

PROCEDIMIENTO DE PREPARACIÓN DE UN POLVO DE MACROALGAS PARDAS MEDIANTE MEZCLA Y PROCEDIMIENTO DE FABRICACIÓN DE OBJETOS RÍGIDOS A PARTIR DE DICHO POLVO

5 DESCRIPCIÓN

1. Campo de la invención

El campo de la invención es el de los materiales renovables y biodegradables.

10

Más particularmente, la invención se refiere a un procedimiento de preparación de un polvo a partir de macroalgas y a un procedimiento de fabricación de objetos rígidos a partir de este polvo.

15 Especialmente, la invención encuentra una aplicación en la producción de productos fabricados, tales como cajas de pasarela de Internet, cierres roscados, macetas o urnas funerarias.

2. Estado de la técnica

20

Las macroalgas pardas, también llamadas *Phaeophyceae*, constituyen la clase de algas más abundante en las aguas frías o templadas del mundo.

Sin embargo, siguen siendo un recurso vegetal muy desaprovechado.

25

Se conoce el tratamiento de las macroalgas pardas con el fin de extraer el alginato, el manitol o ciertos fucanos sulfatados contenidos en sus paredes, destinados a la industria agroalimentaria, a la industria farmacéutica o a la industria cosmética, por ejemplo.

30 Se conocen igualmente procedimientos de extracción de sustancias activas que actúan como producto fitosanitario contenidas en las macroalgas pardas, tales como las laminarinas.

Se ha pensado además en producir bioetanol a partir de macroalgas pardas mediante la fermentación bacteriana de ciertos azúcares presentes en la pared de estas algas.

35

Se ha propuesto igualmente (por ejemplo, en el documento US2010/0272940) sustituir en

productos fabricados de plástico una parte de la materia plástica sintética por materia procedente de las algas.

Sin embargo, esta técnica de sustitución conocida del plástico por algas da prioridad a la utilización de microalgas, que son mucho más ricas en celulosa que las macroalgas. Tienen también el inconveniente de que solo permiten reemplazar parcialmente la materia plástica sintética por material algal.

Más recientemente, el solicitante de la presente solicitud de patente ha propuesto en el documento WO2014/128411 producir objetos fabricados a partir de un residuo de la industria de extracción de los alginatos o de las laminarinas.

Sin embargo, el volumen de los residuos producidos por las fábricas de alginato y/o de laminarina sigue siendo limitado y no permite contemplar una producción de objetos rígidos a partir de macroalgas pardas a una escala mayor.

1. Objetivos de la invención

Por lo tanto, la invención tiene especialmente como objetivo hacer frente a los inconvenientes del estado de la técnica mencionados anteriormente.

Más particularmente, la invención tiene como objetivo proporcionar una materia prima completamente o al menos mayoritariamente producida a partir de macroalgas pardas que pueda aplicarse para fabricar objetos fabricados rígidos.

La invención tiene especialmente como objetivo particular, en un modo de realización particular de la invención, proponer esta materia prima en forma de polvo de calidad constante y de propiedades homogéneas.

Igualmente, un objetivo de la invención es proporcionar una técnica de fabricación de objetos fabricados a partir de macroalgas pardas que sea fácil de aplicar y fiable.

Otro objetivo de la invención es proporcionar una técnica de fabricación que tenga un coste de explotación reducido.

Un objetivo de la invención es también valorar una materia prima algal recogida en alta mar o

cultivada en cuerdas flotantes.

2. Exposición de la invención

5 Estos objetivos, así como otros que aparecerán a continuación, se logran mediante un procedimiento de preparación de un polvo de macroalgas pardas, destinado a la fabricación de objetos fabricados rígidos.

10 En el marco de la invención, por la expresión «objeto rígido» se entiende un objeto que no se pliega y que resiste a los esfuerzos de deformación y que, como consecuencia, se distingue de los objetos blandos y flexibles.

