

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 811 917**

51 Int. Cl.:

C07G 1/00 (2011.01)

B01J 8/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.05.2016** **PCT/FI2016/050362**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.12.2016** **WO16193535**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.05.2016** **E 16728999 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.07.2020** **EP 3303355**

54 Título: **Procedimiento y aparato para formar una fracción de lignina, una composición de lignina y su utilización**

30 Prioridad:

29.05.2015 FI 20155411

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

15.03.2021

73 Titular/es:

UPM-KYMMENE CORPORATION (100.0%)

Alvar Aallon katu 1

00100 Helsinki, FI

72 Inventor/es:

MIETTINEN, MAUNO

74 Agente/Representante:

DURAN-CORRETJER, S.L.P

ES 2 811 917 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

Procedimiento y aparato para formar una fracción de lignina, una composición de lignina y su utilización

5 SECTOR DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un procedimiento y a un aparato para formar una fracción de lignina. Además, la presente invención se refiere a una composición de lignina y a su utilización.

10 ESTADO DE LA TÉCNICA ANTERIOR

En la técnica anterior se conocen diferentes procedimientos para formar lignina a partir de diferentes materias primas, tales como biomasa. Muchos procesos de biorrefinería, por ejemplo, una hidrólisis, generan lignina en bruto, tal como un residuo de lignina, después de la hidrólisis de la biomasa. Este residuo de lignina insoluble en agua habitualmente contiene un porcentaje significativo de partículas de lignocelulosa no hidrolizadas.

Además, en la técnica anterior se conoce el tratamiento de la lignina de forma química mediante la disolución de la lignina en un disolvente, tal como en NaOH, la mezcla de alcohol-agua o ácido orgánico, y la precipitación de la lignina, por ejemplo, mediante ácido sulfúrico o agua. A continuación, se puede proporcionar la lignina pura, pero los procesos conocidos adolecen de altos costes operativos y económicos. La eliminación y/o recuperación del disolvente o la sal formada conducen a costes adicionales. Habitualmente, se lleva a cabo una deshidratación final de la lignina mediante filtración. El tamaño de las partículas de lignina precipitadas es, en general, bastante pequeño, lo que tiene un efecto negativo sobre la velocidad de filtración y el contenido de sólidos secos de una torta de filtración.

A partir de la Patente WO 2014/143657 se conoce un procedimiento para producir una lignina.

OBJETIVO DE LA INVENCION

El objetivo de la presente invención es dar a conocer un nuevo procedimiento para formar una fracción de lignina. Otro objetivo de la presente invención es dar a conocer un nuevo procedimiento para purificar la lignina. Otro objetivo de la presente invención es producir una composición de lignina purificada con propiedades mejoradas.

35 CARACTERÍSTICAS DE LA INVENCION

El procedimiento para formar una fracción de lignina, según la presente invención, se caracteriza por lo que se presenta en la reivindicación 1.

El aparato para formar una fracción de lignina, según la presente invención, se caracteriza por lo que se presenta en la reivindicación 9.

La composición de lignina, según la presente invención, se caracteriza por lo que se presenta en la reivindicación 14.

La utilización de la composición de lignina, según la presente invención, se caracteriza por lo que se presenta en la reivindicación 15.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Los dibujos adjuntos, que se incluyen para proporcionar una comprensión adicional de la presente invención y constituyen una parte de esta memoria descriptiva, ilustran algunas realizaciones de la presente invención y, junto con la descripción, ayudan a explicar los principios de la presente invención. En los dibujos:

La figura 1 es una ilustración de un diagrama de flujo de un procedimiento, según una realización de la presente invención,

la figura 2 es una ilustración de un diagrama de flujo de un procedimiento, según otra realización de la presente invención,

la figura 3a muestra la lignina en bruto antes de la liberación, y
la figura 3b muestra la lignina en bruto después de la liberación.

60 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un procedimiento para formar una fracción de lignina (6) a partir de lignina en bruto (1) y, de manera preferente, para purificar la lignina en bruto a efectos de formar una fracción de lignina pura. La lignina en bruto (1) se ha procesado mediante una etapa de tratamiento (24) seleccionada entre tratamiento enzimático, tratamiento con líquido iónico y sus combinaciones. El procedimiento comprende tratar la lignina en bruto (1) mediante una liberación de lignina, como mínimo, en una etapa de liberación de lignina (3) para liberar la

lignina de la lignina en bruto (1), de modo que la lignina se libera para formar dos fases sólidas, lignocelulosa y partículas de lignina libres, y separar una fracción de lignina (6) mediante, como mínimo, una etapa de separación (5). En dicha, como mínimo, una etapa de liberación de lignina, la lignina en bruto se trata, de manera que la lignina se libera mediante un tratamiento hidrotérmico o una hidrólisis ácida diluida. En una realización preferente, la fracción de lignina (6) es una lignina en bruto purificada.

Una realización del procedimiento de la presente invención se muestra en la figura 1. Otra realización del procedimiento de la presente invención se muestra en la figura 2.

El aparato de la presente invención comprende, como mínimo, un reactor de liberación (3) para liberar la lignina en bruto (1), como mínimo, en una etapa de liberación, como mínimo, un dispositivo de separación (5) para separar la fracción de lignina (6), como mínimo, en una etapa de separación, como mínimo, un primer dispositivo de alimentación para alimentar la lignina en bruto (1) al reactor de liberación (3) y, como mínimo, un segundo dispositivo de alimentación para alimentar la lignina en bruto tratada (4) desde el reactor de liberación (3) al dispositivo de separación (5).

De manera preferente, la lignina en bruto (1) se ha formado a partir de material de partida (20). En este contexto, el material de partida (20) significa cualquier materia prima a base de madera o plantas. El material de partida puede contener lignina, lignocelulosa, celulosa, hemicelulosa, glucosa, xilosa, extractos y otros componentes estructurales inherentes de la biomasa, así como componentes extraños, tales como enzimas o sustancias químicas. En una realización, el material de partida se selecciona del grupo que consiste en materia prima a base de madera, biomasa leñosa, biomasa que contiene lignina, tal como residuos agrícolas, bagazo y forraje de maíz, plantas perennes leñosas, plantas vasculares, tablero marrón reciclado, pulpa de destintado y sus combinaciones.

En este contexto, la lignina en bruto (1) se refiere cualquier material o composición que contiene lignina, sustancialmente sin lignina libre. En una realización, la lignina en bruto contiene menos del 20 % en peso de lignina libre. Además, la lignina en bruto también contiene lignocelulosa, que tiene unidades de glucano. La lignocelulosa, tal como las unidades de glucano, y la lignina se unen entre sí en una estructura heterogénea, lo que significa que habitualmente la lignina no se distribuye uniformemente en el material. Principalmente, la lignina en bruto comprende lignina y lignocelulosa, pero también puede contener hemicelulosas. La lignina en bruto puede contener uno o más componentes de material de lignina. La lignina en bruto puede contener diferentes contenidos de lignina y glucano. Además, la lignina en bruto puede contener enzimas, especialmente después de un tratamiento enzimático. Habitualmente, la lignina en bruto está en forma de suspensión que contiene agua, ácido, por ejemplo, ácido fórmico, ácido acético o ácido sulfúrico, alcohol u otro líquido, o en forma de torta, grumo o similar. En una realización, la lignina en bruto está en forma de suspensión. De manera preferente, la lignina en bruto es un residuo de lignina de la hidrólisis, por ejemplo, celulignina.

