

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 983 799**

51 Int. Cl.:

C02F 7/00 (2006.01)

C02F 1/78 (2013.01)

B01F 23/231 (2012.01)

B01F 25/21 (2012.01)

B01F 25/312 (2012.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.10.2019** **PCT/EP2019/078740**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.04.2020** **WO20083919**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.10.2019** **E 19787008 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.05.2024** **EP 3870347**

54 Título: **Conjunto y método para introducir oxígeno en agua**

30 Prioridad:

22.10.2018 NL 2021846

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
24.10.2024

73 Titular/es:

A. VAN DER STOEL HOLDING B.V. (100.0%)
Molendijk 92
3267 AM Goudswaard, NL

72 Inventor/es:

VAN DER STOEL, ANDRIES

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 983 799 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

Conjunto y método para introducir oxígeno en agua

La presente invención se refiere a un conjunto para introducir oxígeno en agua. La presente invención se refiere además a un método para introducir oxígeno en agua de un sistema para el cultivo de plantas mediante el conjunto de la presente invención. Debido a la combinación de reactor y válvulas de mezcla específicas, se produce una mezcla óptima y homogénea del agua rica en oxígeno en un reactor y se mezcla con agua pobre en oxígeno presente en, por ejemplo, un sistema de cultivo de plantas (por ejemplo, un sistema hidropónico). La mezcla resultante comprende una concentración de oxígeno que es óptima para el crecimiento de las plantas.

Las plantas necesitan oxígeno para crecer. Una planta absorbe oxígeno principalmente en forma acuosa (es decir, disuelto en agua), en donde el oxígeno se absorbe a través de las raíces de la planta. Además, la absorción de nutrientes se produce en la zona de las raíces de las plantas debido a la presencia de oxígeno. El oxígeno es necesario para que los nutrientes lleguen a la planta. El oxígeno, al reaccionar con los carbohidratos obtenidos de la fotosíntesis de la planta, constituye una fuente de energía para los procesos esenciales de la planta, como la absorción activa de nutrientes esenciales como nitrógeno, potasio y fósforo, mantenimiento de la presión osmótica celular, producción de materia seca de la planta y síntesis de proteínas. La disponibilidad de oxígeno es un factor con frecuencia subestimado para el crecimiento de las plantas. La cantidad de oxígeno en el sustrato sobre el que crecen las plantas influye en gran medida tanto en la propia planta como en la calidad del sustrato.

En caso de escasez de oxígeno, la planta pasará a un estado anaeróbico (sin oxígeno) para su suministro de energía. La planta absorbe una cantidad reducida de nutrientes, lo que eventualmente da lugar al agotamiento de la planta. La falta de oxígeno también afecta a la reactividad de las membranas celulares, lo que reduce la absorción de agua. Esto, a su vez, influye en la fotosíntesis, afectando a la formación de azúcares que son necesarios para la producción de materia seca. Por último, también hay indicaciones de que el estrés de oxígeno lleva a una mayor sensibilidad a los patógenos, dando lugar a rendimientos menores, a una menor calidad o incluso al descarte de plantas.

La calidad del sustrato sobre el que crece la planta depende en gran medida del oxígeno. Los sustratos contienen con frecuencia muchos microorganismos que afectan al crecimiento de la planta, descomponiendo materia orgánica, liberando nutrientes del material orgánico para la planta y combatiendo patógenos (por ejemplo, hongos y bacterias) produciendo compuestos para la supresión de enfermedades y plagas. El oxígeno es necesario para todos estos procesos.

La hidroponía es un método de cultivo de plantas sobre la base de un hidrocultivo, en donde se utilizan nutrientes minerales que se absorben en agua, que sirve de sustrato. Otros ejemplos de sistemas de hidrocultivo o hidroponía son la agricultura vertical, el cultivo en aguas profundas, los sistemas Deep Flow Technique (DFT) y el sistema Ebb & Flow. Las plantas pueden cultivarse con sus raíces en la solución de nutrientes minerales o solo en agua o con una combinación de medios tales como perlita, grava, lana mineral, arcilla expandida o cáscara de coco. Beneficios de la hidroponía (hidrocultivo) son el aumento de la velocidad de crecimiento (hasta un 20 %) de las plantas en comparación con las plantas cultivadas en suelo y su mayor rendimiento (al menos un 25 % mayor) que sus equivalentes en suelo. Una desventaja de la hidroponía es que se requieren más conocimientos y experiencia para poner en funcionamiento con éxito el sistema, de modo que el crecimiento y el rendimiento de las plantas sean óptimos. El medio ambiente, en comparación con el cultivo en tierra, es más artificial, donde se proporciona agua, nutrientes, luz, etc. Esto significa que es necesaria una estrecha monitorización de estos aportes para mantener el equilibrio óptimo para el crecimiento.

