

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 977 416**

51 Int. Cl.:

A01G 7/02 (2006.01)

A01G 9/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.10.2009** **E 21213879 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.02.2024** **EP 3997977**

54 Título: **Método para cultivar una planta en un entorno al menos parcialmente acondicionado**

30 Prioridad:

13.10.2008 NL 2002091

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
23.08.2024

73 Titular/es:

**PLANTLAB GROEP B.V. (100.0%)
Veemarktkade 8a
5222 AE 's-Hertogenbosch, NL**

72 Inventor/es:

**VAN GEMERT, JOHN;
KERS, MARTINUS y
MEEUWS, GERARDUS JOHANNES JOZEF MARIA**

74 Agente/Representante:

FERNÁNDEZ POU, Felipe

ES 2 977 416 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método para cultivar una planta en un entorno al menos parcialmente acondicionado

5 La presente invención se refiere a un método para cultivar una planta de manera al menos parcialmente condicionada, en donde se suministra luz actínica a la planta, en donde se mantiene una temperatura de las raíces de un sistema radicular de la planta en un valor deseado, y en donde se influye en la gestión de la asimilación de dióxido de carbono de un sistema foliar de la planta.

10 Se aplica un método de tal magnitud en la horticultura de vidrio en invernaderos. Se crea aquí un clima artificial en un entorno al menos sustancialmente cerrado y acondicionado detrás de vidrio, y se adapta en la medida de lo posible a las condiciones óptimas de crecimiento de la planta para su cultivo. Se hace posible cultivar plantas en áreas y estaciones en las que la planta no sobreviviría al aire libre, o al menos no alcanzaría su pleno desarrollo. Además, la producción de la planta puede ser así adaptada de manera precisa a un tiempo de cosecha deseado. Por lo tanto, es posible estimar de manera relativamente precisa de antemano cuánto de qué planta estará lista y cuándo. Si se desea, el mismo producto también puede ser cultivado durante todo el año y se pueden cultivar plantas y flores en todas las etapas de vida.

20 Un método del tipo descrito en el párrafo de apertura es conocido por la Patente de EE. UU. número. 5,009,029. Este documento describe un sistema de control de temperatura conductivo para el cultivo de plantas en el cual se mantiene y controla la temperatura del suelo de las plantas mediante una red de tuberías conductivas. Estos tubos se encuentran debajo de las bandejas de cultivo que contienen un medio de cultivo para las plantas y transportan un líquido controlado en temperatura, como agua. Una temperatura de las raíces del sistema radicular de las plantas puede ser controlada mediante el control de la temperatura y presión del líquido que circula a través de las tuberías.

25 En la horticultura tradicional de vidrio, se utiliza la luz solar como la principal fuente de luz actínica, es decir, luz opcionalmente visible de manera que se inicie o influya de esta manera en una respuesta de la planta, tal como una fotosíntesis en la hoja o un modo de crecimiento determinado. La luz solar, además, proporciona calor en forma de radiación infrarroja, lo que permite mantener una temperatura del aire más elevada en los invernaderos en comparación con la temperatura exterior. En ausencia de luz solar, tal como ocurre particularmente por la noche, es posible calentar para mantener esa temperatura del aire aumentada, mientras que la entrada excesiva de luz solar puede impedirse durante el día mediante el cegado y filtrado parcial, y el clima también puede regularse mediante ventilación. En resumen, el clima en un invernadero puede ser controlado dentro de ciertos límites y puede adaptarse al desarrollo de crecimiento deseado de una planta para su cultivo, lo cual es adicionalmente controlado mediante una dosificación controlada de humedad y nutrientes, además de pesticidas.

35 Un componente adicional aquí es la temperatura de las raíces. Se ha encontrado que el crecimiento de la planta puede ser influenciado mediante el control de la temperatura de las raíces. Con este fin, se pueden proporcionar medios de control de temperatura de las raíces para mantener una temperatura ambiente que varíe de la temperatura del aire.

