

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 759 025**

51 Int. Cl.:

C05C 11/00 (2006.01)

C05F 17/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.11.2013 PCT/IN2013/000710**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.04.2015 WO15052723**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.11.2013 E 13826770 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.08.2019 EP 3055274**

54 Título: **Un proceso para producir un fertilizante de nitrógeno ecológico, biodisponible y muy nutritivo a partir de organismos no modificados genéticamente**

30 Prioridad:

11.10.2013 IN 3213MU2013

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

07.05.2020

73 Titular/es:

CHAUDHRY, SUUNIL SUDHAKAR (100.0%)

A 86/89 MIDC, Industrial area

Jalgaon 425003, IN

72 Inventor/es:

CHAUDHRY, SUUNIL SUDHAKAR

74 Agente/Representante:

SALVÀ FERRER, Joan

Observaciones:

Véase nota informativa (Remarks, Remarques o Bemerkungen) en el folleto original publicado por la Oficina Europea de Patentes

ES 2 759 025 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

Un proceso para producir un fertilizante de nitrógeno ecológico, biodisponible y muy nutritivo a partir de organismos no modificados genéticamente

5

CAMPO TÉCNICO DE LA INVENCION

[0001] La invención se refiere a un proceso para producir un fertilizante ecológico que contiene nitrógeno biodisponible y muy nutritivo, y que presenta una mayor estabilidad durante el almacenamiento en forma líquida, procedente de fuentes naturales sin OGM, y que cumple las normas relativas a los insumos certificados como ecológicos en la agricultura conforme a las normas exigidas por los organismos oficiales de los países desarrollados y en vías de desarrollo, y a dichos fertilizantes de nitrógeno ecológico, biodisponible y muy nutritivo.

10

ANTECEDENTES Y ESTADO DE LA TÉCNICA

15

[0002] Para que una planta crezca y se desarrolle, esta necesita los siguientes elementos como nutrientes:

- El carbono (C), el hidrógeno (H) y el oxígeno (O) se pueden obtener del aire y el agua, y, por lo tanto, su suministro es abundante;
- Los elementos cuyas concentraciones han de ser elevadas son el nitrógeno (N), el fósforo (P), el potasio (K), el azufre (S), el calcio (Ca) y el magnesio (Mg), todos ellos macronutrientes presentes en los fertilizantes embalados;
- Entre los micronutrientes se incluyen el boro (B), el cobalto (Co), el cobre (Cu), el hierro (Fe), el manganeso (Mn), el molibdeno (Mo) y el zinc (Zn).

20

[0003] Sin embargo, en los últimos años, el insumo de nutrientes en los sistemas de producción de cultivos ha sido objeto de un mayor escrutinio debido al potencial impacto medioambiental de los insumos que contienen nitrógeno y fósforo.

25

[0004] El uso generalizado y continuo en la agricultura moderna e intensiva de pesticidas y fertilizantes químicos ocasiona la pérdida de humus natural, perjudica la fertilidad de la capa superficial del suelo y hace que disminuya la porosidad del suelo. Las sustancias químicas artificiales destruyen la flora microbiana del suelo, lo que da lugar a una estructura del suelo subóptima, una escasa aeración y una menor disponibilidad de nutrientes. En consecuencia, las raíces se ven privadas de oxígeno y no absorben las sales de manera eficaz. Los nitratos no absorbidos son transportados por el agua de lluvia a los ríos y lagos, lo que representa una amenaza para la vida acuática. Una cantidad excesiva de nitratos en el suelo aumenta la concentración de nitratos en las plantas comestibles, lo que entraña un riesgo para las personas que las utilizan. Las plagas y las enfermedades se vuelven más difíciles de controlar, ya que se hacen resistentes a los pesticidas artificiales.

30

35

[0005] La agricultura ecológica es un sistema de producción que preserva la salud de los suelos, los ecosistemas y las personas. Se basa en procesos ecológicos, la biodiversidad y ciclos adaptados a las condiciones regionales, en lugar del uso de insumos con efectos adversos. (Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Ecológica). El uso de fertilizantes ecológicos para mejorar el crecimiento de las plantas y el desarrollo global es bien conocido. Diversas tortas oleaginosas industriales que no son adecuadas para el consumo animal, como la torta oleaginosa de ricino, la torta oleaginosa de neem, la torta oleaginosa de linaza, la torta oleaginosa de colza, y también tortas oleaginosas comestibles, como la torta de cacahuete, se utilizan para mejorar la fertilidad del suelo gracias a su materia orgánica de elevado peso molecular en la forma de grasas, carbohidratos complejos y proteínas brutas. Cuando estas tortas se añaden al suelo, se descomponen a lo largo de un periodo de tiempo por medio de la acción de las bacterias presentes en el suelo. Las bacterias se multiplican y las tortas se descomponen, lo que permite que las plantas absorban los nutrientes. Sin embargo, la extracción completa de nitrógeno procedente de las tortas oleaginosas de semillas no es posible mediante la simple aplicación en el suelo; por lo tanto, se deben procesar mediante procedimientos químicos intensivos para el aprovechamiento eficaz del nitrógeno.

40

45

50

[0006] Los procedimientos pueden ocasionar la introducción de sustancias químicas sintéticas que son perjudiciales para el medio ambiente.

