(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 994 228**

(51) Int. Cl.:

***C05F 11/00*** (2006.01)
***C12N 3/00*** (2006.01)
***C05F 11/08*** (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.10.2018 PCT/UA2018/000114**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **25.04.2019 WO19078806**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.10.2018 E 18807449 (6)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.07.2024 EP 3697745**

(54) Título: **Método de obtención de un biofertilizante orgánico líquido para suelo y/o plantas, el biofertilizante y métodos de uso del mismo**

(30) Prioridad:

**17.10.2017 UA 201710006**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
**20.01.2025**

(73) Titular/es:

**OSYPENKO, SERHII (100.00%)**
**Vul. Kyivska 31/22**
**Kherson 73013, UA**

(72) Inventor/es:

**OSYPENKO, SERHII**

(74) Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

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 de obtención de un biofertilizante orgánico líquido para suelo y/o plantas, el biofertilizante y métodos de uso del mismo

ÁMBITO TÉCNICO

La presente invención está relacionada con la agricultura y, más concretamente, con la producción y el uso de biofertilizantes orgánicos respetuosos con el medio ambiente, en concreto, biofertilizantes orgánicos líquidos para suelos y/o plantas colonizados por microorganismos naturales del suelo. La invención puede ser ampliamente utilizada en la restauración de la fertilidad de los suelos agotados de nutrientes y microorganismos naturales como resultado del uso intensivo de fertilizantes químicos y pesticidas, inundaciones, etc, así como en la mejora de la capacidad de germinación de las semillas y el aumento del rendimiento de las plantas, especialmente en caso de sequía y heladas tardías.

TÉCNICA ANTERIOR

Actualmente se ha demostrado (a nivel de postulados) que las plantas no pueden existir sin simbiosis y asociación con microorganismos.

Las raíces de las plantas y los microorganismos crean una "cubierta" peculiar, la rizosfera, que proporciona las condiciones necesarias para la nutrición adecuada de las plantas y su protección contra los patógenos. Por lo tanto, son precisamente los complejos de microorganismos beneficiosos dentro del sistema suelo-planta-microorganismo los que ayudan a aprovechar de forma óptima las capacidades potenciales del suelo y de la planta y a obtener rendimientos de calidad.

Esta es la razón que ha estimulado los enfoques microbiológicos para aumentar la fertilidad del suelo y garantizar una mayor productividad del sector agrícola en diferentes países del mundo.

La base de estos enfoques es la selección de cepas beneficiosas de microorganismos del suelo y la creación de condiciones óptimas para su reproducción en medios nutritivos artificiales para obtener altas concentraciones de $10^9$-$10^{10}$ microorganismos por 1 g de medio. Los microorganismos que se consideran "beneficiosos" son, en primer lugar, microorganismos fijadores de nitrógeno, como *Rhizobium, Bradirhizobium, Azotobacter*, movilizadores de fósforo, principalmente de la especie *Bacillus Subtilis*, lactobacillus, etc.Al mismo tiempo, los científicos y los profesionales coinciden en que la eficacia de los productos biológicos creados artificialmente no supera el 65-70%, especialmente en condiciones naturales extremas, como la sequía, las temperaturas altas y bajas o las inundaciones del suelo. Las bacterias que han sido creadas artificialmente en medios de cultivo ricos en materia orgánica no pueden adaptarse rápidamente a suelos agotados y contaminados por productos químicos y pronto mueren reduciendo su concentración inicial miles de veces. Por ejemplo, las bacterias cultivadas artificialmente en BEA (agar extracto vacuno) con un nivel de nitrógeno amoniacal igual a 120-130 mg /100 g, disminuyen en número desde la concentración inicial de 5 . $10^9$ a 2 .$10^6$ por gramo en sólo 1-2 días después de entrar en la mezcla de turba con un nivel de nitrógeno natural de 30-40 mg.

Un método conocido para obtener preparados bacterianos fijadores de nitrógeno altamente concentrados incluye mezclar una suspensión bacteriana cultivada convencionalmente con turba y añadir a esta mezcla una extracción acuosa de biohumus como fuente de compuestos biológicamente activos para limitar el desarrollo de microflora fúngica (UA, 47304 A). En la mejor realización preferida de este método se utiliza turba no estéril y se añade dextrina (alrededor del 2%) a la mezcla para aumentar la capacidad de crecimiento.

El tiempo de preparación del producto final es superior a 20 días, sin tener en cuenta el tiempo de preparación de un cultivo bacteriano en medio nutritivo líquido. La dependencia de la calidad poco controlada del biohumus no garantiza la estabilidad del producto final, además el largo tiempo de preparación es una desventaja de este método conocido.También son conocidos los métodos alternativos de obtención de compuestos biológicos para aumentar el rendimiento y controlar los patógenos de las plantas, que son más respetuosos con el medio ambiente e inocuos para animales y seres humanos y que contienen microorganismos naturales útiles. Un ejemplo típico de tales métodos es el método de producción de biocomposiciones basadas en cepas de *Bacillus, Brevibacillus y/o Paenibacillus* (W02008 / 025108 A1). Las composiciones de microorganismos, tal y como se describen en este documento, están formadas por bacterias de "tipo salvaje", lo que requiere una forma incómoda de aislar estas cepas bacterianas del medio natural.

Un ejemplo del uso de otra bacteria natural (*Pseudomonas fluorescens*, destructor de patógenos vegetales) para combatir las enfermedades de las plantas y aumentar el rendimiento se describe en el documento US, 6495362.

Aunque estos métodos parecen ser más biológicos debido al uso de bacterias naturales (salvajes) del suelo, hay que tener en cuenta que la tecnología para aislar las cepas necesarias del medio natural es bastante complicada, además, estas bacterias son bastante selectivas para destruir sólo ciertas especies de patógenos naturales de las plantas.

El cultivo de estas bacterias concentradas en un medio nutritivo artificial diferente de los suelos naturales complica el proceso y prolonga el tiempo de adaptación de los "extranjeros" a un nuevo lugar y la creación de los complejos biológicos «suelo-planta-microorganismo» necesarios.

Los fabricantes de estos concentrados no tienen en cuenta el hecho de que las bacterias artificiales no pueden adaptarse rápidamente a las nuevas condiciones de vida, lo que aumenta considerablemente la llamada fase de latencia y reduce la eficacia esencial de estos preparados biológicos.

Además, al aislar una u otra cepa de un microorganismo beneficioso, los investigadores ignoran las interacciones simbióticas, metabólicas y antagónicas entre microorganismos que viven en condiciones naturales. Así, el desarrollo de anaerobios en suelos bien aireados es imposible sin aerobios que absorban oxígeno libre.

Por esta razón es aconsejable no destruir la microbiota que vive en cantidad suficiente y en simbiosis natural en suelos fértiles, turberas, depósitos de sapropel y entornos naturales similares, es mejor crear las condiciones necesarias para su conservación y reproducción. Por eso, para aumentar los rendimientos, especialmente los de los cultivos de leguminosas, a principios del siglo pasado los agricultores sembraron semillas junto con partículas de tierra y raíces tomadas de los campos donde habían crecido leguminosas el año anterior. La introducción de partículas de tierra fértil con microflora beneficiosa en nuevas parcelas se utiliza incluso ahora, pero principalmente en parcelas domésticas. Está claro que esta tecnología es ineficaz, ya que la cantidad media de microbiota en los suelos fértiles rara vez supera los $10^4$-$10^5$ microorganismos/gramo y, además, la eliminación de la capa superior del suelo altera el equilibrio actual del medio ambiente.

Existen varios métodos para reproducir la microbiota del material de partida. Por ejemplo, es conocido el método de obtención de un fertilizante a partir de sapropel según el cual el limo se calienta con vapor sobrecalentado para destruir los microorganismos patógenos, la temperatura del vapor es de 200-600°C para activar el carbono soluble y reproducir la descomposición biológica del limo utilizando microorganismos no patógenos que permanecen en el limo después del calentamiento. El inconveniente de este método es la importante contaminación del medio ambiente por las emisiones de vapor a la atmósfera, el calentamiento desigual de grandes cantidades de limo en terrenos abiertos y, en consecuencia, la destrucción ineficaz de la microflora patógena para obtener fertilizantes de calidad.

Un método más respetuoso con el medio ambiente es el método de procesamiento de aguas residuales y materiales orgánicos de estas aguas por cavitación utilizando un mezclador rotor-estator o un molino y convirtiendo el material procesado en el mantillo «Bio-sólidos» (US, 20050108930 A1). Desgraciadamente, estos fertilizantes no pueden utilizarse como orgánicos debido al gran número de impurezas químicas peligrosas para las principales plantas agrícolas, por lo que se consideran más bien como un medio nutritivo para las plantaciones urbanas decorativas y el césped. Además, su microbiota natural dista mucho de los microorganismos simbióticamente adaptados del suelo fértil.

También es conocido el fertilizante biológico que contiene nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, cobre, humatos solubles en agua y flora biológica útil agronómica del biohumus (RU, 2181710).

La desventaja de este producto es su bajo nivel de contenido de bioflora biologica agronomica util, lo que conduce a una disminucion significativa en la eficiencia del fertilizante. La razón del bajo contenido de bioflora es que durante la mezcla del biohumus y la turba en el reactor, un número significativo de microorganismos mueren cuando se añade la solución química alcalina de potasio y durante el filtrado un gran número de microflora viable permanece en el sedimento.

Las partículas de los sólidos de la sustancia activa (biohumus y turba) contenidas en el producto final provocan la obstrucción de las aberturas del pulverizador debido a su tamaño excesivo. Además, pueden depositarse en el fondo del recipiente en el que se almacena el fertilizante. Así, el estado físico de este abono conocido puede caracterizarse como una suspensión de origen inorgánico con baja dispersión y estabilidad, siendo problemático su uso para pulverizar plantas.

En estos métodos de la técnica anterior se utilizaban medios bastante «duros» de tratar uno u otro médium biológicamente activo para aumentar la disponibilidad de sus componentes beneficiosos y, al mismo tiempo, reducir la cantidad de microorganismos y hongos patógenos para las plantas.

Tal «selectividad» de los enfoques, es decir, el deseo de eliminar “todo lo nocivo” y salvar y reproducir “todo lo beneficioso” es una tarea bastante complicada y probablemente prácticamente imposible.