El inconveniente del uso de un hidrocultivo para el cultivo de plantas es el nivel de oxígeno presente en el agua durante el cultivo. Las plantas cultivadas en sistemas hidropónicos pueden agotar rápidamente el oxígeno disuelto en la solución nutritiva, lo que resulta en una mala aireación de las raíces. Este efecto se acelera incluso cuando las temperaturas son altas, por ejemplo, en un invernadero. El oxígeno del aire ambiente se difunde por contacto con la superficie del agua. Sin embargo, la difusión es un proceso lento. Debido a que el agua utilizada en el cultivo de plantas y cultivos comprende muchas veces suplementos para el crecimiento tales como minerales y sales disueltas en agua, la capacidad de absorción de oxígeno de esta agua se reduce adicionalmente en comparación con el agua que no comprenda tales suplementos. Además, el área de contacto y el tiempo de contacto del agua de riego en horticultura e hidrocultivo son insuficientes para obtener una velocidad de difusión lo suficientemente alta como para lograr una concentración de oxígeno en el agua que proporcione condiciones de crecimiento óptimas para la planta.

Hay disponibles varios sistemas para hidrocultivo que hacen uso de la adición de oxígeno al agua de riego. Por ejemplo, se añade oxígeno por difusión con el aire exterior al agua que está presente en grandes tanques o estanques exteriores. Con frecuencia se utilizan grandes tanques de almacenamiento para facilitar el proceso de difusión; sin embargo, la superficie de contacto con el aire que comprende el oxígeno es demasiado pequeña para proporcionar oxígeno suficiente a toda el agua para obtener un nivel de saturación de oxígeno suficiente para un crecimiento óptimo de las plantas en hidrocultivo. Además, solo las capas superiores del agua presente en los tanques de almacenamiento participan en el proceso de difusión. Otra forma de aumentar los niveles de oxígeno en agua es inyectar burbujas de oxígeno en el agua. La inyección de oxígeno en forma de burbujas aumentará el área de la superficie de contacto del oxígeno con el agua. Sin embargo, las plantas no pueden absorber directamente las burbujas de oxígeno que, a su

vez, deben disolverse en agua, lo que ocurre muy lentamente y, por lo tanto, no es óptimo para su uso en hidrocultivo. Las aplicaciones y técnicas actuales pueden proporcionar una concentración de oxígeno de hasta 3 a 5 ppm, haciendo que la planta rinda muy por debajo de su potencial óptimo. Se cree que las plantas necesitan agua con un nivel mínimo de oxígeno, por lo que la disponibilidad de oxígeno no será el factor limitante para el crecimiento de las plantas.

En sistemas de cultivo con técnica de flujo profundo (DFT), el cultivo crece sobre flotadores en el agua. Las raíces del cultivo están suspendidas en el agua y, por lo tanto, todos los nutrientes deben estar presentes en el agua para obtener un suministro constante de agua, oxígeno y nutrientes para las plantas. En los sistemas DFT, la difusión del oxígeno del aire al agua es despreciable, porque los flotadores cubren la mayor parte de la superficie, reduciendo de este modo el área superficial de contacto para que el oxígeno se difunda al agua. Debido a estos bajos niveles de oxígeno en el agua, los cultivos no crecerán sin la adición forzada de oxígeno al agua. Para oxigenar el agua, se utiliza una bomba de aire con una piedra de aire para bombear burbujas a la solución de nutrientes. Sin embargo, el nivel de oxígeno es insuficiente para un crecimiento y rendimiento óptimos de las plantas. Además, debido a los bajos niveles de oxígeno, este sistema no es adecuado para plantas más grandes y para plantas que necesiten un período de crecimiento más largo.

Teniendo en cuenta lo anterior, en la técnica existe la necesidad de un sistema y un método de cultivo de plantas para aumentar la cantidad de oxígeno disuelto en el agua utilizada durante el cultivo, de modo que el crecimiento, la velocidad de crecimiento y el rendimiento de las plantas aumenten en comparación con plantas que se cultiven con técnicas convencionales. Por ejemplo, en los documentos US6848258B y US6054048A se describen reactores de la técnica anterior para oxigenar agua.

Es un objeto de la presente invención, entre otros objetos, abordar la necesidad anterior en la técnica. Este objeto de la presente invención, entre otros objetos, se logra mediante la presente invención como se describe en las reivindicaciones adjuntas.

Específicamente, el objeto anterior, entre otros objetos, se cumple, según un primer aspecto, en la presente invención, mediante un conjunto para introducir oxígeno en agua, en donde el conjunto comprende un reactor con forma de cono, una primera entrada para proporcionar un flujo de agua presurizada al reactor con forma de cono, una segunda entrada para proporcionar aire presurizado que comprende oxígeno al reactor con forma de cono y una salida para transportar el agua fuera del reactor con forma de cono, en donde la primera entrada y la segunda entrada están situadas en el extremo estrechado del reactor con forma cónica y la salida está situada en el extremo de base del reactor con forma cónica, en donde la salida comprende una o más válvulas de salida para proporcionar un efecto Venturi y para mezclar el agua presurizada del reactor con agua fuera del reactor.

