



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **102510** (13) **C2**  
(51) МПК  
**C12M 1/12** (2006.01)  
**B01D 61/02** (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

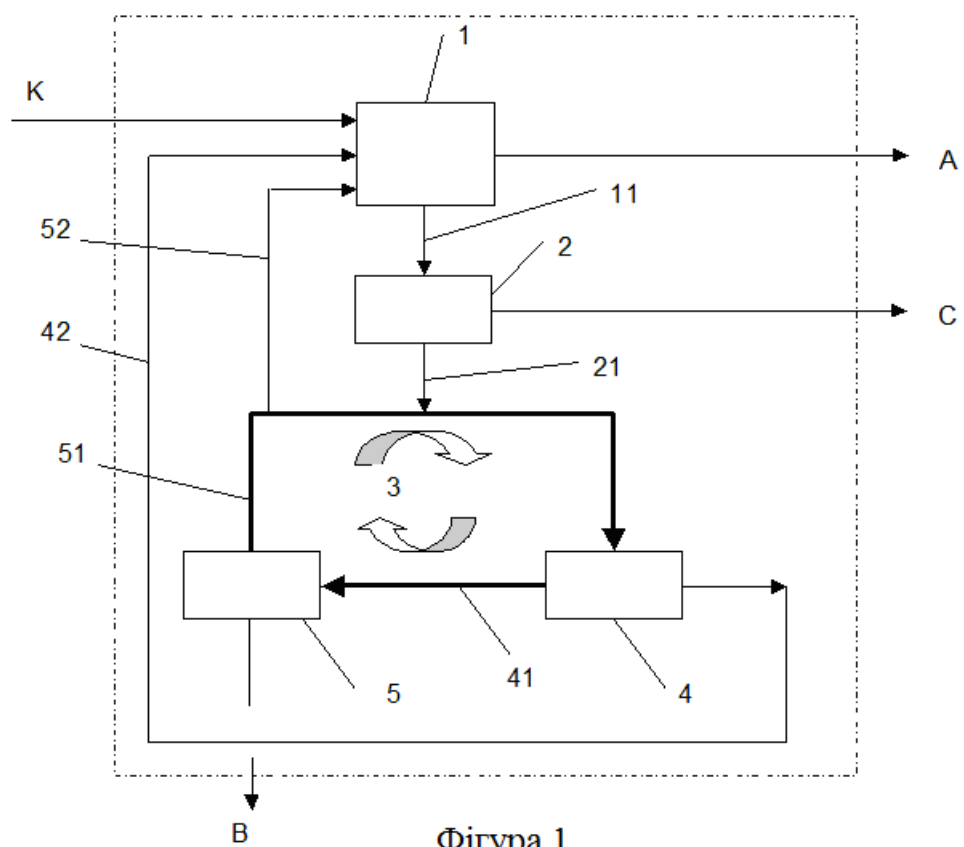
**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД**

<b>(21)</b> Номер заявки:	<b>а 2009 07540</b>	<b>(72)</b> Винахідник(и):	<b>Кошух Вернер (АТ),</b> <b>Кромус Стефан (АТ)</b>
<b>(22)</b> Дата подання заявки:	<b>19.12.2007</b>	<b>(73)</b> Власник(и):	<b>ГРЮНЕ-БІОРАФФІНЕРІ.АТ ГМБХ,</b> Dr. Auner Strasse 2, A-8074 Raaba, Austria (АТ)
<b>(24)</b> Дата, з якої є чинними права на винахід:	<b>25.07.2013</b>	<b>(74)</b> Представник:	<b>Шевеля Людмила Михайлівна, реєстр. №90</b>
<b>(31)</b> Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	<b>A 2091/2006</b>	<b>(56)</b> Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	DE 3812440 A1, 26.10.1989. DE 3215818 A1, 30.12.1982. EP 0531864 A, 17.03.1993. DE 4212187 C1, 15.04.1993. EP 0049055 A, 07.04.1982. EP 0295591 A, 21.12.1988. DE 4427478 A1, 09.02.1995.
<b>(32)</b> Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	<b>19.12.2006</b>		
<b>(33)</b> Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку:	<b>АТ</b>		
<b>(41)</b> Публікація відомостей про заявку:	<b>25.08.2009, Бюл.№ 16</b>		
<b>(46)</b> Публікація відомостей про видачу патенту:	<b>25.07.2013, Бюл.№ 14</b>		
<b>(86)</b> Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ	<b>PCT/AT2007/000571,</b> <b>19.12.2007</b>		