De acuerdo con la invención, dicho procedimiento de preparación comprende las etapas siguientes en este orden:

15

- recogida de dichas macroalgas pardas;

20

- mezclado mediante cizallamiento de dichas macroalgas en un depósito a una velocidad de al menos 4 revoluciones por minuto durante un periodo de 6 a 24 horas, de modo que extrae proteínas, tales como actinas, de dichas macroalgas;

25

- secado de dichas macroalgas mezcladas a una temperatura comprendida entre 30 °C y 50 °C, preferentemente comprendida entre 30 °C y 45 °C, de modo que obtiene macroalgas mezcladas y secadas que presentan un índice de humedad residual inferior o igual al 45 %;

30

- molienda de dichas macroalgas mezcladas y secadas, de modo que obtiene un polvo de macroalgas cuyas partículas presentan un diámetro equivalente inferior o igual a 1,5 milímetros.

35

De este modo, de forma novedosa, la invención propone preparar una materia prima en forma de polvo esencialmente a partir de macroalgas pardas no tratadas, recogidas en alta mar o en la marisma o también cultivadas en cuerdas flotantes, cuyo recurso es muy importante.

Cabe destacar, además, que el procedimiento de preparación de un polvo de acuerdo con la invención es particularmente sencillo y económico.

Se comprende además fácilmente que la duración y la velocidad de mezclado pueden adaptarse entre sí, de modo que la distancia recorrida por la materia algal durante el mezclado sea suficiente para permitir una extracción adecuada, y en cantidad apropiada, de las proteínas contenidas en las macroalgas.

5

El secado de las macroalgas mezcladas puede realizarse en un horno (por ejemplo, un horno rotativo), un secador o una estufa, bajo presión atmosférica o al vacío. Mantener la temperatura de las macroalgas mezcladas entre 30 °C y 50 °C durante la etapa de secado es particularmente ventajoso, ya que de ese modo no se alteran las propiedades de las macroalgas. Cabe destacar que la etapa de secado permite además una maduración de las reacciones bioquímicas iniciadas durante la etapa de mezclado.

10

Además, descender por secado el índice de humedad de las macroalgas mezcladas por debajo de 45 permite conservar el polvo obtenido tras la molienda durante un periodo de varias semanas a varios meses, sin que disminuya en caso de reaparición de la humedad.

15

Preferentemente, dicha etapa de secado comprende una etapa de compactado de dichas macroalgas en forma de diversos gránulos de volumen comprendido entre 0,1 y 1 cm³.

20

El compactado permite, en efecto, evacuar una parte del agua contenida en las macroalgas mezcladas.

De acuerdo con un modo de realización particular de la invención, dicha etapa de compactado comprende una etapa de añadido a dichas macroalgas de macroalgas tratadas con un ácido débil, como el ácido acético o el ácido cítrico, y/o con un ácido diluido en agua.

25

En el marco de la invención, se entiende el término ácido débil en su acepción general. Por lo tanto, se trata de un ácido parcialmente insoluble en el agua.

30

Las macroalgas tratadas con un ácido débil y/o con un ácido diluido en agua pueden ser de forma ventajosa un residuo industrial procedente de la extracción de los alginatos y/o de las laminarinas.

De forma ventajosa, dicha etapa de mezclado mediante cizallamiento se efectúa al menos parcialmente en vacío.

35

Se favorece de ese modo la migración de las proteínas y, en presencia de aditivos, la difusión de estos aditivos en las macroalgas.

5 La etapa de mezclado puede comprender especialmente fases de mezclado al vacío en alternancia con fases de mezclado a presión atmosférica.

En un modo de realización particular de la invención, dicha etapa de mezclado mediante cizallamiento se efectúa al vacío durante toda su duración.

