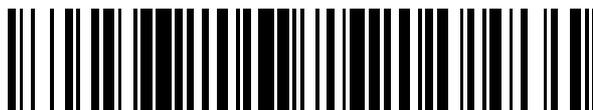


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 577 052**

51 Int. Cl.:

C12P 7/40 (2006.01)
C12P 7/44 (2006.01)
C12P 7/46 (2006.01)
C12P 7/50 (2006.01)
C12P 7/56 (2006.01)
B01D 21/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.04.2013 E 13720846 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.04.2016 EP 2841583**

54 Título: **Proceso de fermentación que incluye el uso de un hidrociclón**

30 Prioridad:

25.04.2012 EP 12165513
25.04.2012 US 201261637867 P

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

12.07.2016

73 Titular/es:

PURAC BIOCHEM BV (100.0%)
Arkelsedijk 46
4206 AC Gorinchem, NL

72 Inventor/es:

VAN KRIEKEN,, JAN;
KON,, ADRIAAN DIRK;
DE HAAN,, ANDRÉ BANIER y
KOOL,, FREDERIK GERRIT JAN

74 Agente/Representante:

TOMAS GIL, Tesifonte Enrique

ES 2 577 052 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

Proceso de fermentación que incluye el uso de un hidrociclón.

5 [0001] La presente invención pertenece a un proceso de fermentación para la producción de una sal ácida orgánica. La invención pertenece en particular a la producción de sales de ácido lactato, succinato, y furandicarboxílico.

[0002] En la técnica, ácidos orgánicos son frecuentemente fabricados por procesos de fermentación. Por ejemplo, se conocen procesos de fermentación para ácido láctico, ácido propiónico, ácido succínico, y ácido acético.

10 Durante la fermentación, se añade base para mantener el pH en el rango de caldo de fermentación apropiado para el microorganismo.

A consecuencia, el ácido está frecuentemente presente en el caldo de fermentación en forma de su sal. Dependiendo de la naturaleza de la base, la sal puede estar disuelta en el caldo de fermentación, por ejemplo, en el caso de sodio, potasio, o sales amónicas, o puede estar presente en la forma sólida, por ejemplo, en el caso del magnesio o lactato de calcio o succinato.

[0003] Fermentaciones para la producción de estos tipos de compuestos han sido mencionadas en varias referencias.

20 WO2005/123647 se refiere a la producción de ácido láctico o lactato de un lactato de magnesio que contiene medio a través de una reacción SWAP en un rango de pH específico. El lactato de magnesio se puede fabricar a través de fermentación.

[0004] WO2010/063762 se refiere a un proceso para la fabricación de una sal de succinato monovalente a través de un proceso de fermentación que produce la formación de succinato de magnesio o calcio, que es luego convertido en la sal monovalente.

25 WO2011/095631 se refiere a un proceso para la producción de ácido láctico de lactato de magnesio que utiliza un paso de electrodiálisis.

Se indica que el lactato de magnesio puede ser obtenido de un proceso de fermentación.

30 EP2360137 contiene una divulgación similar para la producción de ácido succínico de succinato de magnesio que se puede obtener a través de fermentación.

[0005] Mientras estas referencias describen cómo el lactato o sal de succinato se procesan, solo contienen descripciones breves y generales sobre cómo debe ser realizada la fermentación.

35 Ha parecido sin embargo, que es difícil operar un proceso de fermentación donde el caldo de fermentación comprende sal ácida orgánica en forma de un producto sólido de una manera estable mientras se obtiene un rendimiento elevado de un producto de calidad alta del proceso total, especialmente donde el proceso debe ser llevado a cabo a una escala industrial.

40 Este problema ha sido resuelto ahora por la presente invención.

[0006] La presente invención pertenece a un proceso de fermentación para la producción de una sal ácida orgánica que incluye las etapas de

45 -fermentar un microorganismo en un medio de fermentación en un reactor de fermentación para formar un caldo de fermentación que incluye una sal ácida orgánica, donde parte de la sal ácida orgánica está presente en estado sólido y parte de la sal ácida orgánica es disuelta en el caldo de fermentación;

-retirar al menos parte del caldo de fermentación del reactor de fermentación, proporcionar dicho caldo a un hidrociclón, y retirar un efluente superior y un efluente inferior del hidrociclón;

-proporcionar el efluente inferior de la hidrociclón a una etapa de separación sólido/líquido, para formar una fracción sólida y una fracción líquida,

50 -proporcionar al menos 30 vol.% del total del efluente superior del hidrociclón y la fracción líquida de la etapa de separación sólido-líquida al reactor de fermentación.

[0007] Se ha descubierto que la combinación del hidrociclón y la provisión de al menos 30% del total del efluente superior del hidrociclón y la fracción líquida de la etapa de separación sólido-líquida al reactor de fermentación es esencial para obtener un proceso que es al mismo tiempo estable, proporciona un producto con buenas propiedades, y proporciona un rendimiento de proceso alto.

55 Como se ilustra en los ejemplos, es la combinación de las dos características lo que proporciona un proceso realizable estable económicamente que produce un producto con un perfil de impureza buena.

60 La formación de un producto con un perfil de impureza buena es una característica particularmente sorprendente de la presente invención.

[0008] La invención se describe en detalle más abajo.

Las figuras ilustran un número de aspectos de la presente invención.

65 Debe observarse, sin embargo, que la presente invención no está limitada por o a las formas de realización ilustradas aquí.

La Figura 1 ilustra una primera forma de realización de la presente invención.