El reactor del conjunto de la presente invención tiene forma de cono. En la parte superior estrecha del cono, las paredes del reactor están más juntas y, donde el cuerpo del reactor tiene la circunferencia más pequeña, representan el extremo estrechado del reactor en forma de cono. En este extremo estrechado, la segunda entrada está situada para introducir el aire presurizado en el reactor y mezclar este aire que comprende oxígeno con el agua presurizada proporcionada por la primera entrada, también situada en el extremo estrechado. El extremo de base del reactor de forma cónica representa el otro lado del reactor, opuesto al extremo estrechado, donde el reactor tiene la mayor circunferencia. Debido al reactor específico con forma cónica, la velocidad de flujo del agua presurizada que llega al reactor por el extremo cónico del cono y que fluye desde el extremo cónico hacia el extremo base del reactor con forma cónica, se reducirá. Esta reducción de caudal proporcionará una mayor captación/absorción de oxígeno por el agua presurizada ($P > 1$ atm), puesto que aumenta el tiempo de contacto con el aire que comprende el oxígeno. Debido a que tanto el agua como el oxígeno están presurizados, la absorción de oxígeno mejorará. Los niveles de oxígeno pueden superar niveles de saturación de 100 %, porque el agua presurizada puede contener niveles más altos de oxígeno, es decir, pueden alcanzarse niveles de saturación de oxígeno de 110 % a 600 %.

La salida comprende una o más válvulas de salida para proporcionar un efecto Venturi y para mezclar el agua presurizada que se ha oxigenado del reactor, con agua fuera del reactor, tal como el agua de una cubeta o estanque de agua de riego del sistema de cultivo de plantas. Durante el cultivo, la planta utiliza oxígeno para su crecimiento, en donde los niveles de oxígeno en el agua disminuirán drásticamente, dando lugar a agua pobre en oxígeno. De este modo, el agua situada en la cubeta o estanque fuera del reactor y que tiene una concentración de oxígeno relativamente baja se mezcla con agua que se ha oxigenado dentro del reactor. Además, sin utilizar la válvula Venturi de salida, los altos niveles de oxígeno presentes en el agua se perderán cuando el agua oxigenada se libere a presión del aire ambiente (1 atm), ya que el oxígeno se difundirá rápidamente directamente en el aire. Gracias a la válvula Venturi de salida y al efecto de mezcla, se reduce o incluso se evita la pérdida de estos elevados niveles de oxígeno en agua. La mezcla de esta agua rica en oxígeno y pobre en oxígeno se logra mediante una o más válvulas Venturi de salida, dando lugar a una mezcla óptima y homogénea tanto del agua rica en oxígeno como del agua pobre en oxígeno, proporcionando agua óptima para el crecimiento de las plantas, por ejemplo, en un sistema de cultivo hidropónico.

Según la invención, la segunda entrada comprende una válvula de entrada para proporcionar un efecto Venturi para mezclar el agua presurizada proporcionada por la primera entrada con el aire presurizado proporcionado por la segunda entrada, dentro del reactor en forma de cono. El aire se presuriza a de 1 a 6 bar para aumentar la velocidad

de absorción del agua. Además, se utiliza una válvula Venturi de entrada para mezclar el agua presurizada de la primera entrada con el oxígeno gaseoso del aire presurizado de la segunda entrada. El flujo de agua presurizada se fuerza a través de una válvula Venturi que tiene una forma tal que proporciona un efecto Venturi para aumentar la velocidad del líquido (flujo) debido a una disminución del diámetro (es decir, una sección de tubo corta con una abertura pequeña), y una sección final en la que el diámetro aumenta, disminuyendo de este modo la velocidad del líquido. El oxígeno gaseoso proporcionado por la segunda entrada se aspirará a través de las pequeñas aberturas debido a los cambios de presión y, al final de la salida (Venturi), aparecerá una mezcla de agua y oxígeno. Esto llevará a una mezcla homogénea del agua presurizada y del oxígeno presurizado, aumentando de este modo la concentración de oxígeno en el agua del reactor del sistema de cultivo de plantas. El aire que comprende oxígeno se presuriza, por ejemplo, mediante el uso de un compresor de aire, y se proporciona a la segunda entrada que comprende una válvula de entrada que proporciona un efecto Venturi; esta es la fuerza impulsora de los elevados niveles de absorción de oxígeno en el agua. Cuanto mayor sea la concentración de partículas de gas en contacto con el líquido, más partículas de gas (en el presente caso oxígeno) se disolverán en el agua. La cantidad de oxígeno absorbido es por lo tanto independiente de la presión del agua. Sin embargo, para garantizar que el oxígeno, una vez que se ha absorbido en el agua, permanezca en el agua incluso cuando el agua ya no esté en el reactor en forma de cono, el agua debe permanecer bajo presión. Si la presión del agua se reduce, por ejemplo, a 1 bar, el oxígeno presurizado del agua también se despresurizaría (es decir, a 1 bar) y se escaparía en forma de burbujas de aire, reduciendo los niveles de oxígeno del agua. Debido a que el agua está bajo presión, el oxígeno permanece disuelto en el agua bajo presión y puede transportarse sin que la concentración de oxígeno disminuya.