10 En un modo de realización particularmente ventajoso de la invención, dicha etapa de mezclado comprende una etapa de añadido a dichas macroalgas de un aditivo perteneciente al grupo que comprende al menos:

15 - agua;

- colorante;

- pigmento coloreado;

20 - agente absorbente de olores, como partículas de carbón activo, de ceolita o de silicio poroso;

- agente oloroso, como la vainillina;

25 - albumina.

De ese modo, pueden colorearse las macroalgas en la masa, suprimir o enmascarar el olor yodado perceptible de las macroalgas, que puede ser embriagador o desagradable, y aumentar la cohesión y la rigidez del polvo gracias a la albumina, que permite obtener valores de dureza shore D comprendidos entre 65 y 73.

30 En otros modos de realización de la invención, puede preverse igualmente blanquear las macroalgas añadiendo, por ejemplo, hipoclorito sódico y/o una enzima durante la etapa de mezclado y, en ese caso, un tensioactivo destinado a dispersar los elementos colorantes naturales de las macroalgas o los cloroplastos.

35 De forma preferente, dicho colorante o dichos pigmentos coloreados, dicho agente absorbente

de olor y la albumina se añaden en proporciones respectivas del 0,05 al 0,1 %, del 1 al 3,5 % y/o del 0,2 al 1 %.

5 En un modo de realización particular de la invención, dicha velocidad de mezclado está comprendida entre 4 y 6 revoluciones por minuto.

Preferentemente, durante dicha etapa de mezclado, se extrae al menos el 2 %, preferentemente al menos el 5 %, de la actina contenida en dichas macroalgas.

10 De ese modo, se permite la formación de una cantidad de actina gelificada suficiente para permitir la aglomeración de las macroalgas entre ellas. En la práctica, se constata que, cuando la cantidad de actina extraída es suficiente para aglomerar las macroalgas entre ellas, estas permanecen pegadas a los materiales cuya superficie es de naturaleza hidrófoba.

15 De forma ventajosa, dichas macroalgas se eligen entre las algas pardas del orden de las laminariales o del orden de las fucales.

Puede tratarse en ciertos casos de una mezcla de laminariales y/o de fucales.

20 Preferentemente, dichas macroalgas se eligen entre las especies *Laminaria digitata*, *Ascophyllum nodosum* y las especies del género *Fucus*.

En variantes de la invención, dichas macroalgas pueden ser de la especie *Laminaria sacchoriza* o *Laminaria hyperborea* o del género *Lessonia*.

25 De acuerdo con un aspecto particular de la invención, el índice de humedad residual del polvo es superior o igual al 7 %.

30 Los inventores han constatado, en efecto, que un índice de humedad residual al menos igual al 7 % confiere fluidez a la materia constitutiva del polvo, lo que mejora su capacidad de configuración.

En un modo de realización particular de la invención, el índice de humedad residual de dicho polvo está comprendido entre el 26 y el 45 %.

35 En al menos un modo de realización particular de la invención, la densidad de dicho polvo

está comprendida entre 0,4 y 0,8.

Se obtiene de ese modo una materia ligera.

- 5 La presente invención se refiere igualmente a un procedimiento de fabricación de un objeto rígido a partir de un polvo producido a partir de macroalgas pardas mezcladas mediante cizallamiento de modo que extrae proteínas, como actina, de dichas macroalgas pardas, estando constituido dicho polvo por partículas de diámetro equivalente inferior o igual a 1,5 milímetros y presentando un índice de humedad residual inferior o igual al 45 %.

10

De acuerdo con la invención, dicho procedimiento de fabricación de un objeto rígido a partir de un polvo producido a partir de macroalgas pardas comprende una etapa de termocompresión de dicho polvo en un molde, llevándose dicho polvo a una temperatura comprendida entre 50 °C y 100 °C, preferentemente entre 60 °C y 100 °C y sometándose a una presión comprendida entre 150 y 4000 bares durante un periodo de 50 segundos a 45 minutos.