**(54) СПОСІБ ОБРОБКИ ПОТОКУ РЕЧОВИН****(57) Реферат:**

Винахід належить до способу обробки потоку речовин, який містить принаймні одну корисну речовину з кожної з наступних груп: (А) амінокислоти, (В) карбонові кислоти, крім амінокислот, які містять від 1 до 5 атомів С та (С) неорганічні солі, згідно з яким: на стадії (1) обробляють потік речовин нанофільтрацією з одержанням ретентату, збагаченого на корисну речовину (А); на стадії (2) обробляють пермеат із стадії (1) електродіалізом з одержанням концентрату, збагаченого на корисну речовину (С); на стадії (3) обробляють дилуат із стадії (2) у системі з двох стадій (4) та (5), прямо або непрямо пов'язаних між собою, де на стадії (4) одну обробку здійснюють зворотним осмосом та на стадії (5) одну обробку здійснюють електродіалізом, одержуючи концентрат, збагачений на корисну речовину (В); на стадії (6) прямо або непрямо подають принаймні частину ретентату із стадії (4) на стадію (5); на стадії (7) прямо або непрямо подають принаймні частину дилуату із стадії (5) на стадію (4). Також винахід належить до установки для здійснення способу обробки потоку речовин.

**UA 102510 C2**



Фігура 1

Цей винахід стосується способу обробки складного потоку речовин, який містить кілька корисних речовин різної хімічної природи.

Проблеми, пов'язані з розділенням або обробкою складного потоку речовин з метою збагачення різних корисних речовин, що містяться у ньому, мають місце переважно з водними розчинами біогенного походження, наприклад, відходами ферментаційних процесів, зокрема, рідинами з силосування.

Рідини, одержані при силосуванні цілих рослин або трав'яної біомаси (трави, конюшина, люцерна, лікарські рослини тощо) розглядаються як цікава сировина для одержання продуктів тонкої хімії. Надалі термін "трав'яний силос" означає всі види силосу з трав'яної біомаси.

У рамках „Österreichisches Programm zur Entwicklung der Green Biorefinery [Австрійської програми розвитку тонких біопродуктів з зеленої маси]" доведено, що корисні продукти, які накопичуються у процесі силосування, наприклад, трави, такі, як молочна кислота та протеїногенні амінокислоти, перетворюють біогенну трав'яну сировину на потенційне джерело одержання таких цінних продуктів. Ця концепція викликає інтерес тим, що відкриває можливість використання дешевого і до того відновлюваного сировинного матеріалу.

Однак, проблема полягає у тому, що складні потоки речовин, що накопичуються, наприклад, у трав'яному силосі, містять багато корисних речовин різної хімічної природи, які важко піддаються розділенню.

Цей винахід стосується, зокрема, складних потоків речовин, які містять у кожному випадку принаймні одну корисну речовину з таких груп

(А)амінокислоти

(В)карбонові кислоти, крім амінокислот, які містять від 1 до 5 атомів С,

(С)неорганічні солі.

Суміші корисних речовин з цих трьох груп знаходяться, зокрема, у зазначених рідинах силосування трав. Далі вони наводяться під узагальнюючим терміном "силосна рідина".

Hong Thang et al., J.Membr.Sc. 249 (2005) 173-182 описують застосування процесу електродіалізу для виділення молочної кислоти із складної рідини трав'яного силосу.