Según otra realización preferida, la presente invención se refiere al conjunto, en donde el aire presurizado comprende al menos 95 % en peso de oxígeno (O₂), preferiblemente al menos 97 % de oxígeno, más preferiblemente al menos 98 %, aún más preferiblemente al menos 99 %, con máxima preferencia 100 %. Puede utilizarse aire presurizado no enriquecido en el conjunto de la presente invención; sin embargo, dado que comprende en promedio 21 % de oxígeno, la absorción de oxígeno por el agua será menos eficiente y dará lugar, por lo tanto, a un nivel más bajo de agua oxigenada. Para obtener una concentración de oxígeno en agua de entre 8 y 20 ppm, se prefiere utilizar aire en el conjunto de la presente invención que comprenda al menos 95 % en peso de oxígeno.

Según una realización preferida, la presente invención se refiere al conjunto, en donde el conjunto comprende además una bomba para proporcionar un flujo de agua presurizada de la primera entrada a la salida del reactor en forma de cono. El agua se presuriza a de 1 a 6 bar, preferiblemente 2 a 5 bar, más preferiblemente 3 a 4 bar, para proporcionar una mayor capacidad de oxígeno del agua a oxigenar. Cuanto mayor sea la presión del agua, más oxígeno puede contener el agua presurizada. Se utiliza una bomba para transportar el agua, en donde las plantas han utilizado el oxígeno para el cultivo, al reactor a través de la entrada. Dependiendo de las dimensiones de la entrada y de la velocidad de la bomba, el agua se presuriza y se proporciona un flujo de agua presurizada de la entrada a la salida del reactor.

Según una realización preferida, la presente invención se refiere al conjunto, en donde el conjunto comprende además un compresor para proporcionar un flujo de aire presurizado en la segunda entrada al reactor en forma de cono. El aire se presuriza a de 1 a 6 bar, preferiblemente 2 a 5 bar, más preferiblemente 3 a 4 bar, para aumentar la velocidad de absorción del O₂ por el agua. El aire presurizado se mezcla con el agua presurizada utilizando la válvula de entrada Venturi de la segunda entrada.

La presente invención, según un segundo aspecto, se refiere a un método para introducir oxígeno en agua de un sistema para el cultivo de plantas mediante el conjunto de la presente invención, en donde el método comprende las etapas de la reivindicación 4.

La concentración máxima de oxígeno disuelto en el agua se basa en la capacidad física de retención del agua. Existe una relación inversa entre temperatura y la cantidad de oxígeno que puede disolverse en agua; la capacidad de retención disminuye cuando aumenta la temperatura del agua. Por lo tanto, en verano, cuando la temperatura promedio es elevada, se producen niveles bajos de oxígeno disuelto en el agua. Sin embargo, en verano, las plantas reciben la mayor parte de la luz solar y son más activas, y la demanda de oxígeno está en su punto máximo y los niveles de oxígeno limitan el crecimiento de las plantas debido a unos niveles insuficientes de oxígeno en el agua. El aire que comprende oxígeno se presuriza, por ejemplo, mediante el uso de un compresor de aire, y se proporciona a la segunda entrada que comprende una válvula de entrada que proporciona un efecto Venturi, dando lugar a altos niveles de absorción de oxígeno en el agua. Para garantizar que el oxígeno absorbido permanezca en el agua incluso cuando el agua ya no esté en el reactor en forma de cono, el agua debe permanecer bajo presión, preferiblemente presurizada a de 1 a 6 bar. Debido a que el agua está bajo presión, el oxígeno permanece disuelto en el agua bajo presión y puede transportarse sin que la concentración de oxígeno disminuya. Con el método de la presente invención, puede alcanzarse una concentración de oxígeno en agua de 6 a 20 ppm, preferiblemente de 8 a 18 ppm, más preferiblemente de 10 a 16 ppm, con máxima preferencia de 12 a 14 ppm, de modo que los niveles de oxígeno que se disuelven en agua sean lo suficientemente altos como para no limitar el crecimiento de la planta. La sobresaturación de oxígeno del agua puede conseguirse en al menos un 120 % (saturación de O₂), preferiblemente al menos 200 %, más preferiblemente al menos 400 %, con máxima preferencia al menos 600 %.

Además, la salida del conjunto de la presente invención comprende una válvula Venturi que asegura que antes de que se pierda la presión del agua rica en oxígeno (y con ello disminuya la capacidad de oxígeno del agua), el agua rica en oxígeno se mezcle con el agua empobrecida en oxígeno.

Según una realización preferida, la presente invención se refiere al método en donde dicho aire presurizado comprende al menos 97 % de oxígeno, preferiblemente al menos 98 %, más preferiblemente al menos 99 %, con máxima preferencia 100 %. También puede ser posible utilizar aire no enriquecido que comprenda ~ 21 % de O₂ en el método de la presente invención; sin embargo, esto sería muy ineficiente, debido al bajo porcentaje de oxígeno de entrada.