La Figura 2 ilustra una segunda forma de realización de la presente invención donde unas pocas posibilidades adicionales para el reglaje de corrientes de proceso han sido incorporadas.

La Figura 3 ilustra una tercera forma de realización de la presente invención, donde algunos pasos de proceso adicional han sido incluidos.

5 [0009] En la primera fase del proceso según la invención, un microorganismo se fermenta en un medio de fermentación en un reactor de fermentación para formar un caldo de fermentación que incluye una sal ácida orgánica.

10 [0010] El proceso según la invención es aplicable a procesos de fermentación donde parte de la sal ácida orgánica está presente en estado sólido y parte de la sal ácida orgánica es disuelta en el caldo de fermentación. El proceso según la invención no se adecua a situaciones donde el caldo de fermentación no contiene sal ácida orgánica en la forma sólida.

Por otro lado, el porcentaje de sal ácida presente en la forma sólida no debe ser alto.

15 En una forma de realización, de la cantidad total de sal ácida orgánica presente en el medio, al menos 2% está presente en estado sólido.

Más específicamente, de la cantidad total de sal ácida orgánica presente en el medio de fermentación, al menos 10% está presente en estado sólido.

20 En algunas formas de realización al menos 15% de la cantidad total de sal ácida orgánica presente en el medio de fermentación está presente en estado sólido, o incluso al menos 20%, o al menos 30%.

[0011] Por otro lado, el proceso según la invención no se adecua a situaciones donde toda la sal ácida en el medio de fermentación está presente en estado sólido.

Por otro lado, el porcentaje de producto disuelto no debe ser alto.

25 En una forma de realización, al menos 5% de la cantidad total de sal ácida presente en el sistema está presente en estado disuelto.

En particular, al menos 15% de la cantidad total de sal ácida presente en el sistema está en estado disuelto, más en particular al menos 20%.

30 Como el total del porcentaje de sal ácida disuelta y sal ácida sólida es 100%, los límites superiores para uno de los dos parámetros se pueden derivar del límite inferior del otro.

[0012] En una forma de realización, la fermentación produce un caldo de fermentación que comprende lactato de magnesio donde 50-90% de la cantidad total de lactato de magnesio está presente en estado sólido (y el equilibrio es disuelto).

35 Dentro de esta forma de realización se puede preferir que 60-85%, en particular 70-80% de la cantidad total de lactato de magnesio, esté presente en estado sólido (con el equilibrio siendo disuelto).

Esta forma de realización puede ser particularmente pertinente para fermentación por lotes.

40 [0013] En otra forma de realización, la fermentación produce un caldo de fermentación que comprende lactato de magnesio donde 10-50% de la cantidad total de lactato de magnesio está presente en estado sólido (con el equilibrio siendo disuelto).

Dentro de esta forma de realización, se puede preferir que 25-40%, en particular 20-30%, de la cantidad total de lactato de magnesio esté presente en estado sólido (con el equilibrio siendo disuelto).

45 Esta forma de realización puede ser particularmente pertinente para un proceso de fermentación continua.

[0014] En otra forma de realización, la fermentación produce un caldo de fermentación que comprende succinato de magnesio, con 10-50% de la cantidad total de succinato de magnesio presente estando en estado sólido (y el equilibrio siendo disuelto).

50 Preferiblemente, 20- 30% de la cantidad total de succinato de magnesio está presente en estado sólido, con el equilibrio siendo disuelto.

[0015] En otra forma de realización, la fermentación produce succinato de calcio, con 85-98% de la cantidad total de succinato de calcio presente estando en estado sólido (y el equilibrio siendo disuelto).

55 [0016] La cantidad absoluta de producto de ácido sólido en el medio de fermentación como retirada del reactor no es crítica a la actual invención.

Dependerá de la naturaleza de la fermentación, y puede variar, por ejemplo, entre 2 y 40 % en peso, más específicamente entre 2 y 25 % en peso, calculado sobre el peso del medio de fermentación retirado del reactor.

60 [0017] Ácidos de los cuales las sales son producidas fabricados mediante el proceso según la invención son ácidos carboxílicos, en particular ácidos carboxílicos seleccionados del grupo consistente en ácidos mono-, di-, y tricarboxílicos con 2-8 átomos de carbono.

Preferiblemente, los ácidos carboxílicos no contienen grupos de amino o amido.

65 Ejemplos de ácidos carboxílicos adecuados incluyen ácido láctico, ácido propiónico, ácido cítrico, ácido málico, ácido maleico, ácido fumárico, ácido adípico, ácido succínico, ácido itacónico, ácido tartárico, ácido alfa-cetoglutarico,

ácido oxaloacético, ácido acético, ácido acrílico, ácido 2-hidroxi-butírico, ácido 3-hidroxi-propiónico, y ácido furandicarboxílico.

En este momento los procesos de fermentación dirigidos a la fabricación de sales de ácido láctico, ácido succínico, ácido fumárico, ácido itacónico, ácido adípico, ácido 3-hidroxi-propiónico, y ácido furano-dicarboxílico son considerados preferidos.

Procesos de fermentación dirigidos a la fabricación de ácido láctico, ácido succínico, o ácido furandicarboxílico se consideran particularmente preferidos.

En una forma de realización, el ácido carboxílico es ácido láctico.

En otra forma de realización del ácido carboxílico es ácido succínico.

En otra forma de realización, el ácido carboxílico es ácido furandicarboxílico.

[0018] En procesos de fermentación de este tipo, la sal ácida se forma a través de la adición de una base durante el proceso de fermentación.

Más específicamente, en fermentaciones de este tipo el microorganismo produce el ácido carboxílico.

