

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 691 426**

51 Int. Cl.:

C08H 8/00	(2010.01)
B27K 5/00	(2006.01)
B27N 1/00	(2006.01)
B27N 3/02	(2006.01)
B27N 3/04	(2006.01)
C12N 1/04	(2006.01)
C12N 1/36	(2006.01)
C21C 5/00	(2006.01)
C12R 1/00	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.10.2013 PCT/EP2013/072304**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **01.05.2014 WO14064209**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.10.2013 E 13780362 (3)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.09.2018 EP 2912100**

54 Título: **Procedimiento para fabricar un material de madera**

30 Prioridad:

24.10.2012 DE 102012020842

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

27.11.2018

73 Titular/es:

**FRITZ EGGER GMBH & CO. OG (100.0%)
Weiberndorf 20
6380 St. Johann in Tirol, AT**

72 Inventor/es:

**KUNCINGER, THOMAS;
GRADINGER, CORNELIA y
STRATEV, DANIEL**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

Observaciones:

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

ES 2 691 426 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 para fabricar un material de madera

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para fabricar un material de madera, así como a un medio que contiene microorganismos para reducir el contenido de sustancia de extracto de madera, sustancias precursoras de VOC y/o VOC en un material a base de celulosa, en particular madera y/o un material de madera. La presente invención se refiere además a un material de madera para el uso de un medio que contiene microorganismos para reducir el contenido de sustancia de extracto de madera, sustancias precursoras de VOC y/o VOC en madera o en un material de madera.

10 En principio son conocidos los procedimientos, en los que se reduce el contenido de sustancia de extracto de madera y/o de compuestos orgánicos volátiles (en inglés: volatile organic compounds, VOC) o las sustancias precursoras de los mismos en materiales que contienen celulosa.

15 La sustancia de extracto de madera es una mezcla de diferentes sustancias componentes de la madera, que son solubles en agentes disolventes, en particular en agentes disolventes polares y/o apolares orgánicos y/o hidrosolubles, por ejemplo, en agua, alcohol, bencol, hexano, ciclohexano, éter y/o acetona. Las sustancias de extracto de madera, que normalmente representan aproximadamente un 3 % a 10 % del peso de la madera, contienen, por ejemplo, hidrocarburos de bajo peso molecular, terpenos, ácidos aromáticos y alifáticos, alcoholes, taninos, colorantes, proteínas, alcaloides y/o ligninas solubles. En particular, la sustancia de extracto de madera normalmente también contiene VOC y/o sustancias precursoras de VOC.

20 Las sustancias de extracto de madera pueden deteriorar sustancialmente las propiedades de los materiales que se emplean en la industria procesadora de madera, tales como, por ejemplo, las propiedades superficiales de la madera, así como su comportamiento de secado o de encolado. Por lo tanto, existe la necesidad de reducir la cantidad de materiales que contienen sustancia de extracto de madera en celulosa, tales como madera (en particular madera maciza) materiales de madera y sus productos de partida o productos intermedios.

25 Sin embargo, la presencia de sustancias de extracto de madera, y en particular de los VOC contenidos en ellas, también representa una desventaja por otras razones. Así, por ejemplo, bajo el efecto de calor, por ejemplo, en las etapas de secado, tal como se efectúan normalmente en la industria procesadora de madera, las sustancias precursoras de VOC, tales como las grasas saturadas o los ácidos de resina que normalmente existen en las sustancias de extracto de madera, se oxidan por inducción térmica, en donde se forman VOC. Adicionalmente, las sustancias de extracto de madera por naturaleza ya contienen numerosos VOC, tales como los que pertenecen a la clase de sustancias de los terpenos. La liberación de VOC, y en particular de aldehídos de cadena corta, en los materiales de madera frecuentemente resulta en la formación de un olor desagradable en el producto final.

30 Una de las causas principales de la formación de VOC en materiales que contienen celulosa es la descomposición oxidativa de las sustancias de extracto de madera. Otras fuentes de VOC pueden ser la descomposición térmica y/o química de lignina, hemicelulosa o celulosa y/o resinas. La liberación de VOC también se favorece adicionalmente por el aumento de tamaño de la superficie de las partículas durante el procesamiento de los productos que contienen celulosa.

35 Además de las emisiones de formaldehído causadas por parte de los agentes aglutinantes, las emisiones de VOC juegan un papel de creciente importancia en la evaluación de las cargas ambientales causadas por componentes y materiales que contienen celulosa. A este respecto, es problemática en particular la liberación de monoterpenos, sesquiterpenos, fenoles (en particular guayacol), así como alcoholes alifáticos de bajo peso molecular y/o aldehídos (en particular etanol y hexanal), que son emitidos por materiales que contienen celulosa. La emisión de VOC está sujeta a restricciones en creciente medida, debido a los posibles riesgos para la salud.

40 Por esta razón, en la industria procesadora de madera existe una gran necesidad de reducir las emisiones de VOC de los materiales y productos que contienen celulosa.

45 Se conoce una serie de procedimientos físico-químicos para la eliminación de sustancias de extracto de madera o para la reducción del contenido de VOC.

50 El documento EP 2 181 818 A2 describe, entre otras cosas, un procedimiento para producir materiales de fibras de madera con una emisión reducida de VOC mediante el empleo de una formulación que comprende por lo menos un compuesto para ajustar un valor pH neutro a básico y por lo menos un formador de complejo, y como componente adicional opcional, antioxidantes para la protección de las grasas contra la oxidación.

55 El documento WO 2006/039914 A1 describe el empleo de hidroxidos alcalinos (en particular NaOH) carbonatos alcalinos (en particular Na₂CO₃), sulfitos alcalinos (en particular Na₂SO₃), fosfatos alcalinos (en particular Na₃PO₄), mezclas de los compuestos mencionados, así como de gas amoníaco (NH₃) para reducir las emisiones de VOC de los materiales de madera, en particular de OSB.

El documento WO 2006/032267 A1 describe, entre otras cosas, el uso de compuestos alcalinos para producir OSB con emisiones reducidas a partir de maderas de coníferas ricas en grasas.

5 Por el documento WO 2009/021702 A1 se conoce un procedimiento de tratamiento para la reducción de la emisión de VOC y formaldehído en materiales de madera, en el que se emplea una mezcla de i) sal de sulfito de hidrógeno; ii) sal de sulfito; así como iii) eventualmente urea o derivados de urea y iv) eventualmente hidróxido alcalino, hidróxido de tierra alcalina o hidróxido de amonio.

10 Por el documento EP 1 852 231 A2 se conoce un procedimiento para fabricar materiales de madera con emisión reducida de VOC, en el que los VOC con un componente A, que puede ser, por ejemplo, fenol o resorcina, en presencia de un componente B, específicamente un ácido fuerte o un catalizador de Friedel-Crafts, se transforman en compuestos de mayor peso molecular que ya no son volátiles.

15 En tiempos recientes se han propuesto además diferentes procedimientos biotecnológicos, en particular mediante el uso de enzimas, para eliminar las sustancias de extracto de madera o para reducir el contenido de VOC. Comparado con los procedimientos físico-químicos arriba mencionados, los procedimientos enzimáticos presentan la ventaja que en general son sustancialmente más selectivos, proporcionan menos productos secundarios indeseables y normalmente se pueden efectuar bajo condiciones menos agresivas.

20 Sin embargo, una desventaja en los procedimientos enzimáticos es que la producción de enzimas depuradas es compleja y por ende costosa y generalmente solo presentan resultados óptimos bajo determinadas condiciones de reacción. Además, una desventaja en el uso de enzimas depuradas es que las mismas generalmente no resisten su empleo en un medio acuoso a temperatura ambiente o a temperaturas mayores, en donde su reutilización no es viable. Asimismo, en las enzimas empleadas para la reducción de VOC se ha observado que las mismas, debido a
25 su elevada especificidad de sustrato, solo llevan a la descomposición de determinadas especies de VOC, mientras que el contenido total de VOC no se reduce suficientemente.

En los procedimientos biotecnológicos conocidos en el estado de la técnica para la eliminación de sustancias de extracto de madera, normalmente se usan determinados microorganismos o determinadas enzimas producidas por
30 microorganismos.

Así, por ejemplo, se ensayaron mutantes albinóticos de sap stain fungi (principalmente *ophiostoma spp.*), que actualmente ya se encuentran disponibles comercialmente, así como algunos hongos de putrefacción blanca (white rot fungi) con relación a su capacidad de degradar compuestos lipófilos durante el almacenamiento (M.J. Martínez-
35 Inigo, et al., Time course of fungal removal of lipophilic extractives from eucalyptus globulus wood, Journal of Biotechnology 2000, 84, 119-126; M.J. Martínez-Inigo, et al., Biodegradability of extractives in sapwood and heartwood from scots pine by sapstain and white rot fungi, Holzforschung 1999, 53(3), 247-252; T.A. van Beek, et al., Fungal biotreatment of spruce wood with trametes versicolor for pitch control: Influence on extractive contents, pulping process parameters, paper quality and effluent toxicity, Bioresource Technology 2007, 98, 302-311).

40 Por el documento DE 10 2006 057 566 A1 se conoce un procedimiento para fabricar una materia prima con emisiones reducidas, que está formada por partículas de lignocelulosa o sus principales componentes químicos, o que contiene los mismos como componente. Se efectúa una reacción enzimáticamente catalizada, dado el caso, en presencia de agentes tensioactivos, en donde las sustancias relevantes para la generación de olores o emisiones de las partículas de materia prima se reticulan o se degradan. Mediante una deshidratación posterior de la suspensión,
45 se vuelven a remover los componentes de bajo peso molecular y las enzimas.

Por el documento EP 2 138 528 A1 se conoce un procedimiento para fabricar un material a base de celulosa, en particular de madera y/o de un material de madera, con un contenido reducido de sustancia de extracto de madera
50 y/u de VOC, en el que el material a base de celulosa se trata con un catalizador de oxidación, en particular con la enzima lacasa, para iniciar una reacción de oxidación autocatalítica.

Una desventaja en el uso de enzimas depuradas, tales como, por ejemplo, un sistema de mediador de lacasa, es que las mismas generalmente no oxidan tan solo la sustancia de extracto de madera, sino también la lignina. Así,
55 por ejemplo, los sistemas de mediador de lacasa también se emplean para el blanqueo de celulosa. Al emplearse, esta propiedad de los sistemas de mediador de lacasa puede llevar a reacciones de oxidación indeseables y perjudicar la estabilidad de los sustratos tratados.

Los procedimientos del estado de la técnica conocidos hasta ahora son insuficientes, en particular para reducir el
60 espectro total de VOC en los materiales de madera.

Por lo tanto, el objetivo de la presente invención consiste en proveer un procedimiento efectivo, económico y sostenible, con el que se pueda reducir el contenido de sustancia de extracto de madera, sustancias precursoras de
65 VOC y/o de VOC en un material a base de celulosa, en particular madera y/o un material de madera.

Este objetivo se logra de acuerdo con la reivindicación 1, por el que un producto de partida o un producto intermedio del material de madera se tratan con un medio que contiene microorganismos. También se desvela un material de

madera, un medio que contiene microorganismos para reducir el contenido de sustancia de extracto de madera, así como el uso de un medio que contiene microorganismos para reducir el contenido de sustancia de extracto de madera, sustancias precursoras de VOC y/o VOC en madera o en un material de madera de acuerdo con la reivindicación 19. Formas de realización ventajosas de la presente invención se indican en las reivindicaciones dependientes y, al igual que la idea general de la presente invención, se describen más detalladamente a continuación.

El procedimiento de acuerdo con la presente invención para fabricar un material de madera está caracterizado por que un producto de partida o un producto intermedio que contiene madera del material de madera se trata con un medio que contiene microorganismos.