Koschuh et al., Desalination 163 (2004) 254-259 описують застосування ультрафільтрації рідин з пресованої трави та люцерни для одержання білкового концентрату.

Hong Thang et al., Desalination 162 (2004) 343-353 описують двостадійний процес електродіалізу трав'яного силосу. На першій стадії процесу відбувається знесолення потоку речовин, на другій потік збагачується на молочну кислоту.

Koschuh et al., J.Membr.Sc. 261 (2005) 121-128 описують реологічну поведінку та характеристики утримування мембран нанофільтрації та тонкої ультрафільтрації при фільтруванні силосної рідини.

Hong Thang et al., J.Membr.Sc. 256 (2005) 78-88 порівнюють ефективність способів електродіалізу та хроматографії при знесоленні силосної рідини.

У відомому рівні техніки йдеться лише про одержання однієї, у кращому випадку двох із зазначених груп корисних речовин (А), (В) та (С).

Більш того, відомі способи посідають різну селективність, зокрема, між амінокислотами (А) та органічними кислотами (В). Послідовність стадій таких процесів при різних ступенях виділення у кожному випадку дає низький вихід, тобто одержані бічні потоки мають низькі концентрації корисних речовин. Здебільшого такі бічні потоки не піддаються використанню та марнуються.

Якщо йдеться, наприклад, про багатостадійну нанофільтрацію, то потрібні величезні витрати технологічної води, щоб вимити небажані супутні речовини (В) та (С).

Електродіаліз доводиться виконувати частково з не вигідними концентраціями корисних речовин, щоб забезпечити високий вихід. Такі не вигідні або низькі концентрації цінних речовин призводять до збільшених втрат і до небажаного переносу супутніх речовин.

В основу цього винаходу покладене завдання створити спосіб, за допомогою якого можна було б збагатити до рівнів, придатних для подальшої обробки, усі групи корисних речовин (А), (В) та (С), які містяться у складному потоці речовин.

Це завдання вирішується способом обробки потоку речовин, який містить принаймні одну корисну речовину з кожної з наступних груп:

(А)амінокислоти

(В)карбонові кислоти, крім амінокислот, які містять від 1 до 5 атомів С,

(С)неорганічні солі,

згідно з яким:

(1)обробляють потік речовин нанофільтрацією з одержанням ретентату, збагаченого на корисну речовину (А),

(2)обробляють пермеат із стадії (1) електродіалізом з одержанням концентрату, збагаченого на корисну речовину (С),

(3)обробляють ділюат із стадії (2) у системі (3) з двох стадій (4) та (5), прямо або непрямо пов'язаних між собою, де

5 (4)одну обробку здійснюють зворотнім осмосом та

(5)одну обробку здійснюють електродіалізом, одержуючи концентрат, збагаченого на корисну речовину (В),

(6)прямо або непрямо подають принаймні частину ретентату із стадії (4) на стадію (5),

(7)прямо або непрямо подають принаймні частину ділюату із стадії (5) на стадію (4).

10 Отже, спочатку здійснюють стадію нанофільтрації, на якій одержують ретентат, збагачений на корисну речовину (А), тобто амінокислоти. Цей ретентат скеровують до процесу.

Способом електродіалізу у належних умовах можна одержати концентрат, збагачений на корисну речовину (С), тобто неорганічні солі, з пермеату нанофільтрації стадії (1). Цей концентрат також скеровують до процесу.

15 Ділюат електродіалізу (2) подають до системи (3), де здійснюють обробку зворотнім осмосом (5) та електродіалізом (5), причому стадії (4) та (5) прямо або непрямо пов'язані між собою.

Таким чином, принаймні частину ретентату із стадії (4) прямо або непрямо подають на стадію (5), а принаймні частину ділюату із стадії (5) прямо або непрямо подають на стадію (4).

20 Ділюат із стадії (2) повторно концентрують зворотнім осмосом на стадії (4).