55

[0007] Para que los consumidores sepan qué productos agrícolas se han obtenido en realidad a partir de ingredientes ecológicos sin utilizar sustancias químicas ni pesticidas, las granjas se someten a inspecciones para comprobar que cumplen las normas ecológicas. Si cumplen estas normas reciben la certificación ecológica y los productos de estas granjas se etiquetan como «Producto Ecológico Certificado». Existen normas ecológicas para la «Certificación de Agricultura Ecológica», como el Programa Nacional Ecológico (NOP por sus siglas en inglés, *National Organic Program*) proporcionado por el Departamento de Agricultura de EE. UU. (USDA por sus siglas en inglés, *US Department of Agriculture*), el Programa Nacional para la Producción Ecológica (NPOP por sus siglas en inglés, *National Program for Organic Production*) introducido en la India, las normas de la Unión Europea (UE), como la CE 834/2007 y 889/2008 de la UE, las Normas Japonesas de Agricultura (JAS por sus siglas en inglés, *Japanese Agricultural Standards*) y las Normas Australianas de Insumos. Estas normas voluntarias o legisladas regulan los métodos de producción, los insumos agrícolas y, en algunos casos, la producción final en la agricultura ecológica.

60

65

[0008] Algunos inventores han desarrollado varios fertilizantes de nitrógeno ecológico utilizando fuentes microbianas y productos vegetales; sin embargo, debido al uso de procesos intermedios y sustancias químicas sintéticas estos fertilizantes no cumplen las normas establecidas por el USDA.

[0009] Las normas ecológicas del NOP proporcionadas por el USDA (conforme a la Regla 205.105 del NOP) permiten el uso de los siguientes materiales en composiciones de fertilizantes para la agricultura ecológica:

- Residuos animales procedentes de abono u otros materiales.
- Material vegetal fresco para incorporar el nitrógeno que se fija en el suelo.
- Estiércol animal crudo.
- Material vegetal y animal no sintético, como la harina de pescado, la emulsión de pescado, la harina de sangre, la harina de plumas, la harina de soja y productos similares.
- Los aminoácidos no sintéticos producidos por plantas, animales y microorganismos que no han sido genéticamente modificados, y que se extraen o aíslan mediante hidrólisis, o por medios físicos u otros medios no químicos, se consideran no sintéticos.

[0010] La Publicación PCT WO2013/019933 reivindica composiciones de fertilizante ecológico con un 1-6 % de nitrógeno y un 1-5 % de fósforo que comprenden una cantidad eficaz de una proteína vegetal hidrolizada enzimáticamente que no está genéticamente modificada como fuente de nitrógeno, y ácido fítico como fuente de fósforo para el suministro a las plantas. Sin embargo, las concentraciones de elementos esenciales proporcionadas por las composiciones son bajas y la fuente de proteína vegetal hidrolizada no se menciona.

[0011] La patente de EE. UU. n.º 2008/0302151 se refiere a la fabricación del fertilizante soluble para agricultura ecológica utilizando harina de soja. Las limitaciones de la patente son que los parámetros de la hidrólisis, como la temperatura y el pH que se han de mantener, no se mencionan. Durante la hidrólisis de la harina de soja que contiene un 48 % de proteína y un 45-50 % de carbohidrato, la masa de reacción se vuelve viscosa y difícil de procesar debido a la tendencia de los carbohidratos a hincharse y atrapar agua, lo que dificulta la filtración. Además, en el proceso no se utiliza un conservante para el producto de fertilizante ecológico líquido, que al ser rico en aminoácidos y proteínas, es propenso al ataque microbiano. La harina de soja disponible en el mercado se extrae con disolventes (hexano), y las normas ecológicas exigen que la harina de soja no haya sido sometida a ningún tratamiento con disolventes.

[0012] La patente de EE. UU. n.º 8308838 se refiere a un fertilizante ecológico que consiste esencialmente en licor de maíz macerado y/o extracto de semillas oleaginosas en combinación con suero y/u otros suplementos proteicos, que aportan un fertilizante natural y sin nitratos. El proceso utilizado en esta patente comprende calentar un extracto de semillas oleaginosas, disolver suero en el extracto calentado y filtrar la mezcla resultante para su uso. El método utilizado en esta patente no soluciona el problema planteado por el enorme contenido de carbohidratos proporcionado por el licor de maíz macerado, lo que causa dificultades en los procedimientos de filtración. El producto que se describe contiene los tres macronutrientes: nitrógeno, fósforo y potasio. Sin embargo, no proporciona la producción de nitrógeno de aminoácidos de bajo peso molecular.

[0013] En la patente china n.º 102584383 y la patente japonesa n.º H03237084 se da a conocer el uso de tortas oleaginosas de cacahuete y tortas oleaginosas de mostaza como las fuentes de elementos nutritivos en composiciones para fertilizantes ecológicos; sin embargo, los métodos utilizados para obtener el contenido de nitrógeno y los parámetros empleados que cumplen las normas ecológicas conforme al NOP del USDA no se mencionan.

[0014] En la patente WO 2009/085959 se da a conocer un proceso en el que material orgánico procedente de material vegetal y animal se procesa para recuperar elementos nutritivos. En particular, en este documento se da a conocer un proceso para liberar elementos nutritivos procedentes de material vegetal y animal que comprende los pasos de tratar el material con una o más enzimas para digerir dicho material en las condiciones adecuadas, y separar el material hidrolizado líquido resultante del material no digerido.