La adición de aire presurizado al agua presurizada dentro del reactor se lleva a cabo utilizando una válvula de entrada en la segunda entrada para proporcionar un efecto Venturi y para mezclar el agua con el oxígeno y obtener una absorción eficiente de O₂ por el agua. Se utiliza una entrada de Venturi para mezclar el agua líquida con el oxígeno gaseoso. El oxígeno gaseoso se aspirará a través de las pequeñas aberturas debido a los cambios de presión y, al final de la salida (Venturi), se proporcionará una mezcla homogénea de agua y oxígeno en el reactor.

Según otra realización preferida, la presente invención se refiere al método, en donde el reactor es un reactor con forma de cono. La forma de cono específica ralentiza el caudal del agua, aumentando el tiempo que el aire presurizado está en contacto con el agua presurizada y aumentando, por lo tanto, la absorción de oxígeno por el agua.

Según una realización preferida, la presente invención se refiere al método en donde el sistema para el cultivo de plantas es uno o más seleccionado del grupo que consiste en un sistema de hidrocultivo, sistema hidropónico, cultivo vertical, un cultivo en aguas profundas y un sistema Ebb & Flow. El conjunto y método de la presente invención pueden adoptarse en cualquiera de los sistemas mencionados anteriormente para el cultivo de plantas o incluso en agua de riego y en sistemas para el cultivo de plantas en el suelo.

Según una realización preferida, la presente invención se refiere al método en donde la absorción de oxígeno se produce a una velocidad de entre 0,5 y 30 kg/h, preferiblemente entre 2 y 20 kg/h, con máxima preferencia entre 5 y 15 kg/h.

En el método de la presente invención, puede añadirse aire presurizado u oxígeno gaseoso por la segunda entrada del reactor al agua presurizada en forma de burbujas. El oxígeno se inyecta en forma de pequeñas burbujas, de modo que aumente la superficie de contacto del oxígeno con el agua dentro del reactor. Debido a que el agua se somete a presión, puede absorber más oxígeno que cuando el agua entra en contacto con el aire a presión atmosférica. Una vez que el agua enriquecida con oxígeno sale del reactor en forma de cono, se devuelve al tanque de almacenamiento o estanque del sistema de hidrocultivo. Además, el agua enriquecida con oxígeno puede utilizarse para riego o irrigación en un invernadero u otra forma de sistema de hidrocultivo, tal como el NFT.

Según otra realización preferida, la presente invención se refiere al método, en donde el flujo de agua presurizada en el reactor es de entre 2 y 50 l/s, preferiblemente 4 a 25 l/s, más preferiblemente de 5 a 10 l/s.

Según otra realización preferida, la presente invención se refiere al método en donde la absorción de oxígeno se produce a una velocidad de entre 0,70 y 7,0 kg/h y a una temperatura de aproximadamente 25 °C y una presión de agua de aproximadamente 3,5 bar.

Según otra realización preferida, la presente invención se refiere al método en donde se añade en la etapa a) como máximo 20 g de ozono (O₃) por m³ de agua presurizada. Tras la adición de ozono al agua, el ozono se descompone rápidamente en radicales OH, produciendo O₂.

La presente invención se detallará adicionalmente en el siguiente ejemplo y figuras, en donde:

Figura 1: muestra el conjunto de la presente invención que comprende un reactor (5) con forma cónica, una primera entrada (1) para proporcionar un flujo de agua presurizada (H₂O, P > 1 atm) al reactor con forma de cono, una segunda entrada (2) para proporcionar aire presurizado que comprende oxígeno (O₂) al reactor con forma de cono y una salida (4) para transportar el agua fuera del reactor con forma de cono. La primera entrada y la segunda entrada están situadas en el extremo estrechado del reactor en forma de cono y la salida está situada en el extremo de base del reactor en forma de cono. Como indica la flecha dentro del reactor, debido a la forma cónica del reactor, disminuirá el flujo de agua presurizada desde el extremo cónico hacia el extremo base del reactor, proporcionando de este modo una mayor captación/absorción de oxígeno por el agua presurizada. La salida comprende una o más válvulas (6) de salida para proporcionar un efecto Venturi y para mezclar el agua presurizada que se ha oxigenado (8) del reactor con agua (7) fuera del reactor, tal como una cubeta o estanque de agua de riego. De este modo, el agua situada en la cubeta o estanque fuera del reactor y que tiene una concentración de oxígeno relativamente baja se mezcla con agua que se ha oxigenado dentro del reactor. Además, sin utilizar la válvula Venturi de salida, los altos niveles de oxígeno presentes en el agua se perderán cuando el agua oxigenada se libere a presión del aire ambiente (1 atm), ya que el oxígeno se difundirá rápidamente directamente en el aire. Gracias a la válvula Venturi de salida y al efecto de mezcla, se reduce o incluso se evita la pérdida de estos elevados niveles de oxígeno en agua. La mezcla de esta agua rica en

oxígeno y pobre en oxígeno se logra mediante una o más válvulas Venturi de salida, dando lugar a una mezcla óptima y homogénea tanto del agua rica en oxígeno como del agua pobre en oxígeno, proporcionando agua óptima para el crecimiento de las plantas, por ejemplo, en un sistema de cultivo hidropónico. Además, la segunda entrada puede comprender una válvula (3) de entrada para proporcionar un efecto Venturi y para mezclar el agua presurizada proporcionada por la primera entrada con el oxígeno del aire presurizado proporcionado por la segunda entrada, dentro del reactor en forma de cono.