На стадії електродіалізу (5) у належних умовах одержують концентрат, збагачений га корисну речовину (В), тобто органічні карбонові кислоти.

Пряме або непряме повернення ділюату із стадії електродіалізу (5) на стадію зворотного осмосу (4) дозволяє подальше збагачення на корисну речовину (В).

25 В одному з варіантів здійснення винаходу стадії (4) та (5) замкнені у цикл таким чином, що принаймні частину ретентату із стадії (4) подають на стадію (5), а принаймні частину ділюату із стадії (5) повертають на стадію (4).

Так утворюється прямий цикл між стадіями (4) та (5).

30 В іншому варіанті здійснення способу згідно з винаходом ділюат із стадії (2) подають до зрівняльного резервуара, з якого він надходить на обидві стадії (4) та (5) і до якого повертають принаймні частину ретентату із стадії (4) та частину ділюату із стадії (5).

Так утворюється непрямий цикл між стадіями (4) та (5) через зрівняльний резервуар.

У способі згідно з винаходом стадії (4), (5), (6) та (7), тобто зазначений цикл, переважно здійснюють у режимі, що встановився.

35 Особливо переважно усі стадії (1) - (7) здійснюють у режимі, що встановився.

Нанофільтрація на стадії (1) способом згідно з винаходом переважно є двох- або багатоступінчаста, причому переважно один із ступенів після першого являє собою діафільтрацію. Зокрема, якщо ступенів більше двох, усі ступені після першого можуть являти собою діафільтрацію.

40 Переважно у способі згідно з винаходом частину пермеату із стадії (4) та/або принаймні частину ділюату (5) подають на нанофільтрацію на стадії (1).

Зокрема, весь пермеат із стадії (4), а також частину ділюату із стадії (5), яку можна не повертати на стадію (4), можна подавати на нанофільтрацію на стадію (1), що забезпечує практично замкнений цикл, з якого виходять лише потоки речовин, збагачені на корисні речовини (А), (В) та (С).

45 Якщо, як переважно пропонується, нанофільтрацію здійснюють у два або більше етапів, то пермеат із стадії (4) або його частину відповідно та/або частину ділюату із стадії (5) переважно подають на другий ступінь нанофільтрації, зокрема, на ступінь діафільтрації.

50 На стадії (1) нанофільтрації переважно застосовують мембрану з високою проникністю для одновалентних неорганічних солей та порівняно меншою проникністю для двовалентних неорганічних солей.

Матеріал такої мембрани переважно обирають з-поміж постійно гідрофілізованого поліетерсульфону, кераміки, зокрема,  $\text{TiO}_2$ , поліаміду та напівароматичного поліаміду піперазину. Точка відсічки („відсічки номінальної молекулярної маси" – NMWCO) знаходиться у межах від 100 до 4000 Да, переважно від 100 до 1000 Да, зокрема, від 150 до 300 Да.

55 Наступні матеріали, наприклад, є придатні для виготовлення мембран у процесі нанофільтрації на стадії (1):

Виробник	Nadir PES 10	Nadir N30F	Koch MPF36	Nadir PES004H	Inocermic/D Inocermic	Tami Tami-1k
Матеріал	Ph-PES	Ph-PES	невідомий	Ph-PES	TiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>
NMWSO (Да)	1000	150-350	1000	4000	500	1000
Проникність чистої води при 20 °C (л.год. <sup>-1</sup> м <sup>-2</sup> МПа <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>
Робочий інтервал рН	0-14	0-14	1-13	0-14	0-14	0-14
Максимальна температура (°C)	95	95	70	95	>100	>100
Класифікація	NF	NF	NF	UF	NF	UF
ph-PES: постійно гідрофілізований поліетерсульфон; NMWSO: відсічка номінальної молекулярної маси						