[0015] Aunque las patentes y publicaciones de patentes del estado de la técnica que se mencionan más arriba dan a conocer la producción y el uso de un fertilizante ecológico que cumple las normas del USDA y la UE en materia de agricultura ecológica, existen determinadas limitaciones a los procesos adoptados, como se menciona más arriba. Por lo tanto, con el fin de solventar dichas limitaciones, los presentes inventores han proporcionado un proceso alternativo para producir un fertilizante ecológico que contiene nitrógeno y que satisface las normas relativas a las exigencias de la agricultura ecológica establecidas en la India e internacionalmente, en el que se utilizan productos vegetales y microbianos sin OGM como fuentes de nitrógeno, fuentes enzimáticas vegetales y microbianas sin OGM, sustancias químicas no sintéticas, y conservantes naturales como reguladores del pH, todos ellos respetuosos con el medio ambiente.

[0016] Además, en la actualidad no se utiliza korma/harina de guar como fertilizante ecológico. Los inventores han utilizado korma/harina de guar como la fuente de nitrógeno debido a su elevado contenido en proteína, del 33-55 %, y a la facilidad con la que se puede obtener. El proceso utilizado es económicamente viable y el producto obtenido se presta a su uso en la agricultura.

RESUMEN DE LA INVENCION

5 [0017] La presente invención da a conocer un proceso para la producción de un fertilizante de nitrógeno ecológico, biodisponible y muy nutritivo para su aplicación foliar o en el suelo conforme a las normas ecológicas exigidas por los organismos oficiales de los países desarrollados y en vías de desarrollo.

10 [0018] Se da a conocer un fertilizante de nitrógeno ecológico, biodisponible y muy nutritivo a partir de korma/harina de guar de organismos que no están genéticamente modificados. También se dan a conocer fertilizantes de nitrógeno ecológico producidos a partir de productos procedentes de fuentes sin OGM, incluidos plantas y microorganismos como las fuentes de nitrógeno; sustancias químicas no sintéticas procedentes de fuentes y procesos naturales, y enzimas naturales procedentes de organismos que no están genéticamente modificados, cada uno de los cuales se utilizan en las respectivas etapas del proceso.

15 [0019] En otro aspecto, la invención proporciona un proceso para producir un fertilizante de nitrógeno ecológico, biodisponible y muy nutritivo que comprende los siguientes pasos:

- 20 a) formar una suspensión con un contenido en sólidos del 8-18 % a partir de productos molidos ricos en proteínas procedentes de microorganismos o productos vegetales naturales sin OGM con un tamaño de 100 mallas a 1-2 mm utilizando agua desmineralizada, seguido del calentamiento de la mezcla de suspensión a 50-100 °C;
- b) añadir un 1-5 % de carbonato de calcio a la suspensión para disminuir el contenido oleaginoso del sustrato;
- 25 c) añadir una o más enzimas que digieren carbohidratos, o combinaciones de estas, y llevar a cabo la digestión a un pH de 5-6 y a 40-60 °C;
- d) añadir una o más enzimas proteolíticas, o combinaciones de estas; llevar a cabo la proteólisis a 40-100 °C, al menos 3-4 horas tras la adición a la suspensión de una enzima que digiere carbohidratos, seguido de un aumento de la temperatura de la masa de reacción a 65-150 °C durante 2-3 horas para inactivar las enzimas;
- 30 e) filtrar la masa de reacción para separar de la mezcla las moléculas que tengan un peso molecular <1000, seguido de un ajuste del pH del líquido a 2,5-4 utilizando una solución amortiguadora ácida para obtener un fertilizante de nitrógeno ecológico; y
- 35 f) opcionalmente concentrar y desecar el fertilizante líquido; y donde las fuentes de nitrógeno se seleccionan del grupo que consiste en productos vegetales naturales sin OGM (organismos genéticamente modificados), incluidas tortas oleaginosas de mostaza, cacahuete, girasol, neem, semilla de algodón, sésamo, coco, palmiste, soja y harina de guar; levadura de Baker procedente del microorganismo *Saccharomyces cerevisiae* que no sea un OGM y/o combinaciones de estos.

40 [0020] Conforme a otro aspecto, la invención proporciona un proceso para producir un fertilizante de nitrógeno ecológico, biodisponible y muy nutritivo que comprende:

- 45 a) formar una suspensión con un contenido en sólidos del 8-18 % a partir de harina de guar molida rica en proteínas con un tamaño de 100 mallas a 1-2 mm utilizando agua desmineralizada, seguido del calentamiento de la mezcla de suspensión a 50-100 °C;
- b) añadir un 1-5 % de carbonato de calcio a la suspensión para disminuir el contenido oleaginoso del sustrato;
- 50 c) añadir una o más enzimas que digieren carbohidratos, o combinaciones de estas, y llevar a cabo la digestión a un pH de 5-6 y a 40-60 °C;
- d) añadir una o más enzimas proteolíticas, o combinaciones de estas; llevar a cabo la proteólisis a 40-100 °C, al menos 3-4 horas tras la adición a la suspensión de una enzima que digiere carbohidratos, seguido de un aumento de la temperatura de la masa de reacción a 65-150 °C durante 2-3 horas para inactivar las enzimas;
- 55 e) filtrar la masa de reacción para separar de la mezcla las moléculas que tengan un peso molecular <1000, seguido de un ajuste del pH del líquido a 2,5-4 utilizando una solución amortiguadora ácida para obtener un fertilizante de nitrógeno ecológico; y
- f) opcionalmente concentrar y desecar el fertilizante líquido; y donde las fuentes de nitrógeno se seleccionan del grupo que consiste en productos vegetales naturales sin OGM (organismos genéticamente modificados), incluidas tortas oleaginosas de mostaza, cacahuete, girasol, neem, semilla de algodón, sésamo, coco, palmiste, soja y harina de guar; levadura de Baker procedente del microorganismo *Saccharomyces cerevisiae* que no sea un OGM y/o combinaciones de estos.