Esta opinión se ve confirmada por numerosos estudios de sentido exactamente opuesto, en particular la pasteurización de líquidos alimentarios mediante efectos de cavitación [CA, 2 511 744]. Las capas finas de bacterias no soportan las pulsaciones de presión de la cavitación y se destruyen eficazmente.

Hay muchas pruebas convincentes sobre la destrucción de la microflora bacteriana por los efectos de la cavitación “dura” en el fluido procesado. Se puede hacer referencia a los siguientes documentos de la técnica anterior:

-cavitación ultrasónica [RU, 2109688 C1, US, 20080257830 A1, US, 9174189 B2, WO2009 / 118002A2];

-cavitación acústica [EP, 1800744 A1, RU, 2396216 C1];

-efectos de cavitación por dispersor rotativo-pulsante, incluidos los que funcionan en el modo de oscilaciones acústicas resonantes [RU, 2396216 C1, RU, 2305073 C2, RU, 2420500 C1, RU, 2304561 C2];

-cavitadores hidrodinámicos de tipo flujo, como el tubo de Pitot, con obstáculos que tienen bordes afilados y grietas, etc. [RU, 2585635 C1, RU, 2603391 C1, WO2012/005631 A2],

Los autores de estas publicaciones especifican diferentes parámetros del proceso como criterio que provoca el colapso de los bulbos de cavitación y la consiguiente destrucción de la microflora bacteriana, en particular, la gran cantidad de energía específica por unidad de superficie o unidad de volumen en la zona activa del efecto acústico.

En la práctica, esto significa que cuanto mayor sea la intensidad energética del proceso, más intensa será la destrucción de bacterias, especialmente de las relativamente grandes, causada por el proceso de cavitación.

UA, 87342 C1 divulga el método de producción de un fertilizante biológico líquido y el propio fertilizante que son los más relevantes para el grupo de invenciones reivindicado. Este fertilizante conocido contiene bioflora biológica beneficiosa agronómicamente conservada en parte, pero para obtener este fertilizante el biohumus se somete a dispersión mediante un dispersor de cavitación hidrodinámica para obtener una suspensión de agua finamente dispersada con las partículas de biohumus de 3-10 micras. Por consiguiente, después de dicho procesamiento que conduce a una trituración fina y agresiva de los sólidos del medio nutritivo, se destruirá una parte significativa de la microflora bacteriana única del medio de humus procesado, en particular las bacterias de gran tamaño.

Se revela que "un tamaño de partícula más pequeño aumenta la superficie en la que se pueden inmovilizar los microorganismos".

Se sabe que los tamaños característicos de las bacterias beneficiosas del suelo difieren considerablemente. Así, los tamaños característicos de las bacterias fijadoras de nitrógeno del tipo *Rhizobium* y *Bradirhizobium* son mayores que los tamaños típicos de las bacterias movilizadoras de fósforo del tipo *Bacillus* y son de unas 3-5 micras.

Esto significa que la preservación y selección de la microbiota beneficiosa de la composición de especies de partida, en particular, de las bacterias beneficiosas naturales (silvestres) del suelo que viven en suelos de humus natural, turberas, depósitos de sapropel, etc., es imposible mediante el uso de este método, ya que la tecnología conocida proporciona un efecto de cavitación "duro" y agresivo en el medio procesado, que cambia sustancialmente la composición de especies de partida de los microorganismos naturales del suelo. El documento WO 2009/009805 A1 divulga un método de producción de una suspensión que contiene endomicorrizas, nitrógeno soluble en agua y carbono.

US 2015/299055 A1 divulga un método para producir un fertilizante tamizando un material fuente finamente triturado hasta una malla de 300 (aproximadamente 50 µm), inoculando el material con microoganismos, añadiendo fuentes de carbono y/o nitrógeno y solución Hoagland, incubando la mezcla a unos 30°C durante 3-4 días hasta alcanzar la población objetivo de microorganismos. A continuación, se seca la mezcla y la población es de aproximadamente 106 a 109 UFC/g de material seco.

UA, 87342 C2 también divulga que "el contacto de microorganismos con inclusiones finamente dispersas de biohumus se produce bajo la influencia de flujos de aire de burbujas de aire que contienen oxígeno".

Pero el efecto de cavitación en los gases disueltos en medios líquidos fluyentes del tipo fase sólida-líquido bajo acceso constante de oxígeno es química y biológicamente agresivo. Debido a su imprevisibilidad e incontrolabilidad se producen efectos negativos relacionados con los cambios efectivos en la microbiota natural de la composición de especies (por ejemplo, hacia bacterias aerobias) y la oxidación excesiva de los componentes beneficiosos naturales del suelo, lo que provoca como resultado una distorsión significativa del perfil bacteriano del producto final si se compara con el perfil bacteriano inicial al comienzo del proceso de tratamiento.

RESUMEN DE LA INVENCIÓN

Los problemas mencionados anteriormente conducen a la necesidad de crear un método de obtención de un fertilizante orgánico líquido para suelos y/o plantas colonizado por microorganismos naturales del suelo que pueda proporcionar condiciones óptimas para reproducir y preservar sustancialmente la composición de especies de partida de los microorganismos naturales del suelo en el producto final mediante el uso de una tecnología especial y única de efecto turbulento "suave" sin efectos de cavitación. Este producto final debe estar en forma de una suspensión homogénea de dispersión fina con sólidos de 10-50 micras, que es mayor que el tamaño de los microorganismos relativamente grandes (5-10 micras), ser adecuado para el envasado y almacenamiento a largo plazo y contener sustancias que contienen carbono y nitrógeno en formas solubles en agua y los microorganismos del suelo natural endurecidos de la composición de la especie de partida en el estado de anabiosis y formas de esporas con la mayor concentración posible. Los métodos óptimos de utilización de este producto final deben proporcionar las condiciones de obtención de altos rendimientos de los cultivos, la mejora de la fertilidad de los suelos agotados y el restablecimiento de la fertilidad de los suelos arenosos y franco-arenosos.

Los problemas se resuelven mediante el método propuesto de obtención de biofertilizante orgánico líquido para suelos y/o plantas colonizado por microorganismos naturales del suelo que incluye las siguientes operaciones:

a) preparar, clasificar y triturar una parte de tierra o mezcla de tierra inicial que contenga humus, en el que al menos uno de los suelos de la mezcla contenga humus, el suelo inicial que contenga humus tenga componentes beneficiosos que

contengan un carbono orgánico en una cantidad superior al 10% y un nitrógeno orgánico en una cantidad superior al 1% y tenga colonias de microorganismos naturales del suelo, siendo su concentración en el suelo o mezcla de suelo inicial que contenga humus no inferior a 104 UFC/ml;

b) mezclar la parte triturada de dicha tierra o mezcla de tierras con agua para producir una suspensión de agua;

c) crear un flujo continuo de dicha suspensión de agua dentro de un circuito cerrado con eliminación de oxígeno;

d) Procesamiento cíclico del flujo de agua en suspensión dentro del circuito cerrado con eliminación de oxígeno mediante el uso de un efecto de turbulencia para evitar la cavitación y debido a la fricción turbulenta y la fuerza de cizallamiento para proporcionar la trituración de sólidos en un medio procesado del flujo de agua en suspensión y el calentamiento uniforme de todo un volumen del medio procesado con una tasa de crecimiento de la temperatura no superior a 2ºC/min; dicho procesamiento cíclico comprende al menos dos etapas, una primera etapa y una segunda etapa.

La primera etapa proporciona un calentamiento inicial del medio procesado, extrayendo las sustancias que contienen carbono y nitrógeno del medio procesado, transformando estas sustancias en formas solubles en agua con la trituración simultánea de sólidos en el medio procesado y, como resultado, obteniendo un medio procesado homogéneo con sustancias que contienen carbono y nitrógeno en formas solubles en agua que provocan el crecimiento de colonias de microorganismos del suelo natural presentes en el medio procesado homogéneo. Al alcanzar una temperatura final predeterminada tras el calentamiento inicial, que depende de una composición de especies de los microorganismos naturales del suelo natural presentes en el suelo inicial que contiene humus, se consigue un crecimiento de prácticamente todo tipo de colonias de los microorganismos del suelo natural en el suelo inicial que contiene humus hasta concentraciones superiores a $10^8$ UFC/ml y una colonización uniforme del medio procesado homogéneo con sustancias que contienen carbono y nitrógeno en formas solubles en agua por parte de estos microorganismos.

La segunda etapa proporciona un calentamiento adicional del medio homogéneo procesado y una trituración adicional de los sólidos en el medio homogéneo procesado para dar lugar al endurecimiento de sustancialmente todos los tipos de microorganismos naturales del suelo presentes en el medio homogéneo procesado, pasando estos microorganismos a un estado de anabiosis y formas de esporas y triturando los sólidos en el medio homogéneo procesado a los tamaños en el rango de 10-50 micras.

El método según la invención reivindicada comprende también la etapa final e) que prevé:

retirar el medio homogéneo procesado de dicho circuito cerrado tras finalizar la segunda etapa seguido de enfriar dicho medio para dar lugar a la obtención de un producto final en forma de biofertilizante orgánico líquido para suelos y/o plantas. Este producto final es adecuado para el envasado y almacenamiento a largo plazo y contiene sustancias de carbono y nitrógeno en formas solubles en agua, sólidos con un tamaño de 10-50 micras y los microorganismos naturales del suelo endurecidos sustancialmente de todo tipo presentes en la composición de especies del suelo que contiene humus de partida que están en el estado de anabiosis o forma de espora y en la concentración superior a $10^7$ UFC/ml.

El método según la invención elimina completamente la transición del flujo de suspensión procesable a la cavitación con cavidades y bolsas características, lo que impide la destrucción de microorganismos relativamente grandes como *Rhizobium* o bacterias de nódulos.

El límite inferior de trituración (10 micras) debe ser superior al tamaño máximo de las bacterias típicas del suelo fértil, lo que impide su destrucción, mientras que el límite superior debe ser de 50 micras para cumplir los requisitos de la construcción de filtros de pulverizadores modernos.

También es necesario enfatizar que es muy importante que el producto final se obtenga en forma de suspensión homogénea de dispersión fina porque es justo esta forma la que causa la transición de los componentes beneficiosos del suelo inicial que contiene humus a la forma soluble en agua que es indispensable tanto para el crecimiento activo de la microflora como para la macro y micro nutrición de las semillas en germinación y de las plantas en crecimiento cuando se utiliza este producto como fertilizante.