<sup>a</sup> при 1 МПа (10 бар); 20 °C<sup>b</sup> при 0.2 МПа (2 бар); 20 °C

Виробник	GE Osmonics DL	GE Osmonics DK	Hydronautics NTR 7450	Dow Deutschland NF 200
Матеріал	поліамід	поліамід	Ph-PES	напівароматичний поліамід піперазину
NMWSO (Да)	150-300	150-300		
Проникність чистої води при 20 °C (л.год. <sup>-1</sup> м <sup>-2</sup> МПа <sup>-1</sup> )	76	~70	130	110
Робочий інтервал рН	2-11	2-11	2-11	3-10
Максимальна температура (°C)				
Класифікація	NF	NF	NF	NF

- 5 Електродіаліз на стадії (2) переважно являє собою однополярний процес з перенесенням іонів хлориду.

Наступні матеріали, наприклад, є придатні для виготовлення мембран на стадії (2):

Виробник мембрани	Тип
Neosepta	XCMX, AMX
Ionics	CR69EXMP / AR103QDP

- 10 На стадії (4) зворотного осмосу способу згідно з винаходом переважно використовують щільні мембрани спіральної структури.

Переважно на стадії (4) зворотного осмосу використовують гідрофільні мембрани з високою проникністю води та високим утриманням неорганічних солей, наприклад, хлориду натрію.

Електродіаліз на стадії (4) способу згідно з винаходом переважно однополярний в інтервалі рН від 2 до 5.

- 15 Потік речовин, який піддають обробці згідно з винаходом, переважно має рН від 1 до 4.5.

Корисною речовиною групи (А) переважно є одна або кілька протеїногенних амінокислот, наприклад, лейцин.

Корисною речовиною групи (В) є, зокрема, молочна кислота.

- 20 Корисною речовиною групи (С) переважно є одна або кілька неорганічних солей, обраних з-поміж хлоридів, як от хлорид натрію, хлорид калію, та/або їх суміші.

Потік речовин, який піддають обробці, являє собою, зокрема, водний розчин біогенного походження, переважно рідину, одержану із силосу, наприклад, трави, конюшини, люцерни, лікарських рослин, а також їх сумішей.

Установка для здійснення способу згідно з винаходом містить - вузол нанофільтрації 1 - перший вузол електродіалізу нанофільтрації 2, - трубопровід 11 подачі пермеату з вузла нанофільтрації 1 до першого вузла електродіалізу 2, - систему 3 з вузлів 4 та 5, прямо або непрямо пов'язаних між собою, де - вузол 4 призначений для зворотного осмосу, а - вузол 5 являє собою другий вузол електродіалізу,

- трубопровід 21 для подачі ділюату з першого вузла електродіалізу 2 до системи 3,  
- трубопровід 41 для прямої або непрямої подачі принаймні частини ретентату з вузла зворотного осмосу 4 до другого вузла електродіалізу 5,  
- трубопровід 51 для прямої або непрямої подачі принаймні частини ділюату з другого вузла електродіалізу до вузла зворотного осмосу 4.

В одному з варіантів здійснення установки згідно з винаходом трубопровід 41 подає ретентат з вузла зворотного осмосу 4 прямо до другого вузла електродіалізу 5.

В іншому варіанті здійснення установки згідно з винаходом трубопровід 51 подає ділюат з другого вузла електродіалізу 5 прямо до вузла зворотного осмосу 4.

Таким чином утворюється прямий цикл між вузлами 4 та 5.

У ще одному варіанті здійснення установки згідно з винаходом передбачений зрівняльний резервуар 31, до якого трубопроводом 21 надходить ділюат з першого вузла електродіалізу 2, що далі розподіляється між вузлом зворотного осмосу 4 та другим вузлом електродіалізу 5, і до якого повертаються ретентат з вузла зворотного осмосу 4 трубопроводом 41 та ділюат з другого вузла електродіалізу трубопроводом 51.

Таким чином утворюється непрямий цикл між вузлами 4 та 5.

В установці згідно з винаходом вузол нанофільтрації переважно має багатоступінчасту конструкцію, причому переважно принаймні один із ступенів після першого призначений для діалізації.