La formación de ácido produce una reducción en el pH.

Para contrarrestar esto y mantener el pH en la gama donde el microorganismo puede funcionar, una solución básica se añade durante la fermentación, dando como resultado la formación de la sal ácida carboxílico.

Como ha sido explicado por encima, la presente invención pertenece a la situación donde parte de la sal ácida orgánica está presente en estado sólido y parte de la sal ácida orgánica es disuelta en el caldo de fermentación.

Que este sea el caso o no dependerá de combinación del ácido y el catión en la base, en el producto de solubilidad de la sal ácida en el medio de fermentación, y en la cantidad de producto producida.

Está dentro del campo de la persona experta usar su conocimiento general común para seleccionar la base, específicamente el catión en la base, de manera que la sal ácida en el medio de fermentación está presente parcialmente en la forma sólida y parcialmente en estado disuelto.

[0019] Dependiendo de la naturaleza del ácido, bases adecuadas pueden incluir un catión seleccionado de cationes bivalentes y trivalentes, en particular cationes bivalentes, en particular acciones seleccionadas del grupo de magnesio y calcio.

El uso de magnesio es particularmente preferido.

Aniones adecuados para la base incluyen óxidos, hidróxidos, bi- y monocarbonatos, y combinaciones de los mismos. Los ejemplos incluyen soluciones que comprenden uno o varios de (hidr) óxido de calcio, carbonato cálcico, bicarbonato de calcio, (hidr) óxido de magnesio, carbonato de magnesio, y bicarbonato de magnesio.

[0020] Se cree que el proceso es de relevancia particular para la producción de lactato de magnesio, succinato de magnesio, y furandicarboxilato de magnesio.

[0021] Generalmente, la solución básica se adiciona en una cantidad eficaz para controlar el pH del caldo entre aproximadamente 3 y 9, más específicamente entre 5,5 y aproximadamente 7,0. La selección de PH depende de la naturaleza del microorganismo y no requiere más aclaración aquí.

[0022] La etapa de fermentación es realizada de otra forma en un modo conocido en la técnica, y no requiere más aclaración.

Más en particular, la naturaleza de la fuente de carbohidrato por fermentar no es crítica, fuentes de carbohidrato crudo incluso se pueden usar relativamente para la fermentación.

Ejemplos de fuentes de carbohidratos adecuados son sacarosa, almidón (licuado), y jarabe de glucosa.

[0023] Otros componentes se pueden adicionar como es convencional en la técnica, tales como enzimas, nutrientes tales como compuestos de nitrógeno, fosfatos, sulfatos, vitaminas, y oligoelementos.

Está dentro del campo de la persona experta seleccionar una combinación apropiada de sustrato, microorganismo, y condiciones de reacción para obtener un proceso de fermentación adecuado para usar en la presente invención.

[0024] Al menos parte del caldo de fermentación que comprende la sal ácida orgánica es retirada del reactor, y proporcionada a un hidrociclón, con o sin tratamiento intermedio.

El caldo de fermentación se puede retirar del reactor completamente o en parte, dependiendo entre otras cosas de si la fermentación es una fermentación por lotes o una fermentación continua.

El caldo de fermentación como retirado del reactor adicionalmente comprende biomasa y además productos tales como azúcares residuales, oligosacáridos, productos secundarios de fermentación, residuos nutrientes, y precipitados.

[0025] Si se desea, el caldo de fermentación se puede someter a tratamiento intermedio.

En una forma de realización, el caldo de fermentación se proporciona a un decantador de gravedad, y el lodo preconcentrado efluente pesado del decantador de gravedad se proporciona al hidrociclón.

Esta forma de realización puede ser atractiva donde la cantidad de sal ácida sólido en el caldo de fermentación es relativamente limitado.

El efluente ligero del decantador de gravedad puede ser reciclado de vuelta a la unidad de fermentación.

Donde el efluente del caldo de fermentación contiene una cantidad sustancial de material disuelto, es una forma de realización preferida.

[0026] Mientras que el tratamiento intermedio tal como la provisión a un decantador de gravedad es una posibilidad, la forma de realización donde al menos parte del caldo de fermentación se proporciona al hidrociclón directamente, es decir sin tratamiento intermedio sustancial, es una forma de realización preferida de la presente invención, ya que hace el proceso menos complicado, y reduce costes operativos.

Se ha descubierto que en el proceso según la invención es posible procesar el caldo de fermentación incluyendo biomasa y otros contaminantes como se ha descrito anteriormente, mientras se obtiene un producto sólido con una alta pureza en combinación con un rendimiento de proceso alto globalmente.

[0027] El caldo de fermentación se proporciona a la entrada de un hidrociclón, después o no del tratamiento intermedio tal como utilizando un asentador de gravedad como se ha descrito anteriormente.

Un hidrociclón es un dispositivo para clasificar, separado u ordenar partículas en una suspensión líquida basadas en la proporción de su fuerza centrípeta a la resistencia fluida.

Esta proporción es alta para partículas densas y gruesas, y baja para partículas finas y ligeras.

El hidrociclón se equipa con una entrada donde se proporciona la alimentación, una salida superior y una salida inferior, que es inferior a la salida superior.

La salida superior se localiza en o cerca de la parte superior del hidrociclón; la salida inferior se localiza en o cerca del fondo del hidrociclón.

[0028] En el hidrociclón ocurre una separación preferencial para el producto sólido.

En general, al menos 70% de la sal ácida presente en forma sólida acaba en el efluente inferior del hidrociclón.