Según la siguiente realización preferida del método reivindicado, las temperaturas de calentamiento óptimas para el procesamiento cíclico en la primera etapa pueden ser de hasta unos 50ºC, en la segunda etapa - dentro del rango de 50º - 80ºC, mientras que las temperaturas de enfriamiento óptimas pueden ser de +40ºC a -4ºC, el enfriamiento a temperaturas bajo cero asegura un endurecimiento adicional de los microorganismos.

Es aconsejable utilizar un suelo de partida seleccionado del grupo formado por turba, suelo forestal, sapropel, depósitos de estuarios y lagos de agua dulce, algas, biohumus, tierra negra, tierra gris y leonardita. Si el suelo o mezcla de suelo de partida que contiene humus tiene un contenido de lignina superior al 2% medido sobre una base de materia seca, el producto final se obtendrá en forma de gel muy utilizable, y si el suelo o mezcla de suelo de partida que contiene humus tiene un contenido de humus superior al 3% medido sobre una base de materia seca, el producto final contendrá más de un 0,1% de ácidos humus solubles en agua.

En la otra realización preferida del método reivindicado es conveniente utilizar microorganismos elegidos del grupo que consiste en bacterias fijadoras de nitrógeno, o nitrificantes, como *Rhizobium*, bacterias que asimilan el nitrógeno orgánico

de los suelos como *Azotobacter*, bacterias movilizadoras de fósforo como *Bacillus Subtilis*, bacterias oligotróficas que crecen bien en los suelos agotados y microflora fúngica incluyendo micromicetos. Todos estos microorganismos naturales del suelo al endurecerse en el paso d) del método propuesto transitan a un estado de anabiosis o formas de esporas y están presentes en estos estados y formas en el producto final.

Además, una realización preferida del método reivindicado incluye la posibilidad de llevar a cabo el procesamiento cíclico en un circuito cerrado con eliminación de oxígeno que contiene un tanque cilíndrico vertical, una bomba eléctrica conectada a la parte inferior del tanque cilíndrico y un dispositivo de turbulencia con una boquilla de turbulencia montada después de la bomba y tangencialmente conectada a la parte superior del tanque cilíndrico. De acuerdo con esta forma de realización es además aconsejable que el modo de efecto de turbulencia en el medio procesado en este circuito cerrado pueda ser proporcionado para excluir la cavitación y la aparición de zonas muertas manteniendo las siguientes tres condiciones:

$$10\ \text{kPa}\ (0.1\ \text{Bar}) \leq \Delta P \leq 20\ \text{kPa}\ (0.2\ \text{Bar}) \qquad (1)$$

$$0.1\ \frac{kW}{kg} \leq \overline{N} \leq 0.2\ \frac{kW}{kg} \qquad (2)$$

$$T_1 = T_2 \ldots\ldots T_n \qquad (3)$$

Donde $\Delta P = (P_1 - P_2)$- diferencia de presión antes y después de la boquilla de turbulencia (kPa, Bar),

$\overline{N} = \frac{N}{M}$ - consumo específico de energía del proceso, kW/kg,

*N* - potencia de accionamiento eléctrico de la bomba, kW,

*M* - peso del medio fluido procesado, kg,

$T_1 = T_2 \ldots\ldots T_n$ - temperatura actual de calentamiento en los puntos de medición distribuidos en la superficie exterior del tanque cilíndrico, que sirven para controlar la uniformidad del calentamiento de todo el volumen del fluido procesado en el circuito cerrado.

El procesamiento cíclico propuesto según la invención del flujo de suspensión de agua en el circuito cerrado sin acceso al oxígeno por efecto de turbulencia en el modo que excluye la cavitación puede realizarse mejor, por ejemplo, utilizando los dispositivos desarrollados por Sergey Osypenko, el autor de la presente invención, y protegidos, en particular, por las patentes CA, 2511744 y UA, 42365.

En tales dispositivos el circuito cerrado se crea uniendo un depósito cilíndrico vertical a la bomba a través de una ventosa conectada bien a la parte inferior del depósito en su centro en la continuación del eje de simetría - patente CA, 2511744 (en este caso el depósito tiene una parte inferior cónica conectada a la superficie cilíndrica del depósito o a la bomba tangencial a la parte inferior del depósito en el sentido de rotación del fluido (patente UA,42365) y tangencial a través de una boquilla de impulsión a la parte superior del depósito. El dispositivo de turbulencia está fijado en la tubería de salida.

El autor ha encontrado que el efecto de turbulencia suave propuesto sobre el medio procesado y el calentamiento lento, a un ritmo no superior a 2 °C /min, que excluye las cavitaciones y las zonas muertas en el circuito cerrado, pueden aplicarse mejor utilizando cualquiera de los dispositivos mencionados, siempre que se cumplan los requisitos 1), 2) y 3) antes mencionados durante el procesamiento cíclico en la etapa d) según el método reivindicado.

La superación de la presión diferencial $\Delta P = (P_1 - P_2)$ por encima de 20 kPa (0,2 Bar) indica un inicio de cavitación. En este caso, puede garantizarse una presión más baja en la salida de la bomba $P_1$, lo que evita la cavitación, mediante el control de la velocidad de accionamiento de la bomba.

Una caída del valor ΔP por debajo de 10 kPa (0,1 Bar) disminuye el efecto turbulizador sobre el medio a procesar, lo que da lugar a un producto final de calidad inferior.

Los sensores $T_1, T_2 .. T_n$ sirven para controlar la aparición de zonas muertas. El cambio de sus lecturas en 2-3ºC atestigua la aparición de tal zona cerca del sensor con una temperatura más baja. A medida que aumenta la temperatura crece la viscosidad del medio y aumenta la probabilidad de aparición de dichas zonas.

Así pues, el modo de proceso óptimo sugerido por el método reivindicado proporciona controlabilidad y fiabilidad del procesamiento cíclico sin efectos de cavitación ni zonas muertas con una velocidad de calentamiento limitada, lo que se traduce en una mejora de la calidad del producto final.

El biofertilizante obtenido mediante el procedimiento reivindicado contiene un nitrógeno soluble en agua y un carbono soluble en agua, sólidos con un tamaño en el intervalo de 10-50 micras y microorganismos naturales del suelo endurecidos sustancialmente de todo tipo presentes en la composición de especies del suelo que contiene humus de partida que se encuentran en estado de anabiosis o en forma de esporas y están uniformemente poblados en este biofertilizante en concentraciones superiores a $10^7$ UFC/ml.

Preferentemente, el contenido de nitrógeno soluble en agua es de al menos 40 mg y el contenido de carbono soluble en agua no es inferior a 470 mg por 100 g de fertilizante biológico sobre la base de un peso seco.

Según otro aspecto de la presente invención, se reivindica un método de tratamiento de suelos, semillas o plantas con el biofertilizante orgánico líquido obtenido por el método reivindicado de las reivindicaciones 1-8. Este método comprende los siguientes pasos: añadir un líquido o un suelo natural seco triturado al biofertilizante obtenido para reducir la concentración de microorganismos naturales del suelo endurecidos presentes en él en el estado de anabiosis y formas de esporas a la concentración superior a $10^4$ UFC/ml, y aplicar dicho biofertilizante de concentración reducida a un suelo antes de la siembra o durante el periodo de siembra o tratar semillas o plantas con dicho biofertilizante durante el periodo de vegetación antes de la cosecha. Según las diferentes realizaciones preferidas del tratamiento propuesto, ahora es posible mejorar el rendimiento de un cultivo específico, aumentar la fertilidad de los suelos agotados o restaurar los suelos arenosos y areno-limosos.

MEJOR MODO DE LLEVAR A CABO LA INVENCIÓN

La invención reivindicada se describe más detalladamente con referencia a los Ejemplos acompañados que revelan las diferentes realizaciones preferidas en varios aspectos de la invención reivindicada.

En la presente solicitud, el término “microorganismos naturales del suelo” significa sustancialmente toda la microbiota nativa del suelo dividida en cuatro tipos: bacterias y hongos como base de cualquier suelo, así como actinomicetos y hongos como formas intermedias entre bacterias y hongos que son específicas para cada tipo particular de suelo, altamente variables dependiendo de los cambios en las condiciones externas.

Sin exagerar hay que señalar el papel dominante de las bacterias en la fertilidad del suelo y la productividad de las plantas. Así, si los hongos tienen mayor efecto sobre las plantas, las bacterias lo tienen tanto sobre las plantas como sobre el suelo, es decir, están directamente implicadas en la transformación y circulación de la materia orgánica en la cadena suelo-planta-atmósfera-suelo. Las bacterias son más sensibles a los productos químicos en el suelo. Las poblaciones de hongos son menos susceptibles al impacto antropogénico.

Por esta razón se han elegido las bacterias como principales representantes de los microorganismos del suelo fértil y se han estudiado sus principales especies. El control sobre la microflora fúngica se ha realizado sólo en cuanto a su número total, sin dividirla en clases y especies.

Según el concepto moderno, el número de tipos principales de bacterias ha superado hace tiempo el millar y su clasificación es muy difícil y es objeto de debate y controversia científicos. Por lo tanto, al no tener la oportunidad de producir una prueba puramente científica de la preservación de todo el perfil bacteriano de los suelos naturales, los Ejemplos siguientes demostrarán datos que confirman la preservación en el producto final obtenido por el método reivindicado sustancialmente de los mismos microorganismos fértiles del suelo presentes en la composición de especies del suelo de partida que contiene humus (el mismo «retrato microbiótico») (Ejemplo 1), y conservación de ciertos tipos significativos de bacterias, lo que confirma el logro de resultados técnicos no evidentes del método reivindicado de obtención del producto final en forma de un biofertilizante que proporciona el equilibrio natural mínimamente perturbador de los microorganismos del suelo (Ejemplos 2 -11).

El ejemplo 12 es presentado para comparar el resultado del procesamiento de la suspensión de turba, siendo la humedad de la suspensión de 80%, los análisis fueron hechos antes y después del procesamiento. El ejemplo 13 se presenta para demostrar un aumento de la fertilidad y de los rendimientos en el cultivo de la variedad de soja *Aratta* en regadío. En todos los casos se han seleccionado bacterias fijadoras de nitrógeno del tipo *Rhizobium* y *Bradirhizobium* de tamaño “grande” (hasta 5 micras o más). Se han registrado tamaños aún mayores con bacterias oligotróficas que están muy extendidas en suelos agotados, turbas, suelos franco-arenosos, etc. Para adaptarse a las duras condiciones de vida con una nutrición deficiente, estas bacterias tienen una gran superficie de contacto, es decir, un gran tamaño (hasta 10 micras) debido a la formación de sobrecrecimientos especiales, flagelos, etc.

