3 days. Similarly, Fernandez *et al.*²⁵ reported that apricot leaves produced inositol when incubated with glucose and glucose phosphates.

The glucose and sucrose contents of fresh tea leaves decreased during storage in the dark for 20 hours while the inositol content increased.²⁶ The inositol content of the leaves increased also when the leaves were infiltrated with glucose, fructose, mannose, sucrose, as well as other glucosides. The glucosides were more effective than free glucose.^{27,28} Glucose 1-phosphate was more effective than free glucose in stimulating a more rapid rate of inositol synthesis.²⁷ These results suggest that inositol is synthesized in plants from sugars.

Kursanov *et al.*²⁹ reported that the phloroglucinol content of tea leaves increased while the leaves were infiltrated with sugar solutions. They interpreted this as evidence that *myo*-inositol is a precursor of phloroglucinol in tea leaves, which is in agreement with Fischer's suggestion² that inositol is an intermediate between the sugars and aromatic compounds. Since an increase in inositol content did not occur when tea leaves were infiltrated with phloroglucinol,²⁶ it appears that the conversion of phloroglucinol to inositol does not occur.

While studying the metabolism of radioactive *myo*-inositol in strawberries and parsley leaves, Loewus *et al.*³⁰ found most of the label in D-galacturonic acid and some in pentoses and D-glucuronic acid. The same products were obtained when D-glucuronic acid was administered instead of the inositol. Thus, D-glucuronic acid may be the first product of inositol metabolism, as in animal tissues.¹⁴ Loewus and Kelly³¹ took advantage of this knowledge in their study of the synthesis of the cyclitol in parsley leaves. Radioactive inositol was synthesized by the leaves from glucose-1-¹⁴C. It was then fed to strawberries and the galacturonic acid that was formed was isolated and degraded. The pattern of distribution of the label indicated that inositol had been formed by direct cyclization of glucose.

This has been confirmed by incorporation studies³² in several species of higher plants, using labeled glucose. Phytic acid obtained from 2-¹⁴C- and 6-¹⁴C-D-labeled glucose in younger plants was hydrolyzed to *myo*-inositol. The degradation of inositol showed that complete activity could be recovered in C-5 or C-1, respectively. The results suggest a direct ring closure between C-1 and C-6 of the D-glucose molecule during the biosynthesis of inositol. A similar cyclization of glucose-6-phosphate into *myo*-inositol has also been demonstrated in mammals.³³

Krehl and Cowgill³⁴ observed, about 20 years ago, that inositol and ascorbic acid are the only two vitamins to be found in significant amounts in citrus fruits, and they suggested that inositol and ascorbic acid are interconvertible. No experimental evidence has yet been presented in support of this suggestion.

[Read full chapter](#)

URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780126337631500105>

Role of Microbes in Restoration Ecology and Ecosystem Services

Anil K. Singh, ... Minakshi Padhi, in New and Future Developments in Microbial Biotechnology and Bioengineering, 2019

4.5.1 Prokaryotes

Bacteria

The various species of bacteria as microbial inoculants play an important role in the useful soil process (Singh et al., 2017). They are the unicellular organisms, found everywhere and able to live long because they become inactive for a long period of time (Tiwari and Singh, 2017). Different bacteria are present in soil or environment that may play beneficial role as well as harmful. Some plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) are naturally formed, help in improving productivity and immunity of plants. Symbiotic bacteria are included under PGPR that exchange metabolites and others are free-living bacteria that live outside of the plant cells (Gray and Smith, 2005). This PGPR helps in synthesis of low-molecular-weight siderophores which can solubilize and sequester iron from the soil and make it available to the plants. *Ochrobactrum anthropi* TRS-2 (Chakraborty et al., 2009) isolated from the rhizosphere of tea that produces siderophore and IAA in vitro. The atmospheric nitrogen fixation by symbiotic bacteria is well known to us. Mutualistic bacteria associated with plants like *Frankia* which initiates the formation of nodules in actinorhizic plant, for example, *Alnus* trees, where fixation of nitrogen takes place by bacteria.

Plant Growth-Promoting Rhizobacteria

PGPR colonize the rhizosphere of many plants and confer beneficial effects, that is, increased plant growth and reduction in disease affected by pathogens like fungi, bacteria, viruses, and nematodes (Kloepper et al., 2004). Induced systemic resistance (ISR) elicited by PGPR has restrained plant diseases in both field and green house condition (Kloepper et al., 2004). But some facts about PGPR also reported that it acts as elicitors of tolerance to abiotic stress, that is, drought, salt stress, nutrient deficiency, etc.

A PGPR named *Paenibacillus polymyxa* having the drought tolerance ability of *Arabidopsis thaliana*. RNA differential exposes the parallel RNA preparations from *P. polymyxa*: treated and untreated plants made known that mRNA transcriptions of a drought-response gene, early responsive to dehydration15 (ERD15), were also supplemented. Another strain of PGPR, that is, *Achromobacter piechaudii* ARV8, produces 1-aminocyclopropane-1-carboxylate (ACC) deaminase, conferred induced systemic tolerance (IST) to drought stress in solanaceae crops like pepper (*Capsicum annuum* L.) and tomato (*Solanum lycopersicum* L.) plants (Mayak et al., 2004). Ethylene regulates plant homeostasis endogenously, resulting in reduced root and shoot growth in stress condition, including drought (Glick et al., 2007). However, ethylene precursor ACC degraded by bacterial ACC deaminase releases plant stress factors and normal plant growth continues.

Co-inoculation of lettuce (*Lactuca sativa* L.) with *Pseudomonas mendocina* and arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) (*Glomus intraradices* or *Glomus mosseae*) enhanced the production of an antioxidant called catalase under rigorous drought conditions, suggesting that they can be utilized in inoculants to lighten the oxidative damage brought out by drought (Kohler et al., 2008).

Microbial-Mediated Organic Matter Decomposition

Bacteria play a silent role in decomposing organic or dead matter and recycle them to make avail the essential nutrients to the organisms. It is a gradual complex process, resulting in release of CO₂, other organic trace gases, water, mineral nutrients, and energy. Like other cells, bacteria are also composed of carbon, oxygen, nitrogen, hydrogen, phosphorus, and sulfur of about 55%, 20%, 10%, 8%, 3%, and 1% dry weight basis, respectively. The C:N:P ratio (106:19:6) of bacteria

are more rich in nutrients than that (106:16:1) of algae. These C:N:P ratios indicate that bacteria would need to degrade more C in plants to get the N and P that they need (Kling, 2010).

Bacteria play some beneficial functions to the healthy ecosystem too. Through decomposition process, it helps in retaining water as well as protects roots from diseases and parasites. It decomposes organic matter toward humus that helps in maintaining fertility and soil health.

Nitrogen-Fixing Microbes

Nitrogen, a major component of chlorophyll helps in plant growth and production and plays key role in building protein blocks. Plants acquire different combined forms of nitrogen by addition of ammonia and/or nitrate fertilizer or manure to the soil, during organic matter decomposition, by the conversion of nitrogen into different compounds, or by biological nitrogen fixation (BNF) (Vance, 2001).

BNF involves specialized group of prokaryotes those utilize the enzyme nitrogenase to catalyze the conversion of atmospheric nitrogen (N_2) to ammonia (NH_3). Some bacteria that involve in fixing nitrogen in atmosphere are *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, etc. These microorganisms play a vital role in fixing nitrogen in the atmosphere. They require 16 mol of adenosine triphosphate (ATP) to reduce each mole of nitrogen (Hubble and Kidder, 2009). They get the energy by the oxidation of organic molecules. The photosynthetic microorganisms (cyanobacteria) obtain energy from sugars that produced during the process of photosynthesis while the non-photosynthetic microorganisms obtain these molecules from other organisms. The symbiotic nitrogen-fixing microorganisms obtain these molecules from the rhizospheres of their host plants (Hubble and Kidder, 2009).

There are some free-living organisms those are chemolithotrophic in nature and have the ability to utilize inorganic compounds as a source of energy. An enzyme called nitrogenase that can be inhibited by oxygen; some free-living organisms behave as microaerophiles during fixing nitrogen. These bacteria fix appreciable amounts of nitrogen within the rhizosphere. It has been reported that efficiencies of $52 \text{ mg } N_2 \text{ g}^{-1} \text{ malate}$ can be fixed by the bacteria (Stephan et al., 1981) but the level of nitrogen fixation depends on several factors like temperature, efficiency of nitrogenase (Vlassak and Reynders, 1979), competitiveness of the bacteria, etc.

Microbial-Mediated Bioremediation

The microbial and cyanobacterial-mediated degradation of toxic compounds has been considered one of the safe and eco-friendly tools (Kumar et al., 2017). Some useful bacteria help in cleaning the oil spills in the ocean through bioremediation process. Bacteria like *Pseudomonas* have been well known for the degradation of oil spills on oceans/soils. This bioremediation treatment technology can be operated in two ways, that is, in situ and ex situ. The in situ techniques involve augmentation of the biodegradation rate of organic pollutants within affected soil, sediment, surface water, or groundwater environments. The ex situ techniques require substantial removal of the contaminated material (usually soils or sediments) followed by management under contained conditions in bioreactors, biopiles, compost heaps, ponds, or lagoons (Baker and Herson, 1994). Similarly, heavy metal contamination is now a severe quandary because of their toxicity and threat to animal as well as human life and environment. Beneficial bacteria like *Alcaligenes faecalis*, *Pseudomonas fluorescens*, and *Enterobacter cloacae* are distinguished for heavy metals (As and Cr) uptake metabolism. Recently, a new approach, that is, using microbial surfactants which find better way to control the contamination in soil and water is a better approach.

Microbial Surfactants

This is otherwise called biosurfactants which help in reducing the surface tension of the medium in which they are being produced. They are biodegradable, used in cosmetics, pharmaceutical and as food additives, used in industrial effluents

detoxification, binding of heavy metals like Cd, Pb, and Zn from soil and bioremediation of contaminated soil. These are the surface-active agents and amphiphilic in nature, produced by various microorganisms when grown on water miscible or oily substrates (Mukherjee et al., 2006). They possess a polar head, that is, hydrophilic in nature and a nonpolar tail, that is, lipophilic in nature, capable of forming micelles and reverse micelles. The primary classes of biosurfactants are glycolipids, phospholipids, polymeric biosurfactants, and lipo-peptides (surfactin) (Table 4.2). The well-known glycolipids are rhamnolipids, sophorolipids, and trehalolipids (Yin et al., 2009; Makkar and Rockne, 2003).

Table 4.2. Some Important Microbial Agents Used as Biosurfactants

Type of surfactants	Microorganisms	References
Alasan	<i>Acinetobacter radioresistens</i>	Barkay et al. (1999)
Cellobiose lipids	<i>Ustilago maydis</i> , <i>U. zae</i>	Desai and Banat (1997)
Corynomucolic acid	<i>Rhodococcus erythropolis</i>	Kretschmer et al. (1982)
Emulsan	<i>Acinetobacter calcoaceticus</i>	Rosenberg et al. (1979)
Lichenysin A & B	<i>B. licheniformis</i>	Mulligan (2005)
Lipopolysaccharides	<i>Acinetobacter calcoaceticus</i> (RAG1), <i>Pseudomonas</i> sp., <i>Candida lipolytica</i>	
Liposan	<i>C. lipolytica</i>	Cirigliano and Carman (1984)
Mycolic acids	<i>Mycobacterium</i> , <i>Nocardia</i> , <i>Rhodococcus</i> and <i>Corynebacterium</i> sp.	Shimakata et al. (1984)
Rhamnolipids	<i>Pseudomonas</i> sp., <i>P. Aeruginosa</i> , <i>Serratia rubidea</i>	Mulligan (2005)
Sophorose lipids	<i>Candida apicola</i> , <i>C. bombicola</i> , <i>C. lipolytica</i> , <i>C. bogoriensis</i> , <i>Wickerhamiella domercqiae</i> , <i>C. Batistae</i> , <i>Pichia anomala</i>	Van Bogaert et al. (2007), Konishi et al. (2008), Thaniyavaran et al. (2008)
Trehalose lipids	<i>Arthrobacter paraffineus</i> , <i>Corynebacterium</i> sp., <i>Mycobacterium</i> sp., <i>Rhodococcus erythropolis</i> , <i>Nocardia</i> sp.	Desai and Banat (1997), Mulligan (2005)
Surfactin	<i>B. subtilis</i>	Arima et al. (1968)

Bacteria named *Acinetobacter calcoaceticus* helps in binding heavy metal like Uranium (Ron and Rosenberg, 2001). Rhamnolipid class of biosurfactants has shown the ability in reducing metal toxicity and helps in removing heavy metals like Cd, Zn, Pb from soil by forming complex action of Cd and rhamnolipid interaction with cell surface to alter Cd uptake. Surfactins are also being used in dewatering of peats at concentrations as low as 13 g/ton (Cooper et al., 1988).

Microbial-Mediated Wastewater Management

Bacteria used in wastewater management are recognized by the way as they obtain oxygen. Types of bacteria that involve in treatment of wastewater are aerobic, anaerobic, and facultative type. The aerobic bacteria used the free oxygen for respiration and to degrade the pollutants in the wastewater into energy so that they

can use for growth and reproduction. In many cases, there is the mechanically addition of oxygen to the wastewater through the use of aerators in the aerated part of the treated plant. The amount of the dissolved should be kept between 3 and 5 mg/L. Anaerobic bacteria are used in reducing the volume of sludge to be decomposed of and to produce methane gas. They get the oxygen from the food source and the process is called fermentation. It also helps biological removal of phosphorous. During this process, the aerated part of the plant made into an anaerobic zone to assist the growth of phosphorous accumulating organisms, which results in lowering the quantity of phosphorous in the effluent. Facultative are the intermediate zone of bacteria those are able to change their mode of respiration from aerobic to anaerobic and vice versa. They can survive in any condition whether it is aerobic or anaerobic.