60 Abreviaturas:

- 65 [0021] OGM: organismos genéticamente modificados
NOP: Programa Ecológico Nacional de EE. UU.
USDA: Ministerio de Agricultura de EE. UU.

NPOP: Programa Nacional para la Producción Ecológica
 UE: Unión Europea
 JAS: Normas Japonesas de Agricultura
 APEDA: Autoridad de Desarrollo de las Exportaciones y Productos Agrícolas

5

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCIÓN

[0022] La presente invención proporciona un proceso para la producción de fertilizantes de nitrógeno ecológicos para su aplicación foliar o en el suelo conforme a las normas ecológicas establecidas por los organismos oficiales de los países desarrollados y en vías de desarrollo. El fertilizante de nitrógeno ecológico se produce a partir de organismos que no están genéticamente modificados, incluidos microorganismos y plantas como las fuentes de nitrógeno; y en las respectivas etapas del proceso se utilizan sustancias químicas no sintéticas procedentes de procesos naturales y enzimas naturales procedentes de organismos que no están genéticamente modificados.

[0023] A continuación, la invención se explicará en detalle en relación con determinadas realizaciones opcionales y preferidas, de manera que diversos aspectos de esta se puedan entender y apreciar mejor.

[0024] En una realización preferida, la invención proporciona un proceso para la producción de un fertilizante ecológico líquido que comprende los siguientes pasos:

- a) formar una suspensión con un contenido en sólidos del 8-18 % de productos molidos ricos en proteínas con un tamaño de 100 mallas a 1-2 mm utilizando agua desmineralizada, seguido del calentamiento de la mezcla de suspensión a 50-100 °C;
- b) añadir un 1-5 % de carbonato de calcio a la suspensión para disminuir el contenido oleaginoso del sustrato;
- c) añadir una o más enzimas que digieren carbohidratos o combinaciones de estas, y llevar a cabo la digestión a un pH de 5-6 y a 40-60 °C;
- d) añadir una o más enzimas proteolíticas, o combinaciones de estas; llevar a cabo la proteólisis a 40-100 °C, al menos 3-4 horas tras la adición a la suspensión de una enzima que digiere carbohidratos, seguido de un aumento de la temperatura de la masa de reacción a 65-150 °C durante 2-3 horas para inactivar las enzimas;
- e) filtrar la masa de reacción para separar de la mezcla las moléculas que tengan un peso molecular <1000, seguido de un ajuste del pH del líquido a 2,5-4 utilizando una solución amortiguadora ácida para obtener un fertilizante de nitrógeno ecológico; y
- f) opcionalmente concentrar y desecar el fertilizante líquido; donde las fuentes de nitrógeno se seleccionan del grupo que consiste en productos vegetales naturales sin OGM (organismos genéticamente modificados), incluidas tortas oleaginosas de mostaza, cacahuete, girasol, neem, semilla de algodón, sésamo, coco, palmiste, soja y harina de guar; levadura de Baker procedente del microorganismo *Saccharomyces cerevisiae* que no sea un OGM y/o combinaciones de estos.

[0025] Más abajo, la solicitud se describe en etapas:

Fuentes de nitrógeno del fertilizante ecológico

[0026] En una realización, la solicitud provee que la fuente de nitrógeno de los fertilizantes ecológicos procede de productos vegetales de origen natural sin OGM seleccionados del grupo que consiste en korma/harina de guar, torta de semillas de mostaza, soja, torta de semillas de girasol, torta de semillas de cacahuete, torta de semillas de neem, torta de semillas de algodón, torta de semillas de sésamo, torta de coco y torta de palmiste. La fuente de nitrógeno también puede proceder de tortas de semillas de ricino. Un producto seleccionado microbiano y que no está genéticamente modificado es la levadura de Baker, es decir, *Saccharomyces cerevisiae*.

[0027] Estos materiales de origen natural se pueden utilizar individualmente y/o en combinaciones de estos. Estas fuentes de nitrógeno se muelen hasta obtener un tamaño pequeño de 100 mallas a 1-2 mm con el fin de facilitar los procedimientos posteriores del tratamiento.

[0028] El guar (*Cyamopsis tetragonoloba*) es una fuente de goma de guar. La harina de guar es un subproducto que se obtiene a partir del tratamiento en etapas posteriores de las semillas de guar para la producción de goma de guar. Tiene un alto contenido en proteínas, y contiene aceite y albuminoides. La goma de guar crece principalmente en la India y Pakistán, mientras que en EE. UU., Australia, China y África los cultivos son más pequeños. La harina/korma de guar utilizada en la invención procede de los estados de Rajasthan, Haryana y Gujarat.