Більш того, переважно передбачений трубопровід 42, який повертає пермеат з вузла зворотного осмосу 4 до вузла нанофільтрації 1, особливо переважно до можливого другого або наступного ступеню вузла нанофільтрації 1.

Подібним чином переважно передбачений трубопровід 52, який повертає ділюат з другого вузла електродіалізу 5 до вузла нанофільтрації 1, особливо переважно до першого ступеню вузла нанофільтрації 1.

Спосіб згідно з винаходом забезпечує наступні переваги:

Кожна стадія способу згідно з винаходом діє як окремий процес з ефективністю виділення (вміст корисної речовини в окремому вихідному потоці відносно її вмісту у вхідному потоці) від 0.1 до 0.95. Втім, у зв'язку з іншими стадіями ефективність виділення набагато перевищує 0.5.

У способі згідно з винаходом не накопичуються відхідні потоки, оскільки у замкненому циклі пермеат із стадії зворотного осмосу (4) та ділюат із другої стадії електродіалізу (5) повертаються до голови процесу.

Усі три потоки продуктів ((A), (B) та (C)) збагачуються відносно вхідного потоку речовин.

Стадії електродіалізу (2, 5) та зворотного осмосу (4) взаємодіють між собою. Виділення неорганічних солей (стадія (2)) та виділення органічних кислот (стадія (5)) призводять до зниження осмотичного тиску, що підвищує ефективність зворотного осмосу на стадії (4). І навпаки, підвищення концентрації корисних речовин завдяки зворотному осмосу підвищує ефективність електродіалізу на стадії (5).

Зворотній осмос (4) та нанофільтрація (1) взаємодіють між собою. Вода із зворотного осмосу переважно примішується на другій стадії нанофільтрації, що дозволяє вимивати корисні речовини (B) та (C) на стадії діалізації.

Нанофільтрація (1) та електродіаліз (5) взаємодіють між собою. Нанофільтрація сама по собі лише збагачує на амінокислоти ретентат, а органічні кислоти частково переходять до пермеату. При електродіалізі органічні кислоти виділяються з розчину, багатого на амінокислоти, що веде до значної втрати амінокислот. У способі за винаходом нанофільтрація (1) уловлює більшу частину амінокислот, а при електродіалізі (2) безперервно відокремлюються органічні кислоти при прийнятних масових співвідношеннях ((B)>>(A)). Повернення частково знесоленого середовища (після стадій (2) та (5)) дозволяє частково компенсувати втрати амінокислот з нанофільтрації (1) і підвищити вихід молочної кислоти так, що ефективність електродіалізу підвищується, уловлюючи суттєву частку органічної кислоти (B) у вхідному потоці, якщо розглядати це у рамках процесу в цілому.

Процес у цілому побудований перш за все у розрахунку на амінокислоти (корисна речовина (A)). Забруднення корисної речовини (A) слідами корисної речовини (B) є припустиме з огляду на головну мету – забезпечити максимальний вихід амінокислот (A).

Далі винахід докладніше ілюструється кресленнями та прикладами здійснення.

На фіг.1 схематично зображені один з варіантів здійснення способу та установка за винаходом.

На фіг.2 схематично зображені інший варіант здійснення способу та установка за винаходом.

5 Як видно на фіг.1, складний потік речовин К подають до вузла нанофільтрації 1 та піддають нанофільтрації. Одержаний ретентат А, збагачений на амінокислоти, виводять з процесу.

Ретентат нанофільтрації 1, який містить неорганічні солі (С) та органічні кислоти (В), подають трубопроводом 11 на перший вузол електродіалізу 2. Концентрат електродіалізу, збагачений на неорганічні солі, виводять як потік корисних речовин С.

10 Ділюат першого вузла електродіалізу подають трубопроводом 21 до системи 3, яка складається з вузла зворотного осмосу 4 та другого вузла електродіалізу 5.