Bajo "microorganismo" en el sentido de la presente invención, se ha de entender cualquier tipo de organismo vivo microscópicamente pequeño. A este respecto, microscópicamente pequeño significa que el organismo vivo individual ya no es visible a simple vista. Esto normalmente es el caso con organismos vivos individuales con diámetros de 100 µm y menos. El término "microorganismos", tal como se emplea aquí, abarca organismos tanto pro- como también eucarióticos, y además de los organismos unicelulares, tales como bacterias, levaduras, flagelados o cilióforos, también organismos multicelulares, tales como los rotíferos. A los microorganismos en el sentido de la presente invención pertenecen en particular los seleccionados entre el grupo formado por bacterias, arqueas, hongos, microalgas y protozoos.

Cuando en esta descripción se habla de "microorganismos" en plural, entonces esto se refiere a una pluralidad (por lo menos dos) de especies de microorganismos diferentes y no solamente a un gran número de organismos individuales de una especie de microorganismos.

Bajo el término "materiales de madera", en el sentido de la presente invención se han de entender los más diversos materiales que están hechos de madera o que contienen madera. Ejemplos de materiales de madera en el sentido de la presente invención son tableros de madera o piezas conformadas de madera, los que pueden ser materiales compuestos de partículas de madera individuales como también materiales de madera maciza. Resultados particularmente buenos se observaron en el procedimiento de acuerdo con la presente invención cuando el material de madera es un material compuesto de madera, que se produce mediante la trituración de materiales que contienen celulosa y/o el posterior ensamblaje de los elementos estructurales. Tales elementos estructurales pueden ser cualesquiera productos de trituración de materiales que contienen celulosa, tales como partículas de madera, en particular virutas de madera, hebras de madera, fibras de madera y/o chapas de madera. Los materiales de madera en el sentido de la presente invención son en particular los materiales a base de madera maciza, los materiales de chapa, los materiales de virutas, los materiales de fibras u otros materiales compuestos. A este respecto, el procedimiento de acuerdo con la presente invención es particularmente apropiado para la fabricación de materiales de madera prensados, en particular tableros de fibras o tableros OSB.

Dependiendo del material de madera, el producto de partida o el producto intermedio que contiene madera, y que en el procedimiento de acuerdo con la presente invención se trata con un medio que contiene microorganismos, puede ser diferente. Si el material de madera se produce por trituración de materiales que contienen celulosa y el posterior ensamblaje de elementos estructurales, entonces el producto de partida o el producto intermedio se puede seleccionar, por ejemplo, entre 1.) el material de partida que contiene celulosa; 2.) los elementos estructurales producidos por trituración, tales como partículas de madera, virutas de madera, hebras de madera, fibras de madera o chapas de madera; y 3.) el producto de madera casi acabado.

En principio, la velocidad de reacción del procedimiento de acuerdo con la presente invención es tanto mayor cuanto mayor sea la superficie del producto de partida o del producto intermedio del material de madera que se va a tratar. Como se sabe, la superficie aumenta a medida que disminuye el tamaño de partícula. Por lo tanto, en el procedimiento de acuerdo con la presente invención se alcanza una mayor velocidad de reacción, si el producto de partida o el producto intermedio del material de madera que se va a tratar presenta un pequeño tamaño de partícula.

Se logran resultados particularmente buenos, si el producto de partida o el producto intermedio del material de madera que se va a tratar son partículas de madera (en particular virutas de madera, hebras de madera o fibras de madera), cuyo diámetro máximo es de 2 cm, preferentemente de 1,5 cm o menos.

A diferencia de los procedimientos conocidos, sin embargo, el procedimiento de acuerdo con la presente invención no se limita al uso de materiales menudos, tales como virutas, hebras o fibras, como sustratos. Más bien, puede ser suficiente tratar solamente la superficie o tan solo una parte de la superficie del material que se va a tratar con un medio que contiene microorganismos, para lograr una reducción de los VOC o de las sustancias precursoras de VOC para el material en su totalidad.

De esta manera, en el sentido de la presente invención, también se puede tratar la superficie de un material de madera casi acabado, por ejemplo, un tablero prensado de virutas, fibras o un tablero OSB, con un medio que contiene microorganismos, para lograr el efecto de acuerdo con la presente invención de una reducción de las emisiones de VOC en el producto final.

Sorprendentemente, se ha encontrado que el contenido de sustancia de extracto de madera, sustancias precursoras de VOC y/o de VOC en materiales a base de celulosa, tales como madera o un material de madera, se puede reducir de una manera particularmente simple y económica, si el material a base de celulosa o un producto de partida o un producto intermedio se tratan con un medio que contiene microorganismos.

5 A este respecto, se ha determinado que los más diversos medios que contienen microorganismos pueden producir el efecto de acuerdo con la presente invención de reducir las emisiones de VOC en el producto final.

10 Una ventaja particular del procedimiento de acuerdo con la presente invención consiste en que a través del tratamiento con un medio que contiene microorganismos se reducen selectivamente no solo las especies de VOC individuales, sino que también se puede reducir el contenido total de VOC a lo largo del espectro de VOC total. Sin querer atarnos a teorías científicas, parece ser que este efecto se basa en la compleja interacción de diferentes especies de microorganismos que existen en el medio que contiene microorganismos.

15 Con el procedimiento de acuerdo con la presente invención se aprovechan de manera sinérgica los diferentes productos metabólicos de los más diversos microorganismos. A este respecto, las sustancias que un microorganismo individual no puede metabolizar por sí solo, en la cooperación de microorganismos de diferente acción se pueden transformar en el caso ideal en agua y dióxido de carbono.

20 De acuerdo con una forma de realización preferente, el medio de acuerdo con la presente invención comprende una pluralidad de diferentes especies de microorganismos, es decir, por lo menos dos especies de microorganismos, preferentemente por lo menos 10, por lo menos 100, por lo menos 250 o por lo menos 500 especies de microorganismos diferentes. Se ha observado que diversas especies tan grande como sea posible en el medio que contiene microorganismos resulta en un rendimiento particularmente elevado en lo referente a la reducción de los VOC. En particular, debido a la diversidad de especies se amplía el espectro de especies de VOC y de las correspondientes sustancias precursoras de VOC que se pueden reducir a través del procedimiento de acuerdo con la presente invención.

30 Una pluralidad de microorganismos diferentes, que conviven en un medio o hábitat, en la naturaleza se encuentran frecuentemente en forma de así llamadas microbiocenosis. De acuerdo con una forma preferente de la presente invención, los microorganismos comprendidos en el medio de acuerdo con la presente invención provienen de una microbiocenosis o representan una microbiocenosis.

35 Bajo una microbiocenosis, el especialista en la materia entiende un consorcio de microorganismos o una comunidad de microorganismos, que representa la totalidad de los microorganismos existentes en un microhábitat. Las microbiocenosis representan un sistema dinámico, que cambia continuamente y se adapta constantemente a las condiciones ambientales y alimentarias. Si los números de individuos o de especies permanecen constantes a lo largo de un período de tiempo prolongado, se habla entonces de que la microbiocenosis se encuentra en equilibrio. El cambio constante de la composición de los microorganismos y de la capacidad de adaptación de las microbiocenosis en general, probablemente también explica el por qué de que se haya encontrado que en el procedimiento de acuerdo con la presente invención se pueden emplear con éxito un gran número de microbiocenosis que existen en la naturaleza. Esto rige también para el caso de que las microbiocenosis por su entorno natural original no hayan estado acostumbradas a metabolizar sustancias de extracto de madera, sustancias precursoras de VOC o VOC. Probablemente, en tales casos una rápida adaptación de la microbiocenosis a los productos de partida o los productos intermedios del material de madera como nueva fuente de nutrientes resulta en la reducción observada de acuerdo con la presente invención del contenido de sustancia de extracto de madera, sustancias precursoras de VOC y/o de VOC.

50 El éxito del medio que contiene microorganismos empleado de acuerdo con la presente invención se basa probablemente en que las demandas de nutrientes y las vías metabólicas de las distintas especies de microorganismos contenidos en el mismo son muy diferentes y debido a esto, por ejemplo, el producto metabólico de un microorganismo puede representar el sustrato para otro microorganismo. Por esto se puede explicar probablemente por qué con el procedimiento de acuerdo con la presente invención se puede reducir el contenido total de VOC a lo largo del espectro entero de VOC y no se reducen selectivamente tan solo especies individuales de VOC.

55 El medio empleado de acuerdo con la presente invención puede contener los microorganismos de manera similar al plancton (es decir, suspendidos en agua como plancton), floculados (es decir, como aglomeración de pequeños grupos de microorganismos) o en forma de una biopelícula intacta o fragmentada.

60 Cuando en la presente descripción se habla de un medio, esto se refiere a cualquier líquido en el que puedan sobrevivir los microorganismos empleados. De acuerdo con una forma de realización preferente, como medio se selecciona un líquido, en el que los microorganismos empleados se puedan reproducir y/o estar metabólicamente activos. Preferentemente, el medio que contiene los microorganismos es un medio a base de agua, es decir, la proporción de agua en la fase líquida es de por lo menos el 50 % en peso, preferentemente de por lo menos el 80 % en peso y, de manera particularmente preferente, de por lo menos el 90 % en peso o de por lo menos el 95 % en

peso, referido al peso total de los componentes líquidos del medio. De acuerdo con otra forma de realización de la presente invención, como medio se usa agua, en la que se introducen los microorganismos. El medio que contiene los microorganismos también puede ser un cultivo de microorganismos o una dilución del mismo.

5 De acuerdo con otra forma de realización adicional de la presente invención, los organismos comprendidos en el medio de acuerdo con la invención de una biopelícula. Bajo una biopelícula los especialistas en la materia entiende en una forma especial de una microbiocenosis, en la que las diferentes especies de microorganismos, dado el caso junto con otras sustancias particuladas tales como, por ejemplo, arena, se han depositado en una superficie o superficie limítrofe. Las biopelículas generalmente contienen una matriz mucilágena de sustancias poliméricas extracelulares (EPS), en las que se encuentran inmovilizadas las células. Las condiciones previas para la formación de biopelículas, específicamente la concurrencia de microorganismos, superficies limítrofes, nutrientes y humedad, están dadas prácticamente en todas partes. Las biopelículas representan para los microorganismos un espacio protector y vital, que favorece una convivencia simbiótica de las más diversas especies. Una ventaja frente a la forma de vida planctónica (como organismo individual libremente suspendido o flotante) en las biopelículas es sobre todo la protección contra influencias ambientales adversas, tales como desecamiento, valores de pH extremos o agentes químicos y desinfectantes. Por lo menos los microorganismos que viven en capas más profundas de la biopelícula están protegidos contra tales influencias ambientales.

20 Esto probablemente también explica por qué en el espacio de protección de una biopelícula se pueden desarrollar óptimamente las más diversas especies de microorganismos. Esta particular riqueza de especies se ve apoyada adicionalmente en particular también por la existencia de nichos ecológicos en la biopelícula (por ejemplo, zonas muertas de corriente o zonas libres de oxígeno en las capas más profundas de la biopelícula). A esto se suma que la matriz de EPS también funciona como almacén de nutrientes para épocas de carencia.

25 Las biopelículas que contienen microorganismos particularmente apropiados para el procedimiento de acuerdo con la presente invención se encuentran ampliamente difundidas. Así, por ejemplo, las biopelículas apropiadas se forman en la superficie, así como en las superficies de pared y de fondo de aguas estancadas, tales como, por ejemplo, depósitos de aguas residuales o depósitos colectores de agua de lluvia. De acuerdo con la presente invención son preferentes las biopelículas que provienen de aguas residuales, el tratamiento biológico de aguas residuales o las instalaciones de la industria maderera y/o procesadora de madera, y/o las biopelículas que ya han estado en contacto con madera y/o componentes de madera. Tipos preferentes de aguas residuales, en las que existen biopelículas con microorganismos apropiados para el procedimiento de acuerdo con la presente invención, son los tipos de aguas residuales procedentes de la producción de material de madera, en particular aguas residuales que provienen del tratamiento de la madera mediante vapores, cocción, desfibración o secado.