Tratamiento de la suspensión

[0029] El agua utilizada en la planta de tratamiento se somete a ósmosis inversa para desmineralizarla, y, posteriormente, a tratamiento por UV para eliminar la contaminación bacteriana. El material molido que contiene nitrógeno se añade al agua desmineralizada para formar una suspensión con un contenido en sólidos del 8 al 18 %.

[0030] La suspensión se calienta a 50-100 °C. Este proceso se realiza en un recipiente encamisado de acero inoxidable que tiene instalado en su interior un serpentín de refrigeración.

- 5 [0031] A la suspensión se añade un 1-5 % de calcita natural, es decir, carbonato de calcio, para absorber el contenido oleaginoso de los sustratos proteicos.

Hidrólisis/Digestión

- 10 [0032] En otra realización, la solicitud proporciona un proceso para producir un fertilizante de nitrógeno ecológico, biodisponible y muy nutritivo donde se utilizan enzimas que digieren carbohidratos seleccionadas del grupo que consiste en pectinasa, β -mannanasa, celulasa, xilanasa y amilasa, solas y/o en combinaciones de estas, para hidrolizar carbohidratos complejos, para reducir la viscosidad de la masa de reacción.

- 15 [0033] Durante la hidrólisis de las sustancias ricas en proteínas, se observó que las fibras y los carbohidratos complejos tienden a hincharse y aumentan la viscosidad de toda la masa de reacción, lo que dificulta la filtración una vez completada la hidrólisis. Asimismo, las partículas de carbohidrato hinchado atrapan el líquido proteico hidrolizado dentro de ellas, por lo que la producción de fertilizante de nitrógeno ecológico formado por proteínas hidrolizadas se ve afectada y disminuye, pues parte del material hidrolizado queda atrapado/retenido en la torta de filtración. A fin de
20 evitar/reducir el aumento de la viscosidad de la mezcla de suspensión y mejorar la producción de proteínas hidrolizadas, se utilizan enzimas que digieren carbohidratos para la degradación de carbohidratos complejos presentes en la suspensión.

- 25 [0034] Las suspensiones/lechadas espesas evitan la penetración eficaz de las enzimas, mientras que con las suspensiones/lechadas muy diluidas las posibilidades de interacción entre la enzima y las moléculas de sustrato son bajas. Por lo tanto, conviene que la viscosidad de la suspensión sea más baja para que las enzimas aplicadas sean más eficaces. Gracias a que la viscosidad de la suspensión es más baja, resulta más fácil para la enzima proteasa degradar las proteínas de manera eficaz.

- 30 [0035] Por lo tanto, las enzimas que digieren carbohidratos seleccionadas del grupo que consiste en pectinasa de especies *Aspergillus*, β -mannanasa de especies *Aspergillus*, especies *Bacillus*, celulasa de especies *Aspergillus*, especies *Trichoderma*, xilanasa de especies *Aspergillus* y amilasa de especies *Bacillus* se utilizan solas y/o en combinaciones de estas para hidrolizar carbohidratos complejos, para reducir la viscosidad de la masa de reacción y para reducir la cantidad de líquido atrapado/retenido en la torta a fin de aumentar la velocidad de filtración y la
35 producción de fertilizante de nitrógeno ecológico formado por material hidrolizado. Estas enzimas se añaden al menos 2-3 horas antes de la adición de la enzima proteolítica a la suspensión. La digestión se lleva a cabo a un pH de 5-6 y a 40-60 °C.

- 40 [0036] En otra realización, la invención proporciona un proceso para producir fertilizante de nitrógeno ecológico, biodisponible y muy nutritivo, donde las enzimas proteolíticas se seleccionan del grupo que consiste en fuentes vegetales sin OGM, como bromelaína y papaína; proteasas fúngicas y proteasas bacterianas sin OGM, y/o combinaciones de estas.

- 45 [0037] Las proteínas brutas de elevado peso molecular procedentes de fuentes naturales sin OGM se hidrolizan para dar aminoácidos y péptidos más pequeños por medio de enzimas proteolíticas seleccionadas del grupo que consiste en enzimas naturales sin OGM de origen vegetal y microbiano, y/o combinaciones de estas.

- [0038] Las enzimas sin OGM procedentes de fuentes vegetales se seleccionan del grupo que consiste en papaína y bromelaína; las enzimas sin OGM procedentes de fuentes microbianas se seleccionan del grupo que consiste en proteasas fúngicas, proteasas bacterianas, proteasa neutra o alcalina; y/o combinaciones de estas. Las enzimas
50 proteolíticas utilizadas en la hidrólisis se seleccionan conforme a las respectivas normas ecológicas autorizadas. La temperatura de la suspensión se regula mediante procesos de calentamiento o enfriamiento a fin de alcanzar la temperatura óptima necesaria para que la enzima proteolítica muestre una actividad eficaz. La proteólisis de la mezcla de suspensión se lleva a cabo a 40-100 °C con agitación constante, preferentemente durante 8-36 horas. La reacción se lleva a cabo durante varias horas dependiendo de los requerimientos de concentración de nitrógeno de α -amino que proporciona el grado de hidrólisis en el producto.

- 60 [0039] Tras alcanzar el nivel deseado de hidrólisis de las proteínas y observar la reducción en la viscosidad de la suspensión, la temperatura de la suspensión se eleva a los 65-150 °C durante 2-3 horas con el fin de inactivar la enzima utilizada en la masa de reacción.

