

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 446 268**

51 Int. Cl.:

**C12M 1/09** (2006.01)

**C12M 1/12** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.12.2007** **E 07845299 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.11.2013** **EP 2092050**

54 Título: **Procedimiento para el tratamiento de un flujo de sustancias**

30 Prioridad:

**19.12.2006 AT 20912006**

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

**06.03.2014**

73 Titular/es:

**GRUENE-BIORAFFINERIE.AT GMBH (100.0%)  
DR. AUNER STRASSE 2  
8074 RAABA, AT**

72 Inventor/es:

**KOSCHUH, WERNER y  
KROMUS, STEFAN**

74 Agente/Representante:

**ARIAS SANZ, Juan**

**ES 2 446 268 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 el tratamiento de un flujo de sustancias

La presente invención se refiere a un procedimiento para el tratamiento de un flujo de sustancias complejo, que contiene varias sustancias de valor de diferente naturaleza química.

- 5 La problemática de la separación o el tratamiento de flujos de sustancias complejos, para enriquecer las diferentes sustancias de valor contenidas en los mismos, se plantea en particular en el campo de los líquidos acuosos de base biogénica, tal como por ejemplo líquidos procedentes de procesos de fermentación y en particular líquidos que se obtienen de un ensilaje.

- 10 Los líquidos que se obtienen de un ensilaje de plantas completas o un ensilaje de biomasa de pastizal (tal como por ejemplo de césped, trébol, alfalfa, hierbas, etc.) se consideran desde hace algún tiempo materias primas interesantes para la obtención de productos químicos finos. En lo sucesivo el término "ensilaje de césped" representa todos los ensilajes de biomasa de pastizal.

- 15 En el marco del "Programa austriaco para el desarrollo de la biorrefinería verde" ("*Österreichisches Programm zur Entwicklung der Green Biorefinery*") se mostró que las sustancias de valor que se producen durante la operación de ensilaje de, por ejemplo, césped, tales como ácido láctico y aminoácidos proteínogénicos hacen que la materia prima biogénica césped sea una fuente potencialmente interesante para la obtención de tales sustancias de valor. Esta idea es interesante debido en particular a la posibilidad de usar una materia prima barata y además renovable.

Sin embargo, es problemático que los flujos de sustancias complejos que se producen por ejemplo en el ensilaje de césped presentan una pluralidad de sustancias de valor de diferente naturaleza química, cuya separación es difícil.

- 20 La presente invención se refiere en particular a flujos de sustancias complejos, que contienen en cada caso al menos una sustancia de valor de los grupos

(A) aminoácidos

(B) ácidos carboxílicos diferentes de aminoácidos con de 1 a 5 átomos de C y

(C) sales inorgánicas.

- 25 Mezclas de estos tres grupos de sustancias de valor se encuentran en particular en los líquidos ya mencionados procedentes de un ensilaje de césped. Éstos se denominan en lo sucesivo de manera resumida con el término "líquido de ensilaje".

Hong Thang *et al.*, J.Membr.Sc. 249 (2005) 173-182 describen el uso de un procedimiento electrodiálítico para la separación de ácido láctico de un líquido complejo procedente de un ensilaje de césped.

- 30 Koschuh *et al.*, Desalination 163 (2004) 254-259 describen el uso de una ultrafiltración en líquidos de césped y alfalfa prensados para la obtención de un concentrado rico en proteína.

Hong Thang *et al.*, Desalination 162 (2004) 343-353 describen un procedimiento de electrodiálisis de dos fases para el tratamiento de un ensilaje de césped. En la primera fase de este procedimiento tiene lugar una desalinización extensa del flujo de sustancias, en la segunda fase se enriquece ácido láctico.

- 35 Koschuh *et al.*, J.Membr.Sc. 261 (2005) 121-128 estudian el comportamiento de fluidez y de retención de membranas de ultrafiltración finas y de nanofiltración en la filtración de líquido de ensilaje.

Hong Thang *et al.*, J.Membr.Sc. 256 (2005) 78-88 comparan procedimientos de electrodiálisis con procedimientos cromatográficos en relación con su eficacia para la desalinización de líquido de ensilaje.

- 40 En el estado de la técnica publicado se ha descrito hasta el momento exclusivamente el enriquecimiento de uno o en el mejor de los casos dos de los grupos de sustancias de valor (A), (B) y (C) mencionados anteriormente.

- 45 Los procedimientos conocidos se caracterizan además por una capacidad de separación imprecisa, en particular entre aminoácidos (A) y ácidos orgánicos (B). Mediante una serie de tales etapas de proceso con en cada caso una separación imprecisa se producen sólo rendimientos demasiado reducidos, es decir se producen flujos secundarios con concentraciones reducidas de la sustancia de valor. En la mayoría de los casos tales flujos secundarios no pueden aprovecharse económicamente y por consiguiente son residuos.

Si se lleva a cabo por ejemplo una serie de procesos de este tipo con etapas de nanofiltración, adicionalmente son necesarias cantidades enormes de agua de proceso para el lavado de las sustancias acompañantes (B) y (C) no deseadas.