Como ejemplo de bacterias relativamente pequeñas (1-2 micras o menos) se han seleccionado numerosas especies de bacterias movilizadoras de fósforo del tipo *Bacillus Subtilis*. Estas bacterias son muy importantes en la transformación del fósforo orgánico contenido en las plantas del suelo en la forma mineral disponible para las plantas en crecimiento.

Numerosas bacterias del tipo *Azotobacter* están relacionadas principalmente con microorganismos que crecen bien en presencia de oxígeno, es decir, con bacterias aerobias. Al mismo tiempo, algunas de ellas son aerobios relativos, mientras que otras son anaerobios, por ejemplo, *Clostridium Azotobacter*.

Cabe señalar que, debido a la presencia de un gran número de aerobios y anaerobios relativos en el suelo, la aireación artificial de sustratos nutritivos, así como las suspensiones de biohumus, vermicompost, etc. utilizadas en tecnologías bien conocidas provocan una distorsión sustancial del perfil bacteriano natural del suelo hacia las bacterias aerobias.

Para obtener un "retrato" microbiológico antes y después de aplicar el método según la invención, se han utilizado los siguientes microorganismos típicos probados convencionalmente en medios nutritivos apropiados:

1. Las bacterias fijadoras de nitrógeno o fijadoras de nitrato, incluyendo *Rhisobium*,se ensayan en medio nutritivo Ashby;

2. Las bacterias capaces de asimilar formas de nitrógeno orgánico del suelo del tipo *Azotobacter* se prueban en el medio SAA (agar almidón - amoníaco);

3. Las bacterias oligotróficas que se desarrollan bien en suelos empobrecidos se prueban en el medio SA (agar mal nutrición);

4. Las bacterias movilizadoras de fósforo del tipo *Bacillus Subtilis* se prueban en el medio de Gause;

5. La microflora de hongos, incluidos *Trichoderma* y micromicetos, se analizan en el medio de Czapek;

6. La cantidad total de microorganismos se analiza en el medio de Zvyagintsev.

EJEMPLO 1

La investigación se ha llevado a cabo utilizando una turba orgánica de valle diluida con agua, siendo la proporción 1:1.25, como suelo inicial que contiene humus. La suspensión resultante se obtuvo según el método reivindicado.

Durante la obtención se estudió el medio por métodos microbiológicos y fitopatológicos. De acuerdo con la estimación convencional de la composición del suelo se comprobó la composición cualitativa y cuantitativa de la microbiota en las siguientes valoraciones: hongos y micromicetos -$1:10^{-3}$, bacterias -$1:10^{-4}$.

Los resultados obtenidos se presentan en las tablas 1 a 4.

Tabla 1. Microbiota fúngica y micromicetos de las muestras de suelo líquido objeto de estudio ($1:10^{-3}$ valoración, mosto agar)

| Nº | Temperatura tº (grados) | Número medio de colonias | Notas |
|---|---|---|---|
| | Materia prima antes de procesamiento, 20ºC | $2.1 \cdot 10^3$ | 4 colonias de *Aspegillus*, 50 mm d |

(Cont.)

| Nº | Temperatura tº (grados) | Número medio de colonias | Notas |
|---|---|---|---|
| 1 | 30ºC | $4 \cdot 10^3$ | -<<- |
| 2 | 40ºC | $7.5 \cdot 10^3$ | Más *Penicillium* |
| 3 | 50ºC | $4 \cdot 10^4$ | -<<- |
| 4 | 60ºC | $3.1 \cdot 10^6$ | fuerte aumento del número de hongos y micromicetos |
| 5 | 70ºC | $2 \cdot 10^3$ | |
| 6 | 80ºC | $1.2 \cdot 10^2$ | esporas y formas inactivas |
| 7 | 90ºC | rastros | prácticamente no |

Tabla 2. Mictobiota fijadora de nitrógeno (*Rhizobium*, *Bradirhizobium*, etc.) de muestras líquidas de suelo ($1:10^{-4}$ valoración, medio Ashby)

| Nº | Temperatura tº (grados) | Número medio de colonias (Azotobacter) | Notas |
|---|---|---|---|

| Nº | Materia prima antes de procesamiento, 20ºC | $3.2 \cdot 10^5$ | principalmente *Rhizobium* |
|---|---|---|---|
| 1 | 30ºC | $2 \cdot 10^8$ | -<<- |
| 2 | 40ºC | $3.5 \cdot 10^7$ | -<<- |
| 3 | 50ºC | $2.2 \cdot 10^8$ | principalmente *Rhizobium* y *Bradirhizobium* |
| 4 | 60ºC | $1.7 \cdot 10^7$ | -<<- |
| 5 | 70ºC | $2.3 \cdot 10^7$ | principalmente formas de esporas |
| 6 | 80ºC | $1.3 \cdot 10^7$ | -<<- |

Tabla 3. Cantidad total de microbiota bacteriana de muestras de suelo líquido que contienen principalmente compuestos orgánicos nitrogenados

(1:$10^{-4}$ valoración, agar extracto vacuno)

| Nº | Temperatura tº (grados) | Número medio de colonias | Notas |
|---|---|---|---|
| | Materia prima antes de procesamiento, 20ºC | $1.4 \cdot 10^4$ | 7 tipos morfológicos principales, formas estándar |
| 1 | 30ºC | $2.5 \cdot 10^4$ | -<<- |
| 2 | 40ºC | $7.4 \cdot 10^7$ | -<<- |
| 3 | 50ºC | $8.2 \cdot 10^8$ | -<<- |
| 4 | 60ºC | $3 \cdot 10^8$ | -<<- |
| 5 | 70ºC | $4.1 \cdot 10^8$ | 2 tipos morfológicos bacilares (10-15 mm d) |
| 6 | 80ºC | $5.6 \cdot 10^7$ | amarillas brillantes del tipo Sarcina, otros 3 tipos saprófitos, color blanco |
| 7 | 80ºC | $3.5 \cdot 10^5$ | una bacteria viable |

Tabla 4. Cantidad total de microbiota bacteriana de muestras de suelo líquido

(1:$10^{-4}$ valoración, medio Zvyagintsev)

| Nº | Temperatura tº (grados) | Número medio de colonias | Notas |
|---|---|---|---|
| Nº | Materia prima antes de procesamiento, 20ºC | $1.8 \cdot 10^5$ | prácticamente todos los tipos morfológicos |
| 1 | 30ºC | $2.3 \cdot 10^5$ | -<<- |
| 2 | 40ºC | $7.1 \cdot 10^7$ | -<<- |
| 3 | 50ºC | $3.4 \cdot 10^8$ | -<<- |
| 4 | 60ºC | hasta $3 \cdot 10^{10}$ | la más amplia gama de calidad de todos los tipos morfológicos |
| 5 | 70ºC | $7 \cdot 10^9$ | formación de esporas |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 6 | 80ºC | hasta 6.7 ·$10^7$ | esporas y formas atípicas |
| 7 | 80ºC | 2.1 ·$10^7$ | formas bacilares + esporas |

La tabla 1 muestra un fuerte aumento de las cantidades de hongos y micromicetos en el intervalo de temperatura de 50° - 60°C hasta 3.1· $10^8$ en comparación con el control (2.1· $10^3$), es decir, más de mil veces.

Las tablas 2-4 muestran el aumento de las cantidades de bacterias *Azotobacter* y *Rhizobium* (medio agar mosto), así como de la microbiota total (medio sólido Zvyagintsev).

Los datos de las tablas 1-4 atestiguan el brusco aumento de las cantidades de microorganismos dentro del intervalo de temperatura de 50º - 60ºC, mientras que el aumento de temperatura por encima de 60ºC provoca la inhibición de las bacterias, su transición al estado de animación en suspensión y la formación de esporas, seguida de su regeneración en condiciones favorables.

Al mismo tiempo, la concentración de bacterias viables disminuye en uno o dos dígitos de media, pero menos de $10^7$ UFC.

Las temperaturas superiores a 80ºC provocan la destrucción de la mayor parte de la microbiota y la reducción de su cantidad.

EJEMPLO 2

Para aumentar la fertilidad de los suelos franco-arenosos y sus propiedades de retención de agua, se utiliza la siguiente mezcla: 200 kg de turba de valle y 40 kg de biohumus de lombriz californiana. La humedad de la turba es del 60%, contiene un 20% de cenizas, un 80% de materia orgánica, el contenido de carbón principalmente en forma de sustancias húmicas es de aproximadamente un 30% en relación con la cantidad de materia orgánica seca. La cantidad total de nitrógeno en la turba es de aproximadamente 2.8%. El contenido total de microorganismos de la mezcla es de 2.2 · $10^4$ UFC / ml, carbono orgánico – 25.6%, nitrógeno -1.6% por 100 g de mezcla seca. Las materias primas se tamizan cuidadosamente para eliminar las impurezas mecánicas en forma de guijarros y residuos de madera, se cargan en un tanque separado llenado previamente con agua 400 1 y se mezclan a fondo haciéndolas circular con una bomba. Como resultado, se obtiene una suspensión acuosa “gruesa” suelo-agua fértil. La suspensión se bombea al dispositivo en forma de circuito cerrado consistente en un depósito vertical de 670 litros con un sistema de tuberías conectado a una bomba eléctrica con una capacidad de 90 m3 / h y una presión de salida de 400 kPa (4 bar) y un accionamiento eléctrico de 90 kW. Entre la bomba y el depósito se instala un turbulador en forma de boquilla hidrodinámica con una contracción relativa cercana a dos y un obstáculo suavemente aerodinámico en forma de bola con un factor de bloqueo del flujo cercano al 65%.La forma esférica de los obstáculos se utiliza tradicionalmente para crear corrientes turbulentas desarrolladas que alcanzan los números de Reynolds críticos que caracterizan el grado de turbulencia.

Para controlar el funcionamiento de la boquilla en el modo turbulento sin rupturas de cavitación, se instalan manómetros $P_1$, y $P_2$ para medir la presión antes y después de la boquilla correspondientemente. En caso de ruptura de cavitación, la diferencia en las lecturas de los manómetros cambia discontinuamente hacia el aumento de la lectura.