[Read full chapter](#)

URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780444641915000043>

Gibberellins

Xiuhua Gao, ... Xiangdong Fu, in Hormone Metabolism and Signaling in Plants, 2017

4.2.3.2 Environmental regulation of GA metabolism

Many environmental responses are regulated through GA abundance, and GA metabolism is regulated by environmental signals, such as light, temperature, water, and nutrient status, as well as by other abiotic and biotic stresses. Light is one of the major environmental factors that affects plant growth and development (Kamiya and García-Martínez, 1999). GA metabolism is sensitive to changes in light quantity, quality, or duration, which may result in increased or decreased GA content. The photoreceptor phytochrome regulates transcript levels of GA20ox and GA3ox enzymes in germinating lettuce (*Lactuca sativa*) (Toyomasu et al., 1998) and Arabidopsis seeds (Yamaguchi et al., 1998a). Expression of *LsGA3ox1* was dramatically increased and *LsGA20ox2* expression was decreased by red light (R) treatment, while *LsGA3ox2* and *LsGA20ox2* expression were unaffected in seeds under any light conditions. These results suggest that GA₁ content increases in lettuce seeds by inducing *LsGA3ox1* expression via phytochrome action (Toyomasu et al., 1998). The expression of *AtGA3ox1* and *AtGA3ox2* genes is relatively high in germinating seeds under continuous white light and is elevated by red light, which may result in an increase in the biosynthesis of active GAs to promote seed germination (Yamaguchi et al., 1998a). Therefore, light-regulated expression of GA3ox genes via phytochrome action may be a common mechanism in plant species whose germination is dependent on a light stimulus. Cryptochromes can also regulate GA20ox and GA2ox expression in Arabidopsis seedlings (Achard et al., 2007b; Zhao et al., 2007) and rice seedlings (Hirose et al., 2012, 2013). High levels of *AtGA20ox1* and low levels of *AtGA2ox* genes expression were found in Arabidopsis seedling hypocotyls grown in the dark. Conversely, Arabidopsis seedling hypocotyls contained low *AtGA20ox1* and high *AtGA2ox1* transcripts when grown in continuous light. These studies indicate that the biosynthesis and accumulation of bioactive GAs are critical to regulate the length of the seedling hypocotyls (Achard et al., 2007b). Blue light affects bioactive GA level through regulating the expression of *AtGA2ox1*, *AtGA20ox1*, and *AtGA3ox1*, which requires cryptochromes (Zhao et al., 2007). In rice seedlings, phytochromes mediate the repression of GA biosynthesis capacity, including the repression of two GA20ox genes, *OsGA20ox2* and *OsGA20ox4*, and a GA3ox gene, *OsGA3ox2*, and the induction of four GA2ox genes, *OsGA2ox4* to *OsGA2ox7* (Hirose et al., 2012). A further study indicated that independent photoreceptors in rice separately but cooperatively mediate GA metabolism, for example, blue light sensed by cryptochrome 1 (*cry1a* and *cry1b*) induced the expression of the four GA2ox genes

(*OsGA2ox4–OsGA2ox7*) (Hirose et al., 2013). Phytochrome B, together with auxiliary action of phytochrome A, mediates the repression of *GA2ox* genes (*OsGA2ox2* and *OsGA2ox4*). These independent effects cumulatively reduce active GA contents, leading to the suppression of leaf sheath elongation.

The circadian clock directly influences GA biosynthesis and signaling. Thus *AtGA2ox1*, but not *AtGA3ox1*, is activated under long-day (LD) conditions when Arabidopsis plants were transferred from short-day (SD) to LD conditions (Xu et al., 1997). Similarly, the expression level of *GA2ox* is higher under LD conditions than under SD conditions in spinach (Wu et al., 1996). Therefore, stem elongation under LD conditions is at least partly due to increased expression of *GA2ox* with photoperiodic responses. In Arabidopsis, PIL5 is a negative regulator of phytochrome-dependent seed germination. PIL5 represses the expression of some GA biosynthesis genes including *AtGA3ox1* and *AtGA3ox2* and activates the transcription of a GA catabolism gene (*AtGA2ox2*) through directly regulating the expression of *GAI* (*Gibberellin-Insensitive*) and *RGA* (*REPRESSOR of ga1-3*) (Oh et al., 2006, 2007). Furthermore, EARLY FLOWERING 3 (ELF3) is fundamental to core circadian clock activity and to time-of-day-specific regulation of the *PHYTOCHROME-INTERACTING FACTOR 4* (*PIF4*) and *PIF5* genes. Moreover, ELF3 negatively regulates *AtGA2ox1* and *AtGA2ox2* expression, which depends strongly on the redundant activities of *PIF4* and *PIF5* (Filo et al., 2015).

Endogenous GA levels are also regulated by cold, salt, and high temperature stimuli through GA biosynthesis pathway enzymes and GA deactivation enzymes (Colebrook et al., 2014; Hedden and Phillips, 2000; Toh et al., 2008). For example, low temperatures activate GA biosynthesis during seed imbibition. The *AtGA3ox1* gene, but not other *GA3ox* genes (*AtGA3ox2*, *AtGA3ox3*, and *AtGA3ox4*), is induced by cold temperature in dark-imbibed seeds, and *Atga3ox1* mutant seeds are defective in both cold-stimulated GA_4 accumulation and germination, compared to wild-type seeds (Yamauchi et al., 2004). The embryonic regulators LEAFY COTYLEDON2 (*LEC2*) and FUSCA3 (*FUS3*) are involved in multiple aspects of Arabidopsis seed development, including negative regulation of GA biosynthesis or action. Transcript levels of *AtGA3ox1* and *AtGA2ox1* were reduced by transient *FUS3* protein expression (Gazzarrini et al., 2004). Moreover, *FUS3* protein physically interacts with two RY elements (CATGCATG) present in the *AtGA3ox2* promoter and represses *AtGA3ox2* expression in the epidermis of the developing embryo (Curaba et al., 2004). Levels of bioactive GAs are increased in immature seeds of *lec2* and *fus3* mutants, and *AtGA3ox2* expression is ectopically activated in *lec2* and *fus3* mutant embryos. The MADS domain transcriptional regulator AGAMOUS-Like15 (*AGL15*) promotes somatic embryogenesis by binding DNA and regulating gene expression. *AtGA2ox6* is a direct target of *AGL15* determined in vitro and in vivo in both Arabidopsis and *Brassica*, and is activated in seeds that overexpress *AGL15* (Wang et al., 2004). Thus, *AGL15* plays a role in lowering GA content through upregulation of a GA deactivation gene during embryogenesis (Wang et al., 2002, 2004). Furthermore, *LEC2* and *FUS3* were identified to be direct target genes of *AGL15* (Zheng et al., 2009), to negatively regulate bioactive GA levels (Curaba et al., 2004; Gazzarrini et al., 2004). Such GA regulatory loops should act through all developmental stages.

Cold treatment also induced a transient increase in *AtGA2ox1* transcript levels (Achard et al., 2008). In Arabidopsis, six *AtGA2ox* genes, including *AtGA2ox1*, *AtGA2ox2*, *AtGA2ox4*, *AtGA2ox6*, *AtGA2ox7*, and *AtGA2ox8*, were upregulated under high-salinity stress; thus, endogenous GA levels could be reduced as a result of the induction of *GA2ox* leading to repression of growth as an adaptation to stress (Magome et al., 2008). The salinity-responsive DWARF AND DELAYED FLOWERING 1 (*DDF1*) gene encodes an AP2 (Apetala2) transcription factor of the DREB1 (dehydration-responsive element binding protein)/CBF (C-repeat binding factor) subfamily. Overexpression of the *DDF1* gene causes dwarfism mainly by reducing the levels of bioactive GA in transgenic Arabidopsis (Magome et al., 2004). Subsequently, *AtGA2ox7* is strongly upregulated in transgenic plants

overexpressing *DDF1*, which likely promotes the expression of *AtGA2ox7* directly upon exposure to salt stress (Magome et al., 2008). A zinc finger transcription factor gene from *Chrysanthemum morifolium*, *CmBBX24*, is induced by dehydration, low temperature (4°C), and salt conditions (Yang et al., 2014). The *CmBBX24* overexpression or RNAi lines showed clear changes in the expression of *CmGA20ox* and *CmGA3ox*, whereas the expression of other tested *CmGA2ox* genes was not altered. Therefore, the change in abiotic stress tolerance in *CmBBX24* RNAi lines may be related to the influence of increased levels of bioactive GAs through expression of GA biosynthesis genes (Yang et al., 2014). GAs also influence drought tolerance in plants (Colebrook et al., 2014). Overexpression lines of *AtGA20ox1* or *Atga2ox* quintuple mutants with high GA content presented decreased drought tolerance, while *Atga20ox1 Atga20ox2*, *Atga3ox1 Atga3ox2* double mutants, or *Atga20ox1 Atga20ox2 Atga20ox3* triple mutant with low GA levels or GA deficiency presented dramatically increased drought tolerance compared to the wild-type *Arabidopsis* (Colebrook et al., 2014).

The GA-deactivating enzyme *EUI* is also involved in response to biotic and abiotic stresses through the regulation of active GAs in rice and *Arabidopsis* (Yang et al., 2008, 2013). The *eui* mutants accumulate exceptionally large amounts of biologically active GAs, while the level of GA₄ is dramatically reduced in *EUI* overexpression transgenic plants (Zhu et al., 2006). Interestingly, *eui* mutants or *EUI* overexpression compromises or increases, respectively, resistance to bacterial blight and rice blast. Exogenous application of GA₃ and an inhibitor of GA synthesis (uniconazole) could increase disease susceptibility and resistance, respectively. Similarly, GA application also decreased the disease resistance. Therefore, the change in resistance is attributed to GA levels (Yang et al., 2008). Consistent with this, the GA metabolism genes *OsGA20ox2* and *OsGA2ox1* were downregulated during pathogen challenge. Therefore, GAs play a negative role in rice basal disease resistance (Yang et al., 2008).

The *AtGA3ox1* gene plays an essential role during seed imbibition and is induced by cold temperatures in dark-imbibed seeds, suggesting that the GA biosynthesis pathway and the cellular distribution of bioactive GAs are altered during seed imbibition under low temperature conditions (Yamauchi et al., 2004). The zeaxanthin epoxidase gene *ZEP* (also known *ABA1*) and three 9-*cis*-epoxycarotenoid dioxygenase genes *NCED2*, *NCED5*, and *NCED9*, which are the enzymes in ABA (abscisic acid) biosynthesis, are all upregulated and ABA levels are elevated under high temperatures in *Arabidopsis* seeds. Genes encoding GA20ox (*AtGA20ox1*, *AtGA20ox2*, and *AtGA20ox3*) and GA3ox (*AtGA3ox1* and *AtGA3ox2*) are suppressed at high temperatures, leading to low levels of bioactive GAs in imbibed seeds (Toh et al., 2008). In addition, *AtGA3ox1* and *AtGA3ox2* were severely repressed at high temperature in wild-type seeds, but their expression was completely de-repressed in ABA-deficient mutant seeds at high temperature. Simultaneously, the negative GA regulators SPINDLY (SPY) and RGA-LIKE 2 (RGL2) are enhanced to suppress GA signaling pathway (Toh et al., 2008). High temperatures stimulate ABA synthesis and repress GA synthesis and signaling through the action of ABA in *Arabidopsis* seeds. The *CBF1* (*DREB1b*) gene is a transcriptional activator transiently induced by cold, which modulates GA metabolism via upregulation of *AtGA2ox3* and *AtGA2ox6* gene transcript levels and decreases in bioactive GAs (Achard et al., 2008).

[Read full chapter](#)

URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128115626000049>

Recommended publications



Journal



Trends in Food Science & Technology
Journal



International Journal of Biological Macromolecules
Journal



Carbohydrate Polymers
Journal



Copyright © 2022 Elsevier B.V. or its licensors or contributors.

ScienceDirect ® is a registered trademark of Elsevier B.V.



Lactuca virosa

L.

Asteraceae

+ Synonyms

Hieracium virosum E.H.L.Krause

Lactuca agrestis Bubani

Lactuca ambigua Schrad.

Lactuca cornigera Pau & Font Quer

Lactuca flavida Jord.

Lactuca livida Boiss. & Reut.

Lactuca patersonii Menezes

Lactuca romana Garsault

Lactuca schimperii Jord.

Lactuca serratifolia Sennen

Lactuca sinuata Forssk.

Wiestia virosa (L.) Sch.Bip.

Common Name: Wild Lettuce

General Information

Lactuca virosa is an annual to biennial plant that can grow up to 180cm tall. The plant is harvested from the wild for local use as a food and medicine

Known Hazards

Poisonous[7, 19]. Cases of poisoning caused by this plant have only been recorded very rarely[65].

Botanical References

[17](#)

Range

South and western Europe - Britain to Poland, south to Portugal, Spain and Greece; N. Africa - Morocco, Algeria

Habitat

Grassy places by roads, canals etc and on banks near the sea[17], usually on calcareous soils[7].

Properties

Edibility Rating	
Medicinal Rating	
Habit	Annual/Biennial
Height	1.80 m
Pollinators	Insects
Cultivation Status	Wild

Cultivation Details

Prefers a light sandy loam and a sunny position[1].

The wild lettuce is cultivated as a medicinal plant in many areas of Europe[4, 46, 61].

Edible Uses

Leaves - raw or cooked[52]. Very tender[5]. Caution is advised, see the notes above on toxicity.

A mild flavoured oil, used in cooking, is obtained from the seeds[4].

Medicinal

The whole plant is rich in a milky sap that flows freely from any wounds. This hardens and dries when in contact with the air[4]. The sap contains 'lactucarium', which is used in medicine for its anodyne, antispasmodic, digestive, diuretic, hypnotic, narcotic and sedative properties[9, 21, 46, 165, 192, 213, 238]. Lactucarium has the

No Image.

effects of a feeble opium, but without its tendency to cause digestive upsets[4], nor is it addictive[7]. It is taken internally in the treatment of insomnia, anxiety, neuroses, hyperactivity in children, dry coughs, whooping cough, rheumatic pain etc[238]. Concentrations of lactucarium are low in young plants and most concentrated when the plant comes into flower[238]. It is collected commercially by cutting the heads of the plants and scraping the juice into china vessels several times a day until the plant is exhausted[4]. This species is probably the richest supply of lactucarium[4]. The plant also contains 'hyoscyamine', a powerful depressant of the parasympathetic nervous system[213]. An infusion of the fresh or dried flowering plant can also be used[9]. The plant should be used with caution, and never without the supervision of a skilled practitioner. Even normal doses can cause drowsiness whilst excess causes restlessness[238] and overdoses can cause death through cardiac paralysis[7, 9].

Some physicians believe that any effects of this medicine are caused by the mind of the patient rather than by the medicine[213].

The sap has also been applied externally in the treatment of warts[222].

A homeopathic remedy is made from the plant[9]. It is used in the treatment of chronic catarrh, coughs, swollen liver, flatulence and ailments of the urinary tract[9].

Other Uses

An extract of the leaves is used as an ingredient in commercial cosmetic preparations as a skin conditioner[1243].

Propagation

Seed - sow spring or autumn in situ and only just cover the seed. Germination is usually fairly quick.

Cite as: Temperate Plants Database, Ken Fern. temperate.theferns.info. 2022-04-20. <temperate.theferns.info/plant/Lactuca+virosa>

Last update on 2021-07-30: Now containing 8773 plants.



Useful Temperate Plants Database 2016 by [Ken Fern](#), web interface by [Ajna Fern](#) with help from [Richard Morris](#).

The database and code is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported License](#).

> [Pharmazie](#). 1948 Oct;3(10):469.

[Lactuca virosa, the Poison lettuce]

[Article in German]

[H KREITMAIR](#)

PMID: 18102633

No abstract available



Menu



Buscar



Iniciar sesión



Carrito

[Inicio](#) / [Blog](#) / [Smartshop](#) / Laitue vireuse : composition, utilisation, commande

Laitue vireuse : composition, utilisation, commande

[Description](#)
[Documents](#)


Lechuga silvestre: composición, uso, orden

La lechuga silvestre es lechuga silvestre, cuyo nombre en latín es lactuca virosa.

Esta planta se ha utilizado durante mucho tiempo en la medicina tradicional, principalmente por sus beneficios sobre el dolor. De hecho, las hojas de lechuga de hoja, cuando se secan, tienen un efecto similar al del opio.

En cualquier caso, se trata de una planta de cuidados que ahora ha caído en gran parte en el olvido y que, sin embargo, merece ser conocida.