40 La horticultura clásica en vidrio, sin embargo, también tiene desventajas. En primer lugar, hay que tener particularmente en cuenta el medio ambiente aquí. Cuesta energía mantener un invernadero cálido y, para algunas plantas, iluminado día y noche. Por lo tanto, es importante regular la gestión de energía de la manera más eficiente posible. Donde se construyen invernaderos en o cerca de áreas densamente pobladas, el aspecto del espacio es además un factor importante. Los invernaderos tradicionales, después de todo, requieren la entrada de luz solar y ocupan una cantidad relativamente grande de terreno costoso en estas áreas, el cual podría utilizarse para oficinas, construcción de viviendas o infraestructura. Para abordar este problema, se están buscando soluciones de baja iluminación, en particular en espacios subterráneos, sin luz natural y de múltiples capas, con el fin de permitir el uso múltiple de la misma área de tierra. Dado que no solo se suministra calor, sino también luz actínica de forma artificial en este caso, la gestión de la energía es aún más problemática, por lo que existe la necesidad de un cultivo de plantas lo más eficiente posible.

50 La presente invención tiene como objetivo, entre otros, proporcionar un método para cultivar una planta en un entorno al menos parcialmente acondicionado que permita una mejora adicional en la eficiencia.

55 Para lograr este objetivo, un método de acuerdo con la reivindicación 1 define la invención.

60 El método de acuerdo con la invención proporciona la opción de una evaporación controlada y asimilación de dióxido de carbono a través de la hoja mediante la regulación de una cantidad adecuada de energía en la hoja, además de una iluminación controlada, tanto en cuanto a la cantidad de luz como en cuanto a las relaciones espectrales, con miras a las reacciones de crecimiento de las plantas, como las relaciones azul/rojo y rojo/rojo lejano, y en cuanto a los espectros de luz necesarios para reacciones específicas como la formación de pigmentos, y además de un control y optimización de la actividad de presión de las raíces. Todo esto ocurre en un entorno al menos parcialmente acondicionado en el cual el clima puede ser controlado dentro de límites estrechos en lo que respecta,

entre otros factores, al equilibrio de la humedad del aire, la temperatura ambiente y la concentración de dióxido de carbono, así como al agua y la nutrición para la planta.

La invención se basa aquí en la idea de que tres factores son esencialmente responsables de un desarrollo exitoso de la planta, es decir, la fotosíntesis, el flujo de savia en la planta impulsado hacia arriba bajo la influencia de una presión de las raíces predominante, y la asimilación de dióxido de carbono a través principalmente del sistema foliar de la planta, y que estos tres factores deben adaptarse entre sí en todo momento para lograr realmente un crecimiento óptimo de la planta. Además de la temperatura de las raíces y la entrada de luz actínica, la gestión de la asimilación de dióxido de carbono de la planta también puede ser controlada mediante la provisión de medios de calentamiento de las hojas en el método de acuerdo con la invención. Debido al calentamiento adicional, las estomas en la hoja se abrirán aún más, mejorando así la entrada de dióxido de carbono a la hoja y la evaporación de humedad de la hoja. Esto último es particularmente importante si se estimula un flujo de savia en la planta debido a un aumento de la temperatura de las raíces, ya que este flujo tendrá que salir a través de las mismas estomas. Por el contrario, la temperatura de las hojas puede disminuirse con un menor flujo de savia para evitar la desecación no deseada de la planta. En resumen, los parámetros climáticos más importantes responsables del desarrollo de la planta pueden ser controlados de manera que se pueda lograr una eficiencia óptima en cada uno de estos componentes con un consumo mínimo de energía.

Una modalidad particular de un sistema para cultivar una planta de manera al menos parcialmente acondicionada tiene la característica de que los medios de iluminación son capaces y están adaptados para emitir un espectro de iluminación que puede adaptarse a una fotosíntesis y/o modo de crecimiento previsto de la planta a cultivar. Los componentes de luz actínica necesarios para el desarrollo de la planta pueden ser suministrados únicamente con una intensidad precisamente suficiente, mientras que los componentes no actínicos o un exceso de los mismos pueden ser evitados en la medida de lo posible para limitar el consumo total de energía del sistema y/o posibles efectos perjudiciales en el desarrollo de la planta.

En otra modalidad particular, los medios de iluminación comprenden un conjunto de diodos emisores de luz, estos diodos son capaces y están adaptados para emitir radiación en diferentes longitudes de onda y son controlables individualmente, opcionalmente en grupos. Tales elementos LED, también conocidos como diodos emisores de luz, producen luz sustancialmente monocromática y son obtenibles para diferentes longitudes de onda, particularmente en la parte visible del espectro en el rojo lejano, amarillo, verde y azul. Se puede construir, y opcionalmente modificar, un espectro fotosintéticamente activo (PAR) que se ajuste mejor a las necesidades concretas de la planta, mediante la combinación y selección de LED individuales.