Preferiblemente, al menos 80% de la sal ácida sólida acaba en el efluente inferior, más preferiblemente al menos 85%, todavía más preferiblemente al menos 90%.

[0029] Del volumen líquido que entra en el hidrociclón, en general al menos 60% acaba en el efluente superior del hidrociclón, preferiblemente al menos 70%.

Para mantener el efluente inferior procesable, debería contener al menos algún volumen líquido, por ejemplo, al menos 5%, calculado en el volumen de líquido total, o al menos 8%.

En general, del volumen líquido que entra en el hidrociclón, como mucho 40% acaba en el efluente inferior del hidrociclón, preferiblemente como mucho 30%.

Para los fines de la descripción de la separación de hidrociclón, el volumen líquido es el volumen de la alimentación al hidrociclón sin contar las partículas de sal ácida sólida.

Otros componentes sólidos tales como biomasa se cuentan en el volumen líquido.

[0030] Se nota que la distribución de la biomasa generalmente seguirá la distribución del volumen líquido al menos en términos generales.

Las gamas dadas para la distribución del volumen líquido también recurren a la distribución de la biomasa.

[0031] Sin querer estar limitado por teoría se cree que el hidrociclón también contribuye a la pureza del producto.

De los resultados como presentados en los ejemplos se puede observar que el uso de un hidrociclón produce un producto con pureza aumentada.

[0032] El efluente superior del hidrociclón se puede procesar de varias maneras.

En una forma de realización, el efluente superior es reciclado de nuevo a la unidad de fermentación completamente o en parte.

Si es así deseado, el efluente superior se puede someter a un paso de eliminación de biomasa, por ejemplo, a través de uno o varios de filtración, flotación, sedimentación, centrifugación, y floculación, o a otro o más pasos de purificación.

Sin embargo, reciclaje de efluente superior del hidrociclón completamente o en parte sin pasos intermedios es una forma de realización particular de la presente invención.

[0033] Para alcanzar los requisitos de la presente invención de que al menos 30% del total del efluente superior del hidrociclón y la fracción líquida de la etapa de separación sólido-líquida es reciclada de nuevo a la unidad de fermentación, en la práctica generalmente al menos 10% del efluente superior es reciclado de nuevo a la unidad de fermentación, en particular al menos 20%, más en particular al menos 30%.

Fracciones mucho más altas son también previstas, por ejemplo, al menos 50%, o al menos 60%.

En una forma de realización, el efluente superior del hidrociclón se combina con la fracción líquida de la etapa de separación sólido-líquida antes de que al menos 30 vol.% de dicho líquido combinado se recicle al reactor de fermentación.

[0034] El efluente inferior del hidrociclón se proporciona para una etapa de separación sólida/líquida.

La etapa de separación sólida/líquida se destina a aislar las partículas de sal ácida sólida del medio líquido que contiene sal ácida disuelta.

La etapa de separación sólida/líquida se puede realizar por métodos convencionales como filtración, centrifugación, o sedimentación.

[0035] En una forma de realización preferida, la etapa de separación sólida/líquida se realiza utilizando un filtro de correa.

El uso de un filtro de correa ha sido descubierto como ventajoso porque tiene una eficiencia de lavado alta que permite eliminación eficaz de biomasa y sólido y contaminantes disueltos y que obtiene una torta de filtración con un contenido de agua relativamente bajo y un contenido relativamente bajo de productos contaminantes.

Si se desea el filtro de correa se puede equipar con medios para el lavado de la torta de filtración, por ejemplo de manera que la torta de filtración es remezclada, lo que lleva a filtrabilidad y eficiencia de lavado mejoradas.

En una forma de realización, el líquido de lavado proporcionado al filtro de correa es un flujo de reciclado del filtro de correa.

Esto tiene la ventaja de que el lavado se puede efectuar sin tener que proporcionar ninguna corriente adicional al proceso.

[0036] La fracción sólida obtenida en la etapa de separación sólida/líquida se puede procesar como se desee, incluyendo tales pasos como lavado.

El otro procesamiento de la fracción sólida está dentro del campo de la persona experta y no requiere más aclaración aquí.

[0037] La fracción líquida de la etapa de separación sólido-líquida se puede procesar de varias maneras.

En una forma de realización, la fracción líquida de la etapa de separación sólido-líquida es reciclada de nuevo a la unidad de fermentación completamente o en parte.

Si se desea, la fracción líquida se puede someter a un paso de eliminación de biomasa, por ejemplo, a través de uno o varios de filtración, flotación, sedimentación, centrifugación, y floculación, o a otro o más pasos de purificación, tales como cristalización de enfriamiento por evaporación.

Sin embargo, el reciclaje de la fracción líquida de la etapa de separación sólido-líquida completamente o en parte sin pasos intermedios es una forma de realización particular de la presente invención.

[0038] En una forma de realización, al menos parte de la fracción líquida de la etapa de separación líquida sólida sirve a una etapa posterior donde sal ácida sólido se produce y es aislado, por ejemplo un cristizador.

[0039] En una forma de realización, al menos 20 vol.% de la fracción líquida de la etapa de separación sólido-líquida se recicla al reactor de fermentación, bien directamente o tras tratamiento intermedio.

Se prefiere que este porcentaje sea más alto, por ejemplo, al menos 30 vol.%, más en particular al menos 40 vol.%.

En algunas formas de realización puede ser posible reciclar un porcentaje más alto de la fracción líquida de la etapa de separación sólido-líquida al reactor de fermentación, por ejemplo, al menos 50 vol.%, o al menos 60 vol.%.