En una realización, especialmente después del tratamiento enzimático y/o el tratamiento con líquido iónico, la lignina en bruto (1) contiene hidratos de carbono en una alta proporción en forma de lignocelulosa sólida. Después del tratamiento enzimático y/o el tratamiento con líquido iónico, la lignina se une fuertemente a la lignocelulosa de la lignina en bruto. A continuación, se necesita una etapa de procesamiento adicional para liberar la lignina. La separación de partículas de lignina se puede facilitar por medio de la presente invención. De manera preferente, la separación se basa en una separación sólido-sólido. Simultáneamente, la lignina en bruto se purifica para obtener material de lignina más adecuado para su utilización en diversas aplicaciones. En la presente invención, la fracción de lignocelulosa se puede hacer circular de regreso al tratamiento enzimático, tal como la hidrólisis enzimática y/o el tratamiento con líquido iónico. Una opción alternativa es utilizar la fracción de lignocelulosa recuperada en una aplicación externa.

En una realización, la lignina en bruto se ha diluido con el líquido, por ejemplo, con agua. En una realización, el % de WIS (sólidos insolubles en agua) de la lignina en bruto está entre el 1 % y el 50 % o entre el 20 % y el 40 % en la etapa de liberación. En una realización, el % de WIS (sólidos insolubles en agua) de la lignina en bruto está entre el 1 % y el 35 % o entre el 10 % y el 30 % o entre el 15 % y el 30 % en la etapa de separación. Los sólidos insolubles en agua, % de WIS, se pueden calcular: % de WIS = (peso del material lavado y seco)/(peso de la suspensión húmeda para el lavado). La baja consistencia de la suspensión ayuda a la separación mecánica de partículas de lignina libre y las partículas de lignocelulosa. En una realización, el tamaño de partícula promedio en peso de la lignina en bruto es inferior a 1.000 pm, de manera preferente, inferior a 500 pm.

En una realización, el contenido de celulosa, es decir, el contenido de glucano, de la lignina en bruto (1) es del 3 % al 70 % en peso, de manera preferente, del 5 % al 60 % en peso y, de manera más preferente, del 10 % al 60 % en peso, analizado como glucosa.

En una realización, las partículas de lignocelulosa están en forma de barras de fibra en la lignina en bruto. En una realización, el tamaño de partícula promedio en peso de la partícula de lignocelulosa es inferior a 1.000 pm, en una realización, inferior a 500 µm y, en una realización, inferior a 300 µm.

La lignina en bruto se ha procesado mediante un tratamiento enzimático y/o un tratamiento con líquido

iónico (24). En una realización, la lignina en bruto se ha procesado mediante el tratamiento enzimático y/o el tratamiento con líquido iónico después de la hidrólisis (21), en la que se ha formado la lignina en bruto a partir del material de partida (20).

- 5 En una realización, la lignina en bruto se ha procesado mediante el tratamiento enzimático (24). En una realización, el tratamiento enzimático es una hidrólisis enzimática. En una realización, la lignina en bruto se ha formado a partir del material de partida y se ha procesado mediante la hidrólisis enzimática.

- 10 En una realización, la lignina en bruto (1) se trata mediante deshidratación, lavado, filtración y/o centrifugación, como mínimo, en una etapa de lavado y separación (2) antes de la liberación de lignina (3). De manera preferente, la lignina en bruto (1) se lava y se separan los carbohidratos solubles antes de la liberación de lignina (3). De manera preferente, los carbohidratos solubles, tales como los carbohidratos C₆ solubles, (14) pueden separarse de la lignina en bruto durante la etapa de lavado y separación (2). En una realización, el aparato comprende, como mínimo, un dispositivo, por ejemplo, un filtro o centrífuga, para tratar la lignina en bruto (1) mediante deshidratación, lavado, filtración y/o centrifugación, como mínimo, en una etapa de lavado y separación (2) antes de la liberación de lignina (3).

- 15 En una realización, la lignina en bruto (1) se trata mediante liberación en presencia de ácido. En una realización, la lignina en bruto (1) se trata mediante liberación sin ácido. En una realización, la lignina en bruto (1) se libera mediante un tratamiento térmico, tal como tratamiento hidrotérmico, en la etapa de liberación de lignina (3). En una realización, la lignina en bruto se libera mediante una autohidrólisis. En una realización, la lignina en bruto se libera mediante una hidrólisis ácida diluida. En una realización, la lignina en bruto se libera en dos etapas. En una realización, una etapa se realiza sin ácido y otra etapa con ácido. En una realización, el reactor de liberación (3) es un digestor. En una realización, el reactor de liberación (3) es un digestor revestido de vidrio, por ejemplo, un digestor discontinuo revestido de vidrio o un digestor continuo estándar. En una realización, el reactor de liberación (3) es un reactor de tubería continua con un tiempo de retención corto y que implica una liberación repentina de presión después de la fase del reactor. En una realización, el reactor de liberación (3) es un reactor de percolación o flujo continuo.

- 20 En una realización, la temperatura es de 130 °C a 400 °C durante la liberación de lignina (3). En una realización, la temperatura es, como mínimo, de 170 °C durante la liberación de lignina (3). En una realización, la temperatura es de 170 °C a 240 °C durante la liberación de lignina (3). En la liberación, la lignina libre se libera de la lignina en bruto y se forman dos fases sólidas, lignocelulosa y partículas de lignina libre. En una realización, cuando la lignina en bruto se trata mediante liberación, se logra un efecto de explosión de vapor durante la liberación de lignina para ayudar a la formación de las partículas de lignina libre y para disminuir el tamaño de las partículas de lignocelulosa. La liberación de lignina más eficaz se consigue mediante un tiempo de retención corto a alta temperatura, es decir, para producir el llamado efecto "flash" para liberar lignina. Las propiedades de la lignina en bruto, las propiedades objetivo para la fracción de lignina y lignocelulosa purificada, así como los valores económicos y ecológicos, establecen las condiciones óptimas del proceso.

- 30 En una realización, se añade agua antes de la liberación de lignina (3). La temperatura del agua puede ser de aproximadamente 20 °C a 100 °C.

- 35 En una realización, el aparato comprende, como mínimo, dos reactores de liberación paralelos (3) para liberar lignina de la lignina en bruto (1). De manera preferente, los reactores paralelos facilitan el proceso continuo. En una realización, el aparato comprende, como mínimo, dos reactores de liberación secuenciales (3) para liberar lignina de la lignina en bruto (1).

- 40 En una realización, la severidad del tratamiento de liberación es entre la hidrólisis estándar de hemicelulosa (C₅) y celulosa (C₆), de manera que la severidad más baja posible libera la lignina. La severidad combinada (CS) ajustada con el pH o el índice de severidad (SI) habituales están entre 1,5 y 2,5 (definido por una ecuación presentada a continuación), en la que t es tiempo en minutos y T es temperatura en grados Celsius.

$$\log (CS) = \log \left[t \exp \left(\frac{T-100}{14,75} \right) \right] - pH$$

- 45 La baja severidad es ventajosa a efectos de disolver el menor porcentaje posible de celulosa, ya que esto mejora el rendimiento de carbohidratos C₆ en un proceso enzimático. Las ventajas adicionales son la conservación de la reactividad natural de la lignina y una mayor selectividad del tratamiento de liberación que conduce a una solución de azúcar más limpia.

- 50 En una realización, por debajo del 70 %, de manera preferente, por debajo del 60 %, de manera más preferente, por debajo del 50 % y, de la manera más preferente, por debajo del 40 %, de glucano se disuelve durante la liberación de lignina (3).

La figura 3a presenta una realización de la lignina en bruto antes de la liberación de lignina y la figura 3b presenta

una realización de la lignina en bruto después de la liberación de lignina. Las formas redondas más oscuras en la figura 3b son partículas de lignina liberadas y el material de color más claro es lignocelulosa.