Los medios de calentamiento de la hoja pueden formarse de diversas maneras por sí mismos, aunque en una modalidad preferida los medios de calentamiento de la hoja comprenden al menos una fuente de calor capaz y adaptada para irradiar la hoja con radiación infrarroja. Además de los medios de calentamiento que, total o parcialmente a través de la guía de un medio intermedio, son capaces de entrar en contacto de intercambio de calor con la hoja, dicha fuente de calor entra en contacto de intercambio de calor principalmente a través de irradiación directa. No solo esto resulta en un calentamiento altamente efectivo y eficiente del sistema foliar, sino que también se logra de manera particularmente efectiva la diferencia de temperatura deseada con el entorno, lo cual contribuye a la apertura deseada de las estomas. En otra modalidad preferida, los medios de iluminación y la fuente de calor se alojan en accesorios mutuamente separados para así excluir una posible influencia disruptiva de una disipación de calor inevitable en la propia fuente de calor de la esfera de acondicionamiento de la fuente de luz actínica.

Aunque los medios de control de temperatura de las raíces en sí también pueden ser realizados de diversas formas, en una modalidad preferida los medios de control de temperatura ambiente comprenden un sistema de conductos cerrados para recibir en su interior durante el funcionamiento un flujo de líquido con una temperatura controlada, en donde el sistema de conductos es capaz y está adaptado para entrar en contacto de intercambio de calor con el sustrato de cultivo. Un sistema de conductos de este tipo puede formarse, por ejemplo, mediante un sistema de tubos o aletas en o debajo del sustrato de cultivo, en el cual un flujo de líquido serpentea alternativamente. La temperatura de las raíces puede ser controlada de manera uniforme mediante el calentamiento o enfriamiento del sustrato de cultivo en el que se encuentra el sistema radicular. Otra modalidad tiene la característica aquí de que se proporciona un control entre los medios de calentamiento de las hojas y los medios de control de la temperatura de las raíces que impone una dependencia mutua entre la temperatura de las hojas y la temperatura de las raíces. Por ejemplo, en una trayectoria de crecimiento normal, la temperatura de la hoja seguirá, opcionalmente de forma directamente proporcional, un cambio en la temperatura de las raíces, de forma que la gestión de la asimilación siga el ritmo de una variación en la presión de las raíces.

El método está en línea con la visión descrita anteriormente de que la temperatura de las raíces, el espectro de luz suministrado y la gestión de la asimilación de dióxido de carbono de la hoja no son entidades separadas, sino que solo llegarán al resultado óptimo en relación mutua. El método de acuerdo con la invención proporciona la opción de organizar esta relación mutua en forma de, por ejemplo, una modificación dependiente de la planta y/o de la fase de crecimiento de estos factores de crecimiento.

En el método de acuerdo con la invención, la gestión de la asimilación de dióxido de carbono se ve influenciada al regular la temperatura de las hojas del sistema foliar de manera que difiera de la temperatura ambiente. El sistema descrito anteriormente es altamente adecuado para la implementación de este método en que la temperatura de las hojas puede regularse de tal manera que, si se desea, difiera del entorno, además de controlar los otros factores de crecimiento mencionados. En una modalidad adicional particular, el método de acuerdo con la invención se caracteriza aquí porque el suministro de luz, la temperatura de las raíces y la temperatura de las hojas se adaptan entre sí.

Con el fin de lograr una fotosíntesis óptima y un modo de crecimiento de la planta, una modalidad adicional particular del método de acuerdo con la invención tiene la característica de que se suministra luz artificial actínica con un espectro adaptado a una fotosíntesis y/o modo de crecimiento previsto de la planta. Al adaptar de manera específica la proporción y la intensidad mutua de los diversos componentes de luz que participan en la fotosíntesis y el desarrollo del crecimiento de la planta, sin embargo, se puede lograr un alto rendimiento a una intensidad total de luz y consumo de energía relativamente baja. Dentro del contexto de la presente invención, una modalidad particular adicional del método de acuerdo con la invención tiene la característica aquí de que el espectro de luz artificial, la temperatura de las hojas y la temperatura de las raíces se controlan individualmente entre sí, pero en relación mutua.

La invención se explicará ahora con mayor detalle en base a una modalidad ilustrativa y una figura acompañante. En la figura:

La Figura 1 muestra una vista parcial en sección transversal de una modalidad ilustrativa de un sistema para llevar a cabo el método de acuerdo con la invención.