- 50 Si se lleva a cabo una serie de procesos de este tipo con procedimientos de electrodiálisis, entonces, para garantizar altos rendimientos, la electrodiálisis debe llevarse a cabo en parte a concentraciones de sustancia de valor

desfavorables. A tales concentraciones de sustancia de valor desfavorables o reducidas se producen pérdidas aumentadas y una transferencia no deseada de sustancias acompañantes.

5 La presente invención se plantea como objetivo poner a disposición un procedimiento, con el que puedan enriquecerse todos los grupos de sustancias de valor (A), (B) y (C) contenidos en un flujo de sustancias complejo, en particular en un líquido de ensilaje, a una concentración suficiente para un procesamiento adicional.

Este objetivo se soluciona con un procedimiento según la reivindicación 1 para el tratamiento de un flujo de sustancias, que contiene al menos una sustancia de valor de cada uno de los siguientes grupos

(A) aminoácidos

(B) ácidos carboxílicos diferentes de aminoácidos con de 1 a 5 átomos de C y

10 (C) sales inorgánicas,

que presenta las siguientes fases:

(1) tratamiento del flujo de sustancias por medio de nanofiltración para la obtención de un retenido enriquecido con sustancia de valor (A)

15 (2) tratamiento del permeado de la etapa (1) por medio de electrodiálisis para la obtención de un concentrado enriquecido con sustancia de valor (C)

(3) tratamiento del diluido de la etapa (2) por medio de un sistema (3) de dos fases (4) y (5) conectadas directa o indirectamente entre sí, en el que

(4) se lleva a cabo un tratamiento por medio de ósmosis inversa y

20 (5) se lleva a cabo un tratamiento por medio de electrodiálisis, obteniéndose un concentrado enriquecido con sustancia de valor (B)

(6) al menos una parte del retenido de la etapa (4) se suministra directa o indirectamente a la etapa (5)

(7) al menos una parte del diluido de la etapa (5) se suministra directa o indirectamente a la etapa (4).

Por consiguiente, se lleva a cabo en primer lugar una etapa de nanofiltración, en la que se obtiene un retenido enriquecido con sustancia de valor (A), es decir aminoácidos. Este retenido se extrae del proceso general.

25 Por medio de un procedimiento de electrodiálisis realizado en condiciones correspondientes puede conseguirse a partir del permeado de la nanofiltración de la etapa (1) un concentrado enriquecido con la sustancia de valor (C), es decir las sales inorgánicas. Este concentrado se extrae igualmente del proceso general.

30 El diluido de la electrodiálisis (2) se suministra a un sistema (3), que comprende un tratamiento por medio de ósmosis inversa (5) y por medio de electrodiálisis (5), estando interconectadas las fases (4) y (5) directa o indirectamente entre sí.

A este respecto se suministra al menos una parte del retenido de la etapa (4) directa o indirectamente a la etapa (5) y se suministra al menos una parte del diluido de la etapa (5) directa o indirectamente a la etapa (4).

Por medio del tratamiento de ósmosis inversa en la etapa (4) tiene lugar una concentración del diluido de la etapa (2).

35 En el tratamiento de electrodiálisis (5) se obtiene en las condiciones correspondientes un concentrado enriquecido con sustancia de valor (B), es decir los ácidos carboxílicos orgánicos.

Mediante una recirculación directa o indirecta del diluido de la electrodiálisis de la etapa (5) a la ósmosis inversa (etapa (4)) se consigue un enriquecimiento adicional permanente de las sustancias de valor (B).

40 En una forma de realización del procedimiento según la invención las etapas (4) y (5) están conectadas en un circuito, suministrándose al menos una parte del retenido de la etapa (4) a la etapa (5) y recirculándose al menos una parte del diluido de la etapa (5) a la etapa (4).

De este modo se consigue una conducción en circuito directa entre las etapas (4) y (5).

45 En una forma de realización adicional del procedimiento según la invención se lleva el diluido de la etapa (2) a un recipiente de compensación, desde el que se alimenta tanto a la etapa (4) como a la etapa (5) y al que se recircula al menos una parte del retenido de la etapa (4) y una parte del diluido de la etapa (5).

De este modo se consigue una conducción en circuito indirecta entre las etapas (4) y (5) a través del recipiente de

compensación.

Preferiblemente, en el procedimiento según la invención las etapas (4), (5), (6) y (7), es decir la conducción en circuito descrita anteriormente, se llevan a cabo en un funcionamiento en estado estacionario.

5 De manera particularmente preferible, todas las etapas (1) a (7) se llevan a cabo en un funcionamiento en estado estacionario.

La nanofiltración prevista en la etapa (1) del procedimiento según la invención es preferiblemente una nanofiltración de dos o múltiples fases, estando configurada preferiblemente al menos una de las fases llevadas a cabo tras la primera fase como diafiltración. En particular, cuando están previstas más de dos fases, todas las fases previstas tras la primera fase pueden estar configuradas como diafiltración.

10 Preferiblemente, en el procedimiento según la invención se suministra una parte del permeado de la etapa (4) y/o al menos una parte del diluido de la etapa (5) a la nanofiltración en la etapa (1).