Le sugerimos que lo descubra en este artículo y haga un balance de este producto y sus posibles efectos secundarios, antes de ponerlo en su carrito y elegir el método de entrega en un sitio comercial.

La lechuga silvestre en la medicina tradicional: lo esencial en pocas palabras

Durante siglos, las personas han utilizado remedios naturales, como los remedios a base de hierbas, para tratar una variedad de síntomas, incluido el dolor.

La lechuga de hoja, lactuca virosa L., es una hierba que se ha utilizado para aliviar el dolor e inducir el sueño.

Es utilizado por los interesados como alternativa a los medicamentos convencionales.

Aunque la lechuga silvestre puede tener varios beneficios para la salud, muchas personas desconocen los efectos secundarios no deseados que puede causar la ingestión de esta hierba.

Volveremos a esto, sabiendo que el producto tiene cierto interés cuando se usa bien.

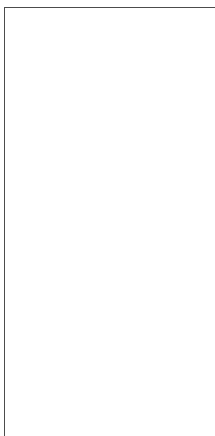
Que es la lechuga silvestre

Descripción de lactuca virosa

La lechuga silvestre (Lactuca virosa o lechuga de hoja) es una especie de lechuga cultivada en varias regiones del mundo, especialmente en Irán, pero también en Europa, Austria, Francia, Alemania y Escocia, así como en Asia.

Esta hierba crece en lugares soleados, como a lo largo de ríos y carreteras, y puede alcanzar los 1,8 metros de altura. Sus propiedades pueden variar según su origen.

La lechuga silvestre produce bonitas flores amarillas, en las que se pueden cosechar las semillas. Estas semillas se utilizan en extractos con fines medicinales.



Fuente: https://www.psychonauta.org/psychowiki/index.php?title=Laitue_vireuse,_opium_de_laitue,_effets,_risques,_témoignages

Hojas, semillas, látex de lactuca virosa

Las hojas de la lechuga lactuca virosa son de color verde brillante y crecen a partir de un tallo verde a veces adornado con púrpura.

Cuando se rasca la hoja de lactuca, esta lechuga secreta una sustancia blanca lechosa llamada lactucarium. Se distingue por la forma lancoelada de la hoja y un aspecto que recuerda en ocasiones al diente de león o la barba capuchina.

Cuando se seca, este producto blanco se parece al opio, un analgésico extraído de las vainas de amapola inmaduras.

Grano de opio, amapola

Debes saber que en la medicina herbal, las semillas de opio se han utilizado ampliamente para reducir el dolor a lo largo de la historia, y esto desde la Antigüedad. Se utilizó en particular como analgésico para los heridos de guerra.

El lactucarium puede producir sensaciones similares al opio, pero con menos efectos secundarios.

¿Cómo usar la lechuga de hoja hoy?

Productos de lactuca virosa

Hoy en día, existen muchos productos elaborados con lechuga silvestre lactuca que contienen extractos de las semillas, hojas y savia lechosa de la planta, lactucarium.



Estos productos adoptan, por ejemplo, las siguientes formas:

- tinturas madre
- polvos vegetales
- de aceite
- semillas
- tabletas o cápsulas a base de hierbas.

Partes de lactuca virosa utilizadas

Por lo tanto, se utilizan varias partes de la lechuga, y no solo la leche blanca o el látex de lechuga, sino también el tallo, la hoja, las flores, las semillas, a veces la roseta o las espigas.

La lechuga de hoja permite, en particular, preparar té de hierbas, pero también una forma particular de opio, a partir del látex.



Fuente: https://www.psychonauta.org/psychowiki/index.php?title=Laitue_vireuse,_opium_de_laitue,_effets,_risques,_témoignages

El té de hierbas, recuerda, es una forma simple de infusión de las hojas y los tallos, mientras que una decocción consiste en hervir parte de la lechuga hasta obtener una mezcla lo suficientemente espesa y rica en sustancias activas.

Principales propiedades de la lechuga silvestre o lactuca

La lechuga silvestre o lactuca virosa es una forma de planta utilizada en el té de hierbas, o como extracto de semilla, o por su jugo que recuerda al látex blanco.



Fuente: <https://www.sante-nutrition.org/analgesique-naturel-plus-fort-pousse-partout-y-compris-jardin/>

Contiene sustancias activas. Su éxito proviene de sus beneficios en:

- ansiedad
- problemas respiratorios
- insomnio
- dolor en las articulaciones.

Los amantes de las plantas silvestres a veces comen lechuga de hoja cruda. El aspecto característico hace que sea fácil de detectar.

Las hojas también son psicoactivas gracias a su jugo y en ocasiones se utilizan para crear un estado de euforia, aunque esta no es necesariamente la función principal de la lechuga de hoja.

Cabe señalar que en Francia, aunque está presente, la lechuga silvestre es poco conocida, sea cual sea el nombre que se le dé.

¿Puede la lechuga de hoja aliviar el dolor?

Lactuca virosa y dolor

El extracto y las semillas de lechuga de hoja se han utilizado durante mucho tiempo para aliviar el dolor.

Lactucarium contiene lactucina y lactucopirina, sustancias amargas que actúan sobre el sistema nervioso central para producir un efecto analgésico y sedante.

Estos compuestos se consideran lactonas sesquiterpénicas, un grupo de sustancias beneficiosas más concentradas en plantas pertenecientes a las Asteraceae, como la lechuga, la caléndula y la achicoria.

De hecho, las lactonas sesquiterpénicas constituyen una gran parte del jugo de lactucarium similar al látex secretado por la lechuga de hoja.

Si bien muchas empresas de atención médica natural y sitios web homeopáticos promueven lactuca virosa como tratamiento para el dolor, faltan pruebas científicas.

Estudios sobre lactosa virosa y dolor

Pocos estudios en humanos han analizado lactuca virosa, su látex blanco y el alivio del dolor, aunque algunos estudios en animales sugieren que los compuestos en el jugo o el extracto de semillas funcionan como analgésicos.

Un estudio de 2006 de A. Wesolowska en ratones demostró que en dosis de 15 y 30 mg de planta por kg de peso corporal, el producto es tan eficaz como 30 mg de ibuprofeno.

Sin embargo, los estudios en animales sobre lactuca virosa como analgésico son limitados y se necesitan más investigaciones que incluyan a los seres humanos para obtener un asesoramiento preciso.

Lechuga silvestre: otros posibles usos

Otros usos de los productos de lactuca virosa

La lechuga de hoja se promociona como un tratamiento natural para una variedad de afecciones además del dolor, como:

- problemas respiratorios
- calambres menstruales
- artritis
- el cáncer
- insomnio
- Problemas de tráfico
- agitación
- infecciones del tracto urinario
- Enfermedad de Alzheimer

Lechuga silvestre

También se le atribuyen propiedades antibacterianas cuando se aplica sobre la piel.

Conocimiento confiable de la lechuga de hoja

Aunque puede encontrar información y opiniones sobre las cualidades curativas de lactuca virosa en muchos sitios web de medicina alternativa, actualmente no hay investigaciones científicas que respalden su uso para tratar cualquiera de las afecciones mencionadas anteriormente.

Los estudios demuestran que otros tipos de lactonas sesquiterpénicas de la familia Asteraceae son eficaces para reducir la inflamación, lo que puede ayudar con ciertos problemas de salud.

Además, ciertos sesquiterpenos ofrecen propiedades antioxidantes, antibacterianas y antitumorales.

Podemos citar la manzanilla, un miembro de la familia Asteraceae, que contiene camazuleno, un sesquiterpeno que muestra fuertes cualidades antioxidantes.



La matricaria, que también pertenece a las categorías de Asteraceae, es rica en partenolida, que inhibió el crecimiento de células leucémicas en un estudio de probeta.

Sin embargo, existen pocos estudios sobre los compuestos específicos que se encuentran en lactuca virosa.

Hasta que no se hayan realizado más investigaciones sobre los efectos del producto en la salud, es difícil de confirmar o negar.

Efectos secundarios, peligros potenciales y alternativas a la lechuga de hoja

Posibles efectos secundarios.

Aunque todavía no se han estudiado los beneficios de la lechuga de hoja, se han analizado mejor sus efectos secundarios. ¡Presta atención a la cantidad de plantas que comes!

Los estudios indican que la lechuga de hoja lactuca virosa puede ser perjudicial para la salud si se toma sin cuidado y sin la debida atención. Esta opinión no es necesariamente compartida por todos.

Los resultados de un estudio sobre lactuca virosa

Entonces, en un estudio, ocho personas que ingirieron lechuga de hoja cruda experimentaron los siguientes síntomas:

- mareo
- sensibilidad extrema a la luz
- sudor
- alucinaciones
- ansiedad
- retención urinaria
- visión borrosa
- dolor de cabeza
- náusea
- vomitando

Las personas ingirieron toda la planta en este estudio y, en particular, las hojas.

Reducción del número de estudios sobre lechuga de hoja.

Además, en ausencia de estudios extensos, no hay forma de saber cómo el extracto de semilla puede interactuar con ciertos medicamentos.

Dado que los estudios en animales indican que el extracto de lechuga de hoja de lactuca virosa puede tener propiedades sedantes, cualquier persona que tome sedantes debe evitar los suplementos de este producto.

Además, la ingestión de lechuga de hoja puede provocar alucinaciones.

No obstante, antes de usar lechuga de hoja, puede consultar a un profesional de la salud o pedirle consejo al farmacéutico.

De hecho, si a la lechuga de hoja se le llama a veces el opio de la gente, porque es barata, es porque el producto puede tener efectos bastante potentes, dependiendo de la cantidad.

Detalles sobre la cantidad y dosificación de las hojas y semillas de este producto.

Producido en cápsulas

No existen pautas para el uso adecuado de este producto, pero los fabricantes de cápsulas generalmente recomiendan de 400 a 500 miligramos (mg) por día.

Tintura madre de lactuca virosa

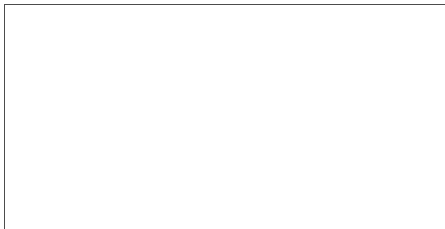
Las dosis de tinturas y extractos varían según la concentración de la solución.

Lactuca virosa en planta seca o en polvo

Las hierbas secas y las preparaciones en polvo se pueden usar para hacer té al remojar de 1 a 2 cucharadas de la hierba seca o de 1 a 2 cucharaditas del polvo en una taza de agua hirviendo.

Lactuca virosa también se puede fumar

Las hojas secas también se pueden fumar, instrucciones de uso en el video a continuación:



Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=bMitSWOgVjg> ss

Precaución

Atención ! Se debe tener cuidado al consumir lactuca virosa seca, ya que no puede controlar la dosis y puede consumir más de lo que cree.

Además, no hay forma de saber si las hierbas secas se han contaminado con pesticidas, metales pesados, fertilizantes químicos u otras sustancias nocivas, según el suelo o el origen.

Por el contrario, las cápsulas de lechuga duras ofrecen una dosis más regular, especialmente si han sido certificadas por un organismo de certificación independiente.

La certificación para este tipo de producto es poco común, como lo es para muchos suplementos dietéticos a base de hierbas.

Pero los fabricantes están adoptando esta práctica cada vez más a medida que los consumidores de suplementos se vuelven más inteligentes y se esfuerzan por lograr la calidad.

Información para pedidos y entrega de lechugas de hoja

Siempre debe solicitar sus suplementos de lechuga de hoja en un sitio confiable.

Para encontrar semillas de lechuga silvestre en nuestro sitio en francés, utilizará los diferentes nombres de lactuca virosa. Una sección del sitio está dedicada a semillas y plantas medicinales.

Consulte el precio y la información en la página del producto en francés antes de realizar el pedido y lea los comentarios de los clientes.

Puede elegir la cantidad por referencia de producto y realizar un pedido desde su cuenta de cliente validando su cesta. La página de navegación muestra el total del carrito.

Semillas de lactuca virosa, extractos vegetales, cápsulas, consultar precio antes de colocar el artículo en la canasta para entrega.

Al realizar el pedido, sabrá cuál es la disponibilidad del producto, y eso por referencia. A veces solo quedan unas pocas piezas. Nuestras condiciones de entrega se pueden consultar en las condiciones generales de venta.

[TWITTER](#) [FACEBOOK](#) [PINTEREST](#)

Comments (0)

No comments at this moment

[Only registered and logged customers can add comments](#)

Ressources ▾

Mycotrop.com Get High On Life. You must be 18 years old to use this site.



Sito protetto da reCAPTCHA. [Privacy](#) - [Termini](#)



Article

Sedative Effects of Latexes Obtained from Some *Lactuca* L. Species Growing in Turkey

Selen Ilgün ¹, Esra Küpeli Akkol ^{2,*}, Mert İlhan ³, Derya Çiçek Polat ⁴, Ayse Baldemir Kılıç ⁵, Maksut Coşkun ⁴ and Eduardo Sobarzo-Sánchez ^{6,7,*}

¹ Department of Pharmaceutical Botany, Faculty of Pharmacy, Erciyes University, 38039 Kayseri, Turkey; ilgunselen@gmail.com

² Department of Pharmacognosy, Faculty of Pharmacy, Gazi University, 06330 Ankara, Turkey

³ Department of Pharmacognosy, Faculty of Pharmacy, Van Yüzüncü Yıl University, 65080 Tuşba/Van, Turkey; mertilhan@yyu.edu.tr

⁴ Department of Pharmaceutical Botany, Faculty of Pharmacy, Ankara University, 06560 Ankara, Turkey; polatd@ankara.edu.tr (D.C.P.); mcoskun@ankara.edu.tr (M.C.)

⁵ Department of Pharmaceutical Botany, Gülhane Faculty of Pharmacy, University of Health Science, 06018 Ankara, Turkey; aysebaldemir@gmail.com

⁶ Instituto de Investigación e Innovación en Salud, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Central de Chile, Santiago 8330507, Chile

⁷ Department of Organic Chemistry, Faculty of Pharmacy, University of Santiago de Compostela, 15782 Santiago de Compostela, Spain

* Correspondence: esrak@gazi.edu.tr (E.K.A.); eduardo.sobarzo@ucentral.cl (E.S.-S.); Tel.: +90-0312-202-3185 (E.K.A.); +90-569-5397-2783 (E.S.-S.)

Academic Editors: Eduardo Sobarzo-Sánchez and Thomas J. Schmidt

Received: 22 February 2020; Accepted: 26 March 2020; Published: 30 March 2020



Abstract: *Lactuca* L. species belong to the Asteraceae family and these plants are traditionally used for therapeutic purposes around the world. The dried milky latex of *L. serriola* is known as “lettuce oil” and is used as a sedative in Turkey. This study aimed to evaluate the sedative effects and analyze the chemical compositions of latexes obtained from some *Lactuca* species growing in Turkey. The sedative effects were evaluated through various behavioral tests on mice. For this purpose, latexes were obtained from *L. glareosa* Boiss., *L. viminea* (L.) J. Presl and C. P., *L. mulgedioides* (Vis and Pančić) Boiss. and Kotschy ex. Boiss., *L. saligna* L., and *L. serriola* L. The latex from *L. saligna* showed the highest sedative effects, whilst *L. serriola* and *L. viminea* latexes also displayed significant sedative effects compared to the control group at a dose of 100 mg/kg. However, the latexes from *L. glareosa* and *L. mulgedioides* did not exhibit any sedative effects on mice. Characteristic sesquiterpene lactones (lactucin, lactucopicrin, 11,13β-dihydrolactucin, and 11,13β-dihydrolactucopicrin) were determined qualitatively and quantitatively by high-performance liquid chromatography (HPLC). Lactucin was identified as the main component.