5 En una realización, el licor de cocción de la liberación de lignina se puede retirar durante o después de la liberación de lignina. Los carbohidratos solubles del licor de cocción pueden recuperarse. De manera alternativa, el licor de cocción se puede suministrar a una planta de tratamiento de aguas residuales como tal o después de un tratamiento posterior.

10 En una realización, se añade carbonato antes de la liberación de lignina. En una realización, se añade carbonato durante la liberación de lignina. En una realización, el carbonato está en forma de carbonato de sodio, bicarbonato de sodio, dióxido de carbono, otro carbonato adecuado o sus derivados o sus combinaciones. El tamaño de partícula de lignina se puede aumentar mediante la adición de carbonato. Cuando se genera CO₂ durante la etapa de liberación, las partículas de lignina ablandadas se hinchan debido al gas que se expande dentro de los poros. A continuación, las partículas de lignina con un tamaño de partícula aumentado pueden separarse más fácilmente de la lignina en bruto.

15 En una realización, la lignina en bruto tratada (4) se enfría después de la liberación de lignina (3).

20 En una realización, la lignina en bruto tratada (4) se lava después de la liberación de lignina (3).

En una realización, la fracción de lignina (6) se separa en una o más etapas de separación (5), después de la etapa de liberación de lignina (3). En una realización, la fracción de lignocelulosa (7) se separa en una o más etapas de separación (5). En una realización, la separación se lleva a cabo mediante una separación mecánica. En una realización, se selecciona un procedimiento de separación del grupo que consiste en fuerzas centrífugas, sedimentación, elutriación, filtración, flotación, tamizado y sus combinaciones. En una realización, la separación se realiza mediante fuerzas centrífugas. En una realización, la separación se realiza mediante sedimentación. En una realización, la separación se realiza mediante elutriación. En una realización, la separación se realiza mediante filtración. En una realización, la separación se realiza mediante flotación. En una realización, la separación se realiza mediante tamizado. En una realización, cada etapa de separación se realiza mediante procedimientos similares. De manera alternativa, cada etapa de separación se realiza mediante diferentes procedimientos. En una realización, la fracción de lignina (6) se separa de la lignina en bruto tratada (4), de manera que la lignina en bruto restante es la fracción de lignocelulosa (7). En una realización, la fracción de lignocelulosa (7) se separa de la lignina en bruto tratada (4), de manera que la lignina en bruto restante es la fracción de lignina (6). De manera preferente, la fracción de lignina (6) es la lignina purificada.

35 En una realización, el aparato comprende, como mínimo, un dispositivo de separación (5) para separar la fracción de lignina (6) de la lignina en bruto tratada (4) y, de manera preferente, para purificar la fracción de lignina (6). En una realización, el aparato comprende, como mínimo, dos dispositivos de separación (5). En una realización, el dispositivo de separación se basa en fuerzas centrífugas, sedimentación, elutriación, filtración, flotación, tamizado o sus combinaciones. El dispositivo de separación puede ser un reactor, un recipiente, un tanque, un tambor, un ciclón, un filtro, una columna, una celda, un cuenco, un espesante o similares. En una realización, como mínimo, una etapa de separación para separar la fracción de lignina se realiza mediante fuerzas centrífugas, por ejemplo, mediante una centrífuga de cesta o una centrífuga decantadora, tal como una centrífuga de tambor macizo, o flotación, por ejemplo, mediante flotación por espuma o por flotación en columna.

45 En una realización, la separación de la fracción de lignina (6) se lleva a cabo en una o más etapas de separación. En una realización, la separación se lleva a cabo en una etapa de separación. En una realización, la separación se lleva a cabo en más de una etapa de separación. En una realización, la separación se lleva a cabo en tres etapas de separación. En una realización, el dispositivo de separación (5) comprende una o más etapas de separación. En una realización, la etapa de separación comprende uno o más dispositivos de separación. En una realización, la fracción de lignina (6) se separa en la última etapa de separación. En una realización, la fracción de lignina (6) se separa entre dos etapas de separación. En una realización, la fracción de lignina (6) se separa en la primera etapa de separación. En una realización, la fracción de lignina (6) se separa en la primera etapa de separación y, después de esto, la fracción de lignina se purifica en las etapas de separación posteriores. En una realización, la fracción de lignina (6) se separa en cada etapa de separación. En una realización, la fracción de lignocelulosa (7) se separa en la primera etapa de separación. En una realización, la fracción de lignocelulosa (7) se separa en más de una etapa de separación. En una realización, la fracción de lignocelulosa (7) se separa en cada etapa de separación. En una realización, como mínimo, un flujo de lignocelulosa separado se hace circular a una etapa deseada de la separación.

60 En una realización, la fracción de lignina (6) se purifica, adicionalmente, mediante tamizado, de manera preferente, mediante un tamiz vibratorio, para eliminar el residuo carbonoso y los productos de descomposición del azúcar.

La separación puede llevarse a cabo en un amplio intervalo de temperaturas, por ejemplo, a temperaturas entre 0 °C y 100 °C. Una temperatura más elevada, en general, ayuda a la separación debido a una menor viscosidad. En general, se utiliza una temperatura de proceso cercana a la natural para evitar el calentamiento o enfriamiento.

En una realización, se añade una sustancia química estabilizante (8) a la lignina en bruto tratada (4) en relación con la etapa de separación (5). En una realización, la sustancia química estabilizante (8) se añade a la lignina en bruto tratada (4) antes de la etapa de separación (5). En una realización, la sustancia química estabilizante (8) se añade a la lignina en bruto tratada (4) durante la etapa de separación (5). En una realización, el aparato comprende, como

5 mínimo, un dispositivo de alimentación para añadir una sustancia química estabilizante (8) a la lignina en bruto tratada (4).

La sustancia química estabilizante (8) se añade en la lignina en bruto tratada (4), como mínimo, en una etapa. En una realización, la sustancia química estabilizante (8) se añade a la lignina en bruto tratada (4) en una etapa. En una

10 realización, la sustancia química estabilizante (8) se añade a la lignina en bruto tratada en más de una etapa. En una realización, la sustancia química estabilizante (8) se añade a la lignina en bruto tratada en relación con cada etapa de separación. En una realización, la sustancia química estabilizante (8) se añade a la lignina en bruto tratada en la primera etapa de separación y/o, como mínimo, en una etapa de separación posterior. De manera preferente, se realizan la estabilización química y la separación mecánica.

En una realización, la sustancia química estabilizante se añade a la lignina en bruto tratada y la lignina en bruto se mezcla, de manera preferente, mediante mezcla de alto cizallamiento. La mezcla de alto cizallamiento es beneficiosa para facilitar la adsorción de sustancias químicas en las superficies. La sustancia química estabilizante se adsorbe predominantemente sobre partículas de lignocelulosa.

En una realización, la sustancia química estabilizante (8) es un polisacárido como tal o un polisacárido modificado. En este contexto, la sustancia química estabilizante es, normalmente, una sustancia química hidrófila. En una realización, la sustancia química estabilizante se selecciona del grupo que consiste en carboximetilcelulosa (CMC), celulosa polianiónica (PAC), otros derivados de celulosa, por ejemplo,

25 etilhidroxietilcelulosa y metilcelulosa, goma guar, tal como goma guar nativa o goma guar modificada, almidón nativo, almidón modificado, pectina, glucógeno, callosa, crisolaminarina, hemicelulosa nativa, hemicelulosa modificada, xilano, manano, galactomanano, galactoglucomanano (GGM), arabinoxilano, glucuronoxilano y xiloglucano, fucoidano, dextrano, alginato, otro polisacárido y sus combinaciones. Dicha sustancia química estabilizante puede estar en forma nativa o en forma modificada. En una realización, la sustancia química estabilizante es la carboximetilcelulosa (CMC). En una realización, la sustancia química estabilizante es goma guar. De manera preferente, la función de la sustancia química estabilizante es mantener las partículas de lignocelulosa suspendidas estables a través de la interacción química. Por lo tanto, las partículas de lignocelulosa tratadas permanecen en suspensión mientras que las partículas de lignina libre se separan de la suspensión.