15 En particular, todo el permeado de la etapa (4) así como aquella parte del diluido de la etapa (5), que dado el caso no se lleva en el circuito a la etapa (4), puede suministrarse a la nanofiltración en la etapa (1), con lo que resulta un circuito prácticamente cerrado, del que únicamente se extraen los flujos de sustancias enriquecidos con las sustancias de valor (A), (B) y (C).

Cuando, tal como está previsto preferiblemente, la nanofiltración se lleva a cabo en dos o múltiples fases, el permeado de la etapa (4) o una parte del mismo y/o la parte del diluido de la etapa (5) se suministra preferiblemente a la segunda fase de la nanofiltración, en particular a una fase de diafiltración.

20 En la nanofiltración de la etapa (1) se utiliza preferiblemente una membrana, que presenta una elevada permeabilidad con respecto a sales inorgánicas monovalentes y una permeabilidad en comparación menor con respecto a sales inorgánicas divalentes.

25 El material de la membrana utilizada puede seleccionarse preferiblemente del grupo que consiste en polietersulfona hidrofílica de manera permanente, cerámica, en particular TiO<sub>2</sub>, poliamida y piperazina-poliamida semiaromática. El límite de separación ("nominal molecular weight cut off" - NMWCO) se encuentra a de 100 a 4000 Da, preferiblemente de 100 a 1000 Da, en particular preferiblemente de 150 a 300 Da.

Como membrana para el procedimiento de nanofiltración de la fase (1) son adecuados, por ejemplo, los siguientes materiales:

Fabricante	Nadir PES 10	Nadir N30F	Koch MPF36	Nadir PES004H	Inocermic/D Inocermic	Tami Tami-1k
Material	Ph-PES	Ph-PES	desconocido	Ph-PES	TiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>
NMWCO (Da)	1000	150-350	1000	4000	500	1000
Permeabilidad al agua pura a 20°C (Lh <sup>-1</sup> m <sup>-2</sup> Mpa <sup>-1</sup> )	95 <sup>a</sup>	13 <sup>a</sup>	60 <sup>a</sup>	77 <sup>b</sup>	131 <sup>b</sup>	240 <sup>b</sup>
Intervalo de pH de trabajo	0-14	0-14	1-13	0-14	0-14	0-14
Temperatura máxima (°C)	95	95	70	95	>100	>100
Clasificación	NF	NF	NF	UF	NF	UF
ph-PES: polietersulfona hidrofílica de manera permanente; NMWCO: punto de corte de peso molecular nominal						
<sup>a</sup> a 1 MPa (10 bar); 20°C						
<sup>b</sup> a 0,2 MPa (2 bar); 20°C						

Fabricante	GE Osmonics DL	GE Osmonics DK	Hydronautics NTR 7450	Dow Deutschland NF 200
Material	poliamidas	poliamidas	Ph-PES	piperazina-poliamida semiaromática
NMWCO (Da)	150-300	150-300		
Permeabilidad al agua pura a 20°C (Lh <sup>-1</sup> m <sup>-2</sup> Mpa <sup>-1</sup> )	76	~70	130	110
Intervalo de pH de trabajo	2-11	2-11	2-11	3-10
Temperatura máxima (°C)				
Clasificación	NF	NF	NF	NF

30 Para el procedimiento de electrodiálisis de la etapa (2) son adecuados en particular los procedimientos de electrodiálisis monopolar con una transferencia preferida de iones cloruro.

Como material de membrana de la etapa (2) son adecuados por ejemplo los siguientes tipos de membrana:

Fabricante de la membrana	Tipo
Neosepta	XCMX, AMX
Ionics	CR69EXMP / AR103QDP

En la etapa (4) del procedimiento según la invención se utilizan preferiblemente membranas de ósmosis inversa densas en un modo de construcción en espiral.

La ósmosis inversa de la etapa (4) se lleva a cabo preferiblemente usando membranas hidrófilas con una elevada permeabilidad al agua con una elevada retención de sales inorgánicas tales como cloruro de sodio.

- 5 En la etapa (5) del procedimiento según la invención se lleva a cabo preferiblemente una electrodiálisis monopolar. El valor de pH en la electrodiálisis asciende preferiblemente a entre 2 y 5.

El flujo de sustancias que va a tratarse con el procedimiento según la invención presenta normalmente un valor de pH de desde 1 hasta 4,5.

- 10 La sustancia de valor del grupo (A) es preferiblemente uno o varios aminoácidos proteinogénicos, por ejemplo leucina.

La sustancia de valor del grupo (B) es en particular ácido láctico.

La sustancia de valor del grupo (C) es en particular una o varias sales inorgánicas del grupo de las sales de cloruro, en particular cloruro de sodio, cloruro de potasio y/o mezclas de los mismos.

- 15 El flujo de sustancias que va a tratarse es en particular un líquido acuoso a base de una fuente biogénica, preferiblemente un líquido obtenido a partir de un ensilaje de, por ejemplo, césped, trébol, alfalfa, hierbas, así como mezclas de los mismos.