La figura es de otro modo puramente esquemática y no está dibujada a escala. Algunas dimensiones en particular pueden ser exageradas en mayor o menor medida con el fin de lograr claridad. Las partes correspondientes se designan en la medida de lo posible en la figura con el mismo número de referencia.

El sistema mostrado en la figura 1 utiliza un cultivo de múltiples capas de la planta 1 para permitir el mejor uso posible de un área superficial disponible. La planta se aloja aquí en bandejas de cultivo 2 con un sustrato de cultivo adecuado 3 en su interior, como tierra, lana de vidrio, lana de roca o simplemente agua, con el propósito de recibir un sistema radicular 4 de la planta en su interior. Las bandejas de cultivo 2 se colocan una encima de la otra en las vigas 11 de un marco 10 construido casi en su totalidad de acero inoxidable. Cualquier número deseado de tales carros 15 puede combinarse para formar un sistema completo de cultivo en un ambiente controlado, en donde la planta se lleva a su pleno desarrollo de manera completamente controlada. Las disposiciones de riego y fertilización (no mostradas) se encuentran ubicadas en o en los carros 15 para proporcionar a la planta suficiente agua y los nutrientes necesarios.

Las vigas 11 de los carros cada una comprenden un sistema de conducto cerrado 12 de una manguera o tubo que serpentea a una distancia regular. En este sentido, también se puede aplicar opcionalmente un sistema de aletas huecas sucesivas como sistema de conducción. Este sistema de conductos 12, a través del cual se puede guiar un medio portador de calor, como agua a una temperatura controlada, con el fin de controlar la temperatura del sistema radicular, forma parte de los medios de control de temperatura de las raíces. El medio calentado cede calor durante la operación, por ejemplo, a las vigas, las cuales a su vez conducen el calor a través de las bandejas de cultivo hasta el sustrato de cultivo con el sistema radicular de la planta en su interior. Por el contrario, el calor también puede extraerse del lecho de raíces mediante un medio portador de calor enfriado. El sistema radicular se mantiene así más o menos precisamente a una temperatura de las raíces deseada durante la operación de acuerdo con el método descrito aquí. Con el fin de proporcionar un control más específico a este transporte de calor, y así aumentar su capacidad de intercambio de calor de manera más eficiente, las vigas adoptan una forma de múltiples capas con una base aislante 13 de espuma de plástico como espuma de poliuretano o espuma de poliestireno, con una capa superior reflectante 14, por ejemplo, un recubrimiento metálico reflectante o una capa intermedia adicional provista con dicho recubrimiento, seguida de un sistema de conductos 12 y sobre él una placa de metal, por ejemplo, de acero inoxidable, con buena conductividad térmica.

Cada capa del sistema de cultivo está provista de una fuente de luz artificial 20 en forma de un accesorio de iluminación que contiene grupos 21 de diodos emisores de luz (LED), además de posibles otras fuentes de luz 22 como radiadores ultravioleta o infrarrojos. Los diodos LED en los primeros grupos emiten luz al menos principalmente en la parte visible del espectro, en particular luz roja, amarilla, verde o azul, mientras que los segundos grupos 22 añaden componentes invisibles como luz infrarroja y luz cercana al ultravioleta. Se proporcionan accesorios de iluminación 20 con un control (no mostrado) con el cual los diferentes grupos y los elementos dentro de los grupos pueden ser controlados de manera selectiva e individual para luego, durante la operación, adaptar una composición espectral específica de la luz emitida a los requisitos y tipo de la planta 1 que se está cultivando. Dado que los haces están separados ópticamente entre sí en gran medida, se puede suministrar, si se desea, un espectro diferente por haz para cultivar así diferentes plantas en combinación entre sí y proporcionar a cada una un espectro óptimo. El sistema es altamente adecuado aquí para su aplicación en un entorno sin luz natural, como por ejemplo en una situación subterránea.

Además, el sistema de cultivo proporciona medios de calentamiento de hojas 30 en forma de radiadores infrarrojos que están dispuestos en capas a ambos lados de las estanterías de los carros. Los radiadores infrarrojos emiten radiación de calor directa en dirección a la hoja de la planta y, por lo tanto, si se desea, aumentan la temperatura de las hojas en relación a la temperatura ambiente. La gestión de la asimilación de dióxido de carbono de la hoja puede ser controlada en gran medida y adaptada particularmente a la presión de las raíces del flujo de savia en la planta, que es producida por el sistema radicular 4. Esto se debe a que el calentamiento de la hoja provoca una ampliación de las estomas en la hoja, lo que les permite aliviar mejor la presión excesiva de las raíces al permitir que el agua se evapore, al mismo tiempo que se mantiene una asimilación suficiente de dióxido de carbono necesaria para la fotosíntesis, la cual a su vez se activa y controla mediante los medios de iluminación, sin embargo, continúa a través de estas mismas estomas.