[0040] Como se ha indicado anteriormente, es una característica de la presente invención que al menos 30% del total del efluente superior del hidrociclón y la fracción líquida de la etapa de separación sólido-líquida se recicla al reactor de fermentación.

[0041] Resulta ventajoso que el porcentaje que se proporciona al reactor de fermentación sea más alto, por ejemplo, al menos 50%, más en particular al menos 60%, o incluso al menos 70 vol.%.

La ventaja de proporcionar un reciclado líquido grande reside en un rendimiento aumentado de sal ácida sólido.

[0042] El efluente superior del hidrociclón y la fracción líquida obtenida en la etapa de separación sólido/líquida ambos contienen sal ácida disuelta.

El reciclado puede ser directamente al reactor.

Sin embargo, también es posible primero añadir otros componentes al flujo reciclado, por ejemplo, nutrientes o sustrato, de modo que el flujo reciclado sirve como portador para proporcionar estos componentes al reactor de fermentación.

Como será evidente a la persona experta hay vías numerosos en las que el reciclado puede ser efectuado.

Corrientes se pueden combinar o no, o dividir o no.

El volumen máximo por ser reciclado no es crítico.

Dependerá del volumen de reactor, y de si el volumen reciclado se proporciona además de o en vez del volumen que de otro modo será proporcionado por agua pura.

Se prefiere que el flujo reciclado reemplace al menos en parte una cantidad correspondiente de agua.

En comparación con la provisión de agua pura, como es convencional en procesos de fermentación, la provisión de una solución que contiene sal ácida disuelto significa que el caldo de fermentación alcanzará la concentración de saturación para la sal ácida en una fase anterior.

Esto significa que por la fermentación, producto más sólido estará presente en el caldo de fermentación.

[0043] En una forma de realización, la fracción de reciclado proporcionada al reactor de fermentación originado de la etapa de separación sólida/líquida y/o desde el principio efluente del hidrociclón, supone al menos 50% del volumen del caldo en el reactor de fermentación.

Al principio de un proceso de fermentación por lotes un líquido de inicio se proporciona al reactor que comprende la fuente de carbohidrato, fuentes para nutrientes como amonio, fosfato, y sulfato, y agua, para formar un medio líquido con la concentración de carbohidratos apropiada.

Luego, el microorganismo se añade y el medio es llevado a la temperatura de fermentación.

5 La fermentación comienza entonces, y se añade base para mantener el pH en el valor deseado, como ha sido discutido.

En una forma de realización de la presente invención, el inicio en el proceso discontinuo consiste en al menos 50% de fracción de líquido de reciclaje, en particular al menos 70%, más en particular al menos 80%.

10 [0044] La presente invención es particularmente atractiva para procesos realizados en una escala relativamente grande.

Por ejemplo, se puede preferir que el medio de fermentación tenga un volumen de al menos 10.000 litros (10 m³).

Volúmenes mucho mayores también pueden ser previstos, por ejemplo, al menos 50.000 litros (50 m³), o incluso al menos 250.000 litros (250 m³).

15 Cuando operativo a este escala el proceso según la invención produce rendimientos sustancialmente aumentados.

[0045] Cabe señalar que otros pasos se pueden incorporar en el proceso según la invención.

Por ejemplo, es posible incluir uno o varios ciclones adicionales entre el primer ciclón y la etapa de separación sólido-líquida.

20 Estos ciclones adicionales pueden utilizarse para mejorar la separación.

También es posible efectuar un paso de lavado intermedio entre el hidrociclón y la etapa de separación sólido/líquida.

Tales pasos de lavado intermedio pueden, por ejemplo, efectuarse usando hidrociclones de lavado, donde agua se añade al efluente desde el primer hidrociclón, el líquido combinado se proporciona a un segundo hidrociclón, y el efluente inferior del segundo hidrociclón se proporciona al paso de fermentación sólida/líquida.

25 El efluente superior de tal hidrociclón de lavado se puede procesar como deseado, por ejemplo, mediante su reciclaje a la fermentación completa en parte o entero.

Cabe señalar que se prefiere mantener la cantidad de agua adicionada en un ciclón de lavado tan limitada como sea posible, para mantener las corrientes en volume tan pequeño como sea posible.

30 [0046] Las figuras ilustran varios aspectos de la presente invención.

[0047] En la figura 1, un efluente es retirado del reactor de fermentación (1) a través de la línea (2), y proporcionado al hidrociclón (3).

35 El efluente inferior de hidrociclón (3) se proporciona a través de la línea (4) al separador sólido/líquido (5), que es, por ejemplo, un filtro de correa.

El producto sólido es retirado del separador sólido/líquido (5) a través de la línea (7).

La fracción líquida de la unidad de separación sólida-líquida se retira a través de la línea (6), y se combina con el efluente superior de hidrociclón (3), que se proporciona a través de la línea (8).

40 Del flujo de efluente total (6), al menos el 30 vol.% se recicla al reactor de fermentación (1) a través de la línea (6a), y un resto se retira a través de la línea (6b).

[0048] La figura 2 proporciona una variación en el proceso de la figura 1.

45 En la figura 2, el reciclado del flujo efluente superior (8) del hidrociclón (3) y el reciclado de la fracción líquida (6) del separador sólido/líquido (5) son manejados separadamente, para permitir la selección independiente de la cantidad de las fracciones diferentes que se reciclan al reactor de fermentación.

Más específicamente, el flujo efluente superior (8) se divide en dos fracciones, una de las cuales se recicla al reactor de fermentación (1) a través de la línea (8a), y una de las cuales se retira a través de la línea (8b).