En una realización, el agua de lavado (9), por ejemplo, a una temperatura entre 20 °C y 70 °C, se puede añadir al dispositivo de separación (5), de manera preferente, en la última etapa de separación, para el lavado de la fracción de lignina (6). De manera alternativa, la fracción de lignina (6) se lava después de la separación (5). En una realización, la fracción de lignina se lava mediante un lavado por desplazamiento. La lignina purificada se puede neutralizar fácilmente en la etapa de lavado sin afectar negativamente al rendimiento de deshidratación. En este

40 contexto, el agua de lavado significa cualquier líquido de lavado o agua de lavado. El agua de lavado puede ser agua de lavado fresca o agua de lavado reciclada. El agua de lavado puede ser agua en bruto limpiada física y/o químicamente, así como una corriente lateral limpia del proceso de biorrefinería, por ejemplo, un condensado de la evaporación de azúcar. El proceso de separación no requiere agua ultralimpia, por ejemplo, que se puede obtener mediante intercambio iónico, destilación u ósmosis inversa.

En una realización, la fracción de lignina (6) está en forma de suspensión, sólido, sedimento, lodo, torta o similar después de la etapa de separación. La fracción de lignina (6) puede contener también otros componentes o agentes además de las partículas de lignina. De manera preferente, la fracción de lignina contiene lignina libre. En una

50 realización, la fracción de lignina contiene más del 80 %, de manera preferente, más del 85 %, de manera más preferente, más del 90 %, de la manera más preferente, más del 95 %, de lignina y menos del 20 %, de manera preferente, menos del 15 %, de manera más preferente, menos del 10 %, de la manera más preferente, menos del 5 %, de glucano. El contenido de lignina se especifica como una combinación de lignina insoluble en ácido y soluble en ácido.

En una realización, la fracción de lignina (6) se trata después de la separación mediante deshidratación de la fracción de lignina, como mínimo, en una etapa de deshidratación (10), que se puede seleccionar entre los procedimientos de separación descritos anteriormente u otros procedimientos adecuados. En una realización, la deshidratación se lleva a cabo en la etapa de separación. En una realización, la fracción de lignina (6) se trata mediante deshidratación, como mínimo, en una etapa de filtración, por ejemplo, mediante un filtro de presión o filtro

60 de vacío. En una realización, la fracción de lignina (6) se trata mediante deshidratación, como mínimo, en una etapa de separación de limpieza. En una realización, la fracción de lignina se trata en la etapa de separación de limpieza mediante limpieza centrífuga, por ejemplo, mediante hidrociclón, sedimentación, por ejemplo, mediante espesante, elutriación, agregación, flotación, floculación y/o tamizado. En una realización, la fracción de lignina (6) se trata mediante molienda.

En una realización, el aparato comprende, como mínimo, un dispositivo de filtración, por ejemplo, un filtro de presión

o filtro de vacío, para filtrar y purificar la fracción de lignina (6). En una realización, el aparato comprende, como mínimo, un dispositivo de deshidratación para deshidratar la fracción de lignina (6).

5 La deshidratación de la lignina se puede mejorar mediante la presente invención. La extracción de las partículas de lignocelulosa mejora claramente la deshidratación de la lignina, puesto de manifiesto por una mayor tasa de filtración y/o un mayor contenido de sólidos. El mayor contenido de sólidos significa que la lignina es más adecuada para aplicaciones posteriores como tal y se necesita menos energía en el secado.

10 En una realización, como mínimo, una parte de la fracción de lignocelulosa (7), que incluye partículas de lignocelulosa, se hace circular de regreso al tratamiento enzimático, tal como la hidrólisis enzimática, y/o al tratamiento con líquido iónico. En una realización, como mínimo, una parte de la fracción de lignocelulosa (7) se hace circular desde la etapa de separación (5) al tratamiento enzimático, tal como la hidrólisis enzimática, y/o al
15 tratamiento con líquido iónico. En una realización, como mínimo, una parte de la fracción de lignocelulosa (7) se hace circular a una etapa antes de la etapa de tratamiento (24), de manera preferente, antes del tratamiento enzimático o del tratamiento con líquido iónico. En una realización, la fracción de lignocelulosa (7) se hace circular a una etapa entre el proceso de hidrólisis (21) y la etapa de tratamiento (24). En una realización, la fracción de lignocelulosa (7) se hace circular a un tanque de resuspensión (23) que está dispuesto antes de la etapa de tratamiento (24). De manera alternativa, como mínimo, una parte de la fracción de lignocelulosa (7) se puede hacer circular a un proceso de hidrólisis separado. En una realización, el aparato comprende un medio de circulación para hacer circular la fracción de lignocelulosa (7). En una realización, se utiliza un sistema de alimentación para hacer circular la fracción de lignocelulosa (7) desde el dispositivo de separación (5) al tratamiento enzimático, tal como la hidrólisis enzimática, y/o al tratamiento con líquido iónico.

20 De manera preferente, en el caso del proceso enzimático, la materia prima, por ejemplo, material de madera, puede utilizarse de manera más eficaz en el proceso cuando la fracción de la lignocelulosa (7) se recircula al tratamiento enzimático, tal como la hidrólisis enzimática.

30 Cuando se hace circular la fracción de lignocelulosa (7), la conversión puede reducirse en el tratamiento enzimático o el tratamiento con líquido iónico. En una realización, la conversión se reduce, como mínimo, en un 10 % o, como mínimo, en un 20%, del nivel de conversión óptimo previo. Se elige una dosis de enzima para lograr la conversión deseada de glucano a glucosa en el tratamiento enzimático. Una conversión más baja permite una disminución de la dosis de enzima. Las propiedades de la fracción de lignocelulosa circulada, en especial el tamaño de partícula pequeño, el bajo contenido de hemicelulosa y el bajo contenido de lignina, potencialmente disminuyen adicionalmente la dosis de enzima. En una realización, la consistencia de la alimentación se puede incrementar en el
35 tratamiento enzimático. Esto compensa una concentración de azúcar más baja y un mayor volumen de los tanques de tratamiento enzimático, tales como los tanques de hidrólisis enzimática, cuando se aplica la conversión más baja. La mayor consistencia de la alimentación se ve facilitada por una menor viscosidad de la mezcla de material de partida pretratado y lignocelulosa en comparación con el material de partida pretratado solo. En el proceso convencional, una conversión más baja daría lugar a una caída equivalente en el rendimiento de azúcares C₆, pero
40 cuando la fracción de lignocelulosa recuperada se hace circular a la hidrólisis enzimática, el rendimiento combinado de C₆ es habitualmente mayor que en un caso de referencia con un nivel de conversión normal.

45 La fracción de lignocelulosa (7) puede contener también otros componentes o agentes además de los carbohidratos, tales como glucano. En una realización, la fracción de lignocelulosa (7) está en forma de suspensión. Esta suspensión contiene líquido, tal como agua. En una realización, la fracción de lignocelulosa (7) contiene del 40 % al 90 %, de manera preferente, del 50 % al 90 %, de manera más preferente, de aproximadamente el 60 % al 90 %, de glucano y del 10 % al 60 %, de manera preferente, del 10 % al 50 %, de manera más preferente, aproximadamente del 10 % al 40 %, de lignina, después de la etapa de separación (5).