Figura 2: muestra la válvula (6) de salida del conjunto de la presente invención. El agua oxigenada presurizada [H_2O (enriquecida en O_2), (8)] fluye desde el reactor a través de la válvula de salida. Debido a la forma específica de la válvula, se proporciona un efecto Venturi que da lugar a una mezcla óptima y homogénea del agua rica en oxígeno que se origina en el reactor y el agua pobre en oxígeno presente en el sistema de cultivo de plantas (por ejemplo, un sistema hidropónico). La mezcla resultante (7) [$H_2O + H_2O$ (enriquecida en O_2)] comprende una concentración de oxígeno que es óptima para el crecimiento de las plantas, por ejemplo, en un sistema de cultivo hidropónico.

Figura 3: muestra la válvula (3) de entrada de la segunda entrada (2) del conjunto de la presente invención. Debido a la forma específica de la válvula (3) de entrada, se proporciona un efecto Venturi que da lugar a una mezcla óptima y homogénea del oxígeno (11) en el aire presurizado proporcionado por la segunda entrada y del agua presurizada (10) proporcionada por la primera entrada al reactor. Presurizar el aire en el que está contenido el oxígeno utilizando la válvula de entrada proporciona un efecto Venturi y da lugar a un aumento de los niveles de absorción de oxígeno en el agua. Cuanto mayor sea la concentración de partículas de gas en contacto con el líquido, más partículas de gas (en el presente caso oxígeno) se disolverán en el agua. Debido a que el agua está bajo presión, el oxígeno permanece disuelto en el agua bajo presión y puede transportarse sin que la concentración de oxígeno disminuya.

Ejemplo 1 - Cultivo de lechuga en un sistema de cultivo hidropónico que comprende el conjunto de la presente invención para introducir oxígeno en agua

La lechuga se cultiva en un sistema de cultivo hidropónico. Las plantas de lechuga están situadas en flotadores, en donde las raíces de las plantas están en contacto con el agua que está en una cubeta. La cubeta es parte del sistema de cultivo hidropónico, que comprende además el conjunto de la presente invención para introducir y enriquecer el agua con oxígeno. Se proporciona un flujo de agua presurizada de 3,5 bar en la primera entrada (1) del reactor en forma de cono (5). El agua tiene una temperatura de 20 °C. En una segunda entrada (2) se proporciona aire presurizado a 3,5 bar que comprende un 95 % de oxígeno (O_2) en el reactor con forma de cono. Debido a la forma específica de la válvula (3) de entrada en la segunda entrada, se proporciona un efecto Venturi que da lugar a una mezcla óptima y homogénea de aire presurizado y agua presurizada para mejorar la absorción de oxígeno en el agua. El resultado es agua con una concentración de oxígeno disuelto homogénea y estable al nivel de la capacidad física máxima de retención del agua. La absorción de oxígeno por el agua presurizada se produce a una velocidad promedio de 6 kg/h y el flujo del agua presurizada que se alimenta al interior del reactor en forma de cono es, en promedio, de 15 l/s. El agua se enriquece en niveles de oxígeno y se determina que la concentración de oxígeno es de aproximadamente 9 ppm, una concentración de oxígeno que es óptima para el crecimiento de las plantas en el sistema de cultivo hidropónico. El agua oxigenada fluye hacia la salida del reactor, en donde la salida comprende varias válvulas (6) de salida para proporcionar un efecto Venturi y para mezclar el agua presurizada que se ha oxigenado procedente del reactor con agua fuera del reactor en la cubeta.