Para la realización del procedimiento según la invención sirve una instalación, que contiene

- una instalación de nanofiltración 1
- una primera instalación de electrodiálisis 2,
- 20 - un conducto 11 para transportar permeado de la instalación de nanofiltración 1 a la primera instalación de electrodiálisis 2,
- un sistema 3 de unidades 4 y 5 interconectadas directa o indirectamente entre sí, en el que
- la unidad 4 es una instalación de ósmosis inversa y
- la unidad 5 es una segunda instalación de electrodiálisis,
- 25 - un conducto 21 para transportar diluido de la primera instalación de electrodiálisis 2 al sistema 3,
- un conducto 41, con el que se lleva al menos una parte del retenido de la instalación de ósmosis inversa 4 directa o indirectamente a la segunda instalación de electrodiálisis 5 y
- un conducto 51, con el que se lleva al menos una parte del diluido de la segunda instalación de electrodiálisis directa o indirectamente a la instalación de ósmosis inversa 4.

- 30 En una forma de realización de la instalación según la invención el conducto 41 suministra directamente el retenido de la instalación de ósmosis inversa 4 a la segunda instalación de electrodiálisis 5.

En una forma de realización adicional de la instalación según la invención el conducto 51 suministra directamente el diluido de la segunda instalación de electrodiálisis 5 a la instalación de ósmosis inversa 4.

De este modo se consigue una conducción en circuito directa entre las unidades 4 y 5.

- 35 En una configuración alternativa de la instalación según la invención está previsto un recipiente de compensación 31, en el que desemboca el conducto 21 para el diluido de la primera instalación de electrodiálisis 2, desde el que puede alimentarse tanto a la instalación de ósmosis inversa 4 como a la segunda instalación de electrodiálisis 5 y al que recirculan el conducto 41 para el retenido de la instalación de ósmosis inversa 4 y el conducto 51 para el diluido de la segunda instalación de electrodiálisis.

- 40 De este modo se consigue una conducción en circuito indirecta entre las unidades 4 y 5.

En la instalación según la invención la instalación de nanofiltración está configurada preferiblemente en múltiples

fases, estando configurada de manera especialmente preferible al menos una de las fases llevadas a cabo tras la primera fase como instalación de diafiltración.

5 Más preferiblemente está previsto un conducto 42 para recircular permeado desde la instalación de ósmosis inversa 4 a la instalación de nanofiltración 1, de manera especialmente preferible a una segunda fase o fase adicional dado el caso prevista de la instalación de nanofiltración 1.

De manera igualmente preferible puede estar previsto un conducto 52 para recircular diluido desde la segunda instalación de electrodiálisis 5 a la instalación de nanofiltración 1, de manera especialmente preferible a la primera fase de la instalación de nanofiltración 1.

El procedimiento según la invención se caracteriza por las siguientes ventajas:

10 Cada proceso parcial del procedimiento según la invención funciona en sí mismo con una eficacia de separación (sustancia de valor en la entrada con respecto a sustancia de valor en el flujo de salida separado) de desde 0,1 hasta 0,95. Sin embargo, mediante el retroacoplamiento con las otras etapas de proceso se alcanzan eficacias de separación globales claramente superiores a 0,5.

15 En el procedimiento según la invención, en particular en el caso de una conducción en circuito completa también del permeado de la instalación de ósmosis inversa (etapa (4)) y del diluido de la segunda instalación de electrodiálisis (etapa (5)), no se produce ningún flujo residual.

Los tres flujos de producto ((A), (B) y (C)) están concentrados con respecto al flujo de sustancias de entrada.

20 Las etapas de la electrodiálisis (2, 5) y de la ósmosis inversa (4) influyen unas en otras. Una separación de sales inorgánicas (etapa (2)) y una separación de ácidos orgánicos (etapa (5)) lleva a una presión osmótica reducida, lo que aumenta la eficacia de la ósmosis inversa en la etapa (4). A la inversa, la concentración de sustancias de valor mediante ósmosis inversa lleva a un aumento de la eficacia de la electrodiálisis en la etapa (5).

La ósmosis inversa (4) y la nanofiltración (1) influyen una en la otra. El agua de la ósmosis inversa se añade preferiblemente a la segunda fase de nanofiltración, para posibilitar preferiblemente en una etapa de diafiltración un lavado de las sustancias de valor (B) y (C).

25 La nanofiltración (1) y la electrodiálisis (5) influyen una en la otra. Una nanofiltración sola lleva a un enriquecimiento de aminoácidos en el retenido con una separación parcial de ácidos inorgánicos en el permeado. En una electrodiálisis sola se separan ácidos orgánicos de una disolución rica en aminoácido sólo con pérdidas sustanciales de aminoácido. En el procedimiento según la invención la nanofiltración (1) puede retener una gran parte de los aminoácidos, mientras que la electrodiálisis (2) en el caso de relaciones másicas favorables ((B)>>(A)) puede separar ácidos orgánicos de manera limpia. Mediante la recirculación de medio parcialmente desalinizado (tras las etapas (2) y (5)) se compensan las pérdidas de aminoácido de la nanofiltración (1) y se aumenta el caudal de ácido láctico de tal manera que el rendimiento de separación de la electrodiálisis desde el punto de vista del proceso global se refiere a una parte esencial de la cantidad de entrada del ácido orgánico (B).