50 En una realización, la fracción de lignocelulosa (7) se deshidrata, por ejemplo, mediante filtración, después de la separación (5).

55 En una realización, la fracción de lignocelulosa (7) se diluye para formar una fracción de lignocelulosa diluida (13) después de la etapa de separación (5). En una realización, el líquido en la fracción de lignocelulosa reemplaza parcial o totalmente el agua fresca necesaria en la dilución del material de partida pretratado antes de la hidrólisis enzimática.

60 Según la presente invención, puede formarse una composición de lignina. La composición de lignina incluye la fracción de lignina que se ha formado mediante el procedimiento descrito en este contexto. La composición de lignina se puede utilizar como componente en la fabricación de un producto, tal como un producto final, seleccionado del grupo que consiste en carbón activado, fibra de carbono, material compuesto de lignina, material aglutinante, polímeros, resinas, componente fenólico, agente de dispersión, pienso, alimento o sus combinaciones. En una realización, la composición de lignina se utiliza como adsorbente para aceite, composición de hidrocarburos o metales pesados. En una realización, la composición de lignina se utiliza como material combustible en la
65 producción de energía.

En una realización, puede formarse una composición de lignocelulosa. La composición de lignocelulosa incluye la fracción de lignocelulosa que se ha formado mediante el procedimiento descrito en este contexto. La composición de lignocelulosa puede utilizarse como componente en la fabricación de un producto seleccionado del grupo que consiste en materiales compuestos, materiales compuestos de madera, materiales compuestos de lignina-madera, materiales compuestos de madera-plástico que comprenden materiales compuestos formados de plástico, polímeros sintéticos, biopolímeros, caucho o sus combinaciones junto con madera, resinas, de manera preferente, como agente de carga en resinas, materiales a base de madera, agentes de carga a base de madera, materiales de construcción, tableros de construcción, tableros encolados y/u otros tableros a base de madera, tal como un tablero de partículas, un tablero de fibras orientadas, un tablero de virutas, un "intrallam", un "gluelam", un tablero duro, un tablero corrugado, un tablero de láminas, un tablero de fibras, una madera contrachapada, un material aislante, un material de embalaje, un material de barrera o un material de espuma. En una realización, la composición de lignocelulosa se utiliza como material combustible en la producción de energía. En una realización, la composición de lignocelulosa se utiliza como materia prima en la producción de celulosa microcristalina, celulosa nanocristalina o celulosa nanofibrilada. Un índice de cristalinidad elevado y un tamaño de partícula pequeño promueven la utilización de la lignocelulosa en la producción de celulosa microcristalina o celulosa nanocristalina.

En la presente invención, la separación de la fracción de lignina puede optimizarse. El procedimiento, según la presente invención, proporciona la fracción de lignina y la composición de lignina con buena calidad. En especial, se puede mejorar la pureza de la fracción de lignina. Al mejorar la purificación de la lignina y aumentar el contenido de sólidos secos en la fracción de lignina, se pueden entonces proporcionar mejores propiedades del producto final. Además, la fracción de lignocelulosa se puede recuperar. Gracias a la presente invención, se puede reducir la utilización de materias primas y enzimas. La presente invención proporciona una forma factible de reducir la conversión en el tratamiento enzimático, tal como en la hidrólisis enzimática (EH), sin tener un impacto negativo en el rendimiento del azúcar, la concentración de azúcar o el tamaño de los tanques de hidrólisis enzimática. Además, el rendimiento de azúcares C₆ se puede mejorar en el proceso.

Gracias a la presente invención, se consigue, de manera preferente, una mejor capacidad de filtración. Además, gracias a la presente invención, el valor calorífico de la composición de lignina se puede aumentar, de manera que el valor calorífico sin secado pueda mejorar, como mínimo, en un 50 %.

La presente invención da a conocer una manera aplicable industrialmente, sencilla y asequible para preparar la composición a base de lignina purificada y también la composición a base de lignocelulosa. El procedimiento, según la presente invención, es fácil y sencillo de realizar como un proceso de producción. El procedimiento, según la presente invención, es adecuado para su utilización en la fabricación de los diferentes productos a base de lignina y lignocelulosa y productos finales a partir de diferentes materiales de partida. De manera preferente, la lignina en bruto se purifica separando las partículas de lignocelulosa. Además, la composición de lignina se puede utilizar como fuente de energía.

EJEMPLOS

La presente invención se describe en más detalle mediante los siguientes ejemplos con referencia a los dibujos adjuntos.

Ejemplo 1

En este ejemplo se forma una fracción de lignina (6) según un proceso de la figura 1.

El material de partida pretratado se forma a partir de material de partida (20), tal como biomasa, mediante, por ejemplo, hemihidrólisis (21). El material de partida pretratado formado (22) se procesa en una etapa de tratamiento (24), que es un tratamiento enzimático, tal como una hidrólisis enzimática, o un tratamiento con líquido iónico, para formar la lignina en bruto (1).

La lignina en bruto (1) se alimenta mediante un primer dispositivo de alimentación a un reactor de liberación (3), por ejemplo, a un digestor, de manera preferente, basado en autohidrólisis o hidrólisis ácida diluida, para el tratamiento de la lignina en bruto mediante liberación. Se puede añadir agua al reactor de liberación (3).

La lignina en bruto tratada (4) se alimenta mediante un segundo dispositivo de alimentación desde el reactor de liberación (3) al dispositivo de separación (5) para separar una fracción de lignina (6). Se puede añadir carboximetilcelulosa (8) como una sustancia química estabilizante a la lignina en bruto durante la separación. De manera preferente, la separación se lleva a cabo en más de una etapa de separación. Se recupera la fracción de lignina (6) del dispositivo de separación (5). También se separa una fracción de lignocelulosa (7). La fracción de lignocelulosa (7) se puede hacer circular de regreso al tratamiento enzimático, tal como una hidrólisis enzimática, o al tratamiento con líquido iónico.

Ejemplo 2

En este ejemplo se forma una fracción de lignina (6) según un proceso de la figura 2.

El material de partida pretratado se forma a partir de material de partida (20), tal como biomasa, mediante, por ejemplo, hemihidrólisis (21). El material de partida pretratado formado (22) se alimenta, a través de un tanque de resuspensión (23), a una etapa de tratamiento (24), que es un tratamiento enzimático, tal como una hidrólisis enzimática, o un tratamiento con líquido iónico. El material de partida pretratado (22) se procesa en la etapa de tratamiento (24) para formar la lignina en bruto (1).

La lignina en bruto (1) se filtra en un dispositivo de filtración (2), en el que se pueden retirar los carbohidratos solubles (14). De manera opcional, la lignina en bruto se puede lavar con agua durante o después de la filtración, de manera preferente, utilizando un lavado por desplazamiento. Después de esto, la lignina en bruto (1) se alimenta mediante un primer dispositivo de alimentación a un reactor de liberación (3), por ejemplo, a un digestor, de manera preferente, basado en autohidrólisis o hidrólisis ácida diluida, para tratar la lignina en bruto mediante liberación. De manera preferente, el aparato comprende una etapa de explosión de vapor al final. Se puede añadir agua al reactor de liberación. La fase líquida que contiene los carbohidratos solubilizados (15) puede separarse durante o después de la liberación. De manera preferente, la lignina en bruto tratada (4) se lava después de la liberación de lignina.