Después de cargar una porción de suspensión a procesar, se enciende una bomba y el medio líquido circula a través de un circuito cerrado: tanque - bomba - boquilla turbulenta - tanque. Como resultado de la fricción turbulenta de las partículas en la boquilla, en las paredes del tanque y de la tubería, así como de las tensiones de cizallamiento en el líquido, la suspensión se calienta. Las lecturas del manómetro son $P_1 \approx 743$ kPa (7.43 bar), $P2 \approx 733$ kPa (7.33 bar), siendo la diferencia $\Delta P = 10$ kPa (0.1 bar), que cumple la condición 10 kPa (0.1 bar) $\leq \Delta P \leq$ 20 kPa (0.2 bar) que controla la ausencia de corrientes de cavitación.

Debido al hecho de que la intensidad de energía específica del proceso es cercana a W= 0.134 kW / kg, que corresponde a la condición (2) especificada en la reivindicación 8, la velocidad de calentamiento de la suspensión procesada es de 1.8 grados / min, que no supera el valor de 2 grados / min.

En el proceso de procesamiento cíclico, la suspensión a procesar se calienta suficientemente despacio, lo que facilita la transición de los componentes útiles de la materia prima a una forma soluble en agua. La utilización de estos componentes útiles que han pasado a una forma accesible por las bacterias conduce a su crecimiento intensivo.

Tabla 5

Formas generales e hidrosolubles de nitrógeno y carbono (en materia seca)

| Temperatura de proceso (ºC) | Nitrógeno total N, Mg/100 g | Nitrógeno hidrosoluble (filtrado mg/kg) | | | | Carbono Total, g/100g | Carbono soluble en agua, g/100g | Fracción relativa de carbono soluble respecto al carbono total, %. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Nitrato $NO_3$ | Amonio $NH_4$ | Nitrito $NO_2$ | Nitrógeno total N | | | |
| Control (materia prima) 20ºC | 1633 | 94.7 | 35.1 | 0.55 | 130.35 | 25.86 | 0.173 | 0.67 |
| 46ºC | 1591 | 122.0 | 50.3 | 0.74 | 173.04 | 27.24 | 0.571 | 2.13 |
| 52ºC | 1562 | 85.3 | 25.3 | 1.4 | 112.0 | 26.83 | 0.734 | 2.74 |
| 60ºC | 1640 | 79.0 | 30.3 | 2.2 | 111.5 | 26.72 | 1.241 | 4.62 |
| 70ºC | 1587 | 69.7 | 52.0 | 2.2 | 123.9 | 27.24 | 1.730 | 6.40 |
| 80ºC | 163.1 | 58.0 | 45.8 | 2.2 | 106.0 | 25.86 | 1.927 | 7.51 |

La Tabla 5 muestra el aumento de la fracción hidrosoluble de carbohidratos y nitrógeno a medida que aumenta la temperatura de procesado.

El nitrógeno soluble en agua se midió en 3 formas: nitrato $NO_2$, nitrito $NO_3$ y amonio $NH_4$.Se puede observar en la Tabla 5 que en poco tiempo, cuando la temperatura alcanza unos 46ºC desde los 20º C iniciales, la cantidad total de nitrógeno soluble en agua 173m g/kg ha crecido aproximadamente un 35% en relación con el nitrógeno soluble en agua de la materia prima 130.3 mg/kg tomado a 20ºC. En lo sucesivo, todos los análisis (a menos que se especifique lo contrario) se indican en relación con la materia seca.

Cabe destacar el crecimiento activo del nitrógeno amónico, el principal material de construcción de las membranas bacterianas. La cantidad de nitrógeno $NH_4$ aumenta en más de un 50% cuando la temperatura alcanza unos 46 ºC. Como resultado, en el intervalo de temperaturas de 40 ºC a 50 ºC las bacterias comienzan a proliferar activamente, cientos de veces más rápido que en condiciones naturales. Así, a la temperatura de unos 52 ºC, la cantidad de nitrógeno amónico desciende significativamente, por debajo de su cantidad en la materia prima, ya que el nitrógeno no se utiliza para la formación de membranas bacterianas. En consecuencia, el material de construcción de las membranas deformadas queda disponible para determinar químicamente la cantidad de nitrógeno soluble en agua, lo que explica su aumento del valor de 25.3 mg a 52 ºC a 52.0 mg a 70 ºC. Este comportamiento del nitrógeno amónico es típico del método descrito.

Los compuestos húmicos de carbono insolubles en la materia prima (suelo inicial que contiene humus) se transforman en solubles, principalmente ácidos húmicos y fúlvicos. Por ello, el abono orgánico obtenido tras la dilución en agua tiene un color oscuro opaco.

La mezcla activa, el crecimiento lento de la temperatura agradable del medio nutritivo, los alimentos de fácil digestión con formas disponibles de azúcares complejos en forma de hidratos de carbono solubles en agua y minerales intensifican el proceso hasta los valores máximos posibles. Un efecto turbulento “suave” en el medio procesado impide el crecimiento

selectivo de formas de bacterias pequeñas y la muerte de las relativamente grandes, lo que es característico de los métodos conocidos que utilizan para ello el efecto mecánico duro, por ejemplo, la cavitación. Los anteriores rasgos que caracterizan la invención permiten el máximo mantenimiento del perfil bacteriano o "retrato" de los microorganismos aborígenes de la materia prima.

Los resultados del crecimiento de la concentración bacteriana se muestran en la Tabla 6, que muestra que, a medida que la temperatura alcanza los 60º C, cesa el crecimiento intensivo de la microflora, limitado a un valor de $3.0 \times 10^8$, que puede considerarse el final de la primera etapa de procesamiento.

Tabla 6

| Cantidad total de microbiota bacteriana en las muestras de suelo líquido estudiadas ($1:10^{-4}$ valoración, medio Zvyagintsev) | | | |
|---|---|---|---|
| Nº | Temperatura | Número medio de colonias | Notas |
| 1 | 20ºC (materia prima) | $2.2 \cdot 10^4$ | hasta 7 morfotipos coloniales |
| 2 | 30ºC | $3.5 \cdot 10^6$ | hasta 7 morfotipos coloniales |
| 3 | 50ºC | $2.5 \cdot 10^8$ | hasta 7 morfotipos coloniales |
| 4 | 60ºC | hasta $3.0 \cdot 10^8$ | el más amplio espectro cualitativo de morfotipos |
| 5 | 70ºC | $6.0 \cdot 10^7$ | tipos coloniales de Pseudomonas y otros en estado de animación suspendida |
| 6 | 80ºC | hasta $4.0\ 10^6$ | formas bacilares en esporas y animación suspendida |

Después de la temperatura de 60º C, comienza la segunda etapa de endurecimiento de las bacterias acompañada de su transferencia simultánea a formas de esporas y/o al Estado de anabiosis. Al mismo tiempo la concentración de microorganismos disminuye enormemente (de $3 \cdot 10^8$ a 60ºC a $4 \cdot 10^7$ a 80ºC) debido a la destrucción de algunas bacterias y a la transición de otras al Estado de anabiosis y a formas de esporas.

En esta fase es especialmente importante evitar zonas muertas dentro del tanque, es decir, zonas con partículas de tierra sólida insuficientemente trituradas y temperaturas más bajas insuficientes para la transición de los microorganismos a formas de esporas y el estado de anabiosis . En consecuencia, esto puede conducir a una reducción drástica de la vida útil del abono, hinchazón del envase, hinchazón y similares.

Por lo tanto, la igualdad de temperaturas $T_1 = T_2\ T_n$ en la superficie exterior del tanque asegura el control del calentamiento uniforme de todo el volumen de suspensión procesado en el tanque. La igualdad de temperaturas en la superficie y en el interior de todo el volumen se debe al alto grado de coeficiente de transferencia de calor y masa como resultado del bombeo activo y la mezcla turbulenta de todo el líquido procesado.

Es especialmente importante observar la igualdad de los valores de temperatura de arriba hacia abajo, en particular, en las partes superior e inferior del tanque donde la probabilidad de ocurrencia de zonas muertas es la más alta. Esto se debe al hecho de que la viscosidad de la suspensión procesada aumenta a medida que aumenta la temperatura y después de alcanzar la temperatura de 50º C puede aumentar diez veces. Esto se debe a la transferencia de carbono en una forma que es accesible a las bacterias, es decir, la forma soluble en agua, y principalmente en lignina y compuestos húmicos, así como la transición de celulosa en dextrinas, protopectina - en pectina y así sucesivamente, lo que conduce a un aumento significativo de las propiedades reológicas del medio líquido.

El aumento de la temperatura en la segunda etapa está dirigido a 80ºC. Su aumento adicional, como han demostrado los experimentos, conduce a procesos irreversibles de la muerte de algunas formas de esporas de microorganismos y a la "soldadura" de polisacáridos de alto peso molecular de tipo lignina. En este caso, el producto final se vuelve poco soluble y subestándar debido al contenido bacteriano que es inferior a $10^7$ UFC/ml. Naturalmente, el perfil bacteriano de un abono de este tipo difiere significativamente del perfil inicial de las materias primas naturales, desplazándose hacia bacterias termófilas.

Obsérvese que, por lo general, la transición de las bacterias a formas de esporas comienza a temperaturas en torno a 60º C, a una temperatura superior a 70º C se vuelve activa y a 75º - 80º C prácticamente finaliza su actividad.

Para aumentar el número de microorganismos al final de la primera etapa, es aconsejable en ciertos casos hacer una pausa temporal como una etapa más de procesamiento, fijando así la temperatura óptima de proliferación de bacterias. Para ello, basta con apagar la bomba durante un tiempo.

En cualquier caso, la conveniencia de una pausa se determina en cada caso experimentalmente, sobre la base de análisis de pruebas microbiológicas.

EJEMPLO 3

Igual que en el ejemplo 2. La potencia del accionamiento de la bomba se aumenta a 150 kW. Factor dimensional de potencia $\tilde{N}$=0.22 kW / kg supera el límite superior admisible igual a 0.2 kW / kg de la desigualdad (2),p. 8.

Se obtiene un producto final de calidad inferior debido a la elevada velocidad de calentamiento (más de 2 grados/min). La cantidad total de bacterias no supera las $10^5$ UFC/ml, lo que atestigua la incapacidad de los microorganismos para adaptarse a un calentamiento demasiado rápido del medio.