35 Por ejemplo, como agua residual se puede usar el agua de descarga del tornillo de relleno de un refinador de aserrín o de un refinador de madera troceada en la producción de material de madera. Un refinador sirve para la desfibración de madera troceada o de aserrín. El tornillo de relleno se antepone al refinador y sirve para la deshidratación y la alimentación del material al refinador. La madera troceada o el aserrín se cuecen en el refinador para ablandar el material. El agua excedente, incluyendo las sustancias acompañantes extraídas de la madera, se separa en el tornillo de relleno delante del refinador y se encuentra disponible entonces para esta aplicación. El agua de descarga del tornillo de relleno, aunque debido a las condiciones que rigen dentro del lejador (presión de hasta 8 bar y 160 °C) en principio es aproximadamente estéril, después de enfriarse en el tanque colector conectado posteriormente experimenta una colonización por microorganismos.

45 Los materiales a base de celulosa tratados mediante el procedimiento de acuerdo con la presente invención, tales como los productos de partida o los productos intermedios que contienen madera de un material de madera, presentan un contenido reducido de sustancia de extracto de madera, de sustancias precursoras de VOC y/o de VOC. En particular, el procedimiento de acuerdo con la presente invención permite una reducción efectiva del contenido de compuestos insaturados en la sustancia de extracto de madera, tal como, por ejemplo, ácidos grasos insaturados o ésteres de ácidos grasos insaturados, por ejemplo, ácido linólico o triglicéridos con por lo menos un componente de ácido graso insaturado. Debido a que estos compuestos representan sustancias precursoras de VOC para la clase de VOC de los aldehídos, las emisiones de aldehído se pueden reducir de manera particularmente efectiva mediante el procedimiento de acuerdo con la presente invención.

55 De acuerdo con la presente invención, bajo el término "sustancia de extracto de madera" se han de entender una o varias sustancias componentes de la madera que pueden extraerse de la madera con disolventes orgánicos polares y/o apolares y/o con agua, por ejemplo, con agua, alcohol, benceno, hexano, ciclohexano, éter y/o acetona.

60 Como ya se ha discutido más arriba, además de los VOC ya existentes, a partir de los compuestos precursores de VOC contenidos en la sustancia de extracto de madera se forman otras especies de VOC con el calor. Probablemente debido al contenido reducido de sustancia de extracto de madera y de compuestos precursores de VOC, el producto de partida o el producto intermedio de un material de madera tratado mediante el procedimiento de acuerdo con la presente invención también se caracteriza por que con su calentamiento, por ejemplo, en una etapa de secado, se libera una menor cantidad de VOC. Lo mismo rige también para el producto final, el material de madera, que igualmente presenta valores de emisión de VOC más reducidos.

Los VOC, cuyo contenido se debe reducir a través del procedimiento de acuerdo con la presente invención, son, por ejemplo, hidrocarburos aromáticos, hidrocarburos alifáticos, terpenos, alcoholes alifáticos, alcoholes aromáticos, licores, glicoléter, glicoléster, aldehídos, cetonas, ácidos orgánicos, éster y lactonas.

5 Entre los VOC, cuyo contenido se debe reducir a través del procedimiento de acuerdo con la presente invención, también figuran, por ejemplo, hidrocarburos aromáticos, tales como toluol, entilbenzol, o-, m- y p-xilol, isopropilbenzol, n-propilbenzol, 1-propenilbenzol, 1,3,5-trimetilbenzol, 1,3,5-trimetilbenzol, 1,2,3-trimetilbenzol, 2-etiltoluol, 1-isopropil-2-metilbenzol (o-cimol), 1-isopropil-3-metilbenzol (m-cimol), 1-isopropyl-4-metilbenzol (p-cimol), 1,2,4,5-tetrametilbenzol, 1,2,4,5-tetrametilbenzol, 1,2,4,5-tetrametilbenzol, 1,4-diisopropilbenzol, 1,4-
10 diisopropilbenzol, 1-fenildecano e isómeros, 1-fenilundecano e isómeros, 4-fenilciclohexeno (4-PCH), estirol, fenilacetileno, 2-fenilpropeno (a-metilestirol), viniltoluol (todos los isómeros: o-, m-, p-metilestirol), alquilbenzoles, naftalina o indeno.

15 Adicionalmente, los VOC, cuyo contenido se debe reducir a través del procedimiento de acuerdo con la presente invención, también comprende el, por ejemplo, hidrocarburos alifáticos, por ejemplo 3-metilpentano, n-hexano, ciclohexano, metilciclohexano, n-heptano, así como otros hidrocarburos alifáticos saturados con 6 a 8 o 9 a 16 átomos de carbono.

20 Un subgrupo importante de VOC, cuyo contenido se debe reducir a través del procedimiento de acuerdo con la presente invención, son, por ejemplo, los terpenos, tales como 3-careno, α -pineno, limoneno y otros terpenos.

25 Entre los VOC, cuyo contenido se debe reducir a través del procedimiento de acuerdo con la presente invención, también figuran, por ejemplo, los alcoholes alifáticos, tales como etanol, 1-propanol, 2-propanol, tert-butanol, 2-metil-2-propanol, 2-metil-1-propanol, 1-butanol, pentanol (todos los isómeros), 1-hexanol, ciclohexanol, 2-etil-1-hexanol, 1-octanol, 4-hidroxi-4-metil-2-on (alcohol de diacetona), otros n- e iso-alcoholes saturados de C4-C10, otros n- o iso-alcoholes saturados de C11-C13, así como alcoholes aromáticos, tales como fenol, BHT (2,6-útil-4-metilfenol), alcohol bencílico.

30 Otro subgrupo de VOC, cuyo contenido se debe reducir a través del procedimiento de acuerdo con la presente invención, son, por ejemplo, glicoles, glicoléter y glicoléster, por ejemplo, propilenglicol (1,2-dihidroxiopropano), etilenglicol (etanodiol), etilenglicolmonobutiléter, dietilenglicol, dietilenglicolmonobutiléter, 2-fenoxietanol, etilencarbonato, 1-metoxi-2-propanol, 2,2,4-trimetil-1,3-pentandiolmonoisobutirato (Texanol®), butiléter de ácido glicólico (butiléter de ácido hidroxiacético), butildiglicolacetato (etanol, 2-(2-butoxi-etoxi)acetato, BDGA), dipropilenglicolmonometiléter, 2-metoxietanol, 2-etoxietanol, 2-propoxietanol, 2-metiletoxietanol, 2-hexoxietanol, 1,2-
35 dimetoxietano, 1,2-dietoxietano, 2-metoxietilacetato, 2-etoxietilacetato, 2-butoxyetilacetato, 2-(2-hexoxietoxi)metanol, 1-metoxi-2-(2-metoxietoxi)-etano, 2-metoxi-1-propanol, 2-metoxi-1-propilacetato, propilenglicoldiacetato, dipropilenglicol, dipropilenglicolmonometiléteracetato, dipropilenglicolmononpropiléter, dipropilenglicolmono-n-butiléter, dipropilenglicolmono-t-butiléter, 1,4-butanodiol, tripropilenglicolmonometiléter, trietilenglicoldimetiléter, 1,2-propilenglicoldimetiléter, TXIB, etildiglicol, dipropilenglicoldimetiléter, propilencarbonato, hexilenglicol (2-metil-2,4-pentandiol), 3-metoxi-1-butanol, 1,2-propilenglicol-n-propiléter, 1,2-propilenglicol-n-butiléter, dietilenglicol-feniléter y neopentilglicol (2,2-dimetilpropano-1,3-diol).

45 Adicionalmente, los VOC, cuyo contenido se debe reducir a través del procedimiento de acuerdo con la presente invención, también comprenden, por ejemplo, aldehídos, tales como butanal, pentanal, heptanal, octanal, nonanal, decanal, 2-butenal (crotonaldehído, mezcla cistrans), 2-pentenal, 2-hexenal, 2-heptenal, 2-octenal, 2-nonenal, 2-decenal, 2-undecenal, furfural, glutaraldehído, benzaldehído, acetaldehído o propanal, así como cetonas, tales como etilmetilcetona, 3-metil-2-butanona, metilisobutilcetona, ciclopentanona, ciclohexanona, 2-metilciclopentanona, 2-metilciclohexanona, acetofenona, 1-hidroxiacetona (1-hidroxii-2-propanona) o acetona.

50 Otro subgrupo de los VOC, cuyo contenido se debe reducir a través del procedimiento de acuerdo con la presente invención, son ácidos orgánicos, tales como, por ejemplo, ácido acético, ácido propiónico, ácido isobutírico, ácido pivalínico, ácido n-valeriánico, ácido n-caprónico, ácido n-heptánico, ácido n-octánico o ácido 2-etilhexánico.

55 Ejemplos de ésteres y lactonas, que forman parte de los VOC, cuyo contenido se debe reducir a través del procedimiento de acuerdo con la presente invención, son, por ejemplo, metilacetato, etilacetato, vinilacetato, isopropilacetato, propilacetato, 2-metoxi-1-metiletilacetato, n-butilformiato, metilmetacrilato, isobutilacetato, 1-butilacetato, 2-etilhexilacetato, metilacrilato, etilacrilato, n-butilacrilato, 2-etilhexilacrilato, éster de ácido acrílico, dimetiléter de ácido adipínico, dibutiléter de ácido fumárico, dimetiléter de ácido succínico, dimetiléter de ácido glutárico, hexanodioldiacrilato, dibutiléter de ácido maleínico, butirolactona, diisobutiléter de ácido glutárico, diisobutiléter de ácido succínico.
60

Adicionalmente, también los siguientes compuestos forman parte de los VOC, cuyo contenido se debe reducir a través del procedimiento de acuerdo con la presente invención: por ejemplo, 1,4-dioxano, caprolactam, N-metil-2-pirrolidona, octametilciclotetrasiloxano, metenamina, hexametilentetramina (disociador de formaldehído), 2-butanonoxima, tributilfosfato, trietilfosfato, 5-cloro-2-metil-4-isotiazolin-3-on (CIT), 2-metil-4-isotiazolin-3-on (MIT), trietilamina, decametilciclopentasiloxano, dodecametilcyclohexasiloxano, tetrahidrofuran y dimetilformamida.
65

El procedimiento de acuerdo con la presente invención ha demostrado ser particularmente efectivo en la reducción del contenido de VOC de la clase de los aldehídos y de compuestos precursores de las emisiones de aldehídos (ácidos grasos).

5 El procedimiento de acuerdo con la presente invención para la fabricación de un material de madera comprende la etapa de tratar un producto de partida o un producto intermedio que contiene madera del material de madera con un medio que contiene microorganismos.

10 Cuando en esta descripción se habla de "tratamiento", esto se refiere a una acción activa. En particular se refiere a la puesta en contacto del producto de partida o del producto intermedio que contiene madera con el medio que contiene los microorganismos y, dado el caso, una posterior incubación. El término "tratamiento", tal como se emplea aquí, no comprende procesos en los que los microorganismos que ya existían previamente sobre o dentro de los productos de partida o productos intermedios que contienen madera del material de madera, y que actúan sobre el mismo y comienzan a descomponerlo en el transcurso del tiempo (por ejemplo, durante el almacenamiento, procesamiento o compostaje). El término "tratamiento", tal como se emplea en esta descripción, comprende obligatoriamente la etapa de suministrar activamente los microorganismos al producto de partida o al producto intermedio que contiene madera del material de madera, o bien ponerlo en contacto con los mismos.

20 De acuerdo con una forma de realización preferente de la presente invención, el producto de partida o el producto intermedio que contiene madera del material de madera se trata mediante la humectación del mismo con el medio que contiene los microorganismos. Preferentemente, el producto de partida un producto intermedio del material de madera humectado posteriormente se incubaba.