La lignina en bruto tratada (4) se alimenta mediante un segundo dispositivo de alimentación desde el reactor de liberación (3) a la etapa de lavado opcional y adicionalmente al dispositivo de separación (5) para separar una fracción de lignina (6). También se separa una fracción de lignocelulosa (7). La carboximetilcelulosa (8) se puede añadir como una sustancia química estabilizante a la lignina en bruto durante la separación. De manera preferente, la separación se lleva a cabo en más de una etapa de separación. Se puede añadir agua de lavado (9), por ejemplo, a una temperatura entre 20 y 60 °C, al dispositivo de separación (5), de manera preferente, en la última etapa de separación, para lavar la fracción de lignina (6). La fracción de lignina (6) del dispositivo de separación (5) se alimenta a la segunda unidad de filtración (10) para tratar adicionalmente la fracción de lignina (6), por ejemplo, mediante un filtro de presión. La fracción de lignina (6) se puede filtrar y purificar para formar una composición de lignina final (11).

La fracción de lignocelulosa (7) se hace circular de regreso al tratamiento enzimático, tal como la hidrólisis enzimática o el tratamiento con líquido iónico. La fracción de lignocelulosa (7) puede diluirse en una etapa de dilución (12) para formar una fracción de lignocelulosa diluida (13). La fracción de lignocelulosa diluida (13) se alimenta al tanque de resuspensión (23) y se hace circular a la etapa de tratamiento (24).

Ejemplo 3

En este ejemplo, se formaron fracciones de lignina y lignocelulosa.

La biomasa pretratada (PTB) se sometió a una hidrólisis enzimática con una enzima comercial utilizando una alimentación con el 16 % de TS (sólidos totales). Se eligió una dosis de enzima para conseguir una conversión de glucosa del 80 % después de un tiempo de hidrólisis de 48 horas. El material sólido residual, es decir, la lignina en bruto, se separó de los carbohidratos C₆ mediante una filtración a presión. La lignina en bruto se expuso a un tratamiento con ácido diluido en una etapa de liberación. La lignina en bruto se liberó en un digestor utilizando las siguientes condiciones: 20,9 % de TS, tiempo de 210 min, temperatura de 181 °C y dosis de ácido sulfúrico de 6 kg/t de PBS con TS. Después del tratamiento de liberación, la suspensión se enfrió en el reactor. Después de enfriar, el pH de la suspensión fue de 3,0.

Se utilizaron una filtración a presión y lavado por desplazamiento para separar el material soluble en agua de las partículas sólidas. Las partículas de lignina liberadas y las partículas de lignocelulosa residuales se separaron secuencialmente en cuatro etapas. La primera etapa (etapa más sucia) proporcionó una fracción de lignocelulosa y una fracción de lignina semipurificada. Las siguientes etapas (etapas de limpieza) se utilizaron para purificar adicionalmente la fracción de lignina. El procedimiento estándar consistía en hacer circular fracciones de lignocelulosa desde las etapas 2-4 aguas arriba hasta etapas óptimas en el proceso de separación. De manera opcional, puede haber una o varias etapas para purificar adicionalmente la fracción de lignocelulosa (etapas de depuración ("scavenger")). La lignina en bruto tratada se volvió a suspender para proporcionar una alimentación con el 7 % de TS para la etapa más sucia. Se añadieron 10 kg de CMC (carboximetilcelulosa)/t de TS y la temperatura fue de 55 °C. La suspensión se bombeó a través de una centrífuga decantadora GEA Westfalia UCD205 a una velocidad de alimentación de 23 kg/min utilizando una velocidad de tambor de 2.800 rpm. La fracción (pesada) de lignina separada se volvió a suspender de nuevo, se añadieron 3 kg de CMC/t de TS y la suspensión formada se procesó en la primera etapa de limpieza utilizando una centrífuga decantadora. Dos etapas de limpieza posteriores se basaron en la sedimentación. Se añadieron 1,5 kg de CMC/t de TS en la segunda etapa de limpieza, y la tercera etapa de limpieza se realizó sin CMC. El flujo inferior se recogió después de un tiempo de sedimentación de 2 horas en ambas etapas.

La lignina y los carbohidratos se analizaron utilizando los procedimientos TAPPI T-222 y T-UM 250. Los resultados se presentan en la tabla 1.

Tabla 1

Componente	Unidad	PTB	CL1	CL2	LC/SS1	L/SS4
Lignina insoluble en ácido	%	30,7	69,8	79,0	38,9	86,8
Lignina soluble en ácido	%	2,2	1,9	2,1	3,8	1,0
Glucosa	%	57,6	25,8	22,8	53,9	11,7
Xilosa	%	9,1	1,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
CL1 = lignina en bruto antes del digestor CL2 = lignina en bruto después del digestor LC/SS1 = fracción de lignocelulosa después de la etapa de separación 1 L/SS4 = fracción de lignina después de la etapa de separación 4						

El 15 % de glucano se hidrolizó (solubilizó) durante la etapa de liberación, lo que significa que el 85 % de glucano está disponible para la hidrólisis enzimática después del 100 % de recuperación en la etapa de separación. La fracción de lignina L/SS4 fue significativamente más limpia que la lignina en bruto después del digestor (CL2), lo que demuestra que la lignina se libera, como mínimo, de manera parcial, de la lignina en bruto durante la hidrólisis ácida diluida. La separación mecánica no puede purificar la lignina en bruto antes del digestor. Las partículas de biomasa grandes presentes en la PTB complicaron la purificación de la lignina, ya que las partículas de lignocelulosa más grandes tienden a derivar hacia la fracción pesada (fracción de lignina). Por esta razón, una inyección de aire caliente, por ejemplo, una explosión de vapor, después de la etapa de liberación es una opción preferente que proporciona una forma práctica de disminuir el tamaño de partícula. Unas condiciones más severas que conducen a un mayor grado de glucano hidrolizado contribuirían significativamente a la liberación de lignina y la consiguiente separación.

La hidrólisis enzimática a escala de laboratorio se llevó a cabo para la mezcla de PTB y lignocelulosa circulada LC/SS1 con una proporción 87:13 basándose en los sólidos totales. La referencia fue una hidrólisis enzimática similar con un material 100 % de PTB. Los resultados se presentan en la tabla 2.

Tabla 2

	REFERENCIA A	87:13 A	REFERENCIA B	87:13 B
Dosis de enzimas basándose en TS, %	3	3	4	4
Conversión después de 24 horas, %	59	58	64	71
Conversión después de 48 horas, %	68	73	79	78
Conversión después de 72 horas, %	69	72	78	82

Los resultados indican que la lignocelulosa reciclada (glucano) se convirtió en glucosa de manera tan eficaz como la PTB virgen.

Ejemplo 4

En este ejemplo, se demostró un efecto de una fracción de lignocelulosa circulada sobre la reología de la suspensión formada. En el experimento se utilizó la fracción de lignocelulosa separada del ejemplo 3. La biomasa pretratada (material PTB) se volvió a suspender con el material de lignocelulosa para proporcionar una suspensión que tenía el 16,8 % de sólidos totales (TS) y un contenido de sólidos insolubles en agua (WIS) del 16,5 %. La proporción de la PTB y la lignocelulosa circulada se ajustó a 70:30 basándose en los sólidos totales. La viscosidad de la suspensión fue de 306 mPas (Brookfield a 50 rpm). Como referencia, la misma biomasa pretratada (PTB) se volvió a suspender con agua limpia para proporcionar una suspensión que tenía el 16,8 % de sólidos totales (TS) y un contenido de sólidos insolubles en agua (WIS) del 16,5 %. La viscosidad de la suspensión fue de 1.876 mPas (Brookfield a 50 rpm). Este ejemplo demuestra que la mezcla de la lignocelulosa con la biomasa pretratada conduce a propiedades reológicas inesperadas. Esto aborda principalmente el efecto de la distribución de tamaño de partícula bipolar, pero también las propiedades de superficie alteradas pueden desempeñar un papel. Una viscosidad inferior permite la utilización de un mayor contenido de sólidos, por ejemplo, cuando la hidrólisis enzimática se realiza con una conversión baja, es decir, un bajo rendimiento de carbohidratos, lo que permite compensar de este modo la, de lo contrario, concentración de azúcar reducida y el mayor volumen del tanque. Incluso si no hay una ventaja en alcanzar un mayor contenido de sólidos, una viscosidad más baja facilita la utilización de una etapa de mezcla menos intensa.