Filtración

- 65 [0040] En otra realización más, la solicitud proporciona el proceso para producir un fertilizante de nitrógeno ecológico, biodisponible y muy nutritivo, donde la masa de reacción se filtra a través de la prensa de filtro de placa y

marco, seguido de filtración a través de un filtro micrométrico y, a continuación, paso a través de la unidad de ultrafiltración y nanofiltración.

5 [0041] Inicialmente, la masa de reacción se filtra a través de una prensa de filtro de placa y marco para separar los sólidos no disueltos del líquido hidrolizado. El filtrado obtenido a partir de la prensa de filtro de placa y marco también se filtra a través de un filtro micrométrico para obtener un líquido transparente. Además, el proceso de filtración se realiza utilizando filtros adecuados para lograr la separación en función del peso molecular de las partículas a separar.

10 [0042] Este líquido a continuación se alimenta a una unidad de ultrafiltración para separar la mayoría de las proteínas hidrolizadas y péptidos de los carbohidratos. A continuación, la solución peptídica separada que se obtiene de la ultrafiltración se alimenta a una unidad de nanofiltración en la que se utilizan procesos de filtración con membrana para separar aminoácidos y péptidos de peso molecular ≤ 1000 Dalton mediante la aplicación de un límite de peso molecular (MWCO, por sus siglas en inglés) de 1 KD.

15 [0043] La filtración realizada mediante un proceso de ultrafiltración y nanofiltración produce un fertilizante de nitrógeno ecológico, biodisponible y muy nutritivo, que contiene proteínas hidrolizadas y aminoácidos con un bajo peso molecular < 1000 Dalton que se absorben rápidamente en las plantas por medio de la aplicación foliar y/o en el suelo, y es un buen agente quelante de minerales. Los aminoácidos y péptidos de elevado peso molecular separados en la ultra o nanofiltración se pueden hidrolizar más mediante el método de más arriba o reciclar para producir aminoácidos y péptidos con un peso molecular inferior.

20 [0044] Además, en una realización, el pH del líquido se ajusta a 2,5-4,0 con ácido acético no sintético procedente de la industria azucarera o ácido cítrico procedente de la industria de la fermentación, y/o combinaciones de estos, para mejorar la estabilidad durante el almacenamiento del fertilizante ecológico líquido muy nutritivo y para reducir la susceptibilidad del fertilizante al ataque microbiano.

25 [0045] El filtrado obtenido tiene una concentración baja de fertilizante de nitrógeno ecológico formado por proteínas hidrolizadas; por lo tanto, se concentra en un evaporador de vacío hasta alcanzar la concentración deseada de nitrógeno. El fertilizante de nitrógeno ecológico líquido concentrado con una concentración adecuada para equipos de secado se alimenta a una secadora conocida adecuada, como una secadora de vacío, una torre de secado por atomización, una secadora de tambor, una secadora instantánea o un liofilizador para obtener fertilizante ecológico seco y completamente soluble.

30 [0046] Además, la invención proporciona un proceso para la producción de un fertilizante de nitrógeno ecológico, biodisponible y muy nutritivo procedente de korma de guar/harina de guar.

35 [0047] En otra realización preferida, la invención proporciona un proceso para producir un fertilizante de nitrógeno ecológico, biodisponible y muy nutritivo procedente de korma de guar/harina de guar que comprende los siguientes pasos:

- 40 a) formar una suspensión con un contenido en sólidos del 8-18 % de harina de guar molida rica en proteínas con un tamaño de 100 mallas a 1-2 mm utilizando agua desionizada, seguido del calentamiento de la mezcla de suspensión a 50-100 °C;
- 45 b) añadir un 1-5 % de carbonato de calcio a la suspensión para disminuir el contenido oleaginoso del sustrato;
- c) añadir una o más enzimas que digieren carbohidratos, o combinaciones de estas, y llevar a cabo la digestión a un pH de 5-6 y a 40-60 °C;
- 50 d) añadir una o más enzimas proteolíticas, o combinaciones de estas; llevar a cabo la proteólisis a 40-100 °C, al menos 3-4 horas tras la adición a la suspensión de una enzima que digiere carbohidratos, seguido de un aumento de la temperatura de la masa de reacción a 65-150 °C durante 2-3 horas para inactivar las enzimas;
- e) filtrar la masa de reacción para separar de la mezcla las moléculas que tengan un peso molecular < 1000 , seguido de un ajuste del pH del líquido a 2,5-4 utilizando una solución amortiguadora ácida para obtener un fertilizante de nitrógeno ecológico; y
- 55 f) opcionalmente concentrar y desecar el fertilizante líquido;
- donde las fuentes de nitrógeno se seleccionan del grupo que consiste en productos vegetales naturales sin OGM (organismos genéticamente modificados), incluidas tortas oleaginosas de mostaza, cacahuete, girasol, neem, semilla de algodón, sésamo, coco, palmiste, soja y harina de guar; levadura de Baker procedente del microorganismo *Saccharomyces cerevisiae* que no sea un OGM y/o combinaciones de estos.

60 [0048] El fertilizante ecológico posee una funcionalidad mejorada en términos de viscosidad, biodisponibilidad, solubilidad y estabilidad durante el almacenamiento, y no contiene endotoxinas.