50 La fracción líquida de la unidad de separación sólido-líquida se retira a través de la línea (6), y es parcialmente reciclada al reactor de fermentación (1) a través de la línea (6a), mientras un resto se retira a través de la línea (6b).

El proceso se acciona en tal manera que el total de los volúmenes de (6a) y (8a) es al menos 30 vol.% del volumen de (6) y (8).

Será evidente a la persona experta que muchas variaciones son posibles en este proceso.

55 Por ejemplo, las corrientes (6a) y (8a) se pueden combinar antes de proporcionarlas al reactor de fermentación.

[0049] En la figura 3, el mismo proceso es ilustrado, con unas pocas adiciones y modificaciones.

Un decantador de gravedad (9) está situado entre el reactor de fermentación (1) e hidrociclón (3).

La fracción más ligera se retira a través de la línea (11) y, en la forma de realización ilustrada, es reciclada al reactor de fermentación en combinación con el efluente superior del hidrociclón (3).

60 Puede por supuesto también ser reciclado separadamente, o combinado con la fracción (6a).

La fracción pesada del decantador de gravedad (9) sirve al hidrociclón a través de la línea (10).

[0050] Una otra adición es la provisión de la unidad de solidificación (12), que puede ser, por ejemplo, un cristizador.

65 En esta forma de realización al menos parte del efluente líquido del filtro de correa (5) se proporciona al cristizador, dónde éste es tratado bajo tales condiciones que la sal ácida se solidifica.

Si es así deseado, el flujo efluente (8b) también se puede proporcionar completamente o en parte al cristizador (12) a través de la línea (14).

El producto sólido formado en el cristizador (12) es separado, por ejemplo a través de una otra etapa de separación sólida/líquida (ahora mostrada), y retirado a través de la línea (15).

5 El efluente líquido de la unidad de solidificación (12) se retira a través de la línea 13, y, si se desea, reciclado al menos en parte a la unidad de fermentación (1).

Esto puede hacerse, como representado, combinándolo con el flujo reciclado (6a), pero puede también ser reciclado separadamente.

Una parte de la fracción líquida se puede retirar a través de la línea (16).

10

[0051] La presente invención es ilustrada por los ejemplos siguientes:

Ejemplo comparativo A: no reciclado, no hidrociclón

15 [0052] Un proceso de fermentación fue realizado de una manera convencional.

Todo el caldo de fermentación fue retirado del reactor.

El caldo de fermentación contenía lactato de magnesio sólido, y lactato de magnesio fue disuelto en el medio de fermentación.

20 El caldo de fermentación contenía además biomasa, contaminantes de soluto tales como sales de potasio, sales de sodio, azúcares residuales, oligosacáridos, y sales de sulfato, y compuestos que están parcialmente en el estado sólido y parcialmente disueltos, tales como sales de aluminio, sales de calcio, sales de hierro, sales de manganeso, sales que contienen fósforo, sales que contienen zinc, y sales con nitrógeno.

El efluente se proporciona a un filtro de correa.

El producto sólido del filtro de cinta tiene propiedades de filtración buenas, y un nivel contaminante adecuado.

25 El efluente líquido del filtro de cinta es descartado.

Sin embargo, el rendimiento de proceso total de lactato de magnesio fue 63%, lo que es inaceptable desde un punto de vista comercial.

Ejemplo comparativo B: reciclado, no hidrociclón

30

[0053] El ejemplo comparativo uno fue repetido, excepto que 55 vol.% del efluente líquido del filtro de correa fue reciclado al reactor de fermentación en un esfuerzo por aumentar el rendimiento.

Se ha observado sin embargo, que este resultó en un proceso inoperable.

35 El producto sólido del filtro de cinta no pudo ser filtrado, tenía un color marrón oscuro, y un nivel contaminante que fue inaceptablemente alto.

Más específicamente, se descubrió que el producto contenía cantidades sustanciales de aluminio, hierro, fósforo y nitrógeno.

Ejemplo comparativo C: parte reciclan, ningún hidrociclón

40

[0054] El ejemplo comparativo B fue repetido, excepto que el porcentaje de efluente de líquido del filtro de correa que fue reciclado fue reducido a 26 vol.% en un intento de mejorar las propiedades del producto.

El lactato de magnesio sólido en el efluente inferior del hidrociclón tiene propiedades de filtración razonables.

45 Sin embargo, la torta de filtración todavía tenía un color pardusco, y un perfil de impureza que es insuficiente para la aceptabilidad comercial.

El rendimiento total del proceso fue 74%, que es también inaceptable para la operación comercial.

Ejemplo 1

50 [0055] Un proceso de fermentación se realiza como en el ejemplo comparativo A.

Todo el caldo de fermentación fue retirado del reactor.

Su composición es igual que en el ejemplo comparativo A.

[0056] El caldo de fermentación se proporciona al hidrociclón, sin ningún tratamiento precedente.

55 El efluente inferior del hidrociclón se proporciona a un filtro de correa para la separación sólido-líquida.

El producto sólido es aislado.

El efluente superior del hidrociclón y la fracción líquida del filtro de correa son combinados, y de la mezcla 55 vol.% se recicla al reactor de fermentación.

60 [0057] El lactato de magnesio sólido en el efluente inferior del hidrociclón tiene propiedades de filtración buenas y un color blanco mate.

Muestra un perfil de impureza buena, como se comentará después.

El rendimiento de lactato de magnesio total del proceso fue 84%, que es suficiente para la operación económica.

65 [0058] La siguiente tabla muestra datos comparativos en el perfil contaminante.