Ретентатний бік вузла зворотного осмосу 4 з'єднаний трубопроводом 41 з вузлом електродіалізу 5. Трубопровід 51 веде від ділюатного боку вузла електродіалізу 5 до вузла зворотного осмосу 4.

15 Концентрат вузла електродіалізу 5, збагачений на органічні кислоти, наприклад, молочну кислоту, виводиться як потік корисних речовин В. Через трубопровід 51 ділюат з вузла електродіалізу 5 принаймні частково повертається до вузла зворотного осмосу 4. Як показано, вхідний трубопровід 21 може, наприклад, з'єднуватися з трубопроводом 51, але він також може вести прямо до вузла зворотного осмосу 4.

20 Принаймні частину пермеату з вузла зворотного осмосу 4 можна відводити трубопроводом 42 з вузла нанофільтрації, зокрема, як діалізаційну воду.

Подібним чином принаймні частину ділюату з другого вузла електродіалізу 5 можна повертати трубопроводом 52 вузла нанофільтрації 1.

25 У варіанті, зображеному на фіг.2, передбачений прийомний резервуар 31, до якого веде трубопровід 21 з першого вузла електродіалізу 2.

Прийомний резервуар 31 живить як вузол зворотного осмосу 4, так і вузол електродіалізу 5. Трубопроводом 41 ретентат зворотного осмосу 4 повертається до прийомного резервуару 31. Подібним чином принаймні частина ділюату електродіалізу 5 повертається до прийомного резервуару 31 трубопроводом 51.

30 Приклади:

Приклад 1:

20 г L-молочної кислоти (90 %), 30 г лактату калію (50 %), 3 г L-лейцину та 10г хлориду калію розчиняють у воді та розбавляють до 1 кг.

Одержаний розчин має наступні концентрації:

35 27.4 г/л молочної кислоти

3.0 г/л L-лейцину

11.3 г/л калію

4.8 г/л хлориду

40 Розчин нанофільтрують у періодичному апараті до об'ємної концентрації 2. 500 г пермеату та 500 г накопиченого концентрату.

Концентрації у пермеаті наступні:

19.2 г/л L-молочної кислоти

0.2 г/л L-лейцину

9.0 г/л калію

45 4.5 г/л хлориду

Концентрації у концентраті наступні:

35.6 г/л L-молочної кислоти

5.9 г/л L-лейцину

13.6 г/л калію

50 5.0 г/л хлориду

Приклад 2:

20 г L-молочної кислоти (90 %), 30 г лактату калію (50 %), 3 г L-гліцину та 10 г хлориду калію розчиняють у воді та розбавляють до 1 кг.

Оержаний розчин має наступні концентрації:

55 27.4 г/л молочної кислоти

3.0 г/л L-гліцину

11.3 г/л калію

4.8 г/л хлориду

60 Розчин нанофільтрують у періодичному апараті до об'ємної концентрації 2. 500 г пермеату та 500 г накопиченого концентрату.