65 [0049] El proceso instantáneo para la producción de fertilizante ecológico se puede utilizar en la India y en los mercados internacionales, pues cumple con las normas de la agricultura ecológica.

[0050] La solicitud se ilustrará a continuación por medio de ejemplos. Las realizaciones previamente mencionadas y los ejemplos mencionados más abajo se aportan a título ilustrativo y no tienen por objeto limitar el alcance de la invención.

5

Ejemplos

Ejemplo 1:

10 Fuentes de nitrógeno del fertilizante ecológico

[0051] En la invención se utilizaron las siguientes materias primas procedentes de fuentes sin OGM, individualmente o en combinación:

Fuente de nitrógeno	Contenido en proteínas (%)
Harina de guar/korma de guar	33-55 %
Soja	38 %
Torta de semillas de mostaza	38 %
Torta de cacahuete	49 %
Torta de semillas de algodón	40 %
Torta oleaginosa de girasol	33 %
Torta de neem	30 %
Torta de ricino	26-27 %
Torta oleaginosa de sésamo	35 %
Torta oleaginosa de coco	25 %
Torta de palmiste	18 %
Levadura de Baker procedente de la especie <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	38 % sobre base seca
Levadura de Baker comprimida procedente de la especie <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	8 %

15

Ejemplo 2:

Hidrólisis/digestión

20 [0052] La materia prima de más arriba se seleccionó individualmente y/o en combinación para molerla hasta obtener un tamaño más pequeño y se añadió a agua desmineralizada para formar una suspensión con un contenido en sólidos del 8 al 18 % en un recipiente encamisado.

25 [0053] Las enzimas que digieren carbohidratos se añadieron al menos 3-4 horas antes de iniciar la hidrólisis de las proteínas para reducir la viscosidad de la suspensión. La hidrólisis de fuentes vegetales sin OGM, levadura de Baker y/o combinaciones de estas se realizó a 45-75 °C con agitación constante, preferentemente durante 8-36 horas utilizando enzimas de fuentes sin OGM. La reacción se llevó a cabo hasta que se detectó la concentración requerida de nitrógeno de α -amino. Las enzimas se desactivaron a 65-150 °C durante 2-3 horas al finalizar la hidrólisis de las proteínas y al disminuir la viscosidad del fertilizante ecológico líquido.

30

Ejemplo 3:

Filtración

35 [0054] La suspensión de reacción se filtró a través de una prensa de filtro de placa y marco para separar las partículas no disueltas. El filtrado resultante se sometió a otra filtración a través de un filtro de 10 micrómetros para obtener un líquido transparente. Este líquido a continuación se alimentó a una unidad de ultrafiltración para separar la mayoría de las proteínas hidrolizadas y péptidos de los carbohidratos. A continuación, la solución peptídica obtenida a partir del proceso de ultrafiltración se alimentó a una unidad de nanofiltración basada en un principio de filtración por membrana mediante la aplicación de un límite de peso molecular (MWCO, por sus siglas en inglés) de 1 KD para separar los péptidos y aminoácidos con un peso molecular < 1000 Dalton. El pH del filtrado obtenido de la unidad de nanofiltración se ajustó a un valor de 2,5-4 con soluciones amortiguadoras ácidas naturales y no sintéticas, es decir, ácido acético y ácido cítrico, para proteger el fertilizante del ataque microbiano.

45

Ejemplo 4:

Secado

50 [0055] La formulación líquida del fertilizante de nitrógeno ecológico con una concentración adecuada para equipos de secado se alimentó a una secadora conocida adecuada, como una secadora de vacío, una secadora instantánea,

una torre de secado por atomización, una secadora de tambor o un liofilizador, para obtener fertilizante ecológico seco y completamente soluble.

Ejemplo 5:

5 [0056] El fertilizante de nitrógeno ecológico utilizado en la forma líquida tiene un contenido en nitrógeno ecológico del 2-10 % y un contenido en sólidos del 10-65 %; en la forma soluble y seca en polvo, el contenido de nitrógeno es del 13,5 % y el contenido en sólidos secos es del 100 %.