ES 2 577 052 T3

La tabla muestra el porcentaje de contaminante que está presente en el efluente de fase líquida del filtro de correa en comparación con la alimentación proporcionada al filtro de correa.

Así, la tabla proporciona una medida del grado de retención de los contaminantes en el filtro de correa.

5 Por ejemplo, un valor de 100% indica que 100% de un componente específico que se proporciona a un filtro de correa está presente en el efluente líquido del filtro de correa, dando como resultado una retención de 0%.

[0059] Como se puede observar en esta tabla, para la situación donde la alimentación es derivada de un hidrociclón la cantidad de contaminantes presente en el efluente de filtro de correa - y por lo tanto no en el producto - es superior que en el caso donde la alimentación no deriva del hidrociclón.

10 Así, el uso de un hidrociclón lleva a un producto en el filtro de correa con una pureza más alta.

Componente	Porcentaje del producto en el efluente de filtro de correa en comparación con el producto en el proceso de alimentación de filtro de correa accionado sin ciclón	Porcentaje del producto en el efluente de filtro de correa en comparación con el producto en el proceso de alimentación de filtro de correa accionado con ciclón	Estado de componente sól = sólido dis = disuelto mezcla = parcialmente sólido/ disuelto
Aluminio	84%	96%	mezcla
Calcio	95%	99%	mezcla
Hierro	0%	17%	mezcla
Potasio	100%	99%	dis
Manganeso	14%	22%	mezcla
Sodio	100%	100%	dis
Fósforo	47%	81%	mezcla
Azufre	100%	100%	dis
Zinc	14%	19%	mezcla
Nitrógeno	82%	99%	mezcla
Azúcares residuales totales	100%	100%	dis
Polisacáridos	100%	100%	dis

REIVINDICACIONES

- 5 1. Proceso de fermentación para la producción de una sal ácida orgánica que incluye las etapas de
 - fermentar un microorganismo en un medio de fermentación en un reactor de fermentación para formar un
 caldo de fermentación que incluye una sal ácida orgánica, donde parte de la sal ácida orgánica está
 presente en estado sólido y parte de la sal ácida orgánica está disuelta en el caldo de fermentación;
 - retirar al menos parte del caldo de fermentación del reactor de fermentación, proporcionar dicho caldo a un
 hidrociclón, y retirar un efluente superior y un efluente inferior del hidrociclón;
 10 - proporcionar el efluente inferior del hidrociclón a una etapa de separación sólida/líquida, para formar una
 fracción sólida y una fracción líquida,
 - proporcionar al menos el 30% vol. del total del efluente superior del hidrociclón y la fracción líquida de la
 etapa de separación sólido-líquida al reactor de fermentación.
- 15 2. Proceso de fermentación según la reivindicación 1, donde al menos parte del efluente superior del hidrociclón se
 proporciona al reactor de fermentación.
3. Proceso de fermentación según la reivindicación 1 o 2, donde la sal ácida orgánica es una sal de un ácido
 20 carboxílico seleccionado del grupo consistente en ácidos mono-, di-, y tricarboxílicos con 2-8 átomos de carbono.
4. Proceso de fermentación según la reivindicación 3, donde el ácido carboxílico es seleccionado de ácido láctico,
 ácido propiónico, ácido cítrico, ácido málico, ácido maleico, ácido fumárico, ácido adípico, ácido succínico, ácido
 itacónico, ácido tartárico, ácido alfa cetoglutárico, ácido oxaloacético, ácido acético, ácido acrílico, ácido 2-
 25 hidroxibutírico, ácido 3-hidroxipropiónico, y ácido furandicarboxílico.
5. Proceso de fermentación según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde, de la cantidad total de sal
 ácida orgánica en el caldo de fermentación retirado de la unidad de fermentación, al menos 30% está en estado
 sólido.
- 30 6. Proceso de fermentación según una de las reivindicaciones anteriores, donde, de la cantidad total de sal ácida
 orgánica en el caldo de fermentación retirado de la unidad de fermentación, al menos 50% está en estado sólido.
7. Proceso de fermentación según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde, de la cantidad total de sal
 35 ácida orgánica en el caldo de fermentación retirado de la unidad de fermentación, al menos 80% está en estado
 sólido.
8. Proceso de fermentación según cualquiera de las reivindicaciones precedentes donde de la cantidad total de sal
 ácida orgánica en el caldo de fermentación retirado de la unidad de fermentación, la cantidad de sal de soluto es al
 40 menos un 2% en peso.
9. Proceso de fermentación según cualquiera de las reivindicaciones precedentes donde de la cantidad total de sal
 ácida orgánica en el caldo de fermentación retirado de la unidad de fermentación, la cantidad de sal de soluto es al
 45 menos un 5% en peso.
10. Proceso de fermentación según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde la sal ácida orgánica es
 una sal de magnesio.
11. Proceso de fermentación según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde la sal ácida orgánica es
 50 una sal de magnesio de ácido láctico.
12. Proceso de fermentación según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde la sal ácida orgánica es
 una sal de magnesio de ácido succínico.
13. Proceso de fermentación según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde la sal ácida orgánica es
 55 una sal de magnesio de ácido furandicarboxílico.
14. Proceso de fermentación según cualquiera de las reivindicaciones precedentes donde al menos el 50% vol. del
 total del efluente superior del hidrociclón y la fracción líquida de la etapa de separación sólido-líquida son
 60 proporcionados al reactor de fermentación.
15. Proceso de fermentación según cualquiera de las reivindicaciones precedentes donde al menos el 60% vol. del
 total del efluente superior del hidrociclón y la fracción líquida de la etapa de separación sólido-líquida son
 proporcionados al reactor de fermentación.