15

La invención propone de ese modo, de forma ingeniosa, formar objetos rígidos a partir de polvo de algas compacto, lo que es particularmente sencillo y eficaz. Especialmente, gracias a la humedad presente en el polvo, las partículas de polvos pueden aglomerarse de forma fluida y homogénea, y unirse sólidamente entre ellas.

20

Cabe destacar que la temperatura, la presión y la duración de la aplicación de esta última pueden optimizarse en función del grosor y del tamaño del objeto fabricado.

25

En al menos un modo de realización ventajoso de la invención, el procedimiento de fabricación descrito anteriormente comprende una etapa de aplicación al menos parcial de una laca hidrófuga sobre la superficie del polvo termocomprimido.

30

Se protege de ese modo el cuerpo del objeto de una reaparición de la humedad.

3. Lista de figuras

Otras características y ventajas de la invención aparecerán más claramente tras la lectura de la descripción siguiente de un modo de realización de la invención, dado a modo de ejemplo
5 ilustrativo y no limitativo, y de los dibujos adjuntos, entre los cuales:

- la figura 1 es una representación sinóptica en forma de diagrama de las etapas de un ejemplo de procedimiento de preparación de un polvo a partir de macroalgas pardas de acuerdo con la invención;

- la figura 2 es una vista de un polvo obtenido mediante el procedimiento de preparación presentado en referencia a la figura 1;

- la figura 3 presenta una prensa de termocompresión utilizada para formar una urna funeraria a partir de polvo de macroalgas pardas;

- la figura 4 es una vista esquemática de una media caja de una urna funeraria fabricada mediante termocompresión de un polvo de macroalgas pardas con la prensa presentada en referencia a la figura 3.

4. Descripción de un ejemplo detallado de la invención

Se han representado en forma de diagrama de bloques, en la figura 1, las etapas de un ejemplo de procedimiento de preparación de un polvo destinado a la fabricación de objetos
25 fabricados rígidos, a partir de una mezcla de *Laminaria digitata* y de *Ascophyllum nodosum*, también llamado alga negra.

En otros modos de realización de la invención, puede contemplarse preparar un polvo únicamente a partir de *Laminaria digitata* o de *Ascophyllum nodosum* o de cualquier otro
30 género de alga parda sola o mezclada.

Tras la recogida de las algas de las especies *Digitata laminaria* y *Ascophyllum nodosum* en alta mar, se transforman en una línea de producción de una fábrica de preparación de polvo, donde se lavan en una primera etapa para quitar la arena y las conchas enredadas en los
35 talos de las algas (etapa 11).

Se vierte a continuación aproximadamente el 70 % del peso de *Laminaria digitata* y el 30 % del peso de *Ascophyllum nodosum* en un depósito de mezcla, en el cual se mezclan mediante cizallamiento y en vacío continuo durante 14 horas a una velocidad de 6 revoluciones por minuto (etapa 12). Durante esta etapa de mezclado 12, se añaden progresivamente, durante una etapa 121, el 0,03 % en masa, en relación con la masa total de las macroalgas, de un colorante natural y el 1,2 % en masa, en relación con la masa total de macroalgas, del carbón activo pulverizado para enmascarar el olor que emana de ellas.

Tras la etapa 12, se obtiene un bloque de macroalgas cuyo aspecto revela que se aglomeran entre ellas por un gel de actina.

Se añade a continuación a las macroalgas extractos del depósito de mezcla, el 8 % en masa de un residuo obtenido de una fábrica de producción de alginatos, constituido por un residuo de macroalgas pardas tratadas con el ácido débil de las que se han extraído los alginatos (etapa 13).

En una etapa 14, se mezclan las macroalgas extraídas del depósito de mezcla y las macroalgas tratadas con el ácido débil mediante un tornillo sin fin (etapa 141) y se compacta esta mezcla en una prensa con gránulos de matriz anular, en forma de gránulos sensiblemente cilíndricos de 6 milímetros aproximadamente y de 10 a 20 milímetros de altura (etapa 142).