Si, por otro lado, se toman esquejes de la planta, el sistema foliar no se calienta, o al menos se calienta menos, en una simulación de raíces aumentada para limitar así la evaporación y garantizar un exceso de humedad en la superficie del esqueje. En resumen, los principales factores de crecimiento, es decir, la fotosíntesis, la presión de las raíces y la asimilación del dióxido de carbono, pueden regularse individualmente, y estos factores se adaptan precisamente en relación mutua en cada etapa de crecimiento y para cada planta con el fin de mejorar el crecimiento óptimo y el modo de crecimiento.

Aunque la invención ha sido aún más elucidada anteriormente sobre la base de una única modalidad ilustrativa, será evidente que la invención de ninguna manera se limita únicamente a eso. Por el contrario, muchas otras variaciones y modalidades son posibles sin que sea necesario que una persona experta se aparte del alcance de la invención limitado por las reivindicaciones adjuntas.

Los medios de control de temperatura de las raíces pueden, por lo tanto, también comprender un sistema de conductos directamente en el sustrato de cultivo que está en contacto de intercambio de calor más o menos directo con el sistema radicular. En el caso de cultivo en agua o sustrato acuoso, como lana de vidrio o lana de roca, la temperatura de las raíces también puede ser controlada mediante un control controlado de la temperatura del agua suministrada a ellas.

Se utiliza como ejemplo la luz artificial mediante diodos emisores de luz (LED), aunque dentro del alcance de la invención también son adecuadas las lámparas de cultivo incandescentes convencionales. Se utiliza en el ejemplo dado el cultivo en múltiples capas sobre carros móviles, aunque también se puede considerar el cultivo en una sola capa y/o el cultivo en un arreglo fijo.

La asimilación de dióxido de carbono y la evaporación de humedad a través del sistema foliar pueden ser controladas y adaptadas particularmente a la presión de las raíces. En lugar de mediante lámparas infrarrojas directas, esto también se puede lograr mediante filamentos en espiral, paneles térmicos u otros similares dispuestos cerca del sistema foliar. Si se desea, los medios de calentamiento de las hojas, como los radiadores infrarrojos en el ejemplo, también pueden integrarse en el mismo accesorio que los medios de iluminación artificial, por ejemplo, con el fin de ahorrar espacio y/o facilitar la instalación.

Lo que es realmente importante en la invención es que el desarrollo del crecimiento de la planta está determinado por el eslabón más débil en una cadena de los factores de crecimiento más importantes, es decir, la fotosíntesis, la presión de las raíces y la asimilación del dióxido de carbono, y que todos estos factores están controlados en relación mutua de acuerdo con la invención y, si se desea, se modifican artificialmente para lograr una cadena óptima.

REIVINDICACIONES

1. Método para cultivar una planta (1) de manera al menos parcialmente acondicionada, en donde se suministra luz actínica a la planta (1), en donde se mantiene una temperatura de las raíces de un sistema radicular (4) de la planta (1) a un valor deseado y en donde se influye en la gestión de asimilación de dióxido de carbono de un sistema foliar de la planta (1), caracterizado porque dicha planta (1) se cultiva en un entorno sin luz natural en donde se suministra luz actínica artificial a la planta (1), porque dicho suministro de luz actínica, la temperatura de las raíces y la gestión de asimilación de dióxido de carbono de un sistema foliar de la planta (1) se adaptan entre sí, en donde la gestión de asimilación de dióxido de carbono se ve influenciada por la regulación de una temperatura de las hojas del sistema foliar para que difiera de una temperatura ambiente del entorno.
2. Método como se reivindicó en la reivindicación 1, caracterizado porque el suministro de luz, la temperatura de las raíces y la temperatura de las hojas se adaptan entre sí en dependencia de la planta.
3. Método como se reivindicó en la reivindicación 1 o 2, caracterizado porque se suministra luz artificial actínica con un espectro adaptado a una fase de fotosíntesis y/o crecimiento prevista de la planta.
4. Método como se reivindicó en la reivindicación 3, caracterizado porque el espectro de luz artificial, la temperatura de las hojas y la temperatura de las raíces se controlan individualmente entre sí, pero en relación mutua, en dependencia de la planta.
5. Método como se reivindicó en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la asimilación de dióxido de carbono y la evaporación de humedad a través del sistema foliar se controla y adapta a una presión de las raíces por el sistema radicular (4) de la planta.
6. Método como se reivindicó en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la temperatura de las hojas del sistema foliar se regula exponiendo el sistema foliar a una fuente de calor (30) que está configurada y provista para irradiar el sistema foliar con radiación infrarroja.