EJEMPLO 4

Igual que en el ejemplo 2. La potencia del accionamiento de la bomba se reduce a 30 kW. Se obtiene un producto final de calidad inferior debido a la heterogeneidad de la partículas de dispersión. El factor dimensional $\tilde{N}$= 0.045 supera el límite inferior de potencia admisible $\tilde{N}$= 0.1 kW. Algunas partículas de suspensión tienen un tamaño superior a 50 micras, lo que puede provocar la obstrucción del filtro del pulverizador o del inyector de la manguera de goteo. La energía de flujo no es suficiente para triturar eficazmente el medio sometido a tratamiento. En este ejemplo, en el proceso de calentamiento de la temperatura en diferentes puntos de la superficie del tanque era diferente. Por lo tanto, cuando la temperatura alcanza los 80 º C en la parte superior del tanque, en su parte inferior la temperatura alcanza sólo 68 º C, que da testimonio de la presencia de zonas muertas debido a la insuficiente provisión de energía.

EJEMPLO 5

Igual que en el ejemplo 2. La presión a la salida de la bomba aumenta a $P_1$, = 1200 kPa (12 bar).

Como resultado, la diferencia de presión en la boquilla turbulenta aumenta a $\Delta P = P_1 - P_2 = 27$ kPa (0.27 bar). El dispositivo pasa al modo de cavitación debido a la violación de la condición (1) especificada en p. 8 de las reivindicaciones, según la cual la diferencia de presión máxima en la boquilla no debe superar $\Delta P = 20$ kPa (0.2 bar). Aparece ruido de alta frecuencia a frecuencias cercanas a ($17.5 \cdot 10^3$ Hz), que acompaña a la destrucción de las burbujas de cavitación. En el producto obtenido, el porcentaje de bacterias fijadoras de nitrógeno relativamente "grandes" del tipo *Rhizobium* (bacterias tuberculares) se ha reducido tres veces en comparación con el perfil natural (véase la Tabla 6). Esto demuestra que se han destruido los microorganismos que son importantes para las plantas y los suelos y que acumulan el nitrógeno de la atmósfera en los tubérculos. El producto final es de calidad inferior, ya que el perfil bacteriano tiene un mayor contenido de bacterias pequeñas (tamaño de 1-2 micras o incluso menor), por lo que no aporta a las plantas los nutrientes necesarios.

EJEMPLO 6

Igual que en el ejemplo 2. La presión $P_1$ a la salida de la bomba se reduce a 500 kPa (5 bar).

Como resultado, la diferencia de presión en la boquilla $\Delta P$ disminuye a 8 kPa (0.08 bar), lo que viola la condición (1) especificada en p. 8 de las reivindicaciones, superando el límite inferior $\Delta P = 10$ kPa (0.1 bar).

Se obtiene un producto de calidad inferior, ya que el tamaño de las partículas de abono supera las 50 micras, lo que provoca la obstrucción del filtro del pulverizador.

El efecto hidrodinámico sobre el medio procesado es insuficiente. El producto resultante tiene una consistencia líquida que se explica por el hecho de que la lignina contenida en la turba no se ha convertido en forma soluble en agua. En consecuencia, los compuestos húmicos naturales siguen sin estar disponibles para los microorganismos del suelo. La concentración final de microorganismos es baja ($10^5$ -$10^6$ UFC / ml), lo que no es suficiente para un tratamiento eficaz de las semillas antes de la siembra (inoculaciones).

EJEMPLO 7

Se supone que se utiliza fertilizante para el cultivo de soja en suelos desérticos de color gris claro que no contienen más de un 1.5% de humus. Se ha utilizado el mismo dispositivo que en el ejemplo 2. Se han utilizado 200 kg de suelo desértico gris claro con un contenido inicial de microflora natural de $2.7 \cdot 10^4$ UFC/ml y un contenido de nitrógeno del 0.52% y de carbono del 8% (sobre la base de materia seca).

Al final de la primera etapa del proceso cíclico, el contenido de carbono soluble en agua aumenta a 370 mg y el de nitrógeno soluble en agua a 25 mg/100 g de producto. Se encuentra por debajo del límite inferior (40 mg) para el producto estándar de acuerdo con la realización preferida según la reivindicación 10. Por consiguiente, debido a la baja concentración de nutrientes en el suelo desértico gris, la concentración de microorganismos del suelo sólo aumenta a 1.2

· $10^6$, por lo que el uso de la tecnología propuesta no es conveniente, ya que la concentración final de microorganismos en el producto final según la invención debe ser de al menos $10^7$ UFC/ml.

Al mismo tiempo, el aumento de la cantidad de tierra gris del desierto en la porción cargada a 240 kg con el fin de garantizar propiedades más beneficiosas del producto final conduce a una mayor viscosidad de la suspensión que hace imposible una circulación activa debido a la aparición de zonas muertas.

Esto lleva a la conclusión de que sólo el suelo gris del desierto no puede ser una materia prima adecuada para un biofertilizante de calidad, sino que requiere adiciones de biohumus, sapropel, estiércol, etc., que contienen más microorganismos y sustancias orgánicas.

EJEMPLO 8

Igual que en el ejemplo 7. Se suministran 200 kg de suelo gris desértico con 20 kg de biohumus a base de estiércol de vaca, 32% de humedad con un contenido inicial de carbono de 25.3% y nitrógeno total de 2.63% basado en materia seca. La concentración inicial de bacterias del biohumus es de 3.2 · $10^8$ UFC/ml.

En el procesado, el producto final de calidad demuestra propiedades fungicidas porque las bacterias naturales han sustituido a los hongos patógenos.

Las altas propiedades nutricionales del producto obtenido como fertilizante orgánico se deben a una cantidad significativa de carbono soluble (980 mg) y nitrógeno soluble (65 mg) por 100 g de producto, así como a un alto contenido de oligoelementos.

Como resultado de la aplicación del producto obtenido en suelos arcillosos del sur de Ucrania, el rendimiento de la soja bajo riego aumenta en un 12% al utilizar 1: fertilizantes por 1000 kg de semillas (inoculación) y en un 18.2% en una única pulverización, siendo la dosis de 2 l/ha por 200 1 de agua en la fase de 4-6 hojas reales.

Las plantas de soja se mantienen prácticamente sanas. La actividad de la microflora del suelo determinada por la liberación de dióxido de carbono del suelo ha aumentado casi 2.5 veces. Es importante señalar que en julio la temperatura del suelo se eleva a 60ºC, sin embargo, las bacterias naturales endurecidas en la segunda etapa de procesamiento han sobrevivido y se han reproducido activamente a las temperaturas extremas del sur de Ucrania.

Como han demostrado numerosos experimentos, los productos biológicos tradicionales basados en bacterias fijadoras de nitrógeno (los llamados «inoculantes») cultivados en medios artificiales pierden prácticamente su eficacia en condiciones tan extremas.

EJEMPLO 9

Cuando se cultivan melones en suelos arenosos pobres es aconsejable utilizar mezclas pobres en materia orgánica, colonizadas por bacterias oligotróficas características de los suelos arenosos. Para producir fertilizantes se utiliza la siguiente mezcla de suelos: 40% suelos arenosos, 30% turba, 20% sapropel, 10% biohumus. La mezcla contiene aproximadamente un 19.7% de carbono total y un 2.3% de nitrógeno basado en la materia seca.

La concentración de microorganismos en esta mezcla de suelos es de 1.2 · $10^5$ UFC/ml. La materia prima contiene una cantidad relativamente grande de bacterias oligotróficas típicas del suelo arenoso y de la turba de valle. Estas bacterias pueden desarrollarse a bajas concentraciones de nitrógeno en suelos arenosos bien aireados.

Al utilizar la tecnología descrita y el modo de procesamiento descrito en el Ejemplo 2, se obtiene un producto de calidad, cuyo contenido en bacterias es de 1.7·$10^9$, el carbono soluble en agua de 690 mg y el nitrógeno de 78 mg por 100 g de materia seca con una estructura muy homogénea. Las partículas de arena se filtran antes del envasado. El producto contiene un gran número de sustancias biológicamente activas inherentes al sapropel y al biohumus orgánico.

El producto final se ha utilizado en terrenos arenosos de ensayo para cultivar melones y sandías ecológicos. Los resultados del cultivo de sandías ecológicas de secano se muestran en la tabla 7. El fertilizante elaborado según la invención se denomina “Producto”.

Tabla 7

| Cultivo de sandías ecológicas | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº | Variante de experimento | Rendimiento t/ha | ± a control 1 | | ± a control 2 | |
| | | | t/ha | % | t/ha | % |
| 1 | Control 1 | 17.2 | - | - | -0.6 | -3.5 |
| 2 | Control 2 (tratar las semillas con agua) | 17.8 | +0.6 | +3.5 | - | - |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Tratar las semillas con “Producto”(1 l/t) | 18.9 | +1.7 | +9.9 | +1.1 | +6.2 |
| 4 | Tratar las semillas con “Producto”(2 1/t) | 19.4 | +2.2 | +12.8 | +1.6 | +9 |
| 5 | Rociar las plantas con “Producto” (2 1/ha) | 20.2 | +3 | +17.4 | +2.4 | +13.5 |
| 6 | Rociar las plantas con “Producto” (4 l/ha) | 20.6 | +3.4 | +19.8 | +2.8 | +15.7 |
| 7 | Tratar las semillas con “Producto”(1 1/t)+ Rociar las plantas con “Producto” (2 1/ha) | 21.2 | +4 | +23.2 | +3.4 | +19.1 |
| 8 | Tratar las semillas con “Producto”(1 1/t)+ Rociar las plantas con “Producto” (4 1/ha) | 22.1 | +4.9 | +28.5 | +4.3 | +24.1 |

(Cont.)

| Cultivo de sandías ecológicas | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº | Variante de experimento | Rendimiento | ± a control 1 | | ± a control 2 | |
| | | t/ha | t/ha | % | t/ha | % |
| 9 | Tratar las semillas con “Producto”(1 1/t)+ Rociar las plantas con “Producto” (2 1/ha) | 22.6 | +5.4 | +31.4 | +4.8 | +27 |
| 10 | Tratar las semillas con “Producto”(1 1/t)+ Rociar las plantas con “Producto” (4 1/ha) | 22.8 | +5.6 | +32.5 | +5 | +28.1 |
| HIP 05 t = 0.51 | | | | | | |

A continuación se presentan las principales conclusiones concisas del uso del producto:

- emergencia de las plántulas 2 días y maduración de los frutos 8 días antes que en el control;

- Aumento de 2 - 2,5 veces de la actividad biológica de los organismos del suelo, lo que atestigua el aumento de la actividad de los procesos del suelo y la mejora de la nutrición;

- Reducción del 20 - 22% del coeficiente de consumo de agua, es decir, la cantidad de agua subterránea necesaria para formar 1000 kg de fruta;

- 9.9% de aumento del rendimiento con el tratamiento de las semillas antes de la siembra y 32.5% de aumento con la aplicación combinada del producto.