En una variante de este modo de realización particular de la invención, las macroalgas extraídas del depósito de mezcla pueden compactarse directamente en forma de gránulos, sin añadirles macroalgas tratadas con el ácido débil.

Los gránulos obtenidos de ese modo se secan a continuación en un túnel de secado con calor por inducción o por fluido transmisor térmico, durante 6 horas a una temperatura de 46 °C (etapa 15).

En variantes de este modo de realización particular de la invención, puede preverse secar los gránulos durante un periodo de 1 a 15 horas según se utilice un modo de secado estático o dinámico.

En la salida del túnel de secado, los gránulos secados se transportan por una cinta transportadora hacia un molino de martillos en el cual los gránulos se mezclan en forma de un polvo de granulometría igual a $1 \pm 0,3$ mm (etapa 16). La figura 2 es una vista de la parte

superior de una bolsa abierta de polvo 21 obtenida mediante el procedimiento de preparación de acuerdo con la invención.

5 Cada línea de producción de la fábrica permite de ese modo preparar de forma continua aproximadamente 3 toneladas de polvo por hora, con un coste interesante.

Cabe destacar que, en este modo de realización particular de la invención, el índice de humedad residual del polvo es de aproximadamente el 39 %.

10 El polvo obtenido de ese modo es directamente utilizable para fabricar objetos fabricados.

Se ha ilustrado en la figura 3 una prensa de termocompresión 31 que desarrolla una presión de 300 kg/cm² que permite fabricar medias cajas de urna funeraria sensiblemente semiesféricas de 180 mm de diámetro a partir de un polvo de macroalgas pardas.

15 Como puede verse en la figura 3, la prensa 31 presenta una cabeza de pistón equipada con un molde calentado a 98 °C por inducción. En aras del dominio del proceso de fabricación, la temperatura del molde del pistón está regulada.

20 El polvo se dosifica de forma automática mediante un flujo de aspiración en el molde inferior 32 llevado a una temperatura regulada máxima de 98 °C.

En ese ejemplo, se dosifican 500 g de polvo en el molde y se ejerce sobre el polvo una fuerza de 12,5 toneladas con la cabeza de pistón durante un tiempo de ciclo de 45 minutos, de modo
25 que lleva la temperatura del polvo a aproximadamente 70 °C.

Se obtiene una media urna funeraria 41 de una masa de aproximadamente 490 g y de una densidad de 1,58, ilustrada de forma esquemática en la figura 4 en una vista en perspectiva.

30 Se pulveriza a continuación una laca hidrófuga sobre la superficie de la media urna funeraria a fin de volverla resistente a la humedad.

En una etapa siguiente, la superficie de la urna se decora mediante tampografía o mediante impresión numérica.

35 Cabe destacar que, de forma ventajosa, durante la utilización de una herramienta en el molde,

la temperatura de los moldes se elige entre 75 °C y 110 °C.

Puede contemplarse igualmente, sin salir del marco de la invención, la aplicación de las etapas sucesivas siguientes para preparar un polvo de una mezcla de macroalgas pardas y rojas o un polvo de macroalgas rojas:

- recogida de las macroalgas;

- mezclado mediante cizallamiento de las macroalgas en un depósito a una velocidad de al menos 4 revoluciones por minuto durante un periodo de 6 a 24 horas, de modo que extrae proteínas, tales como actinas, de dichas macroalgas;

- secado de dichas macroalgas mezcladas a una temperatura comprendida entre 30 °C y 50 °C, preferentemente comprendida entre 30 °C y 45 °C, de modo que obtiene macroalgas mezcladas y secadas que presentan un índice de humedad residual inferior o igual al 45 %;

- molienda de dichas macroalgas mezcladas y secadas, de modo que obtiene un polvo de macroalgas cuyas partículas presentan un diámetro equivalente inferior o igual a 1,5 milímetros.