Keywords: Asteraceae; *Lactuca*; sedative effect; sesquiterpene lactone; HPLC

1. Introduction

Sleep is the state of rest that is necessary for all people to lead healthy lives. Many physical, environmental, psychological, and physiological factors can positively or negatively affect the quality and quantity of sleep. Insomnia is considered an important health problem because of its negative effects on people’s quality of life and it often has psychiatric or medical causes [1]. Chronic sleep disorders are often defined as difficulties in initiating and maintaining sleep; consequently, the quality and quantity of sleep are low. Insomnia is often seen and treated as a symptom rather than a disease. Antidepressants and sedative and hypnotic drugs are used for insomnia, especially benzodiazepines,

such as diazepam, which are sedative-hypnotic drugs used for the modulation of γ -aminobutyric acid (GABA) receptors [2]. The side effects of such hypnotic drugs make people uneasy about their use. Therefore, people often use herbal complementary therapies to treat insomnia and traditionally, many medicinal plants have been used for their sedative-hypnotic effects [3,4].

Lactuca is a taxon that contains important species and this genus is widely distributed throughout the world and has been consumed by people since ancient times. *L. biennis* (Moench) Fernald is used as an analgesic, antidiarrheic, antiemetic, and antihemorrhagic, as well as for heart diseases and gynecological diseases; *L. canadensis* L. is used as an analgesic, sedative, and stimulant and treats eye and kidney disorders, orthopedic diseases, skin diseases, and warts. *L. intybacea* Jacq. ex Murray is applied as a decongestant, laxative, tonic, and depurative, and treats arthritis, hepatitis, and gout. *L. muralis* (L.) Fresen is used as a narcotic, sedative, and antispasmodic. *L. sativa* L. is taken as an aphrodisiac, sedative, cardioactive, diuretic, hypnotic, narcotic, and sedative, and it treats asthma, fever, and hyperglycemia. *L. indica* L. is used for its antibacterial and anti-inflammatory effects. *L. capensis* Thunb is used for treating sores, ulcers, leprosy, eczema, and the milky latex of *L. virosa* L., known as “lactucarium”, is taken as a sedative-hypnotic [5–7]. Bioactivity studies on *Lactuca* species have shown that these plants have analgesic, anti-inflammatory, antioxidant, anticarcinogenic, hepatoprotective, neuroprotective, antidiabetic, and anxiolytic effects [8–13]. A review of the literature shows that sesquiterpene lactones are characteristic components of *Lactuca* species. In particular, lactucine-type guaianolides are the most representative constituents [14].

Lactucin and its esters were first found in *L. virosa* latex and they were specifically responsible for the sedative-hypnotic effects of lactucarium. Several studies on lactucin and its derivatives have confirmed that these compounds have sedative effects. In addition, it has been noted that lactucin and lactucopicrin are active substances that promote sleep, because they bind effectively to the GABA_A receptor [15,16].

The aim of this study was to evaluate the sedative effects of milky latexes obtained from five *Lactuca* species grown in Turkey. The sedative effects of the latexes obtained from *L. serriola*, *L. saligna*, *L. viminea*, *L. mulgedioides*, and *L. glareosa* were investigated using traction, fireplace, holeboard, and thiopental-induced sleeping tests. In addition, the presence and amounts of the sesquiterpene lactones lactucin and lactucopicrin and their dihydro derivatives were determined by high-performance liquid chromatography (HPLC). This is the first report on the sedative effects of latexes obtained from these *Lactuca* species.

2. Results

In Europe, the dried milky latex of wild lettuce (*L. virosa*, *L. serriola*) has traditionally been used as a sedative. In Turkey, the dried milky latex of *L. serriola* is known as “lettuce oil” and is used as a sedative [17]. In this study, the sedative effects of latexes obtained from five *Lactuca* species grown in Turkey were investigated by various in vivo methods on mice. The latexes were also analyzed using high-performance liquid chromatography for characteristic compounds thought to be responsible for this effect.

The sedative-hypnotic effects of the latexes on mice were determined by traction, fireplace, holeboard, and thiopental-induced sleep tests. These behavioral tests showed that the latexes from *L. saligna*, *L. serriola*, and *L. viminea* had significant sedative effects compared to the control group at a dose of 100 mg/kg whilst the latexes from *L. glareosa* and *L. mulgedioides* did not exhibit any sedative effects (Table 1).

Table 1. Sedative effects of test materials determined by the traction test, fireplace test, and holeboard test.

Test Material	Dose (mg/kg)	Traction Test (s) (Re-Establishment Time) Mean $\pm$ SEM	Fireplace Test (s) (Time to Go Back the Tube in Seconds) Mean $\pm$ SEM	Holeboard Test (Explored Holes during 5 min) Mean $\pm$ SEM
Control	-	0.11 $\pm$ 0.00	9.14 $\pm$ 0.87	34.11 $\pm$ 1.86
LG	100	2.15 $\pm$ 0.19	12.56 $\pm$ 1.22	33.47 $\pm$ 1.18
LM	100	1.05 $\pm$ 0.06	10.28 $\pm$ 0.93	31.06 $\pm$ 1.93
LSA	100	7.83 $\pm$ 0.29 **	131.84 $\pm$ 1.41 ***	6.21 $\pm$ 0.52 **
LSE	100	5.34 $\pm$ 0.37 *	93.99 $\pm$ 0.98 **	15.64 $\pm$ 0.97 *
LV	100	4.21 $\pm$ 0.14 *	75.99 $\pm$ 1.04 *	27.58 $\pm$ 1.10
Lorazepam	1	10.27 $\pm$ 0.43 ***	168.39 $\pm$ 1.35 ***	0.00 $\pm$ 0.00 ***

* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$; LSE: *L. serriola* latex, LG: *L. glareosa* latex, LSA: *L. saligna* latex, LV: *L. viminea* latex, LM: *L. mulgedioides* latex. -: 0.5% CMC

Another method that can be used to evaluate sedative effects is the thiopental-induced sleep test. The results of this test showed that the latexes from *L. saligna*, *L. serriola*, and *L. viminea* significantly reduced the time to the onset of sleeping and increased the sleeping time of mice compared to the control group (Table 2).

Table 2. Sedative effects of test materials determined by the thiopental-induced sleeping test.

Test Material	Dose (mg/kg)	Onset of Sleeping (min) Mean $\pm$ SEM	Sleeping Duration (min) Mean $\pm$ SEM
Control	-	54.11 $\pm$ 1.98	60.28 $\pm$ 2.47
LG	100	49.53 $\pm$ 2.75	78.61 $\pm$ 2.80
LM	100	52.81 $\pm$ 2.90	66.49 $\pm$ 2.64
LSA	100	20.13 $\pm$ 1.71 ***	224.26 $\pm$ 2.52 ***
LSE	100	24.77 $\pm$ 1.93 *	205.91 $\pm$ 2.87 **
LV	100	36.15 $\pm$ 2.01 *	173.66 $\pm$ 2.98 *
Lorazepam	1	17.43 $\pm$ 1.54 ***	297.15 $\pm$ 2.83 ***

* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$; LSE: *L. serriola* latex, LG: *L. glareosa* latex, LSA: *L. saligna* latex, LV: *L. viminea* latex, LM: *L. mulgedioides* latex. -: 0.5% CMC

The latex obtained from *L. saligna* showed the highest activity followed by the latex from *L. serriola*.

The latexes were evaluated for lactucin-type guaianolides (lactucin, lactucopicrin, 11 β ,13-dihydrolactucin, and 11 β ,13-dihydrolactucopicrin), which are characteristic constituents of the *Lactuca* genus. According to the literature, these compounds have sedative effects, which have been shown in various studies and attempts have been made to prove this effect in both in vivo and in vitro experiments [4,15,16]. The constituents were separated using HPLC and quantified by a diode-array detector (DAD). Figure 1 shows the HPLC chromatograms of the standards.

Sesquiterpene lactones were identified by retention times. Quantification was achieved by the measurement of the peak area at 260 nm and by comparison with standard calibration curves (Table 3). The highest lactucin content was found in the latex from *L. serriola* (57.53249 $\pm$ 0.27 mg_{std}/g_{latex}), followed by *L. saligna*, *L. viminea*, and *L. glareosa* in descending order. Lactucopicrin was only detected in the latex from *L. saligna* (0.61729 $\pm$ 0.02 mg_{std}/g_{latex}) and all the other reference compounds were also found in the latex from *L. saligna* (Figures 2 and 3). The 11 β ,13-dihydro derivatives of lactucin and lactucopicrin were found in the latexes from *L. glareosa*, *L. saligna*, and *L. serriola*. The highest level of 11 β ,13-dihydrolactucin was found in the latex from *L. serriola* (2.35356 $\pm$ 0.03 mg_{std}/g_{latex}) whilst the highest level of 11 β ,13-dihydrolactucopicrin was seen in the latex from *L. glareosa* (0.75238 $\pm$ 0.01 mg_{std}/g_{latex}). In *L. mulgedioides*, none of the compounds of interest was detected.

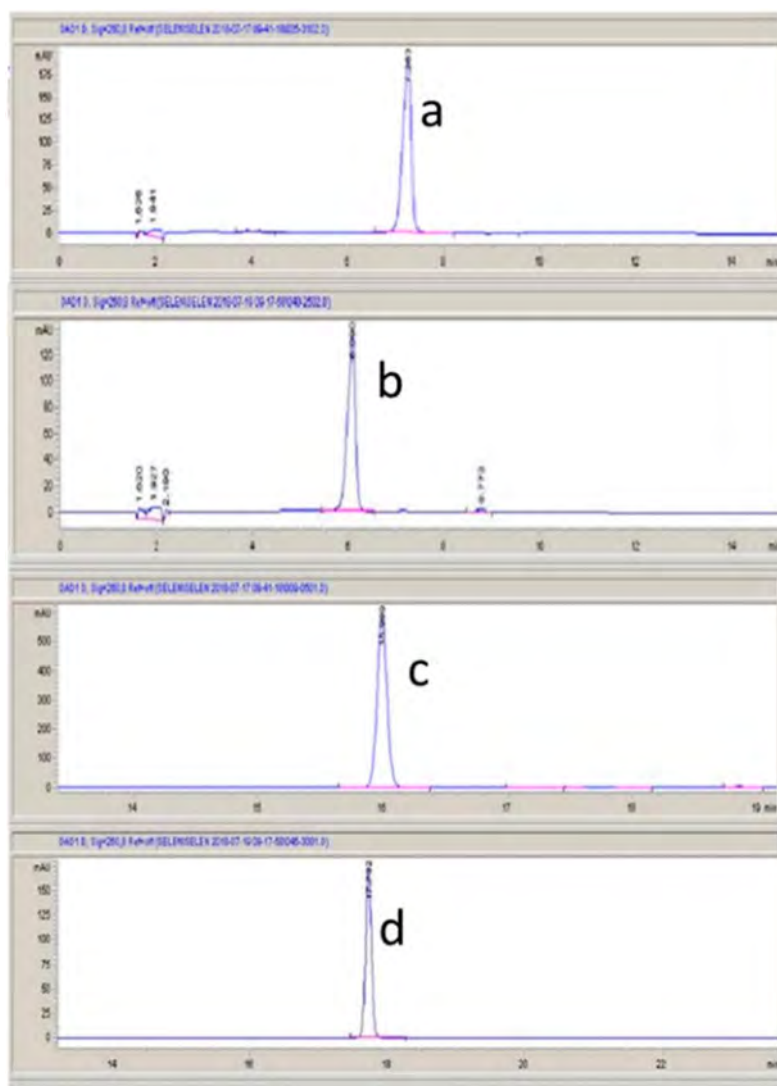


Figure 1. High-performance liquid chromatography (HPLC) chromatograms of the standards: (a) lactucin, (b) 11 β ,13-dihydrolactucin, (c) lactucopicrin, and (d) 11 β ,13-dihydrolactucopicrin.

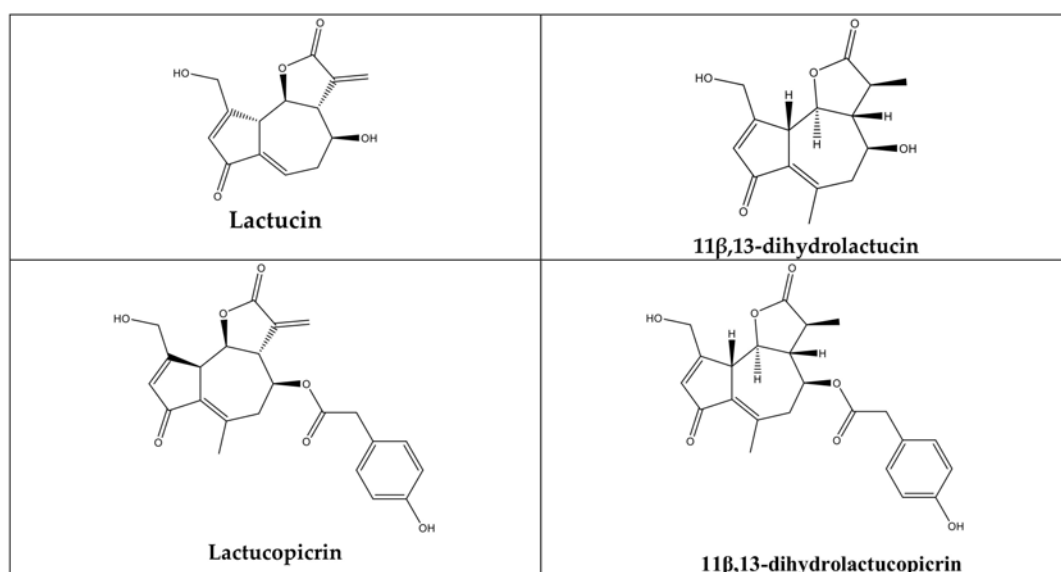


Figure 2. Molecular formulas of the sesquiterpene lactones.