EJEMPLO 10

El biofertilizante se utiliza para cultivar manzanos en suelos arcillosos. Se aplica turba de valle con acidez Ph = 6.8. La concentración inicial de microorganismos en la materia prima es de 1.5 - $10^4$ UFC/ml. La cantidad de lignina en la turba es del 3.6% en base a la materia seca.

Como resultado del uso del método propuesto y del calentamiento final hasta 80ºC en la segunda etapa, se ha obtenido un producto homogéneo en forma de gel. La concentración total final de microorganismos que han entrado en el estado de animación suspendida y formas de esporas, es de aproximadamente 2.2 x $10^8$ UFC / ml. Después del envasado, el producto se enfría a -2ºC. Esto se hace con el fin de endurecer los microorganismos.

Aparte de las propiedades de fertilizante orgánico, el producto tiene las propiedades de un adaptógeno natural que es capaz de restaurar las plantas con prontitud después del tratamiento químico, las condiciones climáticas adversas, incluida la congelación de los cultivos durante el invierno. En primer lugar se debe a la conversión del carbono en formas hidrosolubles como ácidos húmicos. Como ha demostrado el estudio, el contenido de humatos hidrosolubles (ver Tabla 5) se multiplica por diez alcanzando el 0.1-1% del peso seco del fertilizante. La triple aplicación del producto por pulverización, siendo la dosis de 6 l/ha, permitió recuperar la productividad del manzanar tras las heladas tardías de 2017.

La forma gelatinosa del fertilizante reduce el consumo de fertilizante en un 30-40% debido a su mejor adherencia a la superficie de las hojas.

EJEMPLO 11

Igual que en el ejemplo 9. El proceso de producción se limita a la primera etapa y se detiene a 55ºC de temperatura del medio, a lo que sigue inmediatamente el envasado. La concentración de bacterias vivas es superior a $10^{11}$. Las bacterias no han entrado en estado de animación suspendida ni en forma de esporas, por lo que el producto es de calidad inferior. La reproducción activa de la microflora del suelo provoca la hinchazón y la despresurización de los envases, lo que imposibilita el transporte del biofertilizante.

EJEMPLO 12

Para comparar los productos finales obtenidos utilizando los fenómenos de cavitación y turbulencia, se utiliza la misma secuencia de operaciones y el dispositivo descrito en el ejemplo 2, siendo también el contenido de la mezcla el mismo. La boquilla turbulenta de este ejemplo se sustituye por un mezclador cavitacional de flujo directo con un cavitador en forma de cono truncado que obstruye el flujo en un 85% con respecto al área de la sección transversal mínima de la tobera.

La presión en la salida de la bomba $P_1$ ha aumentado a 1120 kPa (11.2 bar). Así, la diferencia de presión $\Delta P$ en la boquilla aumentó a 35 kPa (0.35 bar), lo que indica que la boquilla ha pasado al modo de flujo de cavitación. La aparición de la cavitación va acompañada de un ruido de cavitación específico. Todos los demás parámetros del proceso son idénticos. Para obtener el perfil bacteriano antes y después de aplicar la invención se han utilizado los siguientes microorganismos probados en el medio nutritivo convencional:

1. Bacterias fijadoras de nitrógeno que no incluyen *Rhizobium*, medio nutriente Ashby;
2. Bacterias capaces de absorber formas orgánicas de nitrógeno en el suelo, medio nutriente SAA (almidón-amoniaco agar);
3. Bacterias oligotróficas que crecen en suelos empobrecidos, medio nutriente SA (inanición agar);
4. Bacterias movilizadoras de fósforo del tipo *Bacillus subtilis*, medio nutriente de Gause;
5. Microflora fúngica, incluidos los micromicetos, medio nutritivo de Czapek;
6. Cantidad total de microorganismos, medio nutritivo de Zvyagintsev.

La tabla 8 muestra los resultados comparativos de las concentraciones de bacterias en la materia prima diluida con agua y mezclada hasta una suspensión con un 80% de humedad antes y después del tratamiento mediante fenómenos de cavitación y turbulencia.

Tabla 8

| Nº | Medio | Suspensión inicial turba-agua | $r_1$ (%) | A Turbulencia (CRU/ml) | $r_2$ (%) | B Cavitación (UFC/ml) | $r_3$ (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Ashby | $3.0 \cdot 10^5$ | 10 | $1.1 \cdot 10^8$ | 12 | $0.2 \cdot 10^7$ | 3 |
| 2 | SAA | $6.1 \cdot 10^5$ | 20 | $2.2 \cdot 10^8$ | 24 | $0.9 \cdot 10^7$ | 12 |
| 3 | SA | $7.6 \cdot 10^5$ | 25 | $1.8 \cdot 10^8$ | 21 | $1.2 \cdot 10^7$ | 17 |
| 4 | Gause | $1.1 \cdot 10^6$ | 35 | $2.8 \cdot 10^8$ | 32 | $4.1 \cdot 10^7$ | 56 |
| 5 | Czapek | $3.2 \cdot 10^4$ | 1.0 | $6.9 \cdot 10^6$ | 0.8 | $1.5 \cdot 10^6$ | 2.1 |
| 6 | Zvyagintsev | $3.1 \cdot 10^6$ | 100 | $8.7 \cdot 10^8$ | 100 | $7.3 \cdot 10^7$ | 100 |

Los valores de $r_1$, $r_2$, $r_3$ (%) muestran el porcentaje de componentes bacterianos en la cantidad total de microorganismos criados en el medio de Zvyagintsev y tomados para 100% (tabla 8).

Tras el tratamiento por turbulencia (A) y cavitación (B) esta cantidad cambia, pero bajo turbulencia la cantidad de bacterias relativamente "grandes" criadas en medio Ashby (fijadoras de nitrógeno) -12% y en medio SA (oligotróficas) -21% permanece prácticamente igual en comparación con su cantidad en la suspensión inicial (10% y 25%, respectivamente). Pero bajo cavitación la proporción de estas bacterias desciende bruscamente hasta el 3% y el 17%, respectivamente.

Al mismo tiempo, la proporción de bacterias movilizadoras de fósforo relativamente "pequeñas" (medio de Gause) prácticamente no cambia (35% en la suspensión inicial del suelo y 32% tras el proceso de turbulencia). Cabe señalar que tras la cavitación aumenta bruscamente en más de 1.6 veces y alcanza el 56%.

Pero el porcentaje de hongos en micromicetos prácticamente no cambia del 1 % en la materia prima inicial hasta el 0.8 % bajo la influencia de la turbulencia y cambia muy influenciado por la cavitación, duplicándose hasta el 2.1 % de la cantidad total de microbiota.

Esto demuestra que el método propuesto de tratamiento "suave" de la suspensión del suelo por turbulencia preserva el perfil natural ("retrato") de los suelos fértiles, mientras que el tratamiento "duro" por cavitación lo deforma considerablemente, destruyendo las bacterias relativamente grandes (3-10 micras) y cultivando las pequeñas (1-2 micras).

La aparición de la cavitación va acompañada de un ruido cavitacional típico, siendo los demás parámetros del proceso los mismos.

Al mismo tiempo, el método patentado que utiliza el modo de procesamiento "suave" basado en la turbulencia incrementa la disponibilidad de componentes beneficiosos para el suelo fértil aumentando la eficiencia del uso del producto final también como fertilizante biológico orgánico mineral.

Varios aspectos de la invención a patentar son más efectivos para la restauración de la fertilidad del suelo agotada por el uso excesivo de fertilizantes y pesticidas, bajo inundación, etc.

EJEMPLO 13

Con el fin de aumentar los rendimientos y restaurar la fertilidad del suelo, el fertilizante biológico según la invención se ha utilizado en el cultivo de la variedad de soja Aratta bajo riego.

La microbiota en el suelo para el cultivo está casi ausente y asciende a $10^2$ - $10^3$ UFC/ml. La cantidad de humus en el suelo no supera el 1.2%, lo que no es suficiente para el cultivo de soja.

Para aumentar la productividad de la soja, se ha utilizado suelo orgánico fértil del perfil de tierra negra después de cultivar en él la misma variedad de soja el año anterior.

La cantidad de bacterias *Rhizobium* fijadoras de nitrógeno en el suelo es de $8 \cdot 10^7$. La cantidad total de microbiota no es inferior a $10^8$ - $10^9$, la de carbono -12%, la de nitrógeno - más de 2.5% sobre la base de materia seca. Por lo tanto, la fertilidad potencial del suelo es muy alta.

Al procesar según la tecnología propuesta, se ha obtenido un producto de calidad, predominando en su perfil las bacterias fijadoras de nitrógeno ($2 \cdot 10^8$), aportando nitrógeno y carbono solubles en agua 120 mg y 570 mg, respectivamente, en base a materia seca.

Los resultados del estudio del abono biológico obtenido se presentan en la tabla 9.

Tabla 9. Indicadores de la capacidad de fijación de nitrógeno y de la productividad de la variedad de soja Aratta.

| Nº | Variantes | Peso del tubérculo por planta, g | Peso del tubérculo por ha, kg | Rendimiento, centro/ha | Aumento, % |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Tratamiento con agua (control) | 0.10 | 66.0 | 18.1 | 0 |
| 2 | Tratamiento de semillas con Producto (1 1/t) | 0.26 | 171.6 | 19.8 | 9.4 |
| 3 | Pulverización de una solución de producto al 1% sobre plantas vegetantes (2 hojas reales) | 0.45 | 317.0 | 20.5 | 13.3 |
| 4 | Tratamiento de las semillas con Producto (1 l/t) + pulverización de una solución de Producto al 1% sobre las plantas en vegetación (2 hojas reales) | 0.65 | 432.0 | 20.7 | 14.4 |

En consecuencia, los estudios realizados han puesto de manifiesto que la aplicación del fertilizante biológico propuesto afecta significativamente a la productividad, a la formación de tubérculos y a su peso.

Así, el tratamiento de las semillas con Producto (1 lit) + la pulverización de una solución de Producto al 1% sobre las plantas vegetantes (2 hojas reales) provocan un aumento del peso de los tubérculos hasta 0.55 g por planta en comparación con el control, mientras que el peso total de los tubérculos aumenta en 366.0 kg/ha.