30 El proceso global está diseñado a favor de los aminoácidos (sustancia de valor (A)). Se acepta una contaminación de la sustancia de valor (A) con trazas de la sustancia de valor (B), mientras que se persigue un rendimiento máximo de los aminoácidos (A).

La invención se explica a continuación más detalladamente mediante las figuras y los ejemplos de realización.

A este respecto la figura 1 muestra esquemáticamente la estructura de una forma de realización del procedimiento según la invención y de la instalación según la invención.

40 La figura 2 muestra esquemáticamente la estructura de una forma de realización alternativa del procedimiento según la invención y de la instalación según la invención.

Según la figura 1 se suministra un flujo de sustancias complejo K a una instalación de nanofiltración 1 y allí se somete a nanofiltración. Se obtiene como resultado un retenido enriquecido con aminoácidos A, que se extrae del procedimiento.

45 El retenido de la nanofiltración 1, que contiene sales inorgánicas (C) y ácidos orgánicos (B), se suministra a través del conducto 11 a una primera instalación de electrodiálisis 2. El concentrado de la electrodiálisis está enriquecido con sales inorgánicas y se extrae como flujo de sustancia de valor C.

El diluido de la primera instalación de electrodiálisis se suministra a través del conducto 21 a un sistema 3, que contiene una instalación de ósmosis inversa 4 y una segunda instalación de electrodiálisis 5.

50 El lado de retenido de la instalación de ósmosis inversa 4 está interconectado por medio de un conducto 41 con la instalación de electrodiálisis 5. Desde la instalación de electrodiálisis 5, en el lado de diluido, un conducto 51 recircula a la instalación de ósmosis inversa 4.

5 El concentrado de la instalación de electrodiálisis 5 está enriquecido con ácidos orgánicos, por ejemplo ácido láctico, y se extrae como flujo de sustancia de valor B. El diluido de la instalación de electrodiálisis 5 se recircula a través del conducto 51 al menos en parte en el circuito a la instalación de ósmosis inversa 4. En el conducto 51 puede desembocar por ejemplo el conducto de suministro 21, tal como se representa, pero el conducto 21 también puede llevar directamente a la instalación de ósmosis inversa 4.

Al menos una parte del permeado de la instalación de ósmosis inversa 4 se suministra a través del conducto 42 a la instalación de nanofiltración, en particular como agua de diafiltración.

Igualmente, al menos una parte del diluido de la segunda instalación de electrodiálisis 5 puede recircularse a través del conducto 52 a la instalación de nanofiltración 1.

10 En la forma de realización representada en la figura 2 está previsto un recipiente de almacenamiento 31, en el que desemboca el conducto 21 para el diluido de la primera instalación de electrodiálisis 2.

15 Desde el recipiente de almacenamiento 31 se alimenta tanto a la instalación de ósmosis inversa 4 como a la instalación de electrodiálisis 5. El retenido de la ósmosis inversa 4 se alimenta de vuelta a través del conducto 41 al recipiente de almacenamiento 31. Igualmente se alimenta de vuelta al menos una parte del diluido de la electrodiálisis 5 a través del conducto 51 al recipiente de almacenamiento 31.

### **Ejemplos:**

#### Ejemplo 1:

Se disuelven en agua 20 g de ácido L-láctico (90%), 30 g de lactato de potasio (50%), 3 g de L-leucina y 10 g de cloruro de potasio y se diluyen hasta 1 kg.

20 La disolución así obtenida tiene las siguientes concentraciones:

27,4 g/l de ácido láctico  
3,0 g/l de L-leucina  
11,3 g/l de potasio  
4,8 g/l de cloruro

Se somete a nanofiltración la disolución en una célula discontinua hasta un factor de concentración en volumen de 2. Se producen 500 g de permeado y 500 g de concentrado.

Las concentraciones en el permeado son:

19,2 g/l de ácido L-láctico  
0,2 g/l de L-leucina  
9,0 g/l de potasio  
4,5 g/l de cloruro

Las concentraciones en el concentrado son:

35,6 g/l de ácido L-láctico  
5,9 g/l de L-leucina  
13,6 g/l de potasio  
5,0 g/l de cloruro

25 Ejemplo 2:

Se disuelven en agua 20 g de ácido L-láctico (90%), 30 g de lactato de potasio (50%), 3 g de L-glicina y 10 g de cloruro de potasio y se diluyen hasta 1 kg.

La disolución así obtenida tiene las siguientes concentraciones:

27,4 g/l de ácido láctico  
3,0 g/l de L-glicina  
11,3 g/l de potasio  
4,8 g/l de cloruro

30 Se somete a nanofiltración la disolución en una célula discontinua hasta un factor de concentración en volumen de 2. Se producen 500 g de permeado y 500 g de concentrado.

Las concentraciones en el permeado son:

19,2 g/l de ácido L-láctico  
0,9 g/l de L-glicina

9,0 g/l de potasio  
4,5 g/l de cloruro

Las concentraciones en el concentrado son:

35,6 g/l de ácido L-láctico  
5,1 g/l de L-glicina  
13,6 g/l de potasio  
5,0 g/l de cloruro

Ejemplo 3:

Se disuelven en agua 200 g de ácido L-láctico (90%), 300 g de lactato de potasio (50%), 30 g de L-leucina y 100 g de cloruro de potasio y se diluyen hasta 10 kg.