REIVINDICACIONES

1. Un conjunto para introducir oxígeno en el agua, en donde el conjunto está compuesto por un reactor en forma de cono, una primera entrada para proporcionar un flujo de agua presurizada en el reactor en forma de cono, una segunda entrada para proporcionar aire presurizado que comprende oxígeno al reactor en forma de cono, en donde la segunda entrada comprende una válvula de entrada para proporcionar un efecto Venturi para mezclar el agua presurizada proporcionada por la primera entrada con el aire presurizado proporcionado por la segunda entrada, dentro del reactor en forma de cono, y una salida para transportar el agua fuera del reactor en forma de cono, en donde la primera entrada y la segunda entrada están ubicadas en el extremo cónico del reactor en forma de cono y la salida está ubicada en el extremo de la base del reactor en forma de cono, en donde la salida comprende una o más válvulas de salida para proporcionar un efecto Venturi y para mezclar el agua presurizada del reactor con agua fuera del reactor.
2. Conjunto según la reivindicación 1, en donde el conjunto comprende además una bomba para proporcionar un flujo de agua presurizada desde la primera entrada hasta la salida del reactor en forma de cono.
3. Conjunto según cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en donde el conjunto comprende además un compresor para proporcionar un flujo de aire presurizado en la segunda entrada al reactor en forma de cono.
4. Un método para introducir oxígeno en el agua de un sistema para el cultivo de plantas mediante un conjunto según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde el método comprende las etapas de
 - a) proporcionar un flujo de agua presurizada en un reactor, en donde la adición de aire presurizado al agua presurizada dentro del reactor se realiza utilizando una válvula de entrada para proporcionar un efecto Venturi y mezclar el agua con el oxígeno y en donde el agua se presuriza a de 1 a 5 bar, más preferiblemente de 2,5 a 4 bar,
 - b) añadir aire presurizado al agua presurizada dentro del reactor a una temperatura de entre 5 y 30 °C, en donde el aire se presuriza a 1 a 6 bar, preferiblemente de 1 a 5 bar, más preferiblemente de 2,5 a 4 bar, y el aire comprende al menos 90 % en peso de oxígeno (O₂), preferiblemente al menos 95 % en peso, más preferiblemente al menos 99 % en peso,
 - c) absorber el oxígeno por el agua presurizada, en donde la concentración de oxígeno en el agua se aumenta a al menos 8 ppm, preferiblemente al menos 10 ppm, con máxima preferencia al menos 12 ppm,
 - d) mezclar el agua enriquecida en oxígeno de la etapa c) con agua fuera del reactor, en donde la mezcla se realiza a través de una o más válvulas de salida para proporcionar un efecto Venturi.
5. Método según la reivindicación 4, en donde dicho aire presurizado comprende al menos un 97 % de oxígeno, más preferiblemente al menos un 98 %, aún más preferiblemente al menos un 99 %, con máxima preferencia un 100 %.
6. Método según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 5, en donde el reactor es un reactor con forma de cono.
7. Método según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6, en donde el sistema para el cultivo de plantas es uno o más seleccionado del grupo que consiste en un sistema de hidrocultivo, sistema hidropónico, cultivo vertical, cultivo en aguas profundas y un sistema Ebb & Flow.
8. Método según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 7, en donde la absorción de oxígeno se produce a una velocidad de entre 0,5 y 30 kg/h, preferiblemente entre 2 y 20 kg/h, con máxima preferencia entre 5 y 15 kg/h.
9. Método según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 8, en donde el flujo de agua presurizada en el reactor es de entre 2 y 50 l/s, preferiblemente de 4 a 25 l/s, más preferiblemente de 5 a 10 l/s.
10. Método según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 9, en donde la absorción de oxígeno se produce a una velocidad de entre 0,70 y 7,0 kg/h y a una temperatura de aproximadamente 25 °C y a una presión de agua de aproximadamente 3,5 bar.
11. Método según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 10, en donde en la etapa a) se añaden como máximo 20 g de ozono (O₃) por m³ de agua presurizada.