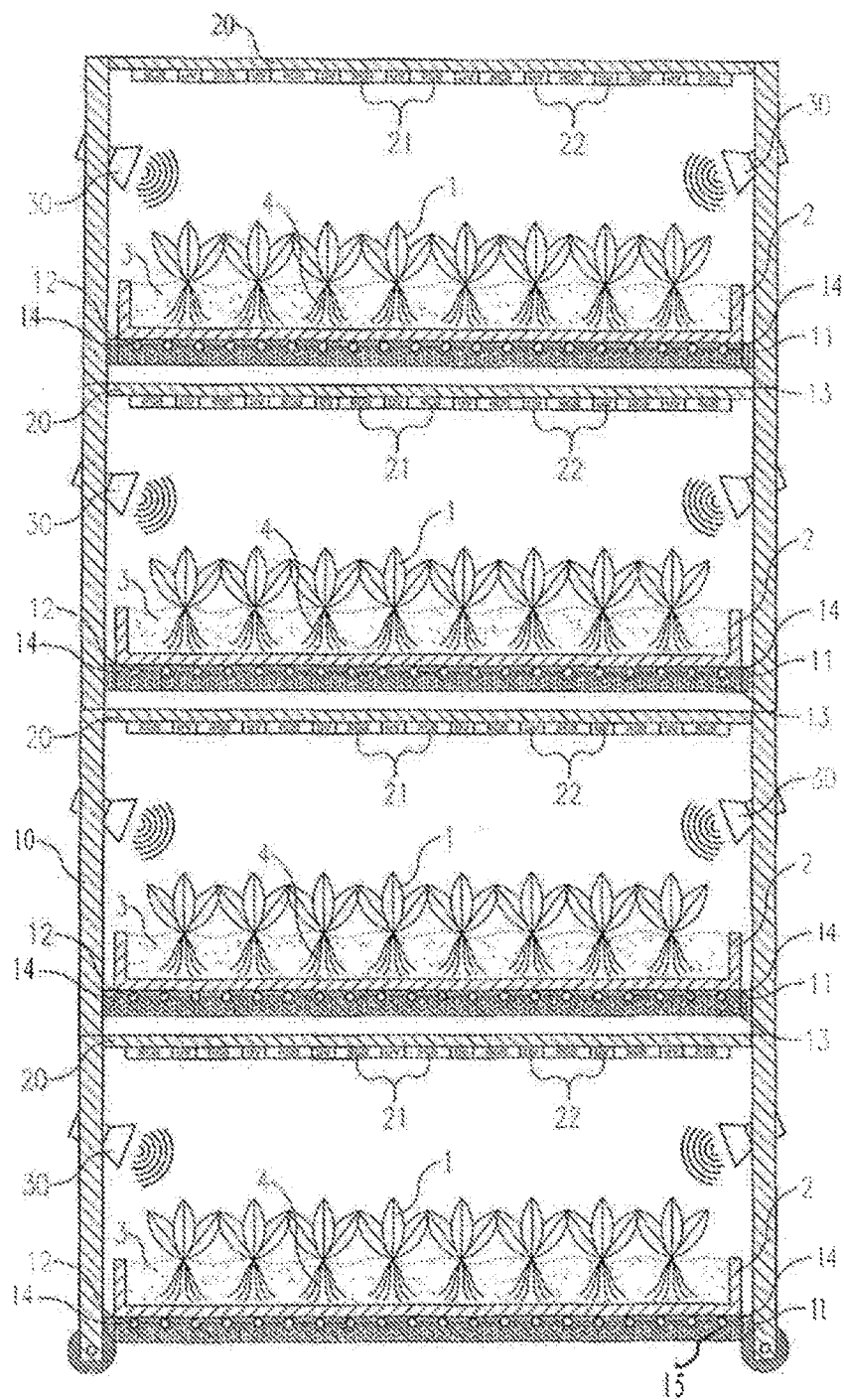


Figura 1