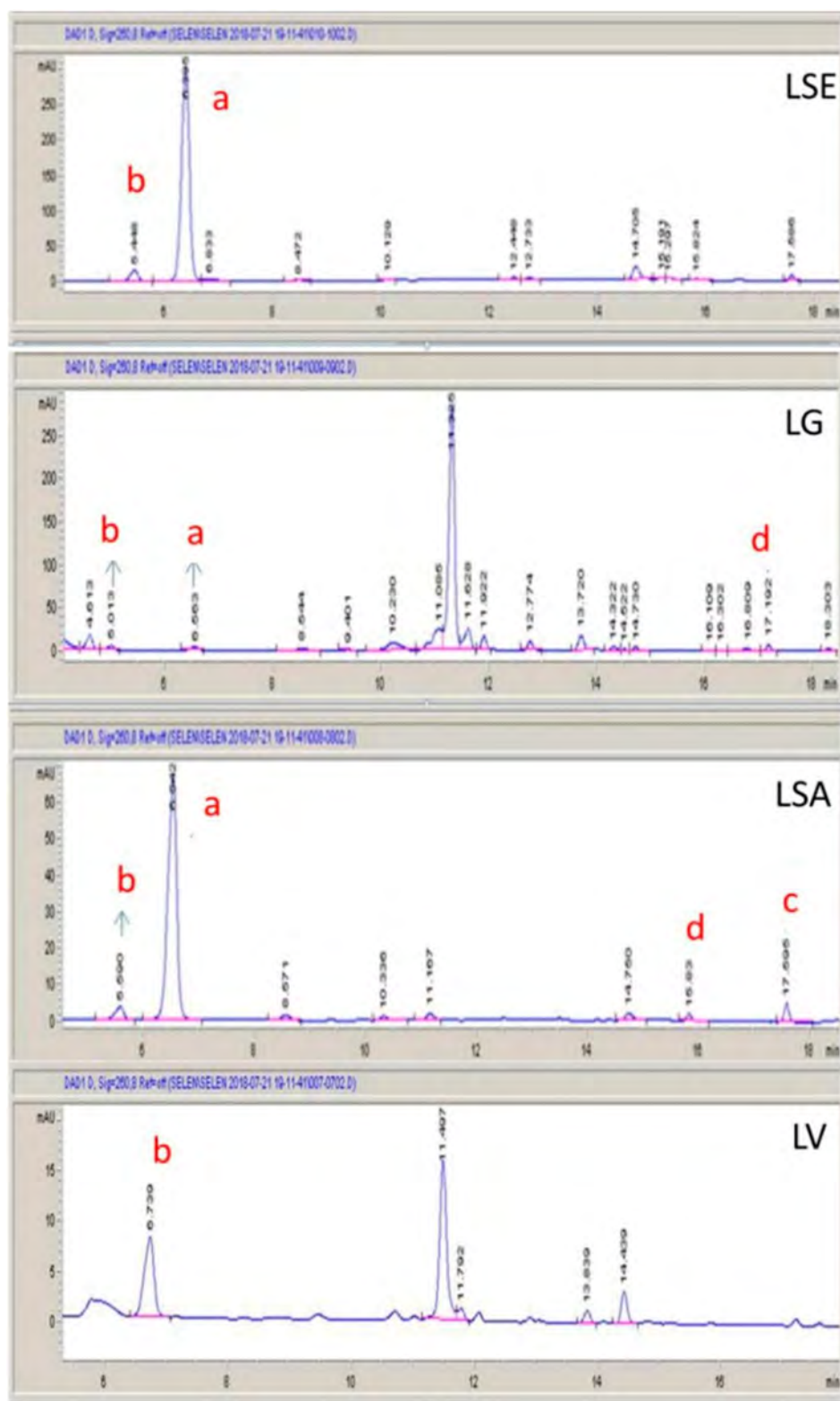


Figure 3. HPLC chromatograms of the latexes. LSE: *L. serriola* latex, LG: *L. glareosa* latex, LSA: *L. saligna* latex, LV: *L. viminea* latex. Peaks: (a) lactucin, (b) 11 β ,13-dihydrolactucin, (c) lactucopicrin, and (d) 11 β ,13-dihydrolactucopicrin.

Table 3. HPLC analysis of the sesquiterpene lactones in the latexes from *Lactuca* species.

Materials	Lactucin (mg std/g latex)	Lactucopicrin (mg std/g latex)	11 β ,13 Dihydrolactucopicrin (mg std/g latex)	11 β ,13 Dihydrolactucin (mg std/g latex)
LG	0.45551 $\pm$ 0.01 *	-	0.75238 $\pm$ 0.01 *	0.55975 $\pm$ 0.1 *
LM	-	-	-	-
LSA	13.94970 $\pm$ 0.24 *	0.61729 $\pm$ 0.02 *	0.49266 $\pm$ 0.01 *	0.47723 $\pm$ 0.01 *
LSE	57.53249 $\pm$ 0.27 *	-	-	2.35356 $\pm$ 0.03 *
LV	1.40352 $\pm$ 0.01 *	-	-	-

LSE: *L. serriola* latex, LG: *L. glareosa* latex, LSA: *L. saligna* latex, LV: *L. viminea* latex, LM: *L. mulgedioides* latex. * mean $\pm$ SD; SD: standard deviation; n = 3. (-: No peak of the related compound was seen in the HPLC chromatogram)

Although the amount of lactucin detected in *L. serriola* was considerably higher than the amount of lactucin detected in *L. saligna*, the sedative effect of the latex from *L. serriola* was lower than that of the latex from *L. saligna*.

3. Discussion

Lactuca species are used in folk medicine for stomach problems, pain relief, and inflammation. Furthermore, it has been reported to have anticonvulsant, sedative-hypnotic, and antioxidant properties [18]. Sutrisna also reported significant analgesic, anti-inflammatory, antidepressant, and anti-coagulant properties and found that the 70% ethanolic extract of the leaves of *L. sativa* displayed a remarkable sedative effect [19]. Additionally, Kim et al. showed that the 70% ethanolic extract of *L. sativa* enhanced sleeping time and acted via the GABAergic system [16].

In the literature, the quantitative analysis of sesquiterpene lactones has been reported for various species of *Lactuca* genus. However, few studies have been reported with latexes from *Lactuca* species. The latexes of *L. mulgedioides*, *L. saligna*, *L. viminea*, and *L. glareosa* were examined for the first time in this study. Sessa et al. noted that important information about the sesquiterpene lactone content of the latex of *L. sativa*, was obtained and they reported that the major sesquiterpene lactones of *Lactuca* species are 15-oxalyl and 8-sulfate conjugates of guaianolides, such as lactucin, deoxylactucin, and lactucopicrin [20]. In this present work, lactucin derivatives were identified in the methanolic extracts of the latexes obtained from the studied plants by their characteristic UV spectra.

The literature shows that different amounts of latex are found in different vegetation stages of the plant. It has been reported that the sesquiterpene lactone content is highest during bolting. However, in our study, all the latexes were collected during the flowering stage because the amount of latexes of plants was high at this stage. The lactucin amounts were compared with the literature and a significant difference was observed between *L. sativa* and our plant material, *L. serriola* [20]. The results of this showed that the age and growth stage of the plant are important parameters affecting the amount of sesquiterpenes.

The sedative effects of 70% ethanolic extracts of the leaves and seeds of different varieties of *L. sativa* were investigated using the pentobarbital-induced sleeping test by Kim et al. and the amounts of lactucin and lactucopicrin in the extracts were determined by HPLC. A stronger sedative effect was observed in the seed extract of *L. sativa* which contained more lactucopicrin [4]. In another study, whilst lactucin and lactucopicrin showed sedative effects, 11 β ,13-dihydrolactucin did not show any effect at doses of 15 mg/kg and 30 mg/kg. Moreover, lactucin and lactucopicrin have been reported as the main active sedative substances from spontaneous locomotor activity tests [15]. In addition, the sleep-enhancing effects of lettuce were investigated, and the extracts of lettuce inhibited the binding of [3H]-flumazenil in a concentration-dependent manner and the affinity of both lactucin and lactucopicrin to gamma-aminobutyric acid (GABA)A-benzodiazepine (BDZ) receptor was 80.7% and 55.9%, respectively. Thus, lettuce extracts have been reported to act through a GABAergic mechanism to promote sleep [16].

According to our study results, in order to understand the mechanism of the effects of the compounds, further studies should be carried out. Our results showed that the sedative effect is not

caused by lactucin, because the latex of *L. serriola* (LSE) whose lactucin content was significantly higher (57.53249 ± 0.27 , mg_{std}/g_{latex}) had no higher sedative effect. The lactucopicrin compound was found only in *L. saligna* (LSA) and a high sedative effect was observed in this latex. In *L. viminea* (LM), no components we analyzed were seen in this latex and accordingly no sedative effect was obtained. These results confirm that lactucin-type guaianolides are responsible for the sedative effects.

We can understand from these results that lactucin and lactucopicrin likely have a synergistic effect in increasing sedative activity. Moreover, other components of latexes that we did not detect may also be responsible for the sedative effect. Therefore, in-depth structural determination and characterization studies should be carried out for all of the main components of latex, which will help elucidate the compound or compounds responsible for the sedative effect.

4. Materials and Methods

4.1. Plant Materials and Collection of Latex

Firstly, various *Lactuca* species were collected from different habitats in Central Anatolia during the flowering period from July to September of 2018 for the extraction of latex. The obtained plants (*L. serriola*, *L. saligna*, *L. glareosa*, and *L. mulgedioides*) were authenticated by Prof. Dr. Ergin Hamzaoglu from Gazi University.

The stems of the plants were wounded with a scalpel and the milky latex was released onto the plant surface. The latex was then collected in glass bottles. This process was repeated three times and the samples were stored at $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ until the moment of the analysis.

4.2. HPLC Analysis

The collected latex samples were extracted with methanol and centrifuged at $16,000\times g$ for 10 min. The obtained supernatant was then filtered through a $0.45\text{ }\mu\text{m}$ membrane filter. The extracted latexes were analyzed by liquid chromatography using an Agilent 110 (G1379A, Santa Clara, CA, USA).

Samples were injected into a reverse-phase (RP) C_{18} column ($15\text{ cm} \times 4.6\text{ mm}$, $5\text{ }\mu\text{m}$) with a $\text{CH}_3\text{CN}/\text{H}_2\text{O}$ gradient over 40 min at 1 mL min^{-1} and $40\text{ }^{\circ}\text{C}$. The solvent mixture consisted of acetonitrile (solvent A) and water (solvent B). The portion of A was increased from 12% to 95% in 37 min gradually, then returned to the initial conditions in 2 min and the percentage of B was decreased from 88% to 5% in 37 min and then returned to the initial conditions.

4.3. Bioactivity Tests

4.3.1. Animals

Male BALB/c mice (25–30 g) were obtained from Kobay Animals Laboratory (Ankara, Turkey). The animals were allowed to adapt to the laboratory conditions for 3 days before the experiment. In this process, the animals were housed with a 12-h light, 12-h dark cycle with standard laboratory chow and tap water.

Each test group consisted of six mice and all the studies were performed conferring to the international rules regarding the animal experiments and biodiversity rights (Kobay Ethical Council Project Number: 314).

4.3.2. Administration of Test Materials

In all the tests, samples were administered intraperitoneally in a 0.5% sodium carboxymethylcellulose (CMC) suspension at a dose of 100 mg/kg. In the control group, only 0.5% CMC was administered.

Lorazepam (Sigma, CAS No: 846-49-1, Darmstadt, Germany) was used as a reference drug and it was administered to the mice intraperitoneally at a dose of 1 mg/kg.

4.3.3. In Vivo Tests in Mice

Traction Test

The traction test was applied to the mice to evaluate the sedative effects of the test materials using the method described by Courvoisier with Laroche and Rousselet [21–24].

The test samples and lorazepam as a reference material were administered to the mice intraperitoneally. An hour later, the mice were placed horizontally with their forepaws on a taut rope. Normally a mouse hanging on the rope will lift its hind legs, whilst mice that fail to lift at least one of their hind legs to reach the rope are considered to be sedated. In addition, the behavior of the animals was recorded during the experimental period.

Fireplace Test

The method developed by Hoffman was applied to the mice [25,26].

The test samples and lorazepam as a reference material were administered to the mice intraperitoneally. An hour later, each mouse was placed in a 30-cm long vertical glass tube. Typically, a normal mouse attempts to escape within thirty seconds, whilst mice that do not make any attempt during this period are considered to be sedated.

Holeboard Test

The method developed by Clark et al. and File and Hoffman was applied to the mice [27,28].

The test samples and lorazepam as a reference material were administered intraperitoneally to the mice. An hour later, the mice were placed in the center of a perforated board. The perforated board test was carried out using a wooden board of 40 × 40 × 25 cm with evenly spaced holes. The number of times the mice inserted their heads into the holes was recorded.

Thiopental-Induced Sleeping Test

The method developed by Aziz and Khan was applied to the mice [29–31].

Thiopental (a sub-hypnotic dose) was administered to the mice (60 mg/kg) intraperitoneally, then after 30 min the mice were treated with the test samples. The time from the application of the test samples to sleep and the time from sleep to waking was recorded.

Statistical Analysis of the Data

The data obtained from the animal experiments were evaluated using one-way ANOVA statistical tests. In addition, the test and control groups were assessed using Student–Newman–Keuls post hoc tests. The results were compared with those from the control and reference groups. Statistical significance is expressed as * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, and *** $p < 0.001$.

Author Contributions: Conceptualization: E.K.A. and M.C.; methodology: S.I., M.I., and E.K.A.; validation: S.I.; formal analysis: S.I. and E.K.A.; investigation: S.I.; data curation: S.I., D.Ç.P., M.I., and E.K.A.; writing—original draft preparation: S.I., E.K.A., and E.S.-S.; writing—review and editing: S.I. and E.K.A.; supervision: M.C. and A.B.K.; project administration: S.I. and A.B.K.; funding acquisition: M.C. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding: This research was funded by Ankara University (project number 15L0237008) and Erciyes University Research Council (project number TDK-2018-8371).

Acknowledgments: The authors would like to thank Ergin Hamzaoglu, who helped identify the plants.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflicts of interest.

References

1. Ghorbani, A.; Rakhshandeh, H.; Sadeghnia, H.R. Potentiating effects of *Lactuca sativa* on pentobarbital-induced sleep. *Iran. J. Pharm.* **2013**, *12*, 401–406.