25 Bajo "humectación" en el sentido de la presente invención, del producto de partida o del producto intermedio que contiene madera con un medio que contiene microorganismos, en particular la aplicación de este medio sobre la superficie del producto de partida o producto intermedio. Se ha demostrado como particularmente ventajoso si la relación del líquido (el medio que contiene los microorganismos) con relación al producto de partida o al producto intermedio es tal que el producto de partida o el producto intermedio no flota o está suspendido en el medio, sino que solamente es humectado por el mismo. Esta condición generalmente se cumple si la humedad de la madera, es decir, incluyendo el medio que contiene los microorganismos empleado para la humectación, representa como máximo aproximadamente 300 %, preferentemente como máximo aproximadamente 250 %, y de manera particularmente preferente entre aproximadamente 130 % y aproximadamente 250 %. La superficie del producto de partida o del producto intermedio que contiene madera puede aumentarse completamente o solo parcialmente con el medio que contiene los microorganismos.

35 De acuerdo con una forma de realización preferente de la presente invención, el producto de partida o el producto intermedio que contiene madera del material de madera presenta durante el tratamiento con el medio que contiene los microorganismos una humedad de madera de aproximadamente 300 % como máximo, de manera particularmente preferente de aproximadamente 250 % como máximo y más preferentemente aún entre aproximadamente 130 % y aproximadamente 250 %.

40 Se ha determinado que con estas humedades de madera se logran resultados óptimos con relación a la reducción de VOC, así como con respecto a las propiedades mecánicas y químicas de los materiales de madera producidos. A este respecto, el término "humedad de madera" de acuerdo con la presente invención se refiere al contenido de humedad de la madera, es decir, la relación de la cantidad de agua contenida en la madera y, dado el caso, de la cantidad de agua que rodea a la madera, con respecto al peso seco de la madera (el peso seco) expresado como porcentaje en peso. La humedad de la madera se puede determinar de acuerdo con la presente invención conforme a la norma DIN EN 322 mediante la aplicación de la siguiente fórmula: $\text{Humedad de la madera (\%)} = 200 \times (\text{peso húmedo} - \text{peso seco}) / \text{peso seco}$. A este respecto, el término "peso seco", tal como se emplea aquí, se refiere al peso después del secado a una temperatura de $103 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ hasta alcanzar la constancia de masa, tal como se describe en la norma DIN EN 322.

45 Debido a que el procedimiento de acuerdo con la presente invención ya proporciona muy buenos resultados con reducidos niveles de humedad de la madera durante el tratamiento con el medio que contiene microorganismos, es posible reducir sustancialmente el consumo de agua y el consumo de energía condicionado por el proceso de secado en la producción. Esto representa una ventaja si se consideran los crecientes costes de la energía y además corresponde a los requerimientos de una forma de producción sostenible y respetuosa con el medio ambiente.

55 En principio, las personas especializadas en la materia conocen múltiples posibilidades para la humectación y/o para el ajuste de la humedad deseada de la madera. Como particularmente apropiado para la realización del procedimiento de acuerdo con la presente invención se ha demostrado la humectación por rociado, pulverización, salpicaduras y/o nebulización. Sin embargo, también es concebible, por ejemplo, que el producto de partida o el producto intermedio que contiene madera se sumerja en un baño líquido que comprende el medio que contiene los microorganismos y luego se vuelva a extraer del mismo para lograr la humectación. También es concebible 60 impregnar o inundar el producto de partida o el producto intermedio que contiene madera.

- Preferentemente, el tratamiento del producto de partida o del producto intermedio del material de madera con el medio que contiene microorganismos también comprende una etapa de incubación. A este respecto, la mezcla formada por el producto de partida o por el producto intermedio que contiene madera y el medio que contiene microorganismos se incuba preferentemente a una temperatura de entre aproximadamente 15 °C y aproximadamente 70 °C. De acuerdo con una forma de realización preferente del procedimiento de acuerdo con la presente invención, la incubación se efectúa a una temperatura de entre aproximadamente 15 °C y aproximadamente 60 °C, preferentemente a una temperatura de entre aproximadamente 15 °C y aproximadamente 50 °C y de manera particularmente preferente a una temperatura de entre aproximadamente 15 °C y aproximadamente 40 °C. Por lo tanto, no es necesario tomar medidas de atemperación durante la incubación y la misma también se puede realizar en particular a temperatura ambiente. De manera correspondiente, si en el material de madera producido se trata de un material de madera prensado, tal como un tablero de fibras o un tablero OSB, la etapa de incubación y/o de tratamiento se puede efectuar en un tanque de virutas húmedas convencional antes del secado o antes del digestor, respectivamente.
- Debido a que el tratamiento de acuerdo con la presente invención con el medio que contiene microorganismos ya proporciona resultados muy buenos a bajas temperaturas, y en particular también a temperatura ambiente, es posible reducir sustancialmente el consumo de energía en la producción de material de madera. Esto es ventajoso desde el punto de vista de la economía del procedimiento y la eficiencia energética del procedimiento de acuerdo con la presente invención. Por ejemplo, las partículas de madera después de la puesta en contacto con el medio que contiene microorganismos pueden dejarse simplemente en el aparato empleado para la aplicación del medio, para incubarse allí a temperatura ambiente. Los ensayos han demostrado que el procedimiento de acuerdo con la presente invención suministra muy buenos resultados con todas las temperaturas ambiente que pueden prevalecer en función de la posición geográfica y la época del año, en particular de entre aproximadamente 15 °C y aproximadamente 40 °C.
- En lo referente a la duración preferente de la incubación para el tratamiento con el medio que contiene microorganismos, se alcanzan resultados óptimos si el tratamiento o la incubación se efectúan durante por lo menos aproximadamente 180 minutos. A partir de esta duración de tratamiento o de incubación se presenta una reducción suficiente del contenido de sustancia de extracto de madera, sustancias precursoras de VOC y/o de VOC. Normalmente es ventajosa una duración más prolongada de la incubación. Dependiendo de la actividad del medio que contiene microorganismos, la naturaleza del producto de partida o del producto intermedio que contiene madera, así como su contenido de sustancia de extracto de madera, sustancias precursoras de VOC y/o VOC, también es concebible, por ejemplo, una duración del tratamiento o de la incubación de 72 horas o más.
- Para numerosos ámbitos de aplicación, se ha demostrado que el medio que contiene los microorganismos no tiene que presentar ningún valor de pH o sistema tampón en particular para el uso en el procedimiento de acuerdo con la presente invención. Por lo tanto, una ventaja adicional del procedimiento de acuerdo con la presente invención es que se pueden obtener múltiples buenos resultados sin que se tenga que ajustar o vigilar un valor de pH determinado. No obstante, se obtienen resultados óptimos si el tratamiento con el medio que contiene microorganismos se efectúa con un valor de pH de aproximadamente 4 a aproximadamente 6.
- Adicionalmente, en la práctica se ha demostrado como ventajoso si la mezcla de producto de partida o de producto intermedio que contiene madera y de medio que contiene microorganismos se mezcla mecánicamente al comienzo y/o durante el tratamiento, para asegurar una distribución tan uniforme como sea posible de los microorganismos sobre el producto de partida o un producto intermedio que contiene madera. Para la mezcla se pueden emplear, por ejemplo, dispositivos mezcladores de reja. Sin embargo, y dependiendo de la cantidad y el tamaño del producto de partida o del producto intermedio que contiene madera, también existen otros dispositivos mezcladores apropiados, conocidos por las personas especializadas en la materia. Los ensayos prácticos han demostrado que para la mayoría de las aplicaciones es suficiente mezclar durante aproximadamente 1 hasta aproximadamente 10 minutos, en particular durante aproximadamente 5 minutos, para alcanzar resultados óptimos.
- Con el procedimiento realizado de acuerdo con la presente invención, es posible efectuar la reducción de VOC a presión normal y sin aplicar un vacío.
- Los ensayos prácticos también han demostrado que para realizar el procedimiento de acuerdo con la presente invención no es necesario introducir aire y/u oxígeno durante el tratamiento en la mezcla de reacción. Asimismo, tampoco se requiere agitar o sacudir la mezcla de producto de partida o de producto intermedio que contiene madera y de medio que contiene microorganismos para el tratamiento.
- Sin embargo, se pueda producir una aceleración del procedimiento de acuerdo con la presente invención, si el tratamiento se efectúa bajo condiciones aerobias, es decir, en presencia de oxígeno, o si se introduce aire y/u oxígeno durante el tratamiento en la mezcla de producto de partida o de producto intermedio que contiene madera y de medio que contiene microorganismos. Esto rige en particular cuando los microorganismos contenidos en el medio de acuerdo con la presente invención también comprenden microorganismos aerobios. De acuerdo con una forma de realización preferente de la presente invención, cuando los microorganismos contenidos en el medio de acuerdo con la presente invención, respectivamente referidos a una cantidad total de microorganismos individuales,

5 contienen por lo menos aproximadamente un 50 % en peso, en particular por lo menos aproximadamente un 70 % en peso o por lo menos aproximadamente un 90 % en peso de microorganismos aerobios, el tratamiento de acuerdo con la presente invención del producto de partida o del producto intermedio que contiene madera se efectúa en presencia de aire y/u oxígeno. En este caso es ventajoso si durante el tratamiento se provee una ventilación y/o una introducción de aire y/o de oxígeno en la mezcla del producto de partida o de producto intermedio que contiene madera y el medio que contiene microorganismos.

10 De acuerdo con otra forma de realización posible de la presente invención, durante el tratamiento con el medio que contiene microorganismos se ajustan de manera alternada condiciones aerobias y condiciones anaerobias, en consideración de la diversidad de sustancias precursoras de VOC y/o de VOC que se deben metabolizar, así como los requisitos de las poblaciones microbianas heterogéneas naturales.

15 De acuerdo con una forma de realización preferente de la presente invención, los microorganismos contenidos en el medio de acuerdo con la invención se han obtenido de aguas residuales y/o de residuos de filtro en el tratamiento de tales aguas residuales. El medio que contiene los microorganismos también puede contener en particular el agua residual y/o los residuos de filtro del tratamiento de estas aguas residuales o estar formado por las mismas. De acuerdo con otra forma de realización adicional, en los residuos de filtro provenientes del tratamiento de aguas residuales se trata de residuos de filtro activados.

20 De manera sorprendente se ha demostrado que para la reducción de la sustancia de extracto de madera, de las sustancias precursoras de VOC y/o de VOC no es necesario añadir microorganismos especialmente seleccionados al material tratado, sino que es suficiente tratar el producto de partida o de producto intermedio que contiene madera con microbiocenosis de origen natural, biopelículas o incluso con un "producto de desecho", específicamente el agua residual y/o los residuos de filtro activados procedentes del tratamiento de las aguas residuales, como se ha mencionado más arriba.

25 En particular las aguas residuales y/o los residuos de filtro del tratamiento de aguas residuales, debido al espectro muy amplio de impurezas existentes en las aguas residuales, aparentemente presentan una microbiocenosis que en principio contiene todos los microorganismos requeridos para la descomposición de la sustancia de extracto de madera, las sustancias precursoras de VOC y/o de VOC. Es decir que las aguas residuales comunes y/o los residuos de filtro procedentes del tratamiento de las aguas residuales aparentemente ya contienen microorganismos especiales que son capaces de descomponer o de cometabolizar la sustancia de extracto de madera, las sustancias precursoras de VOC y/o los VOC. Por lo tanto, los microorganismos necesarios para la reducción de VOC ya existen los tipos de aguas residuales comunes y/o en los residuos de filtro activados, procedentes del tratamiento de aguas residuales, en microbiocenosis apropiadas y abastecidos con nutrientes.

30 El procedimiento de acuerdo con la presente invención es ventajoso sobre todo desde el punto de vista ecológico, ya que ofrece una posibilidad de reutilizar y por ende reciclar aguas residuales y desechos (en forma de residuos de filtro). Los ahorros en los costes de eliminación y depósito de basuras hacen que el procedimiento de acuerdo con la presente invención también sea atractivo desde el punto de vista económico.