- 5 La disolución así obtenida tiene las siguientes concentraciones:

27,4 g/l de ácido láctico  
3,0 g/l de L-leucina  
11,3 g/l de potasio  
4,8 g/l de cloruro

Se somete a nanofiltración la disolución en una instalación de nanofiltración hasta un factor de concentración en volumen de 2. Se producen 5 kg de permeado y 5 kg de concentrado.

Las concentraciones en el permeado son:

19,2 g/l de ácido L-láctico  
0,2 g/l de L-leucina  
9,0 g/l de potasio  
4,5 g/l de cloruro

Las concentraciones en el concentrado son:

35,6 g/l de ácido L-láctico  
5,9 g/l de L-leucina  
13,6 g/l de potasio  
5,0 g/l de cloruro

- 10 Ejemplo 4

Se disponen 2 kg del permeado del ejemplo 3 en el lado de alimentación de una electrodiálisis monopolar. En el lado de concentrado se dispone 1 kg de agua. Al alcanzar un valor de conductividad de 6,5 en el lado de concentrado se detiene la electrodiálisis.

Las concentraciones en el lado de alimentación (diluido):

18,2 g/l de ácido L-láctico  
0,2 g/l de L-leucina  
4,6 g/l de potasio  
0,9 g/l de cloruro

- 15 Las concentraciones en el concentrado son:

0,9 g/l de ácido L-láctico  
0,0 g/l de L-leucina  
8,9 g/l de potasio  
7,2 g/l de cloruro

Ejemplo 5 - Ósmosis inversa de diluido del ejemplo 4:

Se someten a nanofiltración 2 kg de diluido de electrodiálisis del ejemplo 4 en una célula de ósmosis inversa hasta un factor de concentración en volumen de 2. Se producen 1000 g de permeado y 100 g de concentrado.

Las concentraciones en el permeado son:

0,9 g/l de ácido L-láctico  
0,0 g/l de L-leucina  
0,2 g/l de potasio  
0,1 g/l de cloruro

Las concentraciones en el concentrado son:

35,6 g/l de ácido L-láctico  
0,4 g/l de L-leucina  
9,0 g/l de potasio  
1,7 g/l de cloruro

Ejemplo 6 - Electrodiálisis de concentrado de ósmosis inversa – Extracción del ácido láctico.

Se dispone 1 kg del concentrado de ósmosis inversa del ejemplo 5 en el lado de alimentación de una electrodiálisis monopolar. En el lado de concentrado se dispone 1 kg de agua.

- 5 Tras el transporte de un 67% del ácido láctico se detiene el ensayo.

Las concentraciones ascienden en el lado de alimentación (diluido) a:

11,7 g/l de ácido L-láctico  
0,4 g/l de L-leucina  
2,3 g/l de potasio  
0,3 g/l de cloruro

Las concentraciones en el concentrado son:

23,8 g/l de ácido L-láctico  
0,0 g/l de L-leucina  
6,7 g/l de potasio  
1,4 g/l de cloruro

Ejemplo 7

- 10 Se tratan 100 kg por hora de disolución acuosa (K) con una composición según el ejemplo 1 en una cadena de procedimiento construida según la invención (véase la figura 2).

Se realiza la nanofiltración 1 como proceso de dos fases. Se recircula diluido desde la electrodiálisis 5 y permeado de ósmosis inversa (agua) desde la fase 4 a través de los conductos 42 y 52 a la primera fase de la nanofiltración. Adicionalmente se recircula una parte del permeado de ósmosis inversa de la fase 4 a la segunda fase de la nanofiltración.

- 15 Mediante las cantidades de recirculación se ajusta la concentración de ácido láctico en el lado de alimentación. En la primera fase se alcanza una concentración de ácido láctico de 25 g/l, en la segunda fase una concentración de ácido láctico de 11 g/l.

- 20 Se reúne el permeado de las dos fases de nanofiltración y se somete a electrodiálisis (2). El rendimiento de transporte de iones de la electrodiálisis está diseñado de tal manera que mediante la variación de la intensidad de flujo puede controlarse la cantidad de iones separada. Se produce un transporte preferido de cloruro de potasio.

- 25 Se acumula el diluido parcialmente desalinizado en un recipiente 31. El recipiente 31 está interconectado a través de bombas de circulación con la instalación de ósmosis inversa 4 y la segunda instalación de electrodiálisis 5. De manera correspondiente al rendimiento de permeado de la instalación de ósmosis inversa se produce una concentración de las sustancias contenidas. De manera correspondiente al rendimiento de transporte de iones de la instalación de electrodiálisis se produce una extracción de sales, en particular lactato de potasio e iones de hidrógeno.

Mediante el ajuste del rendimiento de permeado de la instalación de ósmosis inversa 4 (aumento mediante aumento de la presión) se ajusta una concentración de ácido láctico adecuada para la electrodiálisis de 22 g/l.