El aumento del rendimiento varía de 9.4% a 14.4%, lo que en términos de indicadores económicos da un estimado de 10-15 UAH de ingresos adicionales por cada UAH invertido en fertilizantes orgánicos.

APLICABILIDAD INDUSTRIAL

Los estudios realizados han demostrado que, basándose en el estado del suelo, las especies y variedades vegetales, la tecnología de cultivo, etc., la invención propuesta permite seleccionar la composición de los componentes de la materia prima optimizando su método de aplicación para garantizar una aplicación industrial comercialmente significativa. La tecnología propuesta es particularmente pertinente en las condiciones actuales, cuando los suelos se agotan por la rotación irracional de cultivos, la contaminación química, los desastres naturales como las sequías y las heladas tardías, el calentamiento global del planeta.

La naturalidad y organicidad de las decisiones técnicas propuestas sobre la obtención de fertilizante biológico orgánico líquido y su posterior aplicación consiste en que mediante la transferencia de una pequeña cantidad de suelo fértil de un lugar a otro es posible restaurar la fertilidad y aumentar los rendimientos en grandes áreas en un corto período de tiempo con un coste mínimo de mano de obra y material.

También es importante señalar que la aplicación del fertilizante biológico de un determinado retrato microbiótico producido según la invención también conduce a la reducción del uso de herbicidas y fungicidas hasta un 30% de las dosis recomendadas.

**REIVINDICACIONES**

1. Método de obtención de un biofertilizante orgánico líquido para suelos y/o plantas colonizado por microorganismos naturales del suelo que comprende las siguientes etapas:

a) preparar, clasificar y triturar una parte de un suelo que contenga humus o de una mezcla de suelos iniciales, en el que al menos uno de los suelos de la mezcla sea un suelo que contenga humus, el suelo inicial que contenga humus con componentes beneficiosos que contengan carbono orgánico en una cantidad superior al 10% y nitrógeno orgánico en una cantidad superior al 1%, y que tengan colonias de microorganismos naturales del suelo, cuya concentración en el suelo o en la mezcla de suelos iniciales que contengan humus no sea inferior a $10^4$ UFC/ml; y

b) mezclar la parte molida de dicha tierra o mezcla de tierras con agua para producir una suspensión acuosa;

**caracterizado por las siguientes etapas:**

c) creación de un flujo de dicha suspensión acuosa dentro de un circuito cerrado con eliminación de oxígeno;

d) tratar cíclicamente el flujo corriente de la suspensión acuosa en el circuito cerrado con eliminación de oxígeno utilizando un efecto de turbulencia para excluir la cavitación y debido a la fricción turbulenta y la fuerza de cizallamiento triturando los sólidos en un medio tratado del flujo corriente de dicha suspensión acuosa y calentando uniformemente todo un volumen del medio procesado con una tasa de crecimiento de la temperatura no superior a 2ºC/min; dicho tratamiento cíclico comprende al menos dos etapas, una primera etapa y una segunda etapa, en la que

- la primera etapa consiste en calentar inicialmente el medio tratado, extrayendo del medio procesado las sustancias que contienen carbono y nitrógeno, la transformación de estas sustancias en formas solubles en agua con la trituración simultánea de sólidos en el medio procesado y, como resultado, la obtención de un medio procesado homogéneo con sustancias que contienen carbono y nitrógeno en formas solubles en agua, provocando el crecimiento de colonias de microorganismos naturales del suelo presentes en el medio procesado homogéneo y, al alcanzar una temperatura final predeterminada tras el calentamiento inicial, que depende de la composición por especies de los microorganismos del suelo natural presentes en el suelo inicial que contiene humus, se consigue el crecimiento de prácticamente todo tipo de colonias de microorganismos del suelo natural presentes en el suelo inicial que contiene humus hasta concentraciones que exceden $10^8$ CFU/ml y la colonización uniforme del medio homogéneo procesado con sustancias que contienen carbono y nitrógeno en formas solubles en agua por estos microorganismos;

- la segunda etapa consiste en calentar aún más el medio homogéneo procesado y triturar aún más los sólidos en el medio homogéneo procesado para endurecer sustancialmente todos los tipos de microorganismos naturales del suelo presentes en el medio homogéneo procesado, transformando estos microorganismos en un estado de anabiosis y en forma de esporas y triturando los sólidos en el medio homogéneo procesado hasta un tamaño comprendido entre 10 y 50 micras; y

e) retirada del medio homogéneo procesado de dicho circuito cerrado tras finalizar la segunda etapa, seguida de enfriamiento de dicho medio, para obtener un producto final en forma de biofertilizante orgánico líquido para suelos y/o plantas apto para su envasado y almacenamiento a largo plazo, que contiene sustancias de carbono y nitrógeno en formas solubles en agua, sólidos con un tamaño de 10-50 micras y los microorganismos naturales del suelo endurecido sustancialmente de todo tipo presentes en la composición de especies del suelo inicial que contiene humus que se encuentran en estado de anabiosis o en forma de esporas y en una concentración superior a $10^7$ UFC/ml.

2. El método de la reivindicación 1, en el que la temperatura final del calentamiento inicial del medio homogéneamente tratado en la primera etapa del procesamiento cíclico al realizar el paso d) es de aproximadamente 50ºC.

3. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la temperatura final del calentamiento adicional del medio homogéneamente tratado en la segunda etapa del tratamiento cíclico cuando se realiza la etapa d) está comprendida entre 50º y 80ºC aproximadamente.

4. El método de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el enfriamiento en la etapa e) se lleva a cabo dentro del intervalo de temperaturas de +40ºC a -4ºC.

5. El método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el suelo inicial que contiene humus se selecciona del grupo formado por turba, suelo forestal, sapropel, sedimentos del fondo de estuarios y lagos de agua dulce, algas, biohumus, tierra negra, suelo gris del desierto y leonardita.

6. El método de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el producto final se obtiene en forma de gel siempre que un contenido de lignina en el humus de partida supere aproximadamente el 2% en peso seco.

7. El método de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el producto final se obtiene con un contenido de ácidos húmicos solubles en agua superior a aproximadamente el 0.1 %, siempre que el contenido de humus del suelo inicial que contiene humus sea superior a aproximadamente el 3 %.

8. El método de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que los microorganismos naturales del suelo que pasan al estado de espora tras el endurecimiento son microorganismos seleccionados del grupo que consiste en bacterias fijadoras de nitrógeno como *Rhizobium*, bacterias asimiladoras de nitrógeno orgánico del suelo como *Azotobacter*, bacterias movilizadoras de fósforo como *Bacillus subtilis*, bacterias oligotróficas que crecen en suelos empobrecidos y microflora fúngica que incluye micromicetos.

9. El método de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el procesamiento cíclico realizado en el paso d) se lleva a cabo en un circuito cerrado con eliminación de oxígeno que contiene un tanque cilíndrico vertical, una bomba eléctrica conectada a la parte inferior del tanque cilíndrico y un dispositivo de turbulencia con una boquilla de turbulencia montada después de la bomba y tangencialmente conectada a la parte superior del tanque cilíndrico, proporcionándose el efecto turbulento sobre el medio tratado en este circuito cerrado para excluir la cavitación y la aparición de zonas muertas y para mantener las tres condiciones siguientes:

$$10\ \text{kPa}\ (0.1\ \text{Bar}) \leq \Delta P \leq 20\ \text{kPa}\ (0.2\ \text{Bar}) \qquad (1)$$

$$0.1\ \frac{kW}{kg} \leq \overline{N} \leq 0.2\ \frac{kW}{kg} \qquad (2)$$

$$T_1 = T_2 \ldots\ldots T_n \qquad (3)$$

donde $\Delta P = (P_1 - P_2)$ - diferencia de presión antes y después de la boquilla de turbulencia en kPa (bar),

$\overline{N} = \frac{N}{M}$ - consumo específico de energía del proceso, kW/kg

*N*- potencia de accionamiento eléctrico de la bomba, kW,

*M*- peso del medio fluido, kg,

$T_1=T_2,\ldots..T_n$ - temperatura de calentamiento actual en puntos de medición distribuidos en una superficie exterior del tanque cilíndrico que sirven para controlar la uniformidad de calentamiento de todo el volumen del medio procesado en el circuito cerrado.

10. El método de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el biofertilizante orgánico líquido para suelos y/o plantas obtenido comprende nitrógeno soluble en agua y carbono soluble en agua, sólidos con tamaño en el intervalo de 10-50 micras y microorganismos naturales del suelo endurecidos sustancialmente de todo tipo presentes en la composición de las especies iniciales del suelo que contienen humus que están en el estado anabiótico de o en formas de esporas y están uniformemente poblados en este biofertilizante en las concentraciones superiores a $10^7$ UFC/ml.

11. El método de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que un contenido de nitrógeno hidrosoluble es de al menos 40 mg y un contenido de carbono hidrosoluble no es inferior a 470 mg por 100 g de abono orgánico en peso seco.

12. Un método de tratamiento de suelos, semillas o plantas con un producto obtenido según el método de las reivindicaciones 1-11, que comprende los siguientes pasos:

añadir una tierra natural líquida o seca triturada al biofertilizante obtenido para reducir la concentración de microorganismos endurecidos de la tierra natural presentes en él en estado anabiótico o en forma de esporas hasta una concentración superior a $10^4$ UFC/ml, y aplicar dicho biofertilizante de concentración reducida al suelo antes de la siembra o durante el periodo de siembra o tratar semillas o plantas con dicho biofertilizante durante el período vegetativo, antes de la cosecha.

13. El método de la reivindicación 12, en el que para mejorar el rendimiento de un cultivo específico, el biofertilizante orgánico líquido se obtiene utilizando como suelo inicial que contiene humus tierra fértil tomada del campo en el que se ha cultivado el mismo cultivo o uno similar en el período anterior.

14. El método de cualquiera de las reivindicaciones 12 o 13, en el que para aumentar la fertilidad del suelo empobrecido el biofertilizante orgánico líquido se obtiene utilizando como suelo inicial que contiene humus un suelo del mismo tipo que el suelo empobrecido al que se añade dicho fertilizante.

15. El método de cualquiera de las reivindicaciones 12, 13 o 14, en el que para restaurar suelos arenosos y franco-arenosos se obtiene biofertilizante orgánico líquido utilizando suelo colonizado por bacterias oligotróficas como suelo inicial que contiene humus.