35 Cuando en la presente descripción se habla de "aguas residuales", esto se refiere a todas las aguas contaminadas por el uso o que se escurren de superficies pavimentadas y que se recoge y/o se desvía. Esta definición corresponde a la definición empleada en la ley alemana de aguas (WHG v 31. Juli 2009, BGBl. I S. 2585). Por lo tanto, el término "aguas residuales" en el sentido de la presente invención se refiere a las aguas cuyas propiedades se han modificado por el uso doméstico, industrial, agrícola o de otro tipo, junto con el agua que se vierte en los desagües (aguas negras), así como el agua de precipitaciones que se escurre y se recoge de superficies edificadas o pavimentadas (agua de lluvia). Los líquidos que emanan y se recogen de instalaciones para el tratamiento, almacenamiento y depósito de basuras también se consideran como aguas negras y por ende como aguas residuales.

40 El término "aguas residuales", tal como se usa en esta descripción, se apoya en el reglamento alemán de agua potable (TrinkwV BGBl I 2001 S. 959 ff.) y se refiere en particular a un líquido que ya no cumple los requisitos que rigen para el agua potable en lo referente al número de gérmenes. El número total de gérmenes es una magnitud no específica, que se puede determinar a través de un examen microbiológico descrito en el mencionado reglamento. Este examen indica cuántas colonias de microorganismos se forman sobre un lecho nutritivo de agar normalizado para este fin en el transcurso de 48 horas a una temperatura de entre 22 y 36 °C, cuando se distribuye 1 ml de la muestra de agua sobre o dentro del lecho nutritivo.

45 El número total de gérmenes determinado conforme al mencionado reglamento de agua potable no detecta todos los microorganismos existentes en el agua. Esto en principio es imposible, si el hábitat, tal como normalmente es el caso, comprende una microbiocenosis con un amplio espectro de microorganismos fisiológicamente diferentes. Esto se debe a que no existen condiciones de cultivo (composición del lecho nutritivo, temperatura de incubación y atmósfera de incubación), en las que se pueden reproducir de manera óptima todos los microorganismos existentes en un hábitat natural. Pero, aun así, el número total de gérmenes determinado de acuerdo con el mencionado reglamento de agua potable es un buen indicador para el número total de gérmenes que realmente existe.

De acuerdo con el reglamento alemán de agua potable, rige un valor límite de 100 KbE/ml (“unidades formadoras de colonia por mililitro”) para agua potable de pozo conducida por tuberías y de 1000 KbE/ml para agua potable que se almacena de manera transitoria en tanques.

5 Por lo tanto, cuando en la presente descripción se habla de “aguas residuales”, esto se refiere en particular a un líquido que presenta un número total de gérmenes determinado de acuerdo con el reglamento alemán de agua potable de más de aproximadamente 1000 KbE/ml, en particular más de aproximadamente 2000, preferentemente más de aproximadamente 3000, más de aproximadamente 5000 o más de aproximadamente 10.000 KbE/ml.

10 De acuerdo con una forma de realización particular de la presente invención, las aguas residuales se seleccionan del grupo formado por agua de lluvia, aguas residuales domésticas, aguas residuales municipales, aguas residuales industriales, aguas residuales de instalaciones de tratamiento de agua y combinaciones de las mismas.

15 Los ensayos prácticos han demostrado que el procedimiento de acuerdo con la presente invención funciona particularmente bien, cuando el agua residual es un agua que ha estado en contacto con madera y/o componentes de madera. Ejemplos de tales aguas residuales son las aguas residuales de la industria maderera y/o procesadora de madera. El agua residual puede provenir, por ejemplo, en la producción de material de madera, en particular del tratamiento de la madera mediante vapores, cocción, trituración o secado.

20 De acuerdo con otra forma de realización de la presente invención, la idea en la que se basa la invención también puede realizarse si los microorganismos contenidos en el medio se han obtenido de biopelículas procedentes de plantas depuradoras de agua y/o de sustancias activadas en forma de fango activado procedente de plantas depuradoras de agua o de aguas residuales de un biofiltro de madera troceada de una planta depuradora de aguas residuales. El medio que contiene los microorganismos también puede comprender o estar formado en particular por biopelículas de instalaciones depuradoras de aguas residuales y/o sustancias activadas en forma de fango activado procedente de plantas depuradoras de aguas residuales o de las aguas residuales provenientes de un biofiltro de madera troceada de una planta depuradora de aguas residuales.

30 En el uso de microorganismos de biopelículas y/o de sustancias activadas en forma de fango activado de plantas depuradoras de aguas residuales, se ha demostrado como particularmente practicable si el fango activado proveniente de plantas depuradoras de aguas residuales se selecciona del grupo formado por fango del tanque de tratamiento aerobio o anaerobio, fango excedente del tanque de tratamiento aerobio o anaerobio, fango de la torre de fermentación, fango primario y combinaciones de los mismos.

35 Además del uso de fangos activados provenientes de plantas depuradoras municipales, también se pueden usar fangos activados provenientes de plantas depuradoras de aguas residuales industriales, que normalmente están libres de gérmenes patógenos y, por lo tanto, no representan un peligro desde el punto de vista higiénico.

40 En principio, el procedimiento de acuerdo con la presente invención funciona con un gran número de diferentes microorganismos, y en particular también con aquellos que todavía no están acostumbrados a metabolizar materiales que contienen celulosa, tales como la madera. Esto rige sobre todo en el caso de que los microorganismos provienen de una microbiocenosis, por ejemplo, una biopelícula. Como se ha mencionado más arriba, las microbiocenosis se caracterizan por una gran capacidad de adaptación a nuevas condiciones de nutrientes.

45 En la práctica se ha demostrado que en el uso de microorganismos, que todavía no están acostumbrados a metabolizar materiales que contienen celulosa, tales como madera, se observa una “fase de adaptación” (lag-phase) del sistema. En esta fase de adaptación primero se produce tan solo una lenta descomposición de la sustancia de extracto de madera, de esas sustancias precursoras de VOC y/o de VOC (log-phase).

50 La mencionada fase de adaptación (lag-phase) se puede prevenir o reducir, si el medio que contiene los microorganismos, previamente al uso del mismo en el procedimiento de acuerdo con la presente invención, se somete a una adaptación en un biorreactor a un material a base de celulosa y/o a la metabolización de sustancias de extracto de madera, sustancias precursoras de VOC y/o de VOC. A este respecto, el material a base de celulosa en particular puede ser idéntico al producto de partida o al producto intermedio que contiene madera del material de madera que se va a tratar y que se ha descrito más arriba.

55 Una preadaptación de este tipo a la metabolización de sustancias de extracto de madera, sustancias precursoras de VOC y/o de VOC resulta en una aceleración del procedimiento y a un mejoramiento adicional en la reducción de VOC a lo largo de toda la anchura de banda de especies de VOC. Esto probablemente se puede atribuir a que los microorganismos preadaptados ya han podido modificar correspondientemente su metabolismo, o que se han reproducido preferentemente aquellos microorganismos que pueden metabolizar también, o de manera particularmente buena, las sustancias de extracto de madera, las sustancias precursoras de VOC y/o los VOC.

60 La preadaptación se puede realizar, por ejemplo, si los microorganismos contenidos en el medio de acuerdo con la

presente invención primero se cultivan y se añaden al medio de cultivo tipos comunes de aguas residuales provenientes de la industria de los materiales de madera, en particular aguas residuales provenientes del tratamiento de madera por vapores, cocción, trituración o secado (por ejemplo, agua de descarga del tornillo de relleno, agua del tornillo de descarga del digestor lejiador MDF, agua del tanque de retención de aguas pluviales, aguas residuales de lavado principal, etc.). El objetivo de esto consiste en lograr que los microorganismos ya se acostumbren a las sustancias componentes relevantes de la madera. Esto lleva por una parte a la selección (enriquecimiento preferente) de microorganismos apropiados y, por otra parte, a la formación e inducción de sistemas enzimáticos apropiados en los microorganismos, que pueden metabolizar la sustancia de extracto de madera, las sustancias precursoras de VOC y/o los VOC.

De acuerdo con una forma de realización particular de la presente invención, los microorganismos se recuperan después y/o durante la ejecución del procedimiento conforme a la invención y se cultivan adicionalmente. Los microorganismos producidos de esta manera pueden reutilizarse en una aplicación adicional del procedimiento de acuerdo con la presente invención. De esta manera, a lo largo de varias aplicaciones del procedimiento conforme a la invención se puede formar una microbiocenosis especialmente adaptada, que está óptimamente ajustada para metabolizar la sustancia de extracto de madera, las sustancias precursoras de VOC y/o los VOC.

En principio, las personas especializadas en la materia conocen diferentes fuentes de microorganismos, y en particular de microbiocenosis y biopelículas, que son apropiadas para emplearse en el procedimiento de acuerdo con la presente invención. Para numerosas aplicaciones es particularmente ventajoso si los microorganismos contenidos en el medio cuantitativamente (referido al número total de microorganismos individuales) están formados por aproximadamente un 50 %, preferentemente alrededor de un 80 % y más preferentemente a alrededor de un 90 % de bacterias. Esto es el caso en la mayoría de las poblaciones de microorganismos naturales, por ejemplo, en aguas residuales y/o en residuos de filtro activados provenientes del tratamiento de aguas residuales.

Se ha demostrado que las levaduras son más bien inapropiadas para numerosas aplicaciones. Por lo tanto, una forma de realización de la presente invención prevé que los microorganismos contenidos en el medio conforme a la invención cuantitativamente (referido al número total de microorganismos individuales) están formados como máximo por aproximadamente un 20 %, preferentemente como máximo alrededor de un 5 % y más preferentemente como máximo alrededor de 1 % de levaduras.

Se ha demostrado como particularmente ventajoso si el medio que contiene los microorganismos comprende por lo menos una cepa de bacterias seleccionada entre el grupo consistente en enterobacteriacea, en particular enterobacter chloacae, klebsiella sp., serratia ficaria, pantoea spp., pseudomonadacea, tal como en particular pseudomonas sp. y bacillus sp.

Los ensayos prácticos han demostrado que se logran resultados óptimos si el medio de acuerdo con la presente invención contiene los microorganismos en un número de por lo menos 10^4 microorganismos/ml, preferentemente de por lo menos 10^5 microorganismos/ml y más preferentemente de por lo menos 10^6 microorganismos/ml.

A este respecto, el número de microorganismos/ml se puede determinar mediante el conteo de los microorganismos (individuales) existentes en una muestra en una cámara de conteo de Thoma. Una cámara de conteo de este tipo es conocida por las personas especializadas en la materia y sirve para el conteo fotomicroscópico de todo tipo de pequeñas partículas que se encuentran en una suspensión de partículas. Las cámaras de conteo se usan en particular para la cuantificación de células y microorganismos en el ámbito de la medicina y la biología. Si los microorganismos se encuentran floculados en el medio, es decir, en forma de una aglomeración de pequeños grupos de microorganismos, o en forma de una biopelícula intacta o fragmentada, antes del conteo la muestra debería ser vortexada y sonificada brevemente para lograr una separación de los organismos individuales.

Dependiendo del tipo de microorganismos que se van a contar, se cuenta entonces un determinado número de cuadros grandes o cuadros de grupo de la cámara de Thoma y de esto se forma un valor promedio. Si este valor se multiplica por un factor correspondiente (valor inverso del producto de la superficie del cuadro y la altura de la cámara), se obtiene el número de microorganismos por unidad de volumen.