2. Oha, D.R.; Kima, Y.; Joa, A.; Choia, E.J.; Oha, K.N.; Kima, J.; Kanga, H.; Kimb, R.Y.; Choia, V.C. Sedative and hypnotic effects of *Vaccinium bracteatum* Thunb. through the regulation of serotonegic and GABAA-ergic systems: Involvement of 5-HT1A receptor agonistic activity. *Biomed. Pharmacother.* **2019**, *109*, 2218–2227. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
3. Fang, X.S.; Hao, J.F.; Zhou, H.Y.; Zhu, L.X.; Wang, J.H.; Song, F.Q. Pharmacologica Istudies on the sedative-hypnotic effect of Semen Ziziphi spinosae (Suanzaoren) and Radix et Rhizoma Salviae miltiorrhizae (Danshen) extracts and the synergistic effect of their combinations. *Phytomedicine* **2010**, *17*, 75–80. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
4. Kim, H.D.; Hong, K.B.; Noh, D.O.; Suh, H.J. Sleep-inducing effect of lettuce (*Lactuca sativa*) varieties on pentobarbital-induced sleep. *Food Sci. Biotechnol.* **2017**, *26*, 807–814. [[CrossRef](#)]
5. Johnson, T. *CRC Ethnobotany Desk Reference*; CRC Press: Boca Raton, FL, USA, 1998; pp. 452–454.
6. Michalska, K.; Szneler, E.; Kisiel, W. Sesquiterpene lactones from *Lactuca canadensis* and their chemotaxonomic significance. *Phytochemistry* **2013**, *90*, 90–94. [[CrossRef](#)]
7. Postu, P.A.; Noumedem, J.A.; Cioanca, O.; Hancianu, M.; Mihasan, M.; Ciorpac, M.; Gorgan, D.L.; Petre, B.A.; Hritcu, L. *Lactuca capensis* reverses memory deficits in A β 1-42-induced an animal model of Alzheimer's disease. *J. Cell. Mol. Med.* **2018**, *22*, 111–122. [[CrossRef](#)]
8. Gopal, S.S.; Lakshmi, M.J.; Sharavana, G.; Sathaiyah, G.; Sreerama, Y.N.; Baskaran, V. Lactucaxanthin—A potential anti-diabetic carotenoid from lettuce (*Lactuca sativa*) inhibits α -amylase and α -glucosidase activity in vitro and in diabetic rats. *Food Funct.* **2017**, *8*, 1124–1131. [[CrossRef](#)]
9. KanthaL, L.K.; Satyavathi, K.; Bhojaraju, P.; Kumar, M.P. Hepatoprotective activity of methanolic extracts of *Lactuca runcinata* DC and *Gyrocarpus asiaticus* Willd. *Beni-Suef Univ. J. Basic Appl. Sci.* **2017**, *6*, 321–325. [[CrossRef](#)]
10. Sadeghnia, H.R.; Farahm, S.K.; Asadpour, E.; Rakhsh, H.; Ghorbani, A. Neuroprotective effect of *Lactuca sativa* on glucose/serum deprivation-induced cell death. *Afr. J. Pharm. Pharmacol.* **2012**, *6*, 2464–2471. [[CrossRef](#)]
11. Sayyah, M.; Hadidi, N.; Kamalinejad, M. Analgesic and anti-inflammatory activity of *Lactuca sativa* seed extract in rats. *J. Ethnopharmacol.* **2004**, *92*, 325–329. [[CrossRef](#)]
12. Harsha, S.N.; Anilakumar, K.R. Effects of *Lactuca sativa* extract on exploratory behavior pattern, locomotor activity and anxiety in mice. *Asian Pac. J. Trop. Dis.* **2012**, *2*, S475–S479. [[CrossRef](#)]
13. Chu, Y.-F.; Sun, J.; Wu, X.; Liu, R.H. Antioxidant and antiproliferative activities of common vegetables. *J. Agric. Food Chem.* **2002**, *50*, 6910–6916. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
14. Michalska, K.; Stojakowska, A.; Malarz, J.; Doležalová, I.; Lebeda, A.; Kisiel, W. Systematic implications of sesquiterpene lactones in *Lactuca* species. *Biochem. Syst. Ecol.* **2009**, *37*, 174–179. [[CrossRef](#)]
15. Wesółowska, A.; Nikiforuk, A.; Michalska, K.; Kisiel, W.; Chojnacka-Wójcik, E. Analgesic and sedative activities of lactucin and some lactucin-like guaianolides. *J. Ethnopharmacol.* **2006**, *107*, 254–258. [[CrossRef](#)]
16. Kim, H.W.; Suh, H.J.; Choi, H.S.; Hong, K.B.; Jo, K. Effectiveness of the sleep enhancement by green romaine lettuce (*Lactuca sativa*) in a rodent model. *Biol. Pharm. Bull.* **2019**, *42*, 1726–1732. [[CrossRef](#)]
17. Baytop, T. *Türkiye'de Bitkiler ile Tedavi (Gecmiste ve Bugun)*; Nobel Tip Kitabevleri: Istanbul, Turkey, 1998.
18. Ismail, H.; Mirza, B. Evaluation of analgesic, anti-inflammatory, anti-depressant and anti-coagulant properties of *Lactuca sativa* (CV. Grand Rapids) plant tissues and cell suspension in rats. *BMC Complement. Altern. Med.* **2015**, *15*, 199. [[CrossRef](#)]
19. Sutrisna, E.; Azizah, T.; Wuryaningrum, A.; Sari, M.P. The potency of *Lactuca sativa* Linn. and *Apium graveolens* L. from Indonesia as tranquilizer. *Int. J. Ayurveda Pharm. Res.* **2015**, *3*, 6–11.
20. Sessa, R.A.; Bennett, M.H.; Lewis, M.J.; Mansfield, J.W.; Beale, M.H. Metabolite profiling of sesquiterpene lactones from *Lactuca* species major latex components are novel oxalate and sulfate conjugates of lactucin and its derivatives. *J. Biol. Chem.* **2000**, *275*, 26877–26884.
21. Courvoisier, S.; Ducrot, R.; Julou, L. *Psychotropic Drugs*; Garattini, S., Ghetti, V., Eds.; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 1957.
22. Laroche, M.-J.; Rousselet, F. *Les Animaux de Laboratoire: Éthique et Bonnes Pratiques*; Editions Masson: Paris, France, 1990.
23. Srikanth, J.; Muralidharan, P. CNS activity of the methanol extracts of *Sapindus emarginatus* Vahl in experimental animal models. *J. Sci. Res.* **2009**, *1*, 583–593. [[CrossRef](#)]

24. Jänicke, B.; Coper, H. Tests in rodents for assessing sensorimotor performance during aging. In *Advances in Psychology*; Ferrandez, A.-M., Teasdale, N., Eds.; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 1996; Volume 114, pp. 201–233.
25. Hoffmann, G. *Les Animaux de Laboratoire: Précis*; Editions Masson: Paris, France, 1963.
26. Alnamer, R.; Alaoui, K.; Boudida, E.H.; Benjouad, A.; Cherrah, Y. Sedative and hypnotic activities of the methanolic and aqueous extracts of *Lavandula officinalis* from Morocco. *Adv. Pharmacol. Sci.* **2012**, *2012*, 270824.
27. Clark, G.; Koester, A.G.; Pearson, D.W. Exploratory behavior in chronic disulfoton poisoning in mice. *Psychopharmacology* **1971**, *20*, 169–171. [[CrossRef](#)]
28. File, S.E.; Wardill, A.G. Validity of head-dipping as a measure of exploration in a modified hole-board. *Psychopharmacology* **1975**, *44*, 53–59. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
29. Aziz, A.; Khan, I. Pharmacological evaluation of sedative and hypnotic activities of methanolic extract of *Lycopus europaeus* in mice. *Int. J. Phytopharm.* **2013**, *2*, 8–12.
30. Williamson, E.M.; Okpako, D.T.; Evans, F.J. *Selection, Preparation and Pharmacological Evaluation of Plant Material*; John Wiley & Sons: Hoboken, NJ, USA, 1996; Volume 1.
31. Herrera-Ruiz, M.; Gutiérrez, C.; Jiménez-Ferrer, J.E.; Tortoriello, J.; Mirón, G.; León, I. Central nervous system depressant activity of an ethyl acetate extract from *Ipomoea stans* roots. *J. Ethnopharmacol.* **2007**, *112*, 243–247. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]

Sample Availability: Samples of the compounds are available from the authors.



© 2020 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

This post may contain affiliate links which won't change your price but will share some commission.

WILDCRAFTING

Wild Lettuce – Sleep Aid and Pain Reliever – Weekly Weeder #24

By Laurie Neverman •

Wild lettuce has a long history of use as a sleep aid and pain reliever. We'll cover how identify and use wild lettuce, potential side effects, and how to get rid of it if it's taking over your yard and garden.





Wild Lettuce

Sleep Aid and Pain Reliever

How to Find it & How to Use It

commonsensehome.com/wild-lettuce/

Contents [\[Hide\]](#)

Today's featured plant is Wild Lettuce, *Lactuca virosa* and *Lactuca serriola*.

Is prickly lettuce the same as wild lettuce?

Range

Does wild lettuce grow in the UK?

Identification

Wildlife Habitat and Animal Fodder

Is Prickly Wild Lettuce Edible?

Medicinal Use

Wild Lettuce Tea

Wild Lettuce Extract

Wild Lettuce High

Getting Rid of Wild Lettuce in the Garden, Landscape or Field

Today's featured plant is Wild Lettuce, *Lactuca virosa* and *Lactuca serriola*.

Wild Lettuce is also known as opium lettuce, bitter lettuce, wild opium, horse thistle, China lettuce and prickly lettuce. *Lactuca virosa* (great or greater prickly lettuce) and *Lactuca serriola* (prickly lettuce) have similar medicinal properties.

Is prickly lettuce the same as wild lettuce?

In this case, yes. *Lactuca virosa* and *Lactuca serriola* are both types of prickly lettuce.

Canadian lettuce or Canada lettuce (*Lactuca canadensis*) is the most widespread wild lettuce in North America, and has similar medicinal properties.

Range

Wild lettuce is native to Eurasia, but has naturalized throughout most of North America, and also Hawaii. (See maps below from the [USDA Natural Resources Conservation Service Plants Database](#).)



North American Range map of *Lactuca Serriola*, Prickly Wild Lettuce

Greater prickly lettuce is less widespread.



[North American range map of Great Prickly Lettuce, *Lactuca virosa*](#)

Does wild lettuce grow in the UK?

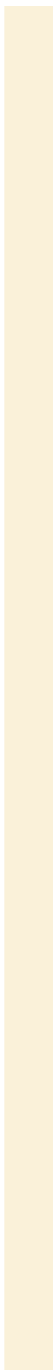
Yes, it's common along English roadsides and disturbed ground. The book, [Backyard Medicine](#), highlights many plants common to England and the United States, including these.

You can find wild lettuce mostly in disturbed soils, such as vacant lots, along roadsides, in dumps and other waste areas. *Lactuca serriola* prefers full sun and tolerates dry soils.

Identification

L. serriola is an annual or biennial, growing 2-7' tall. Leaves attach in an alternating pattern to a central stalk, and are up to 12 inches long and 4 inches across. The leaves are larger at the base of the plant and smaller as they move up the stalk.

Wild prickly lettuce has a distinctive line of spines or prickles on the underside of the leaves, running up the midvein. The leaves themselves are slightly prickly, mainly underneath. The prickles only poke a bit – gloves are optional. Once dried, they are more prickly.



Wild lettuce blooms from mid-summer to fall. Flowers are small and yellow, about $\frac{1}{3}$ " across and $\frac{1}{2}$ " in length – somewhat like a skimpy dandelion flower.

Flowers have between 5 and 20 toothed petals. Multiple flowers are produced on each plant, and an individual plant can stay in bloom for about a month. The plants produce a white, milky sap.

Greater wild lettuce (L. Virosa) has a similar growth habit and appearance, but the leaves are more lance shaped with finely toothed edges. L. serriola has coarsely toothed leaves.

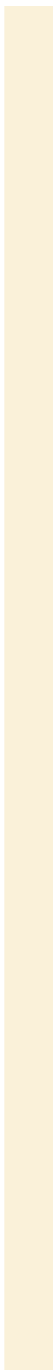
L. serriola is similar in appearance to perennial sowthistle. The primary differences are the line of midvein spines on the underside of the prickly lettuce leaf, and the flowers.

Sowthistle flowers are fuller and more like dandelion flowers in appearance. Prickly wild lettuce flowers are somewhat skimpy looking by comparison. Wild lettuce also has a taproot like a dandelion, whereas sowthistle has a system of runners – more like [quackgrass](#).

Wildlife Habitat and Animal Fodder

[Illinois Wildflowers](#) states: “The nectar and pollen of the flowerheads attract various kinds of bees. The caterpillars of a few species of moths eat the foliage, including *Cucullia intermedia* (Intermediate Cucullia). The foliage is bitter-tasting and not a preferred food source for mammalian herbivores, although cattle and White-Tailed Deer occasionally eat it.”

[Weeds – Control Without Poisons](#) notes that chickens and pigs both relish wild lettuce as a green. The bitter flavor comes through in milk, so it's best to eliminate it from dairy pasture if possible.



Lactuca serriola leaves

Is Prickly Wild Lettuce Edible?

These plants are the ancestors of garden lettuce, and the young leaves are bitter but edible. Eat leaves raw or cooked.

As the plants mature, the bitterness becomes more pronounced and they get downright unpleasant to eat. Dry conditions

also make the leaves more bitter. (This is similar to [dandelion leaves](#).) The texture of the leaves is similar to spinach or a hardy lettuce (with prickles), so excess cooking makes the leaves very mushy.

Plants for a Future shares that the young stems can be cooked and used as an asparagus substitute, and the seeds can be refined to produce an edible oil. The oil is also used to make soap, paints, and varnishes.

Medicinal Use

The leaves and latex of the plant are gathered when the plant is in flower. Wild lettuce [acts as a sedative and muscle relaxant](#). It also soothes the respiratory system and relieves muscle and joint pains.

Here's the kicker – the plants vary in the amount of active compounds. Some people see benefits, some don't. If you've seen claims on the internet about harvesting and using opium lettuce for natural pain relief to replace narcotics, please be aware that results may vary.

Always check with your doctor before using any herbal preparation, especially if you have a known medical condition and/or are on any prescription medication. The sedative effects of wild lettuce may interact with prescription sedatives.

Do not use if you are nursing or pregnant. This website is for general information only. Exercise caution when using any wild plants and make sure you have positively identified the plant.

Wild Lettuce Tea

The [Holistic Herbal](#) suggests wild lettuce tea for pain relief. Pour one cup of boiling water over 1-2 teaspoons of dried wild lettuce leaves, and allow them to infuse for 10-15 minutes. Strain and drink. Consume up to three times daily.



Wild Lettuce Extract

To make wild lettuce extract, harvest above ground parts of plants when in flower. Chop plant material finely and place in a glass jar. Fill with enough vodka to cover the plant material, pushing plants below the liquid level.

Store in a cool, dark location for 2 weeks. Strain and bottle.

Use half a teaspoon of wild lettuce extract 3 times per day for a calming effect, or 1 teaspoon at bedtime to help you sleep.

Wild Lettuce High

Wild lettuce may cause hallucinations when consumed in quantity, along with its sedative and relaxation effects.

HOWEVER – I don't recommend screwing with this stuff, because [documented cases where people had hallucinations](#) came with a wide array of side effects, including:

- Dizziness
- Nausea and vomiting
- Anxiety
- Headache
- Blurred vision

To consume enough to get a buzz, you may also be puking your guts out.

I dry wild lettuce overnight in the dehydrator at low temp (95°F) until crisp, and then store it in a tightly sealed canning jar for later use.



Getting Rid of Wild Lettuce in the Garden, Landscape or Field

In *The Gardener's Weed Book*, Barbara Pleasant notes that the best control methods are those that catch wild prickly lettuce

In [THE DANDELION WEED BOOK](#), Barbara Pleasant notes that the best control methods are those that catch wild prickly lettuce when it's young.

Like dandelions, it spreads many seeds, so catch it before it flowers out. It has a taproot, again, like a dandelion, so cut young plants just below the surface with a scuffle hoe. Older plants, like dandelions, will resprout from root stumps. Heavy mulch smothers the plants.

[Weeds – Control Without Poisons](#) states:

(Wild prickly lettuce will be found where there are) low aerobic activity, hardpans, crusted soil, low pH, etc. Calcium is always too low when prickly lettuce arrives. Magnesium is high, as is potassium. High manganese and iron releases also figure.

So – work to aerate your soil and improve the amount of organic matter, and considering liming the soil to improve calcium levels.

Please Like, Pin or otherwise share this post if you would like the [Weekly Weeder](#) series to continue.