16. Proceso de fermentación según cualquiera de las reivindicaciones precedentes donde al menos el 70 vol.% del total del efluente superior del hidrociclón y la fracción líquida de la etapa de separación sólido-líquida son proporcionados al reactor de fermentación.
- 5 17. Proceso de fermentación según cualquiera de las reivindicaciones precedentes donde el volumen del líquido reciclado al reactor de fermentación es al menos un 50% del volumen final del caldo en el reactor de fermentación.
18. Proceso de fermentación según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde al menos un 10% del efluente superior es reciclado de nuevo a la unidad de fermentación.
- 10 19. Proceso de fermentación según cualquiera de las reivindicaciones precedentes donde de la fracción líquida de la etapa de separación sólido-líquida al menos un 20 vol.% se recicla al reactor de fermentación, bien directamente o después de un tratamiento intermedio.

Fig. 1

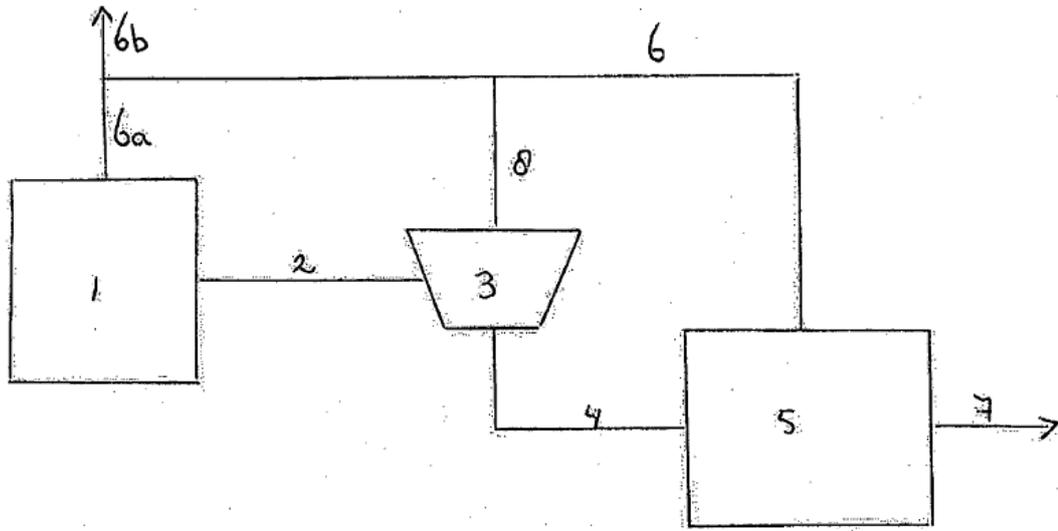


Fig. 2

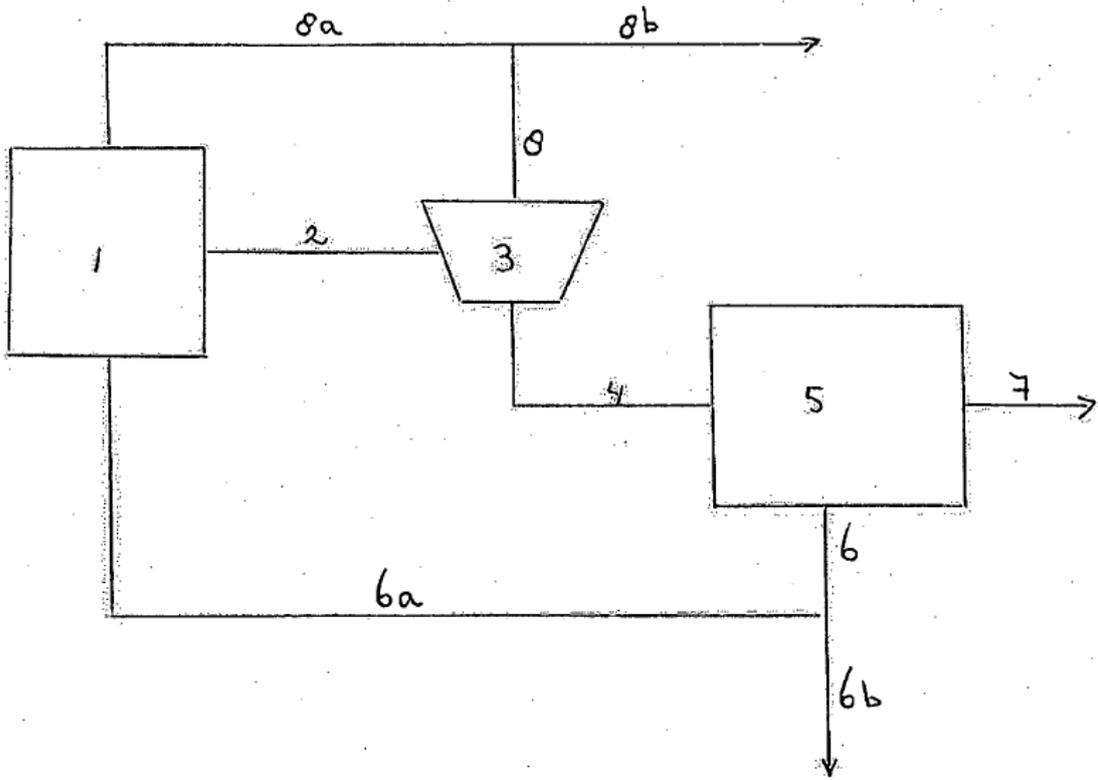


Fig 3