Para esto se aplica la siguiente fórmula de evaluación:

$$\text{Partículas por } \mu\text{l de volumen} = \text{partículas contadas} / (\text{superficie contada (mm}^2\text{)} \cdot \text{profundidad de cámara (mm)} \cdot \text{dilution}).$$

Si se usa como parámetro de medición el número total de gérmenes de acuerdo con el reglamento alemán de agua potable (véase más arriba), entonces el medio de acuerdo con la presente invención contiene los microorganismos preferentemente en un número total de gérmenes de por lo menos aproximadamente 10^3 kbE/ml o por lo menos aproximadamente 10^4 kbE/ml, preferentemente por lo menos alrededor de 10^5 kbE/ml y más preferentemente por lo menos alrededor de 10^6 kbE/ml. Con números de gérmenes tan elevados, en el procedimiento de ensayo microbiológico descrito en el reglamento alemán de agua potable se debe usar una dilución correspondientemente alta, para que se puedan distinguir las colonias individuales sobre el lecho nutriente de agar. A través del factor de

dilución seleccionado posteriormente se puede volver a calcular el número total de gérmenes expresado en kbE/ml. En ensayos de aplicación se ha demostrado además que es ventajoso si en el tratamiento con el medio que contiene los microorganismos existe una densidad de microorganismos de por lo menos aproximadamente 1×10^3 , preferentemente por lo menos aproximadamente 1×10^4 , más preferentemente por lo menos aproximadamente 1×10^5 o por lo menos aproximadamente 1×10^6 microorganismos individuales por g del producto de partida o del producto intermedio que contiene madera. Como particularmente ventajoso en la práctica se ha demostrado en el tratamiento con el medio que contiene los microorganismos una densidad de microorganismos de aproximadamente 1×10^3 a aproximadamente 1×10^{12} , en particular de aproximadamente 1×10^5 a aproximadamente 1×10^{10} microorganismos individuales por g del producto de partida o del producto intermedio que contiene madera. La densidad de microorganismos se puede calcular si primero se cuenta el número de microorganismos/ml del medio empleado que contiene los microorganismos, como se ha descrito más arriba. Posteriormente, a través de la humedad de la madera existente durante el tratamiento se puede calcular el número de microorganismos individuales por g del producto de partida o del producto intermedio que contiene madera. Al igual que la humedad de la madera arriba descrita, también la densidad de microorganismos se refiere al peso seco de la madera (peso seco).

De acuerdo con una forma de realización adicional de la presente invención, al medio que contiene los microorganismos pueden añadirse aditivos seleccionados que estimulan el metabolismo. Las personas especializadas en la materia conocen estos aditivos por el uso de microbiocenos y biopelículas en el tratamiento biológico de aguas residuales. Ejemplos de aditivos apropiados, que sirven para estimular la biomasa microbiana, son vitaminas, glucosa, nutrientes que contienen nitrógeno y que aseguran un abastecimiento suficiente de nitrógeno para los microorganismos. Se ha demostrado que la adición de tales aditivos puede influenciar decisivamente el rendimiento de descomposición en lo referente a los VOC y sus sustancias precursoras.

Adicionalmente, también se pueden añadir otros microorganismos, eventualmente depurados, y sus exoenzimas (por ejemplo, hongos que descomponen lignina y sus espectros enzimáticos) de manera específica al medio que contiene los microorganismos.

El procedimiento de acuerdo con la presente invención para la fabricación de un material de madera sirve en particular para producir un material de madera con un contenido reducido de sustancia de extracto de madera, sustancias precursoras de VOC y/o de VOC. La reducción que se puede lograr con el procedimiento de acuerdo con la presente invención en el contenido de sustancia de extracto de madera, sustancias precursoras de VOC y/o de VOC se efectúa probablemente a través de procesos bioquímicos del metabolismo primario y secundario de los microorganismos contenidos en el medio de acuerdo con la presente invención.

En la práctica se pueden alcanzar resultados óptimos con el procedimiento de acuerdo con la presente invención, si el material de madera es un material de madera prensado, en particular un tablero de fibras o un tablero OSB.

Cuando en la presente descripción se habla de un "material de madera prensado", esto se refiere a todos los materiales de madera, cuya fabricación comprende por lo menos una etapa en la que las partículas de madera se compactan mediante la aplicación de presión. A este respecto, el término "material de madera" se refiere a cualquier material y cualquier objeto que contiene madera o materiales similares a la madera o que está formado predominantemente por éstos. El término "materiales similares a la madera", tal como se emplea aquí, incluye todos los materiales que contienen lignocelulosa. Ejemplos de materiales similares a la madera en el sentido de la presente invención son la paja de cereales, cáñamo y/o lino.

De acuerdo con una forma de realización particular de la presente invención, se usan partículas de madera como producto de partida o como producto intermedio que contiene madera, y el procedimiento arriba descrito para la fabricación del material de madera está diseñado de tal forma que comprende por lo menos las siguientes etapas:

- a) Poner en contacto las partículas de madera con el medio que contiene los microorganismos;
- b) incubar el material de la etapa a);
- c) secar las partículas de madera pretratadas a una temperatura de 80 a 400 °C;
- d) encolar las partículas de madera pretratadas con un agente aglutinante; y
- e) comprimir la mezcla para formar un material de madera prensado.

A este respecto, el término "partículas de madera" se refiere a cualquier objeto que contiene predominantemente madera o un material similar a la madera y que es apropiado para fabricar un material de madera por compresión. Bajo el término "partículas de madera" en el sentido de la presente invención se ha de entender en particular cualquier forma de fragmentos que se pueden obtener mediante la trituración de materiales que contienen celulosa. Las partículas de madera en el sentido de la presente invención son en particular cualquier forma de material de madera en pequeños trozos, es decir, en particular virutas, hebras OSB, fibras y/o harina. De acuerdo con una forma de realización preferente, las partículas de madera, en particular si se trata de virutas, fibras o hebras, consiste en predominantemente o completamente de madera nativa.

Las etapas a) y b) representan el tratamiento arriba descrito de acuerdo con la presente invención de un producto de

partida o de un producto intermedio que contiene madera con un medio que contiene microorganismos. A este respecto, es aplicable de manera correspondiente lo dicho más arriba con relación a las formas de realización de este tratamiento, en particular en lo referente a las posibles formas de la puesta en contacto y de la incubación.

5 En la etapa c) se efectúa el secado de las partículas de madera pretratadas a una temperatura de aproximadamente 80 °C a aproximadamente 400 °C, preferentemente de aproximadamente 150 °C a aproximadamente 350 °C, y de manera particularmente preferente de aproximadamente 150 °C a aproximadamente 250 °C. El secado en este último alcance de temperaturas ha demostrado ser particularmente efectivo. Cuando en esta descripción se habla de secar o de secado, esto se refiere a un calentamiento de las partículas de madera tratadas a una temperatura
10 determinada (temperatura ambiente).

Las personas especializadas en la materia saben, o pueden determinar mediante una simple prueba, qué grado de humedad residual de las partículas de madera tratadas después del secado es el más apropiado para una determinada combinación de partículas de madera y agente aglutinante. Se ha demostrado como particularmente
15 practicable, si en la etapa c) del procedimiento de acuerdo con la presente invención el calentamiento de las partículas de madera se efectúa hasta que las partículas de madera hayan alcanzado una humedad residual de 0,1 a 10 %, en particular de 0,5 a 6 %, preferentemente de 1 a 3 %.

La cantidad de agente aglutinante empleado en la etapa d) de acuerdo con la presente invención es preferentemente de 0,01 a 15 % en peso, en particular de 0,1 a 10 % en peso y más preferentemente de 0,5 a 7,5 %
20 en peso, referido al peso seco de la madera (deseccación completa). Para numerosas aplicaciones es particularmente ventajoso si el agente aglutinante en la etapa d) se usa en una cantidad de 1 a 15 % en peso, referido al peso seco de la madera (deseccación completa).

En principio, el procedimiento de acuerdo con la presente invención es apropiado para un gran número de combinaciones de aglutinante-partículas de madera. Ejemplos de agentes aglutinante es que se pueden emplear en el procedimiento de acuerdo con la invención son los aminoplastos, fenoplastos, vinilacetatos, isocianatos, resinas
25 epoxi y/o resinas acrílicas. Agentes aglutinantes es particularmente preferentes son la resina de urea-formaldehído (UF), resina de melamina-formaldehído, resina de fenol-formaldehído (PF), polivinilacetatos y/o cola blanca. De acuerdo con una forma de realización preferente de la presente invención, como agente aglutinante en la etapa d) se
30 usa un sistema a base de resinas de urea-formaldehído (UF), resinas de urea-formaldehído reforzadas con melamina (MUF), resinas de melamina-urea-fenol-formaldehído (MUPF), resinas de fenol-formaldehído (PF), diisocianatos poliméricos (PMDI) y/o isocianatos.

El agente aglutinante empleado en el procedimiento de acuerdo con la presente invención puede comprender además un agente endurecedor. Alternativamente, o adicionalmente, el endurecimiento también se puede efectuar mediante la compresión del material compuesto bajo el efecto de temperatura.

En principio, las personas especializadas en la materia conocen diferentes métodos para comprimir partículas de
40 madera para formar un producto compuesto prensado. Los ensayos prácticos han demostrado que en el procedimiento de acuerdo con la presente invención se logran resultados óptimos, si la compresión en la etapa c) se efectúa a una temperatura de compresión de por lo menos aproximadamente 150 °C.

La selección de tipos de partículas de madera, que se pueden emplear en el procedimiento de acuerdo con la presente invención, es prácticamente ilimitada. Como particularmente apropiadas se han demostrado, por ejemplo,
45 las virutas, fibras o hebras de madera nativa.

Un objetivo de la presente invención es además un material de madera que se fabrica o se puede producir de acuerdo con el procedimiento aquí descrito conforme a la presente invención y sus diferentes formas de realización.

La invención también comprende los productos intermedios del procedimiento de acuerdo con la presente invención. Los mismos comprenden en particular los productos de partida o productos intermedios tratados del material de
50 madera.

Un objetivo adicional de la presente invención es un medio que contiene microorganismos para reducir el contenido de sustancia de extracto de madera, sustancias precursoras de VOC y/o de VOC en un material a base de celulosa, en particular madera y/o un material de madera, caracterizado por que el medio que contiene los microorganismos se ha adaptado en un biorreactor al material a base de celulosa y/o a la metabolización de sustancias de extracto de
55 madera, sustancias precursoras de VOC y/o VOC.

A este respecto, de acuerdo con otras formas de realización ventajosas de la presente invención, el medio que contiene los microorganismos, el material a base de celulosa, el material de madera, la sustancia de extracto de
60 madera, las sustancias precursoras de VOC, los VOC y la adaptación de los microorganismos pueden ser como se ha descrito más arriba con relación al procedimiento de acuerdo con la presente invención.

Un objetivo adicional de la presente invención es también el uso de un medio que contiene microorganismos para
65

reducir el contenido de sustancia de extracto de madera, sustancias precursoras de VOC y/o de VOC en la madera o en un material de madera.

La presente invención se describe más detalladamente a continuación basándose en ejemplos de realización con referencia a las figuras adjuntas. Los ejemplos sirven para ilustrar la invención y no limitan el alcance de protección de la invención.

En las figuras:

La figura 1 muestra un análisis GC-MS/SPME de la fracción hexanal de virutas de madera no tratadas (control) y tratadas con muestras de planta depuradora de aguas residuales (PS, fango primario; ES, fango espesado).

La figura 2 muestra un análisis GC-MS/SPME de la fracción pentanal de virutas de madera no tratadas (control) y tratadas con muestras de planta depuradora de aguas residuales (PS, fango primario; ES, fango espesado).

La figura 3 muestra un análisis GC-MS/SPME de la fracción hexanal de virutas de madera no tratadas (control) y tratadas con aguas residuales de la industria maderera (WSR, agua de descarga del tornillo de relleno de un refinador de aserrín; WCR, agua de descarga del tornillo de relleno de un refinador de madera troceada).

La figura 4 muestra un análisis GC-MS/SPME de la fracción α -pineno de virutas de madera no tratadas (control) y tratadas con una muestra de biofiltro de madera troceada de planta depuradora (BF).

La figura 5 muestra un análisis GC-MS/SPME de la fracción β -pineno de virutas de madera no tratadas (control) y tratadas con una muestra de biofiltro de madera troceada de planta depuradora (BF).

La figura 6 muestra un análisis GC-MS/SPME de la fracción δ -3-careno de virutas de madera no tratadas (control) y tratadas con una muestra de biofiltro de madera troceada de planta depuradora (BF).