10

REIVINDICACIONES

1. Un proceso para la producción de un fertilizante de nitrógeno ecológico, biodisponible y muy nutritivo que comprende los siguientes pasos:
 - a) formar una suspensión con un contenido en sólidos del 8-18 % de productos molidos ricos en proteínas procedentes de microorganismos o productos vegetales naturales sin OGM con un tamaño de 100 mallas a 1-2 mm utilizando agua desmineralizada, seguido del calentamiento de la mezcla de suspensión a 50-100 °C;
 - b) añadir un 1-5 % de carbonato de calcio a la suspensión para disminuir el contenido oleaginoso del sustrato;
 - c) añadir una o más enzimas que digieren carbohidratos, o combinaciones de estas, y llevar a cabo la digestión a un pH de 5-6 y a 40-60 °C;
 - d) añadir una o más enzimas proteolíticas, o combinaciones de estas; llevar a cabo la proteólisis a 40-100 °C, al menos 3-4 horas tras la adición de una enzima que digiere carbohidratos a la suspensión, seguido de un aumento de la temperatura de la masa de reacción a 65-150 °C durante 2-3 horas para inactivar las enzimas;
 - e) filtrar la masa de reacción para separar las moléculas que tengan un peso molecular <1000 de la mezcla seguido de un ajuste del pH del líquido a 2,5-4 utilizando una solución amortiguadora ácida para obtener fertilizante de nitrógeno ecológico;
 - f) opcionalmente concentrar y desecar el fertilizante líquido; y donde las fuentes de nitrógeno se seleccionan del grupo que consiste en productos vegetales naturales sin OGM (organismos genéticamente modificados), incluidas tortas oleaginosas de mostaza, cacahuete, girasol, neem, semilla de algodón, sésamo, coco, palmiste, soja y harina de guar; levadura de Baker procedente del microorganismo *Saccharomyces cerevisiae* que no sea un OGM y/o combinaciones de estos.
2. El proceso para producir fertilizante de nitrógeno ecológico, biodisponible y muy nutritivo conforme a la reivindicación 1, donde el absorbente de aceite es calcita al 1-5 %.
3. El proceso para producir fertilizante de nitrógeno ecológico, biodisponible y muy nutritivo conforme a la reivindicación 1, donde las enzimas que digieren carbohidratos se seleccionan del grupo de enzimas naturales que no proceden de OGM que consiste en pectinasa, β-mannanasa, celulasa, xilanasas, amilasa y/o combinaciones de estas.
4. El proceso para producir fertilizante de nitrógeno ecológico, biodisponible y muy nutritivo conforme a la reivindicación 1, donde las enzimas proteolíticas se seleccionan del grupo que consiste en fuentes vegetales sin OGM: bromelaína y papaína; proteasas fúngicas y proteasas bacterianas sin OGM; y/o combinaciones de estas.
5. El proceso para producir fertilizante de nitrógeno ecológico, biodisponible y muy nutritivo conforme a la reivindicación 1, donde la masa de reacción se filtra a través de la prensa de filtro de placa y marco, seguido de filtración a través de un filtro micrométrico y, a continuación, paso a través de unidades de ultrafiltración y nanofiltración.
6. El proceso para producir fertilizante de nitrógeno ecológico, biodisponible y muy nutritivo conforme a la reivindicación 1, donde el pH del dicho fertilizante se ajusta utilizando ácido acético no sintético procedente de la industria azucarera y ácido cítrico procedente de la industria de la fermentación para mejorar la estabilidad durante el almacenamiento.
7. El proceso para producir fertilizante de nitrógeno ecológico, biodisponible y muy nutritivo conforme a la reivindicación 1, donde el fertilizante de nitrógeno ecológico comprende aminoácidos y péptidos hidrolizados que tienen un peso molecular bajo < 1000 Dalton.
8. El proceso para producir fertilizante de nitrógeno ecológico, biodisponible y muy nutritivo conforme a la reivindicación 1, donde el fertilizante ecológico líquido se concentra a sequedad y se deseca para formar un fertilizante hidrosoluble seco en polvo.
9. El proceso para producir fertilizante de nitrógeno ecológico, biodisponible y muy nutritivo conforme a la reivindicación 1, donde los aminoácidos y péptidos y el contenido en nitrógeno del fertilizante ecológico se absorbe rápidamente en plantas por medio de la aplicación foliar y/o en el suelo.
10. El proceso para producir fertilizante de nitrógeno ecológico, biodisponible y muy nutritivo conforme a la reivindicación 1, donde la forma líquida del fertilizante ecológico contiene un 2-10 % de nitrógeno ecológico y un 10-65 % de sólidos, y la forma seca en polvo contiene un 13,5 % de nitrógeno ecológico y un 100 % de sólidos secos.

11. Un proceso para producir fertilizante de nitrógeno ecológico, biodisponible y muy nutritivo que comprende:
- a) formar una suspensión con un contenido en sólidos del 8-18 % a partir de harina de guar molida rica en proteínas con un tamaño de 100 mallas a 1-2 mm utilizando agua desionizada, seguido del calentamiento de la mezcla de suspensión a 50-100 °C;
 - 5 b) añadir un 1-5 % de carbonato de calcio a la suspensión para disminuir el contenido oleaginoso del sustrato;
 - c) añadir una o más enzimas que digieren carbohidratos, o combinaciones de estas, y llevar a cabo la digestión a un pH de 5-6 y a 40-60 °C;
 - 10 d) añadir una o más enzimas proteolíticas, o combinaciones de estas; llevar a cabo la proteólisis a 40-100 °C, al menos 3-4 horas tras la adición de una enzima que digiere carbohidratos a la suspensión, seguido de un aumento de la temperatura de la masa de reacción a 65-150 °C durante 2-3 horas para inactivar las enzimas;
 - 15 e) filtrar la masa de reacción para separar las moléculas que tengan un peso molecular <1000 de la mezcla seguido de un ajuste del pH del líquido a 2,5-4 utilizando una solución amortiguadora ácida para obtener fertilizante de nitrógeno ecológico;
 - 20 f) opcionalmente concentrar y desecar el fertilizante líquido; y donde las fuentes de nitrógeno se seleccionan del grupo que consiste en productos vegetales naturales sin OGM (organismos genéticamente modificados), incluidas tortas oleaginosas de mostaza, cacahuete, girasol, neem, semilla de algodón, sésamo, coco, palmiste, soja y harina de guar; levadura de Baker procedente del microorganismo *Saccharomyces cerevisiae* que no sea OGM y/o combinaciones de estos.