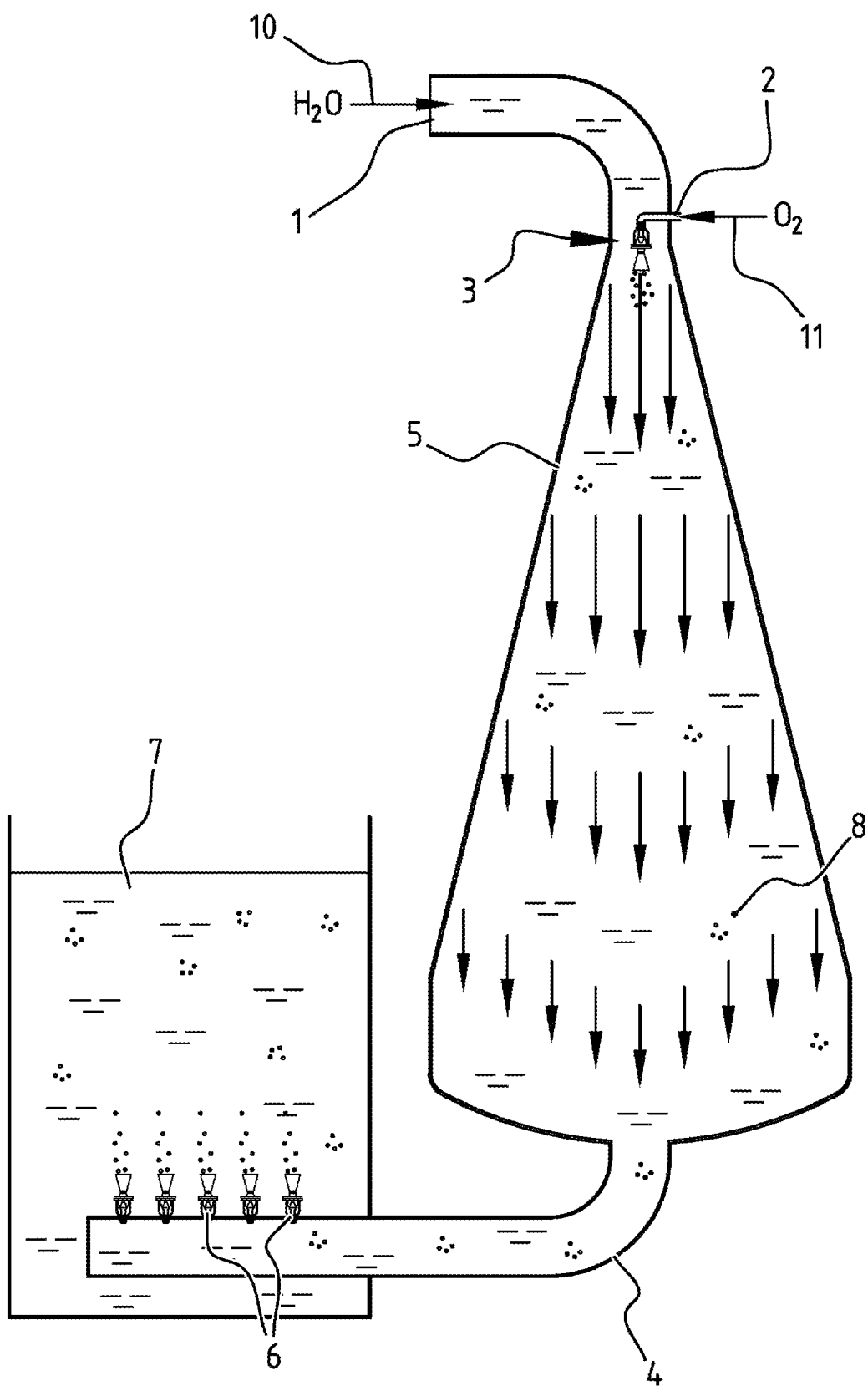


Figura 1

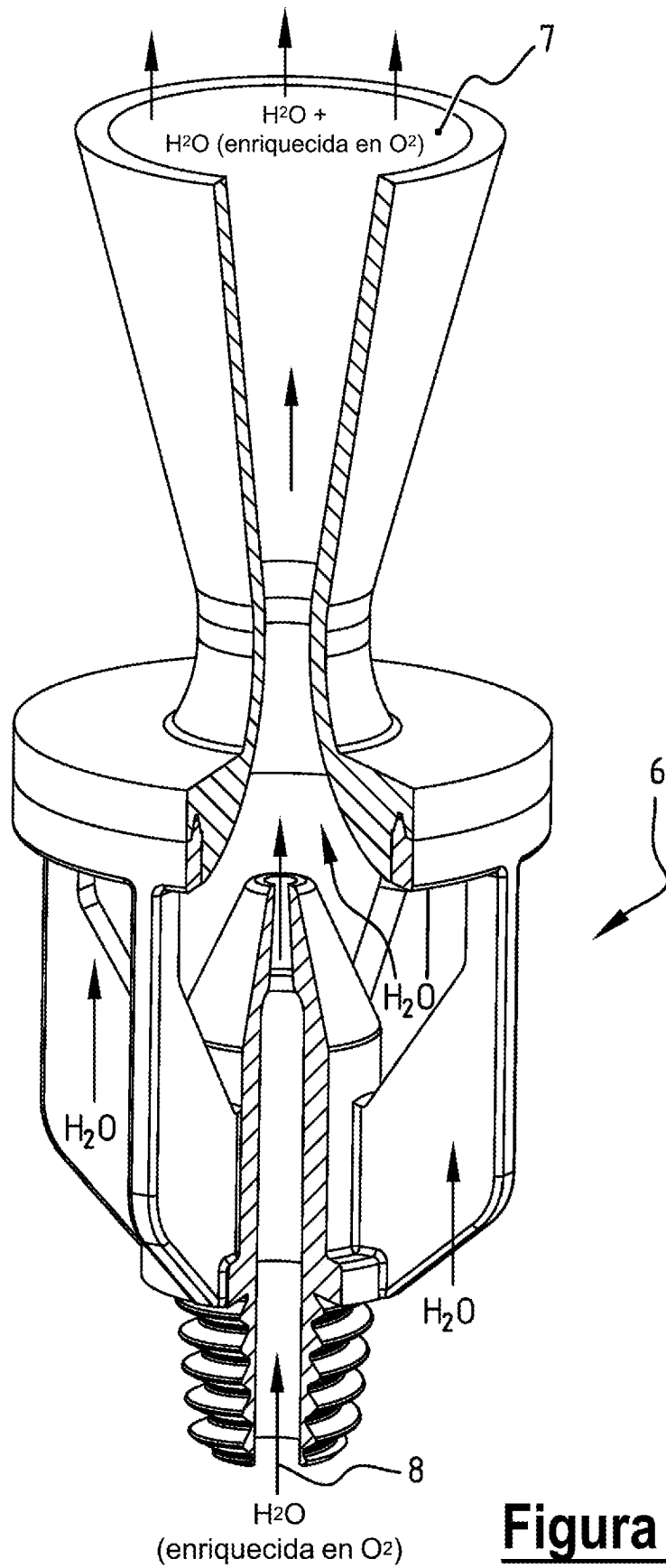


Figura 2