La figura 7 muestra un análisis GC-MS/SPME de la fracción hexanal de hebras de madera no tratadas (control) y tratadas con aguas residuales de la industria maderera (WSR, agua de descarga del tornillo de relleno de un refinador de aserrín; WCR, agua de descarga del tornillo de relleno de un refinador de madera troceada).

La figura 8 muestra un análisis MS de la emisión de aldehído de placas de laboratorio, que fueron producidas con hebras de madera no tratadas (control) y tratadas con aguas residuales de la industria maderera (WSR, agua de descarga del tornillo de relleno de un refinador de aserrín; WCR, agua de descarga del tornillo de relleno de un refinador de madera troceada).

El principio en el que se basa la presente invención se describe más detalladamente a través de los siguientes ejemplos.

Ejemplo 1

En un ensayo de laboratorio se trataron virutas de madera de coníferas con diferentes medios que contienen microorganismos y posteriormente se determinó el contenido de diferentes VOC (hexanal y pentanal).

Como medio que contiene microorganismos se usaron diferentes muestras de aguas residuales. Todas las muestras de aguas residuales sirvieron en el ensayo tanto como fuente de nutrientes como también como inóculo microbiano.

Una parte de las muestras de aguas residuales provenía de una planta depuradora de aguas residuales municipal localizada en Viena, Austria. Las muestras fueron tomadas en diferentes puntos del circuito de depuración, tales como el primer tratamiento (fango primario, PS) y espesamiento (fango de exceso, ES).

Adicionalmente se ensayaron aguas residuales de la industria maderera, que provenían de la producción de materiales de madera. Para esto se recogió el agua de descarga del tornillo de relleno de un refinador de aserrín (WSR) y el agua de descarga del tornillo de relleno de un refinador de madera troceada (WCR) durante el proceso de producción rutinario.

En la microbiocenosis predominantemente bacteriana de las aguas residuales de la planta depuradora (P y ES) se comprobaron, entre otras, especies de la familia de las *enterobacteriaceae* tales como *enterobacter chloacae*, *klebsiella sp*, *serratia ficaria*, *pantoea spp.*, así como de las *pseudomonadaceae*, tales como *pseudomonas sp*.

En las microbiocenosis de las aguas residuales de la industria maderera (WSR y WCR) se comprobaron, entre otras, las especies bacterianas *klebsiella sp.*, *pseudomonas sp.* y la bacteria ubiquitaria *bacillus sp.*

Respectivamente 1 g (peso húmedo) de virutas de madera de coníferas se empezaron en frasquitos de tipo Headspace-Fine-Pitch-Thread (VWR®) de 20 ml y se cerraron con un cierre de rosca que contiene una membrana. Todos los frasquitos fueron tratados en autoclave de acuerdo con un protocolo de esterilización estandarizado durante 15 minutos a 121 °C.

Después de enfriarse a temperatura ambiente, los tubitos fueron inoculados con 1 ml de las respectivas aguas residuales (WCR, WSR, PS y ES). La densidad de microorganismos era de aproximadamente 4×10^9 microorganismos individuales por g de peso seco de madera de las virutas de madera de coníferas. Para estudiar la influencia de los componentes nutrientes de las aguas residuales como tales, se prepararon tubitos adicionales con agua residual esterilizada (WCR estéril, WSR estéril, PS estéril y ES estéril). Como control adicional se mezcló un tubito con 1 ml de agua de grifo estéril (control). Todos los ensayos se efectuaron por triplicado.

Los tubitos fueron incubados durante 7 días a 24 °C y después se analizaron las emisiones de VOC de las virutas de madera de coníferas cualitativamente y semicuantitativamente mediante análisis de SPME / GC-MS.

Analítica de SPME/GC-MS:

Para el análisis de SPME/GC-MS se usó una fibra CAR / PDMS de 75 μm (Supelco). La fibra fue introducida a 30 °C durante 25 minutos en los frascos Headspace. La desorción se efectuó en un Agilent 7890A a 40 °C durante 400 s. Sobre la columna de MS HPs (30 m x 0,25 mm DI x 0,25 μm) se aplicó 1 μl de volumen de muestra a 40 °C. La temperatura del horno se mantuvo durante cuatro minutos en 40 °C, después se incrementó de manera lineal hasta 110 °C a razón de 4 °C min^{-1} y continuó incrementándose de manera lineal hasta 310 °C a razón de 30 °C min^{-1} , donde se mantuvo durante 2 min. El espectrómetro de masa estaba calibrado para un alcance de masas de 37 a 700 m / z. Mediante el uso de bases de datos comercialmente disponibles (Wiley, NIST) fue posible determinar de manera aproximada las sustancias. Luego se compararon las superficies pico entre las distintas muestras (inoculado / no inoculado / estéril y diferentes aguas residuales).

La comparación de la fracción hexanal en las muestras tratadas con aguas residuales de planta depuradora (PS y ES) se representa como diagrama de barras en la figura 1. Una comparación correspondiente de la fracción pentanal se muestra en la figura 2.

Una comparación de la fracción hexanal en las muestras tratadas con aguas residuales de la industria maderera (WSR y WCR) se representa como diagrama de barras en la figura 3.

Como resultado se pudo observar una reducción significativa de las emisiones de aldehído en las muestras tratadas con aguas residuales de la industria maderera y aguas residuales de planta depuradora. En particular, se observó una reducción significativa de sus emisiones de pentanal y hexanal en comparación con las muestras no tratadas. Los resultados indican que el crecimiento microbiano lleva al consumo de VOC (en particular aldehídos) y sus sustancias precursoras (en particular ácidos grasos).

Analítica de SPME:

Las virutas tratadas y las virutas de las muestras de control no tratadas fueron liofilizadas y después se usaron para el análisis de extracción por medio de Solid Phase Micro Extraction (SPME).

La extracción se efectuó en un extractor Büchi SpeedExtraktor E-916. El procedimiento consistió en cuatro ciclos de extracción (respectivamente 5 minutos) y una mezcla de extracción de 95/5 acetona-agua (v/v) a 110 bar y 110 °C. De los extractos obtenidos de esta manera se transfirieron respectivamente 1,5 ml de volumen de muestra a un tubito Pyrex y se mezclaron con 100 μl de estándar interno (ISTD). El estándar interno estaba formado por 6 mg de ácido heneicosánico, 9 mg de colesterilpalmitato, 9 mg de 1,3-dipalmitol-2-deil-glicérido, 9 mg de betulina, disuelto en 12 ml de acetona.

Después de la evaporación al vacío del disolvente se efectuó la derivatización con 80 μl de BSTFA (N, O-bis-trimetilsililtrifluoroacetamida, Sigma), 20 μl de TMCS (trimetilclorsilano, Sigma) y 20 μl de piridina a 70 °C durante 45 minutos en los tubitos Pyrex cerrados.

Las muestras fueron inyectadas a 270 °C y separada sobre una columna de MS HP5 (30 m x 0,25 mm DI x 0,25 μm). La temperatura del horno se mantuvo durante un minuto a 100 °C, luego se incrementó de manera lineal hasta 325 °C a razón de 5 °C min^{-1} y después se mantuvo durante 14 minutos. El espectrómetro de masa estaba ajustado a un alcance de masas de 37 a 700 m / z. Una cuantificación aproximada fue posible mediante la multiplicación de la cantidad conocida del ISTD por el cociente de la superficie pico de la sustancia y de la superficie pico del ISTD. Esto se hizo bajo la suposición de que los factores de respuesta para todas las sustancias analizadas eran idénticos y que las curvas de calibración en la zona de comprobación eran lineales.

Ejemplo 2

5 Las virutas de madera de coníferas fueron tratadas y examinadas como en el ejemplo 1, solo que como medio que contiene los microorganismos se usó una muestra del biofiltro de madera troceada antepuesto (BF) de una planta depuradora municipal y como VOC se estudiaron diferentes terpenos (α -pineno, β -pineno y δ -3-careno) mediante un análisis de GC-MS/SPME.

La comparación de la fracción de α -pineno, β -pineno y δ -3-careno en las virutas de madera tratadas con la muestra del biofiltro de madera troceada (BF) se representa como diagrama de barras en las figuras 4, 5 y 6.

10 Como resultado se pudo observar una reducción significativa de las emisiones de terpenos en las virutas de madera tratadas con la muestra del biofiltro de madera troceada (BF). En particular se observó una reducción significativa de sus emisiones de α -pineno, β -pineno y δ -3-careno en comparación con las muestras no tratadas. Los resultados indican que el crecimiento microbiano también lleva al consumo de VOC como terpenos y/o de sus sustancias precursoras.

15 Ejemplo 3

En otro ensayo adicional de trabajo a mayor escala y a partir de las partículas de madera tratadas se prensaron placas de laboratorio.

20 Para el tratamiento se usaron las mismas aguas residuales de la industria maderera (WCR y WSR) como en el ejemplo 1.

25 36 kg de hebras frescas de madera de coníferas con un contenido de humedad de 58 % fueron distribuidos de manera equivalente entre 36 bolsas de polietileno tipo Zip-Lock (40 x 60 cm², 50 μ m de espesor) y después se gamma-esterilizaron (dosis: 25,5 kGy min de acuerdo con ISO 9001:2008). Respectivamente 12 de las bolsas esterilizadas fueron inmaculadas con aguas residuales WSR y WCR. A cada parte alícuota se añadieron 200 ml de las respectivas aguas residuales. La densidad de microorganismos era de aproximadamente 1×10^9 microorganismos individuales por g de peso seco de madera de las hebras de madera de coníferas. La humedad residual era de 243 %

Por su parte, 12 muestras de control fueron mezcladas con 200 ml de agua esterilizada. Todas las bolsas fueron incubadas durante 6 semanas a 23 °C.

35 Posteriormente se unieron las partes alícuotas de cada grupo (control, WSR y WCR) y secadas consecutivamente en un secador de tambor giratorio durante aproximadamente 4 horas con un suministro de aire de aproximadamente $35 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ y una temperatura del aire suministrado de 180 °C. El contenido de humedad del material desecado era de aproximadamente 4,0 % (hebras no tratadas = control) y de 4,8/5,2 % (hebras tratadas con WSR/WCR).

40 Se determinó el contenido de VOC de las muestras tratadas con aguas residuales de la industria maderera y de las muestras de control, tal como ya se ha descrito más arriba, mediante GC-MS.

45 Una comparación de la fracción de hexanal de las hebras tratadas con aguas residuales de la industria maderera (WSR y WCR) se representa como diagrama de barras en la figura 7. Como resultado se demostró una reducción significativa de los valores de hexanal en comparación con las hebras no tratadas.

A partir de las hebras tratadas y las muestras de control luego se fabricaron placas de laboratorio de acuerdo con el protocolo indicado en la tabla 1.

50 Tabla 1

Parámetro de compresión		
Límite superior de presión	[bar]	150,0
Presión máxima	[bar]	74,4
Temperatura abajo	[°C]	191,0
Temperatura arriba	[°C]	195,1
Distancia	[mm]	12,0
Factor de compresión	[s/mm]	10,8
Humedad de encolado real – prensa	[%]	10,5
Química		
Denominación de la cola	-	PMDI
Tipo de endurecedor	-	

De las placas de laboratorio, a 41 días después de su fabricación, se cortaron cuatro discos de muestra (\varnothing 43,5 mm) por cada placa de laboratorio para las mediciones de VOC. Los discos de muestra fueron colocados separadamente

5 en microcámaras pCTE™/extractores térmicos (Markes®) y el contenido de VOC se midió en los días 3, 7, 17 y 28 después de la colocación en la microcámara. El régimen de intercambio de aire específicamente referido a la superficie se ajustó en $0,5 \text{ m}^3 \times \text{m}^{-2} \times \text{h}^{-1}$. Por lo demás, los parámetros de ensayo ajustados y el protocolo de medición de VOC empleado correspondieron a lo descrito en Stratev, D., Gradinger, C., Ters, T., Fackler, K., Kuncinger, T., Srebotnik, E. (2011) "Fungal pretreatment of pine wood to reduce the emission of volatile organic compounds", *Holzforschung* (65).