You may also find useful:

- [Grandma Called it Medicine Leaf](#)
- [Harvesting and Using Dandelion Roots](#)
- [Catnip – Uses for People and Cats – Weekly Weeder #19](#)

The Herbal Academy offers many excellent courses and resources for those who would like more detailed plant use information, including their [herbal fermentation course](#) linked below.

Originally published in 2012, last updated in 2019.

It makes a HUGE difference when you share our articles. Thank you so much!

 Share

 Tweet

 Pin

 Reddit

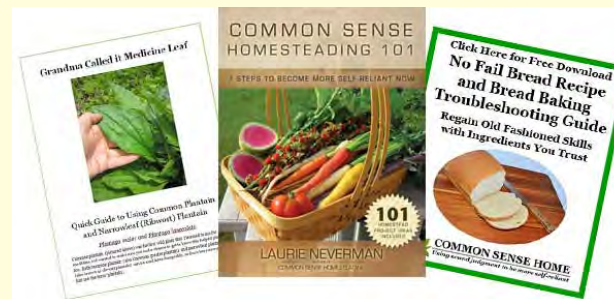
 Yummly

 5900
SHARES

**Get our FREE e-books and
weekly newsletters!**

Email:

I WANT ACCESS



We never sell or share your email address.

[#Herbalism](#)[#Lactuca Serriola](#)[#Lactuca virosa](#)[#pain relief](#)[#prickly wild lettuce](#)[#sleep aid](#)[#wild plants](#)[#Wildcrafting](#)

← **PREVIOUS**

[Tigernut Chocolate Chip Cookies – Grain Free, Nut Free, Paleo](#)

NEXT →

[5 Tips for a Bee Friendly Yard – Help Save the Bees](#)

Similar Posts



Best Cold Remedies – Herbs, Spices, and Something You Might Not Expect

By Laurie Neverman •



Common Ragweed – Tips to Beat Ragweed Season – Weekly Weeder #7

By Laurie Neverman •

57 Comments

Savannah says:

at 12:16 am

Reply

What about all the spiny parts? It looks like *Urtica dioica*... have you ever eaten it raw before? I know with nettles the stingers go away with light cooking, but what about this guy?

Thanks!



CommonSenseIdea says:

at 10:39 am

Reply

Savannah – the spines aren't nearly as pokey as nettle, and they're mainly concentrated along the center rib, which can be easily removed if needed. I have eaten some young leaves raw, and it doesn't irritate the mouth like nettle – it's just bitter, like a strongly flavored garden lettuce.

Gladys says:

at 1:31 am

Reply

Are the flowers ever purple in color?

Laurie Neverman says:

at 7:20 am

Reply

Not that I am aware. That's more likely to be [chicory](#).

Dawn @ Small Footprint Family says:

at 1:58 am

Reply

Hi! Thanks so much for featuring my post on 100 things you can compost! This week I posted on saving tons of money on electricity over time, and my recipe for coconut water kefir—a healthy alternative to soda.

Have a great week!

CommonSenseIdea says:

at 10:40 am

Reply

Dawn – I enjoyed your post, and will also be sharing it on the Common Sense Homesteading facebook page.

dre achilleus says:

at 11:12 am

Reply

One by one I have been learning about all the weeds in my yard, and one by one i'm finding that almost all are fascinating plants in their own right whether by their culinary, medicinal, or dyeing usefulness. Thanks for this great post! You've just helped me identify another abundant "weed" that i don't have to pull anymore. 😊

Yampah says:

at 10:35 pm

Reply

Prickly Lettuce, prior to flowering, is browsed by Mule Deer here in the Southern Black Hills, Hot Springs, South Dakota.

Kane says:

at 6:10 am

Reply

Heyy. Just out of curiosity. Why don't they eat after flowering ?

Laurie Neverman says:

at 7:34 am

Reply

I suspect that this may be explained by the Crocodile Dundee clip below:



Once the plant flowers, the leaves become extremely bitter. The plant does this as a survival mechanism, to protect the seeds from browsers, like the deer.

David Kariithi says:

at 11:04 am

Reply

this post is good. We should stop using non selective herbicides so as to save some of these important plants.

Faith says:

at 12:00 pm

Reply

YES! We need to limit herbicides period! They are causing cancers, epilepsy, birth defects, autism in children and all kinds of health problems. They are deadly. The only kind of “weed control” should be something organic. NOT chemical. BAN Monsanto!!!

Randall Glenn says:

at 10:25 am

Reply

Tone was a little too, um, aggressive for my tastes...

But you’ve got to admit, it’s kind of insane that *anyone* ever had the thought “let’s pump a huge amount of poisons in the same place we **live in**, that’ll work out just fine. Yeah...”

J.Skin says:

at 7:25 am

Reply

The “medicinal” properties of this plant can be equally potent to that of the poppy. It must be used correctly however..

Take 1-4 leaves (2 is pretty strong for me) from the upper part of a mature plant, right before flower if possible, and also even better during a drought. Chew up a leaf slightly then place under the tongue, let it sit while occasionally spitting out the juices. (Swallowing juices too much can lead to purgative effects.). Continue slight chewing here n there to release the milky sap then repeat with another leaf or two.

Be careful as it can be a potent substance with sedation so strong and long lasting it can cause vertigo and nausea. (Talking from experience here.) Start low but a very useful alternative to expensive pharmaceuticals or over the counter sleep aids considering it grows everywhere.

Laurie Neverman says:

at 2:20 pm

Reply

Thanks for sharing your experience. Note to anyone who may try this, those leaves will be *very* bitter.

Mona Lisa Hogg says:

at 12:19 pm

Reply

Would you use for back pain. My son has sciatic nerve pain that can put him down for weeks if he lifts anything the wrong way or even at times turn too fast. He is against modern medicine all together due to the addiction properties associated with them. I have a disc disease that I struggle with.

I'm working on making our meds from what our Holy Father gave us to use for our bodies.

Not to mention making sure I can help others in the event of things going bad as could be any day.
Please respond. You can pm me too.

Laurie Neverman says:

at 3:13 pm

Reply

It's not safe or legal for me to diagnose or treat a specific illness over the internet. The herb has historically been used for pain relief.

lynne says:

at 9:20 pm

Reply

I've read that the seeds can be 'processed' to make an oil for pain. But how is not mentioned. I need more information.

Laurie Neverman says:

at 8:21 am

Seed oils are typically made with a seed oil press, but I don't know if they would work with seeds this tiny. This is an example an oil press on amazon – [Piteba Nut and Seed Oil Expeller Oil press](#).

Some medicinal oils are also made by soaking plant material in olive oil or other edible oils. There's an example of how I do this with plantain leaves here – <https://commonsensehome.com/grandma-called-it-medicine-leaf/>

Please understand that since the plant is a mild opiate, I can't give specific directions for anything that might be used inappropriately.

Shannon Ready says:

at 9:59 am

Reply

I have been drying and eating two leaves at a time for chronic migraines and sometimes it works. Eating them dried escapes the bitterness.

Bryan says:

at 12:57 pm

Reply

I have the exact same problem as your son and I have had very good results from wild lettuce tincture and almost zero results from CBD oil. The CBD oil makes me sleepy which is great if it's bedtime but it doesn't seem to do anything for the pain. But wild lettuce tincture works almost instantly within 5 minutes of taking it and so I even ordered some wild lettuce seeds and I intended to grow my own.

Mary says:

at 9:36 pm

Reply

May I ask where you ordered seeds and what did you order? I am too nervous to just go pulling up random weeds. Thank you!

Laurie Neverman says:

at 10:51 am

Strictly Medicinal sells herb seeds, including [wild lettuce seeds](#). I've ordered medicinal herb seeds from them in the past.

Marc says:

at 7:38 pm

Reply

Pain killer and lifting labor are a bad combination. If pain prevents you from lifting, then you should not be lifting. In such situations. Pain is your friend when it tells you not to further the injury If you do have to take pain killers, use them for resting... not lifting.

Nimi says:

Franklin says:

at 3:02 pm

[Reply](#)

You have published good information

Is this plant similar to opium?

Or does it have similar effects to opium?

Franklin says:

at 12:08 pm

[Reply](#)

Excellent article! I was not aware that this common “garden menace” had such significant medicinal properties! I was skeptical at first, but tried a crude experiment last weekend to see if the claims had any truth to them.

It is currently late March, so the rosettes are just starting. There were several slightly more mature plants growing near my house foundation. These were maybe 12 to 16 inches tall, and the stalks were purple. (This happens once a main stalk is formed)

My experiment consisted of pulling a plant, breaking the stalk to let the latex bleed out, and repeating this 3 to 4 times per plant. The first time, I tried a single plant and after about 20 minutes, felt a very slight effect. I waited a few hours for it to wear off, and then tried the same thing with 2 plants. This time, I got a more pronounced opiate effect. I then waited a few more hours for it to wear off, and tried the same thing with 3 plants. I would say this time the effect was perhaps equal to a 7.5mg lortab – but it was also slightly sedating too, so maybe a combo of a lortab and shot of whisky. Be warned though, that latex tastes horrible! Possibly the most bitter thing I have ever tasted. Have a sweet drink with you, and be careful on dosing. Just like an opiate, overdosing on this can kill you.

Franklin says:

at 12:15 pm

Reply

I forgot to include that after breaking the stalk, I licked the latex directly off the stem of the plant. Then repeat that 3 or 4 times per plant. And have a drink handy, preferably something sweet!

charles gamache says:

at 10:30 am

Reply

i cut the stem and no sap flowed it tasted like celery

chris says:

at 6:39 pm

Reply

Same here don't know if it's too young or what it has buds on it but it differently tastes sweet and tasty actually

Laurie Neverman says:

at 10:17 pm

It may not be the same plant, as there are a number of plants with similar foliage. Sample with care.

Jay scott says:

at 3:17 pm

Reply

I find this veeey interesting and like one viewer am finding more and more about weeds or herbs in yard or garden ! I have a tall wild lettuce or prickly lettuce growing in a spot and I am getting confusing advice on using !should I lap the milk up or boils leaves or dry leaves and make tea what is best for very bad arthritis pain doctor refuses to give me something for pain and to help me sleep medicine she gives us useless

Laurie Neverman says:

at 5:20 pm

Reply

I cannot legally or safely provide usage instructions for specific individuals or conditions. You may find the post on arthritis remedies helpful – <https://commonsensehome.com/home-remedies-arthritis/>

Steven Mardis says:

at 9:37 pm

Reply

I look forward to trying this common garden spot weed for pains that in the past I had been receiving strong opiates for pain control. Hey if helps with my chronic pain with mild side effects that would be great ! Since I no longer take opiates chronic pain can very

much dictate your daily activities any natural medicinal plant is appealing.

Sincerely ; Steve M 6/12/2017

Monnie Sims says:

at 9:50 pm

[Reply](#)

I was wanting to know the best way to handle picking and using Prickly Wild Lettuce. I see they have stickers on the tips of each leaf. The spines top and bottom are full of them. The roots looks like it has hundreds of stickers! I definitely plan to wear gloves to pick them. I pick up lots of wild lettuce when I go horseback riding. So easy to see at that level. I got to looking at my own property and it is loaded with the Prickly Lettuce. I noticed some starting to seed and I would love to grow all of the different species of it that I have been finding. It's been a life saver for me when it comes to pain all over. Thank you Lord for this wonderful weed!

Tahnee says:

at 9:09 am

[Reply](#)

I was wondering how do I make a tea? Do I dry out the whole plant then boil it? How many plants do I boil? I have about 3 plants that I up rooted and now am drying them out. Also how can I plant these to grow more?

Laurie Neverman says:

[Reply](#)

at 10:12 pm

Pour a cup of boiling water on to 1-2 teaspoons of the dried leaves and let infuse (covered) for 10-15 minutes. Strain out leaves. Drink 3 times per day.

If you pulled the plants up, they are dead, and cannot be used to grow more. In the future, if you would like to grow additional plants, allow them to flower and set seed. Harvest the dried seed heads and plant the seeds.

Rosa says:

at 9:53 pm

Reply

I'm a new student(self-teaching) to the use of natural medicines and food sources. I would like to thank you for this information but I would like to ask a question. Will this work in tincture form? With brandy? It would seem easier for me to control the dosage if this is possible. Would there be a standard to go by concerning dosage amounts. If not I would likely start with two drops in a glass of water and increase carefully until I felt the effects that I would be needing. I have RA and I wake sometimes in the night with restless legs and anxiety with some occasional neck and jaw pain. I refuse to take prescription drugs due to the side affects and costs.

Laurie Neverman says:

at 9:56 am

Reply

Yes, the plant can be tinctured. Dosage will vary depending on the strength of the tincture, and there's no easy way to home test potency, so there would be no easy way to set standards. Also, each individual is different.

Do you use magnesium supplementation? Several of the symptoms you mention are commonly helped by magnesium, orally and topically. [The Magnesium Miracle](#) is an excellent read on the topic.

Jennifer A Desai says:

at 11:22 pm

Reply

I'm desperately seeking advice on whether or not I have wild lettuce. It follows all description except the leaves are rounded more oval and long. I will try to include pictures. ty

Laurie Neverman says:

at 9:39 am

Reply

The safest way to get a plant identified is to have someone knowledgeable look at the plant or plant samples. If you live in the United States, your local cooperative extension office should have staff that can help you. To find the cooperative extension office near you, start at <https://www.extension.org/>

Pila says:

KHS says:
at 8:35 am

Reply

When you say wild lettuce or opium lettuce you mean *Lactuca virosa* right ??? *serriola* is milkthistle

Laurie Neverman says:
at 10:34 am

Reply

No, this post is about *Lactuca serriola*, but they both are sometimes known as opium lettuce, and have similar medicinal properties. Here's an example from The Poison Garden in the UK "Lactuca serriola, prickly lettuce, is a close relative of the domestic lettuce that has been used as an alternative to opium."

Leah says:
at 6:50 am

Reply

I have an app that. That identifies plants. It's called picture this. I downloaded it on my phone. You can use it without paying for the subscription.

mary sovenova says:

Reply

May 09, 2018 at 12:27 pm

Reply

How can I tell the difference between wild lettuce and sow thistle? Do they both have the same properties?

Laurie Neverman says:

at 6:04 pm

Reply

The most obvious difference in appearance is the root system. As noted in the post: “Wild lettuce also has a taproot like a dandelion, whereas sowthistle has a system of runners – more like quackgrass.”

Sow thistle roots are long runners, but very brittle. They like to break into pieces as you pull them up, and each piece grows into a new plant.

<http://natureconservation.in/medicinal-uses-of-common-sowthistle-sonchus-oleraceus/> notes:

Sonchus oleraceus (sow thistle) is commonly used as a fodder. It is also used to treat a wide variety of infections. Sonchus oleraceus used in the treatment of headaches, general pain, diarrhea, menstrual problems, fever, hepatitis, salmonella infection, wars, eye problems, liver infections, infections, inflammation and rheumatism.

Marlee says:

Reply

at 6:47 pm

Hi! Thank you so much for writing this very informative article. I was wondering what you would consider a small dose of the sap?
Thank you!