El procedimiento, según la presente invención, es adecuado en diferentes realizaciones para ser utilizado para la formación de fracciones de lignina y fracciones de lignocelulosa a partir de los más diferentes tipos de lignina en bruto.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para formar una fracción de lignina a partir de lignina en bruto que se ha formado mediante el procesamiento mediante una etapa de tratamiento seleccionada entre tratamiento enzimático, tratamiento con líquido iónico y sus combinaciones, en el que el procedimiento comprende
 - tratar la lignina en bruto mediante una liberación de lignina, como mínimo, en una etapa de liberación de lignina en la que se trata la lignina en bruto, de manera que la lignina se libera mediante un tratamiento hidrotérmico o una hidrólisis ácida diluida, y
 - separar una fracción de lignina, como mínimo, en una etapa de separación sólido-sólido.
2. Procedimiento, según la reivindicación 1, en el que la temperatura es de 130-400 °C durante la liberación de lignina.
3. Procedimiento, según la reivindicación 1 o 2, en el que menos del 70 %, de manera preferente, menos del 60 %, de manera más preferente, menos del 50 % y, de la manera más preferente, menos del 40 %, de glucano se disuelve durante la liberación de lignina.
4. Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la lignina en bruto se trata mediante deshidratación, lavado, filtración y/o centrifugación, como mínimo, en una etapa de lavado y separación antes de la liberación de lignina.
5. Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que se separa una fracción de lignocelulosa, como mínimo, en una etapa de separación.
6. Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que se añade una sustancia química estabilizante a la lignina en bruto tratada en relación con la etapa de separación.
7. Procedimiento, según la reivindicación 6, en el que la sustancia química estabilizante es carboximetilcelulosa (CMC) o goma guar.
8. Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que, como mínimo, una parte de la fracción de lignocelulosa se hace circular desde la etapa de separación al tratamiento enzimático o al tratamiento con líquido iónico.
9. Aparato para formar una fracción de lignina (6) a partir de lignina en bruto (1) que se ha formado mediante procesamiento mediante una etapa de tratamiento (24) seleccionada entre tratamiento enzimático, tratamiento con líquido iónico y sus combinaciones, en el que el aparato comprende
 - como mínimo, un reactor de liberación (3) para tratar la lignina en bruto (1) mediante una liberación de lignina,
 - como mínimo, un dispositivo de separación sólido-sólido (5) para separar la fracción de lignina (6), como mínimo, en una etapa de separación sólido-sólido,
 - como mínimo, un primer dispositivo de alimentación para alimentar la lignina en bruto (1) al reactor de liberación (3), y
 - como mínimo, un segundo dispositivo de alimentación para alimentar la lignina en bruto tratada (4) desde el reactor de liberación (3) al dispositivo de separación (5).
10. Aparato, según la reivindicación 9, en el que el aparato comprende, como mínimo, un dispositivo para tratar la lignina en bruto (1) mediante deshidratación, lavado, filtración y/o centrifugación, como mínimo, en una etapa de lavado y separación (2) antes de la liberación de lignina (3).
11. Aparato, según la reivindicación 9 o 10, en el que, como mínimo, un dispositivo de separación (5) está dispuesto para separar una fracción de lignocelulosa (7).
12. Aparato, según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, en el que el aparato comprende medios para hacer circular la fracción de lignocelulosa (7) desde el dispositivo de separación (5) al tratamiento enzimático o al tratamiento con líquido iónico (24).
13. Aparato, según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12, en el que el aparato comprende, como mínimo, un tercer dispositivo de alimentación para añadir una sustancia química estabilizante (8) a la lignina en bruto tratada (4).
14. Composición de lignina, en la que la composición de lignina se forma a partir de la fracción de lignina que se puede obtener mediante el procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8.
15. Utilización de la composición de lignina, según la reivindicación 14, en la que la composición de lignina se utiliza como componente en un producto seleccionado del grupo que comprende carbón activado, fibra de carbono, material compuesto de lignina, material aglutinante, polímeros, resinas, componente fenólico, agente de dispersión, pienso, alimento o su combinación, o como adsorbente para aceite, composición de hidrocarburos o metales pesados.