10 Se identificaron VOC individuales mediante espectrometría de masa (MS). A este respecto, la integración de pico (Peak Integration) se efectuó de manera semiautomática mediante el uso del software Agilent MSD Chemstation (Agilent). El contenido de pentanal, hexanal y octanal se cuantificó, se sumó y se representa como "suma de aldehídos". La cuantificación se efectuó con calibración externa mediante estándares auténticos y d8-tolueno como estándar interno.

15 Como resultado ilustrativo de las mediciones de microcámara, en la figura 8 se representa una comparación de las fracciones de la "suma de aldehídos" de las placas producidas con hebras tratadas con aguas residuales de la industria maderera (WSR y WCR).

20 Las placas hechas con las hebras tratadas mostraron una reducción significativa de sus emisiones de aldehído en comparación con las placas de hebras no tratadas. Los resultados indican que el crecimiento microbiano lleva al consumo de VOC (en particular aldehídos) y de sus sustancias precursoras (en particular ácidos grasos).

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para la fabricación de un material de madera, en donde el material de madera es un tablero de madera o una pieza conformada de madera, y representa un material compuesto de partículas de madera individuales o un material de madera maciza, **caracterizado por que** un producto de partida o un producto intermedio del material de madera, que contienen madera, se trata con un medio que contiene una pluralidad de diferentes especies de microorganismos, en donde
- 10 (i) el tratamiento comprende la etapa de que la pluralidad de diferentes especies de microorganismos se añade activamente al producto de partida o al producto intermedio, que contienen madera, o se pone en contacto con el mismo; y
- (ii) el término "tratamiento" no comprende procesos, en donde los microorganismos ya existían desde antes sobre o en el producto de partida o en el producto intermedio, que contienen madera, del material de madera, actuando sobre el mismo en el transcurso del tiempo y comenzando a descomponerlo; y
- 15 (iii) el medio que contiene microorganismos comprende o está formado por biopelículas y/o sustancias activadas en forma de fango activado proveniente de plantas depuradoras de aguas residuales o de aguas residuales provenientes de un biofiltro de madera troceada de una planta depuradora, y contiene por lo menos una cepa de bacterias que se selecciona entre el grupo consistente en *Enterobacteriaceae*, *Klebsiella sp.*, *Serratia ficaria*, *Pantoea spp.*, *Pseudomonadaceae* y *Bacillus sp.*
- 20 2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** los microorganismos comprendidos en el medio son una microbiocenosis.
- 25 3. Procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado por que** los microorganismos comprendidos en el medio se han obtenido de aguas residuales y/o de residuos de filtro provenientes del tratamiento de tales aguas residuales.
- 30 4. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el medio que comprende los microorganismos contiene o está formado por aguas residuales y/o por residuos de filtro provenientes del tratamiento de tales aguas residuales.
- 35 5. Procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 3 o 4, **caracterizado por que** el agua residual se selecciona del grupo consistente en agua de lluvia, aguas residuales domésticas, aguas residuales municipales, aguas residuales industriales, aguas residuales de plantas de tratamiento de agua y combinaciones de estas.
- 40 6. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 3 a 5, **caracterizado por que** el agua residual es un agua residual que ha estado en contacto con madera y/o con componentes de madera, en particular aguas residuales provenientes de la industria maderera y/o de la industria procesadora de madera.
- 45 7. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado por que** el agua residual proviene de la producción de materiales de madera, en particular del tratamiento de madera mediante vapores, cocción, trituración o secado.
- 50 8. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** los microorganismos comprendidos en el medio se han obtenido de biopelículas y/o de sustancias activadas en forma de fango activado proveniente de plantas depuradoras o de aguas residuales provenientes de un biofiltro de madera troceada de una planta depuradora.
- 55 9. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizado por que** el fango activado de las plantas depuradoras se selecciona del grupo consistente en fango del tanque de tratamiento aerobio o anaerobio, fango de exceso del tanque de tratamiento aerobio o anaerobio, fango de la torre de fermentación, fango primario y combinaciones de éstos.
- 60 10. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el medio que comprende los microorganismos antes de su uso en el procedimiento de acuerdo con la presente invención se adapta en un biorreactor a un material a base de celulosa y/o a la metabolización de sustancias de extracto de madera, sustancias precursoras de VOC y/o de VOC.
- 65 11. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** los microorganismos comprendidos en el medio son bacterias por lo menos aproximadamente en un 50 %, preferentemente en por lo menos aproximadamente un 80 % y más preferentemente en por lo menos aproximadamente un 90 %.
12. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el medio que comprende los microorganismos contiene por lo menos una cepa de bacterias que se selecciona del grupo consistente en *Enterobacter chloacae* y *Pseudomonas sp.*

- 5 13. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el medio comprende microorganismos en un número total de por lo menos aproximadamente 10^4 microorganismos/ml, preferentemente por lo menos aproximadamente 10^5 microorganismos/ml y más preferentemente por lo menos aproximadamente 10^6 microorganismos/ml.
- 10 14. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el producto de partida o el producto intermedio, que contienen madera del material de madera, durante el tratamiento con el medio que comprende los microorganismos presenta una humedad de la madera del 300 % como máximo, preferentemente del 250 % como máximo y más preferentemente del 130 al 250 % como máximo.
- 15 15. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** durante el tratamiento con el medio que comprende los microorganismos existe una densidad de microorganismos donde por lo menos aproximadamente 1×10^3 , preferentemente de por lo menos aproximadamente 1×10^4 y más preferentemente de por lo menos aproximadamente 1×10^5 o por lo menos aproximadamente 1×10^6 microorganismos individuales por g del producto de partida o del producto intermedio que contienen madera.
- 20 16. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el procedimiento da como resultado una reducción del contenido de sustancia de extracto de madera, sustancias precursoras de VOC y/o de VOC en el material de madera.
- 25 17. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el material de madera es un material de madera prensado, en particular un tablero de fibras o un tablero OSB.
- 30 18. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 17, **caracterizado por que** el producto de partida o el producto intermedio, que contienen madera, del material de madera son partículas de madera y el procedimiento comprende por lo menos las siguientes etapas:
- a) poner en contacto las partículas de madera con el medio que comprende los microorganismos;
 - b) incubar el material de la etapa a);
 - c) secar las partículas de madera pretratadas a una temperatura de 80 a 400 °C;
 - d) encolar las partículas de madera pretratadas con un agente aglutinante; y
 - e) comprimir la mezcla para formar un material de madera prensado.
- 35 19. Uso de un medio que comprende una pluralidad de diferentes especies de microorganismos en un procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 1-18 para reducir el contenido de sustancia de extracto de madera, sustancias precursoras de VOC y/o de VOC en la madera o en un material de madera.

Figura 1

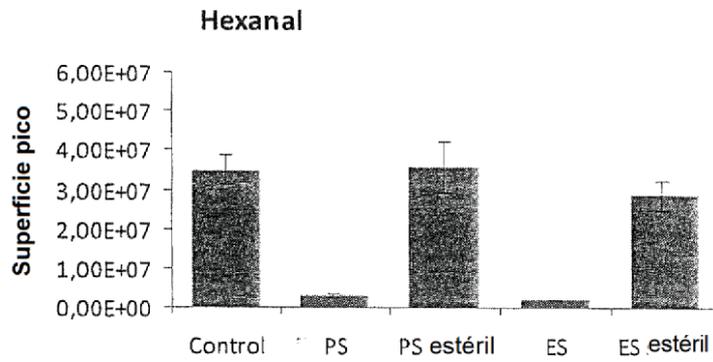


Figura 2

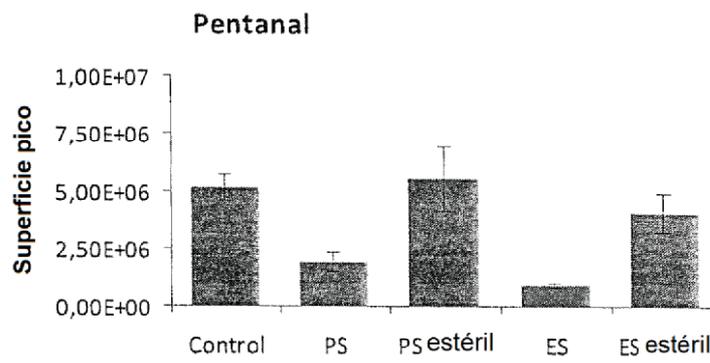


Figura 3

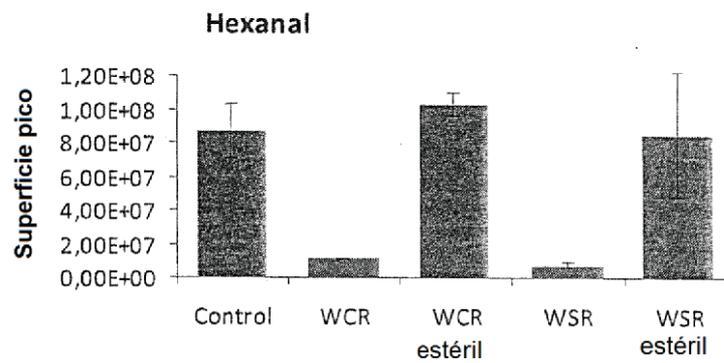


Figura 4

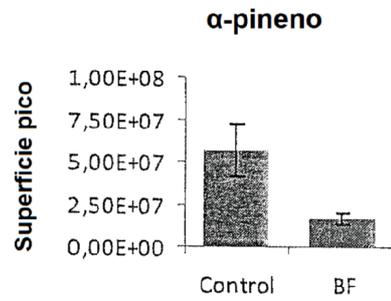


Figura 5

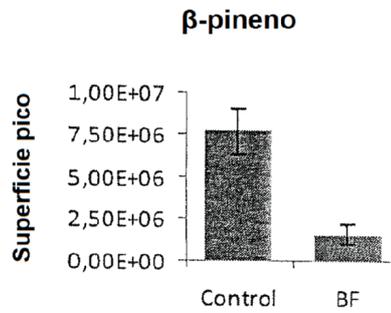


Figura 6

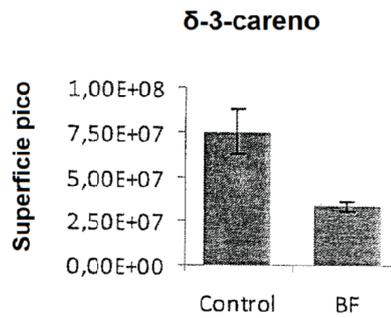


Figura 7

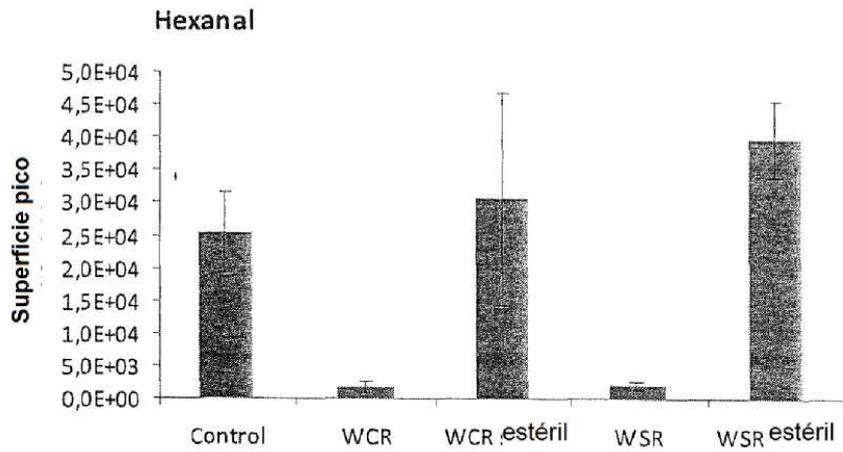


Figura 8