Laurie Neverman says:

Reply

at 9:24 pm

“Small” is a relative term, based on the individual. People are larger or smaller in size, and may have difference levels of tolerance to the active compounds. If someone were to attempt to take the sap internally, I’d start with a very small amount and increase slowly as needed, watching for any signs of problems. Always make sure to check with a trained healthcare provider if you are on any medications, and don’t experiment at all if nursing or pregnant.

Pamela says:

Reply

at 10:05 am

Can I purchase the lettuce anywhere? Please advise. Thanks

Laurie Neverman says:

Reply

at 11:59 am

I have not seen it listed for sale.

Paul L Campbell says:

Reply

at 10:38 pm

The “Evolution” that some smoke shops sell dried *Lactuca Virosa*, might be helpful. Though in my opinion, kratom, is a more effective herbal opioid pain reliever; and more readily available for sale at local distributors.

Carla says:

Reply

at 8:34 am

In Italy we eat what is called Crespina, and it looks like *Lactuca Virosa*. It is picked when the plant is young (because it is very bitter) and boiled and then sauteed in olive oil, garlic and red pepper. It is delicious! It’s actually a common food that is supposedly very high in iron, but nobody in Italy has ever mentioned the opiate effects. Maybe this is another reason Italians are always happy?

Laurie Neverman says:

at 11:11 am

Reply

How interesting! Thank you for sharing. Who knows?

Agatha Mathambo says:

at 1:42 pm

Reply

Need to know more about medicinal herbs

Alicia Milam says:

at 2:47 am

Reply

How do u dry the leaves..naturally in sun..ober dehydrator. Does the wild lettus pills 500mg work well?

Laurie Neverman says:

at 10:26 am

Reply

I use my dehydrator to dry them. I explain different ways to dehydrate food in the article “[Home Food Drying](#)“.

Each brand of pills will be different. All you can do is try them out and see if they help.

Randall Scott says:

at 10:42 am

Reply

I hope that someone out there in “the wild” can advise me re: plant identification.

When reading this article, it seems like the author is describing a plant that I’ve known all my life as “milk weed.” Same purple stems, same milky latex, not sure about the blooms though...

Can anybody help me distinguish between Prickly Lettuce & Milk Weed, or are they just the same thing & I’m simply clueless?

TIA

Laurie Neverman says:

at 6:36 pm

Reply

Typically “milkweed” refers to plants in the *Asclepias* genus, such as common milkweed (*Asclepias syriaca*), swamp milkweed (*Asclepias incarnata*), or butterfly milkweed (*Asclepias tuberosa*).

You can read more about milkweed here – <https://commonsensehome.com/milkweed/>

That said, sometime plants pick up local use names – such as you calling the plant in this post “milkweed” – probably due to the milky sap. That’s why I always include scientific names. The world is a big place, and sometimes a use name in one location doesn’t match the use name in another location.

Leave a Reply

*Your email address will not be published. Required fields are marked **

Comment *

Name *

Email *

Website

☐ Notify me of followup comments via e-mail. You can also subscribe without commenting.

Post Comment

FOLLOW COMMON SENSE HOME



POPULAR POSTS

- How to Start a Garden
- Emergency Cooking without Power
- Home Freeze Drying
- 6 Ways to Get the Musty Smell Out of Clothes and Towels
- Natural Allergy Relief

Search ...



HOW LONG HAS IT BEEN SINCE YOU HAD FRESH BAKED BREAD?

Never Buy Bread Again has over twenty bread recipes for all occasions, plus troubleshooting for common baking problems and tips on how to store your bread.

[Click here to order your copy today.](#)

Green Home

Herbs & Wildcrafting

Homestead Library

Homesteading

Resources

Shop

[Terms of Use](#) - [Privacy Policy](#) - [Disclosure](#)

© 2022 Common Sense Home - WordPress Theme by [Kadence WP](#)



[home](#) [about](#)

[workshops](#) [projects](#)

[blog](#)

[Tickets & Shop](#)

[Wildfood School](#)

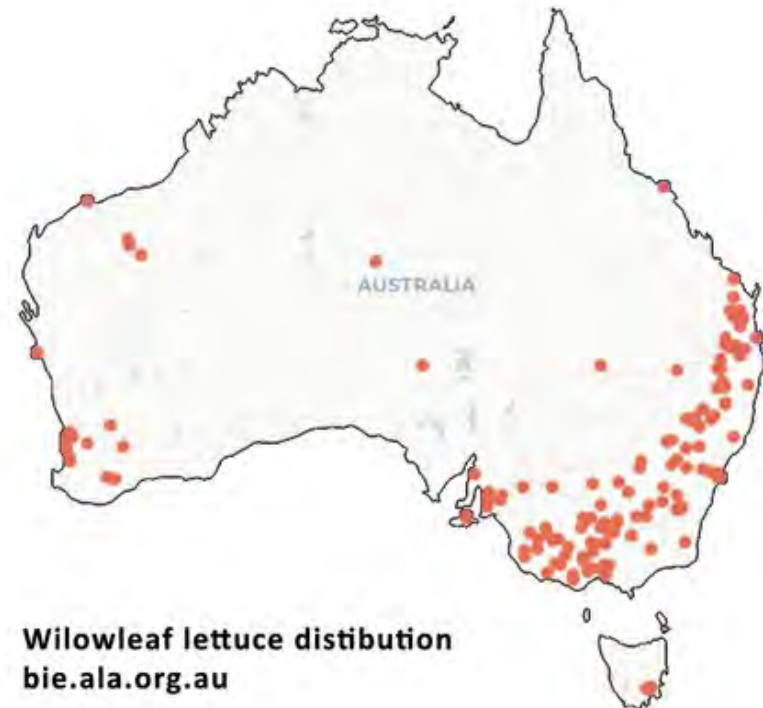
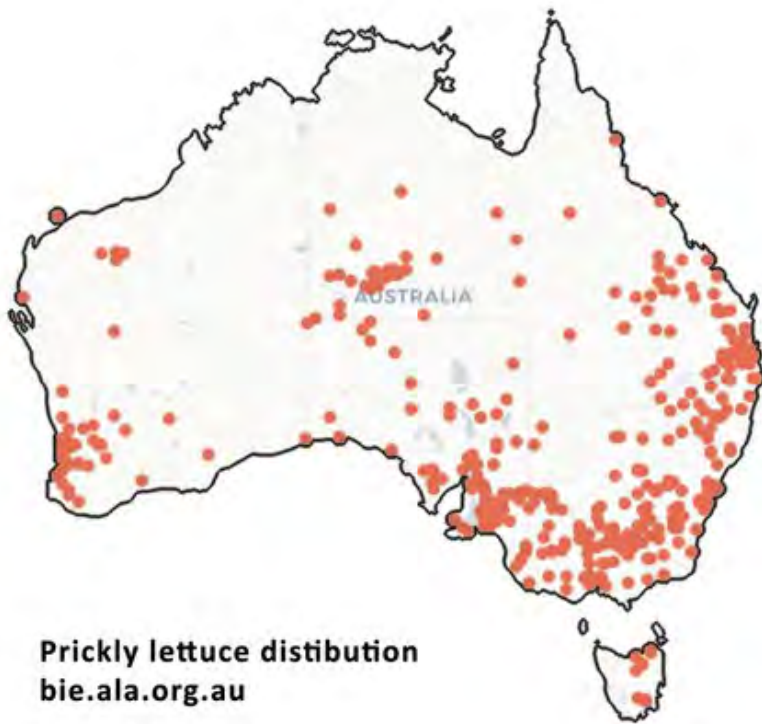
[Edible Plants](#)

WILD LETTUCE AS FOOD AND PAIN RELIEF: HOW TO IDENTIFY IT IN YOUR GARDEN.

Resource, Plants · 29 October 2021

Wild lettuce is regarded as the wild counterpart of the commercial lettuce you can buy at the supermarket. Although it is far more bitter than cultivated lettuce, it has greater nutritional and medicinal qualities. There are two varieties of wild lettuce in Australia, found in all states and territories: Prickly lettuce, *Lactuca serriola*, and Willowleaf lettuce, *Lactuca saligna*.

Distribution



Identification

Wild lettuce is a biennial, fast-growing herb, reaching up to 2 metres in height. Any part of the plant will ooze a milky sap when cut.

Leaves and stalks The leaves at the base form a rosette and are larger (up to 25 centimetres long) than those growing up the flowering stalk. All leaves are oblong in shape and have prickles around the edges, as well as a distinctive line of prickles running up the spine on the underside of the leaf (see image below). The leaves of younger plants are wider and less indented, transforming into deeply toothed as they grow older. The leaves of willowleaf lettuce are substantially narrower than prickly lettuce (see images below).

Flowers and seeds The flowering stem is stiff, tall and hollow and It can grow to 2 metres in height. In prickly lettuce, it branches out at the top with up to twenty flowers. While willowleaf lettuce flowers are produced mainly on the stalk, with minimal branching at the very tip. The flowers are small and yellow, 10–15 millimetres wide, and develop a puff of seeds when fertilised.

Prickly lettuce images+video- *Lactuca serriola*



Prickly lettuce in the fields. Note the lateral leaves growing from the stem.



Prickly lettuce- Growth habit. The plant grows both in isolation and in clusters.



Cluster of wild lettuce seedlings. Note the 'rosette' spread of the lower leaves when young.



Wild lettuce botanical drawing



A good looking specimen from my garden. When young wild lettuce has big and juicy leaves, when older it gets more and more bitter, indented and prickly.

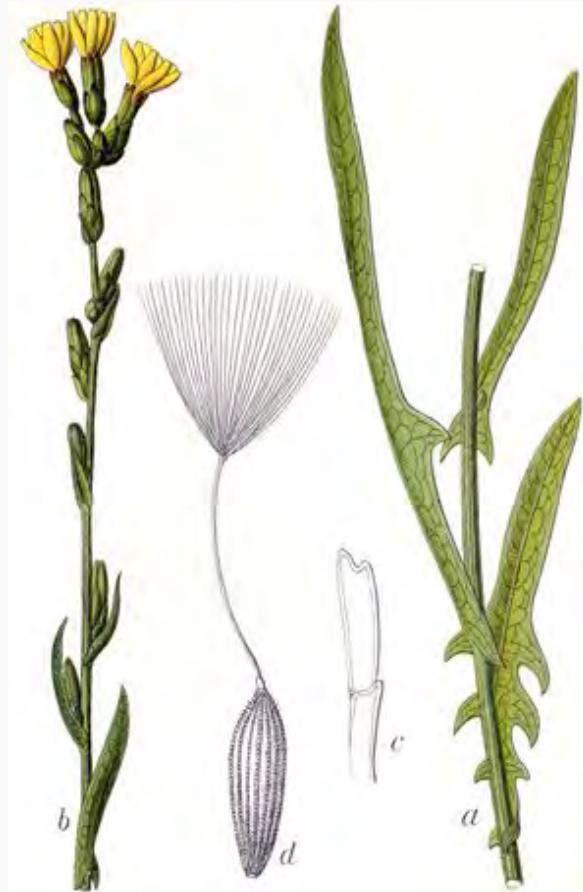
How to identify wild lettuce: note the line of hair on the back of the leaves.



Willowleaf lettuce images - *Lactuca saligna*



Lactuca saligna leaves. Note the flowers growing from the leaves



Willowleaf lettuce - *Lactuca saligna*



Lactuca saligna, willowleaf lettuce flowers - typical of the *Chicoriaceae* tribe of the *Asteraceae*

As food

I can only provide information for the prickly lettuce - *L. serriola*- as there is not much information about the edibility of willowleaf lettuce and I do not have personal experience to offer.

The best part of prickly lettuce - *Lactuca serriola*- is the young leaves. I love the strong, bitter taste, but if you are not accustomed to this flavour I'd suggest eating the leaves combined with other less intensely flavoured greens. It is a renowned ingredient in Greek folk recipes like *hortapita* ('wild weeds' pie). I usually cook it with other greens in pasta sauces or add it to soups. It is often abundant in my garden in early spring and it forms part of the mixed greens dishes that I serve at that time of the year. It is important to harvest the leaves when young as they progressively become less palatable. When young they are quite flavoursome.

****Please note that the sap of wild lettuce contains lactucarium, which is a mild narcotic. Lactucarium levels increase towards the time of flowering.**

As medicine

The milky sap contains lactucarium, which has been used as medicine since antiquity for its digestive, diuretic, narcotic and sedative properties. Lactucarium is known as 'poor man's opium' and can be taken internally as an infusion for the treatment of anxiety, hyperactivity, insomnia, coughs, rheumatic pain and more. We use this plant at home to make tea when we long for a good night's sleep. It is mellow and effective.

I always have some dry wild lettuce leaves in my dispensary, which I brew when needed. It is important not to boil the leaves, as very high heat will destroy the beneficial effects, so just place a few leaves in a teapot, add hot water and let it infuse for a few minutes.

Contentious information

There are several conflicting sources about the effects of wild lettuce as a pain killer, with several extraction techniques.

To date, there is no scientific consensus and scarce evidence and yet this plant has been used for medicinal purposes since antiquity. Many cultures around the world, particularly in the Middle East, use this plant regularly as folk medicine. I offer below a few links for further research. As for my experience, I regularly eat the young leaves when in season and used the tea for calming effects.

DISCLAIMER: This information should be used as a guide only. It is not my intention to advise anyone on medical conditions, rather I'm just presenting a new way to look at the plants growing in your yard.

Let me help: if you are unsure about the identity of your plants [tag me in a picture](#) or comment below, and I'll endeavour to help.

This article is one of the many that will be published in an upcoming book: Eat Weeds. Out in 2022, get ready for it!

Reference and further research

[Plant for a future](#) - An overview of the species

[The Australian Virtual Herbarium](#) - Distribution maps

[Healthline](#) - Review of wild lettuce pain relief

[Drugs.com](#) - Clinical overview of lettuce as narcotic

[Practical self-reliance](#) - An extensive overview of wild lettuce as pain relief folk remedy

[Making lactarium](#) - An excellent video from Sam of The Human Path

[Wikipedia](#) - There is always something to learn

[Chicorieae portal](#) - For the nerds



Comments (1)

Newest First

Preview

Post Comment...



Jeanah 4 weeks ago · 0 Likes

What a Joy to find you during my search for help 🙏 I'm currently looking for a 'miner's lettuce' tincture recipe, one that resonates with me...

I appreciate your advocacy for preserving indigenous stories- this plant has a story and I want to honor it when I prepare the tincture. Any fantastic tips / recipes to share ?

Mahalo 🌸,

Jeanah

[Previous](#)

PURSLANE, THE SUMMER EDIBLE WEED THAT GIVES SO MUCH

[Next](#)

NETTLE: VERSATILE PLANT AND DELICIOUS INGREDIENT.

Contact details

Sydney, NSW 0411293178 info@diegobonetto.com

Sign up with your email address to receive news and updates.



[Contact](#) [KSCA](#) [Big FAG Press](#) [Wildfood Store](#)

FULL TEXT LINKS

➤ [Med Chir Trans](#). 1815;6:608-17. doi: 10.1177/095952871500600125.

On the use of the Lactuca Virosa, in Hooping-Cough

[T Gumprecht](#)

PMID: 20895259 PMCID: [PMC2129023](#) DOI: [10.1177/095952871500600125](#)

[Free PMC article](#)

No abstract available

LinkOut - more resources

Full Text Sources

[Europe PubMed Central](#)

[PubMed Central](#)