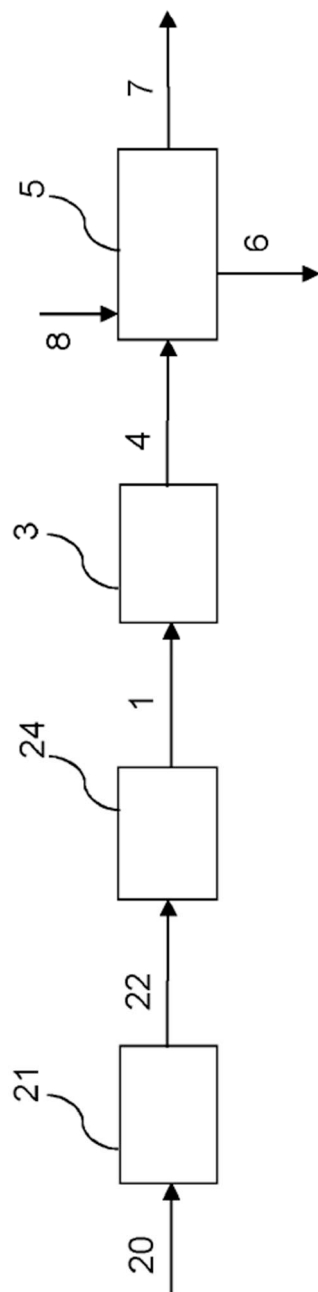


Fig. 1

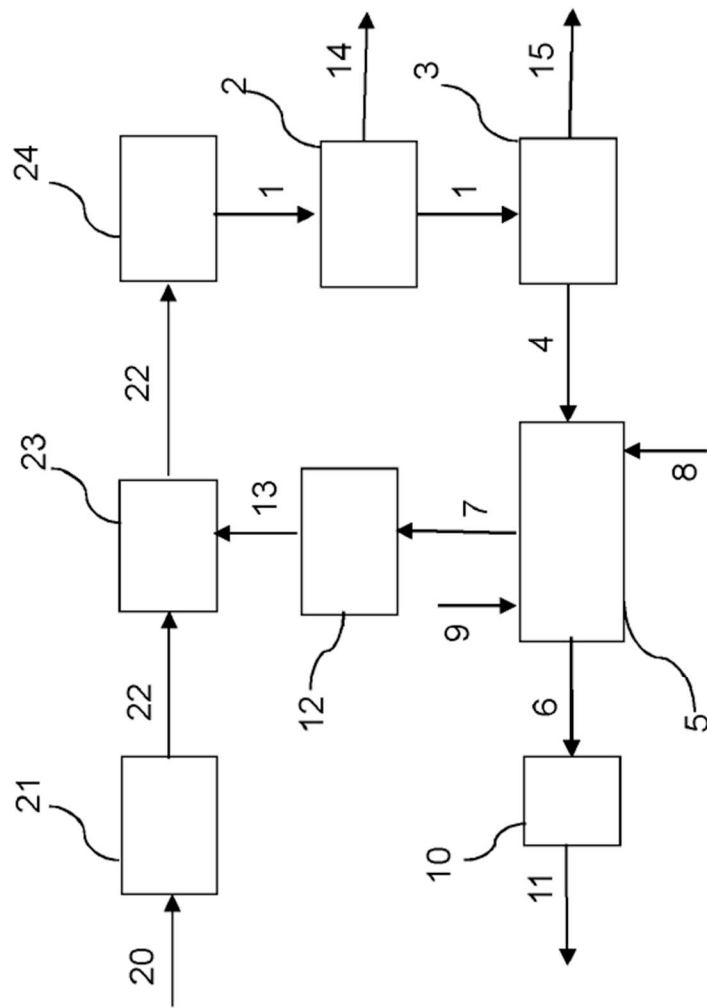


Fig. 2

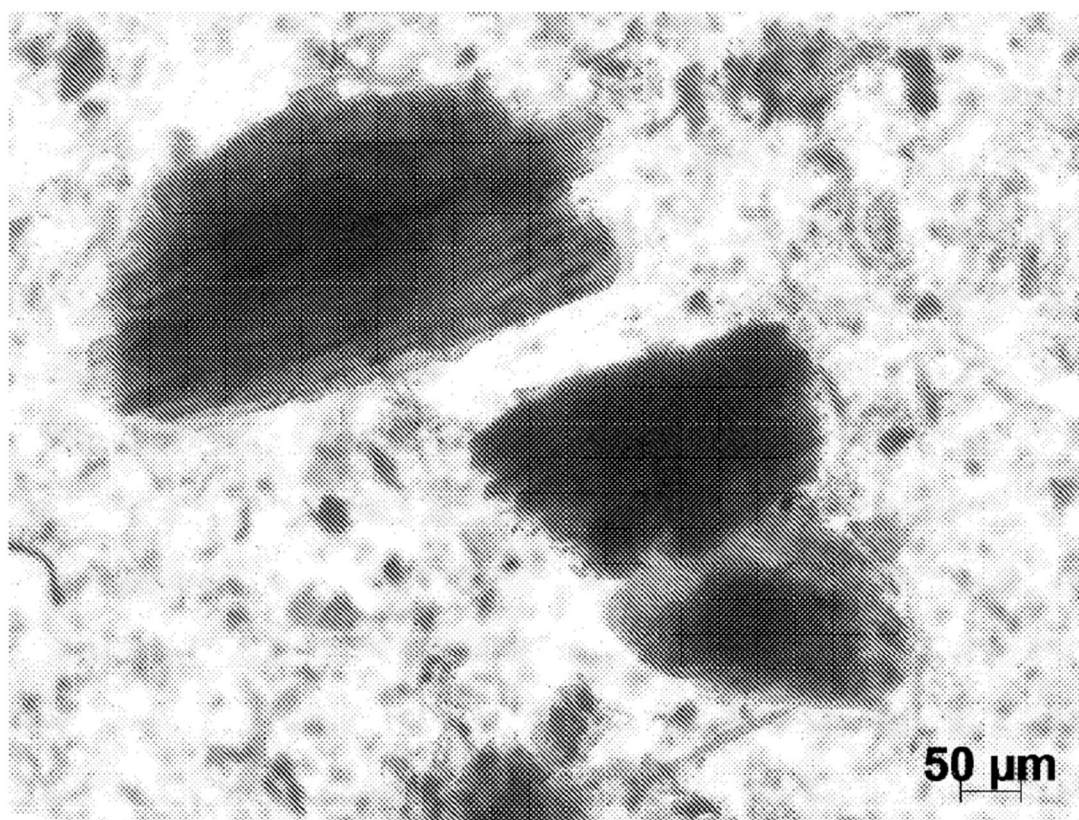


Fig. 3a

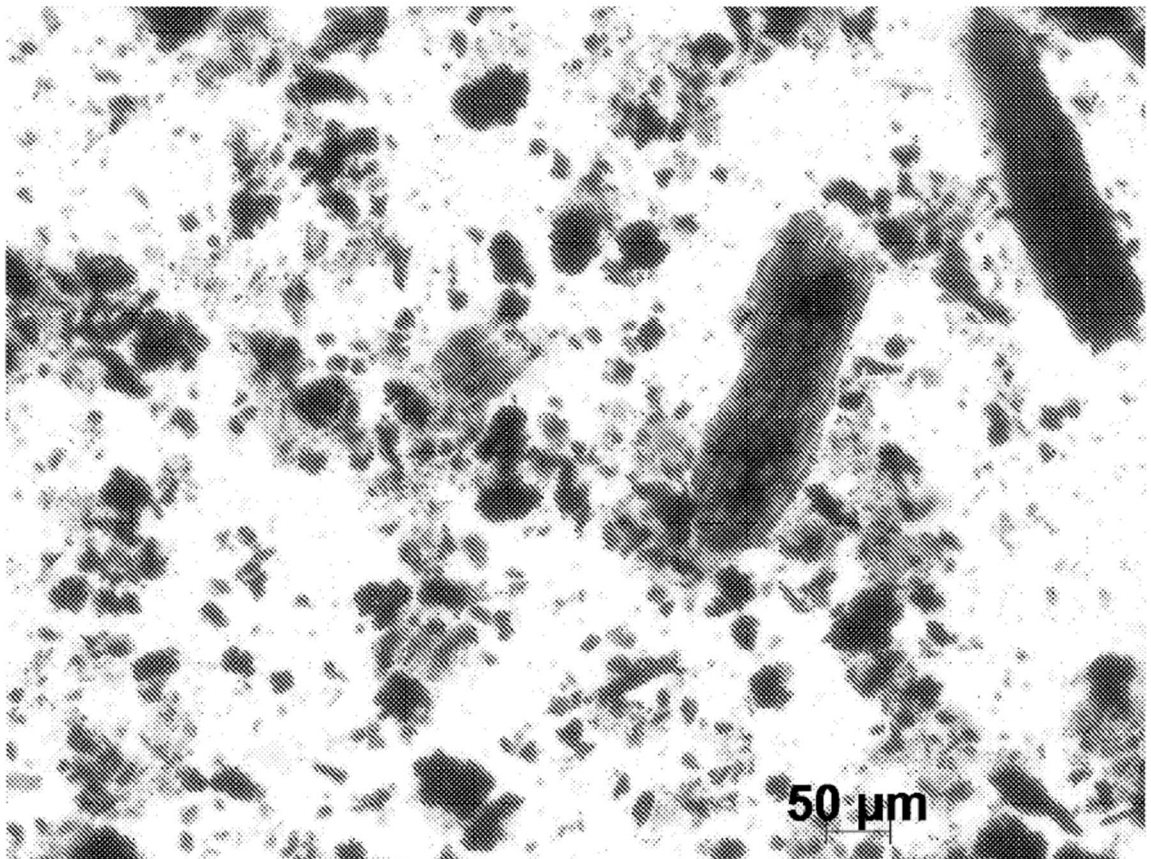


Fig. 3b

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

5 *Esta lista de referencias citada por el solicitante es únicamente para mayor comodidad del lector. No forman parte del documento de la Patente Europea. Incluso teniendo en cuenta que la compilación de las referencias se ha efectuado con gran cuidado, los errores u omisiones no pueden descartarse; la EPO se exime de toda responsabilidad al respecto.*

Documentos de patentes citados en la descripción

10

- WO 2014143657 A