Se obtiene un flujo de concentrado de nanofiltración (70 kg/h), enriquecido con leucina (A) (4,2 g/kg).

- 30 Se obtiene un flujo de concentrado de electrodiálisis (20 kg/h), enriquecido con ácido láctico (B) (96 g/kg).

Se obtiene un flujo de concentrado de electrodiálisis (2 kg/h), enriquecido con cloruro de potasio (C) (76,4 g/kg).

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento para el tratamiento de un flujo de sustancias, que contiene al menos una sustancia de valor de cada uno de los siguientes grupos  
 (A) aminoácidos
- 5 (B) ácidos carboxílicos diferentes de aminoácidos con de 1 a 5 átomos de C y  
 (C) sales inorgánicas,  
 procedimiento que presenta las siguientes etapas:  
 (1) tratamiento del flujo de sustancias por medio de nanofiltración, obteniéndose un retenido enriquecido con sustancia de valor (A)
- 10 (2) tratamiento del permeado de la etapa (1) por medio de una primera electrodiálisis, obteniéndose un concentrado enriquecido con sustancia de valor (C)  
 (3) tratamiento del diluido de la etapa (2) por medio de una ósmosis inversa y una segunda electrodiálisis, estando interconectadas la etapa de ósmosis inversa (4) y la segunda etapa de electrodiálisis (5) directa o indirectamente entre sí, en el que
- 15 (6) al menos una parte del retenido de la etapa (4) se suministra directa o indirectamente a la etapa (5),  
 (7) al menos una parte del diluido de la etapa (5) se suministra directa o indirectamente a la etapa (4), y se obtiene un concentrado enriquecido con sustancia de valor (B).
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque las etapas (4) y (5) están conectadas en un circuito, suministrándose al menos una parte del retenido de la etapa (4) a la etapa (5) y recirculándose al menos una parte del diluido de la etapa (5) a la etapa (4).
- 20 3. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque el diluido (21) de la etapa (2) se lleva a un recipiente de compensación (31), desde el que se alimenta tanto a la etapa (4) como a la etapa (5) y al que se recircula al menos una parte del retenido de la etapa (4) y una parte del diluido de la etapa (5).
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque las etapas (4), (5), (6) y (7) se llevan a cabo en un funcionamiento en estado estacionario.
- 25 5. Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado porque todas las etapas (1) a (7) se llevan a cabo en un funcionamiento en estado estacionario.
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la etapa (1) es una nanofiltración de dos o múltiples fases, estando configurada preferiblemente al menos una de las fases llevadas a cabo tras la primera fase como diafiltración.
- 30 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque al menos una parte del permeado de la etapa (4) y/o al menos una parte del diluido de la etapa (5) se suministra a la nanofiltración en la etapa (1).
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque en la etapa (1) se utiliza una membrana, que presenta una elevada permeabilidad con respecto a sales inorgánicas monovalentes y una permeabilidad en comparación menor con respecto a sales inorgánicas divalentes.
- 35 9. Procedimiento según la reivindicación 8, caracterizado porque el material de la membrana utilizada se selecciona del grupo que consisten en polietersulfona hidrofílica de manera permanente, cerámica, en particular TiO<sub>2</sub>, poliamida y piperazina-poliamida semiaromática.
- 40 10. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque en la etapa (5) se lleva a cabo una electrodiálisis monopolar.
11. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el flujo de sustancias que va a tratarse presenta un valor de pH de desde 1 hasta 4,5.
- 45 12. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la sustancia de valor del grupo (A) es uno o varios aminoácidos seleccionados del grupo que consiste en por aminoácidos proteinogénicos.
13. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la sustancia de valor del

grupo (B) es ácido láctico.

14. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la sustancia de valor del grupo (C) es una o varias sales inorgánicas del grupo de las sales de cloruro, en particular cloruro de sodio, cloruro de potasio y/o mezclas de los mismos.
- 5 15. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el flujo de sustancias que va a tratarse es un líquido acuoso a base de una fuente biogénica, en particular un líquido obtenido a partir de un ensilaje.
16. Instalación para la realización de un procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, que contiene
- 10 - una instalación de nanofiltración (1)  
 - una primera instalación de electrodiálisis (2),  
 - un conducto (11) para transportar permeado de la instalación de nanofiltración (1) a la primera instalación de electrodiálisis (2)  
 - un sistema (3) de unidades (4) y (5) interconectadas directa o indirectamente entre sí, en el que
- 15 - la unidad (4) es una instalación de ósmosis inversa y  
 - la unidad (5) es una segunda instalación de electrodiálisis,  
 - un conducto (21) para transportar diluido de la primera instalación de electrodiálisis (2) al sistema (3),  
 - un conducto (41), con el que se lleva al menos una parte del retenido de la instalación de ósmosis inversa (4) directa o indirectamente a la segunda instalación de electrodiálisis (5)
- 20 - un conducto (51), con el que se lleva al menos una parte del diluido de la segunda instalación de electrodiálisis directa o indirectamente a la instalación de ósmosis inversa (4).
17. Instalación según la reivindicación 16, caracterizada porque el conducto (41) suministra directamente el retenido de la instalación de ósmosis inversa (4) a la segunda instalación de electrodiálisis (5).
18. Instalación según la reivindicación 16 ó 17, caracterizada porque el conducto (51) suministra directamente el diluido de la segunda instalación de electrodiálisis (5) a la instalación de ósmosis inversa (4).
- 25 19. Instalación según la reivindicación 16, caracterizada porque está previsto un recipiente de compensación (31), en el que desemboca el conducto (21) para el diluido de la primera instalación de electrodiálisis (2), desde el que se alimenta tanto a la instalación de ósmosis inversa (4) como a la segunda instalación de electrodiálisis (5) y al que vuelven el conducto (41) para el retenido de la instalación de ósmosis inversa (4) y el conducto (51) para el diluido de la segunda instalación de electrodiálisis.
- 30 20. Instalación según una de las reivindicaciones 16 a 19, caracterizada porque la instalación de nanofiltración está configurada en múltiples fases, estando configurada preferiblemente al menos una de las fases llevadas a cabo tras la primera fase como instalación de diafiltración.
21. Instalación según una de las reivindicaciones 16 a 20, caracterizada porque está previsto un conducto (42) para recircular permeado desde la instalación de ósmosis inversa (4) a la instalación de nanofiltración (1), preferiblemente a una segunda fase o fase adicional dado el caso prevista de la instalación de nanofiltración (1).
- 35 22. Instalación según una de las reivindicaciones 16 a 21, caracterizada porque está previsto un conducto (52) para recircular diluido desde la segunda instalación de electrodiálisis (5) a la instalación de nanofiltración (1), preferiblemente a la primera fase de la instalación de nanofiltración (1).
- 40

FIGURA 1

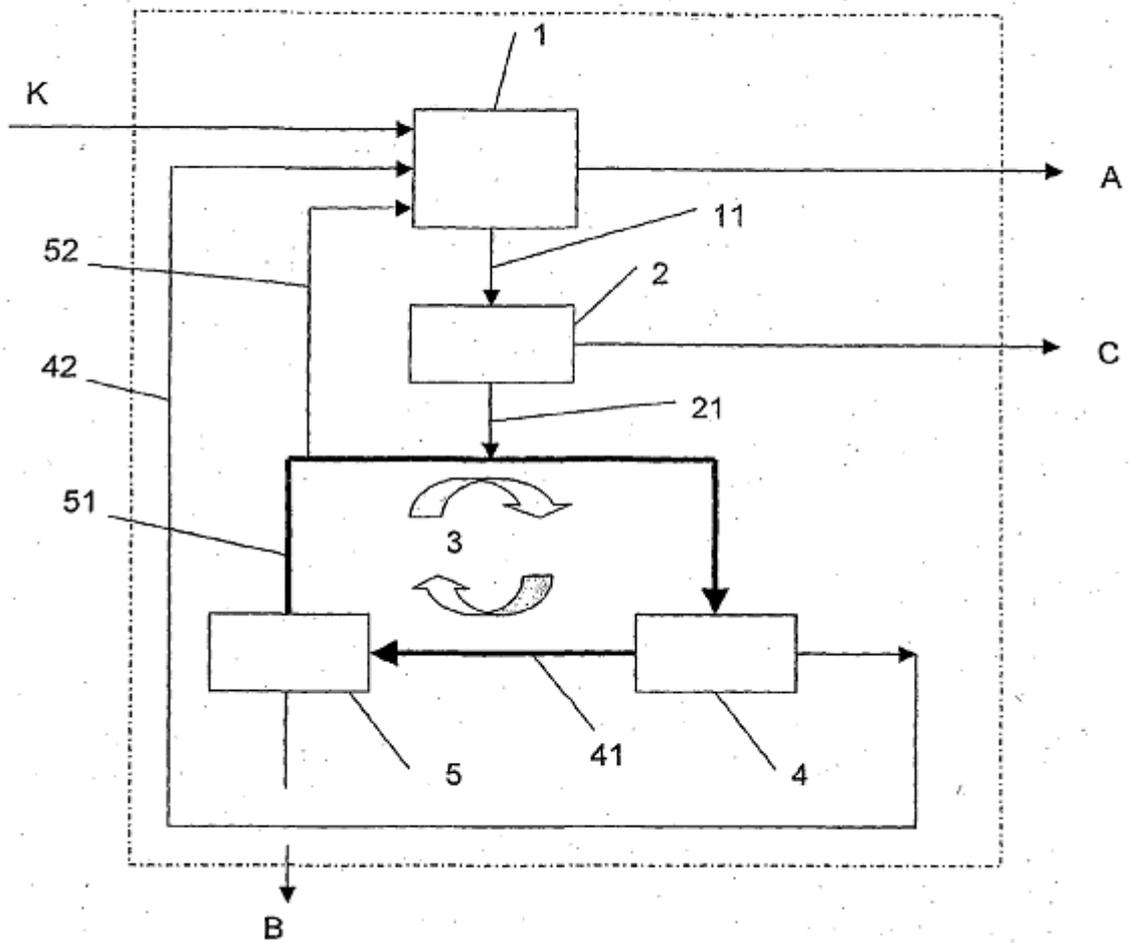


FIGURA 2