	Концентрації у пермеаті наступні:
	19.2 г/л L-молочної кислоти
	0.9 г/л L-гліцину
	9.0 г/л калію
5	4.5 г/л хлориду
	Концентрації у концентраті наступні:
	35.6 г/л L-молочної кислоти
	5.1 г/л L-гліцину
	13.6 г/л калію
10	5.0 г/л хлориду
	Приклад 3:
	200 г L-молочної кислоти (90 %), 300 г лактату калію (50 %), 30 г L-лейцину та 100 г хлориду калію розчиняють у воді та розбавляють до 10 кг.
	Одержаний розчин має наступні концентрації:
15	27.4 г/л молочної кислоти
	3.0 г/л L-лейцину
	11.3 г/л калію
	4.8 г/л хлориду
	Розчин нанофільтрують в апараті нанофільтрації до об'ємної концентрації 2. 5 кг пермеату та 5 кг накопиченого концентрату.
20	Концентрації у пермеаті наступні:
	19.2 г/л L-молочної кислоти
	0.9 г/л L-лейцину
	9.0 г/л калію
25	4.5 г/л хлориду
	Концентрації у концентраті наступні:
	35.6 г/л L-молочної кислоти
	5.1 г/л L-лейцину
	13.6 г/л калію
30	5.0 г/л хлориду
	Приклад 4
	2 кг пермеату з прикладу 3 завантажують до вузла однополярного електродіалізу. З боку концентрату подають 1 кг води. Електродіаліз зупиняють після досягнення значення провідності 6.5 з боку концентрату.
35	Концентрації з боку завантаження (ділюат):
	18.2 г/л L-молочної кислоти
	0.2 г/л L-лейцину
	4.6 г/л калію
	0.9 г/л хлориду
40	Концентрації у концентраті наступні:
	0.9 г/л L-молочної кислоти
	0.0 г/л L-лейцину
	8.9 г/л калію
	7.2 г/л хлориду
45	Приклад 5 – зворотній осмос ділюату з прикладу 4:
	2 кг електродіалітичного ділюату з прикладу 4 нанофільтрують у камері зворотного осмосу до значень об'ємної концентрації 2. 1000 г пермеату та 100 г накопиченого концентрату.
	Концентрації у пермеаті наступні:
	0.9 г/л L-молочної кислоти
50	0.0 г/л L-лейцину
	0.2 г/л калію
	0.1 г/л хлориду
	Концентрації у концентраті наступні:
	35.6 г/л L-молочної кислоти
55	0.4 г/л L-лейцину
	9.0 г/л калію
	1.7 г/л хлориду
	Приклад 6 – електродіаліз концентрату зворотного осмосу – добування молочної кислоти
60	1 кг концентрату зворотного осмосу з прикладу 5 завантажують до вузла однополярного електродіалізу. З боку концентрату подають 1 кг води.



Після добування 67 % молочної кислоти експеримент зупиняють.

Концентрації з боку завантаження (ділюат):

11.7 г/л L-молочної кислоти

0.4 г/л L-лейцину

5 2.3 г/л калію

0.3 г/л хлориду

Концентрації у концентраті наступні:

23.8 г/л L-молочної кислоти

0.0 г/л L-лейцину

10 8.9 г/л калію

1.4 г/л хлориду

Приклад 7

100 кг/год. водного розчину (К), який має склад згідно з прикладом 1, піддають обробці за способом згідно з винаходом (див. фіг. 2).

15 Нанофільтрацію 1 ведуть у дві стадії. Ділюат з електродіалізу 5 та пермеат зворотного осмосу (воду) із стадії 4 повертають трубопроводами 42 та 42 до першого ступеню нанофільтрації. Крім того, частину пермеату зворотного осмосу із стадії 4 повертають до другого ступеню нанофільтрації.

20 Концентрацію молочної кислоти на боці завантаження регулюють кількістю рецирку. На першій стадії досягають концентрації молочної кислоти 25 г/л, на другій стадії – 11 г/л.

Пермеат з обох ступенів нанофільтрації змішують та електродіалізують (2). Здатність до переносу іонів електродіалізу регулюють, змінюючи силу струму. Внаслідок цього переважно переноситься хлорид калію.

25 Частково знесолений ділюат збирається у збірнику 31. Збірник 31 з'єднаний з вузлом зворотного осмосу 4 та другим вузлом електродіалізу 5 через циркуляційні насоси. Повторне концентрування компонентів відбувається відповідно до обсягу пермеату, що виходить з вузла зворотного осмосу. Виведення солей, зокрема, лактату калію, та іонів водню відбувається відповідно до здатності вузла електродіалізу до переносу іонів.

30 Регулюванням обсягу пермеату, що виходить з вузла зворотного осмосу 4 (підсилення за рахунок підвищення тиску) підтримують концентрацію молочної кислоти 22 г/л, яка є достатньою для електродіалізу.

Одержують потік концентрату нанофільтрації (70 кг/год.), збагачений на лейцин (А) (4.2 г/кг).

Одержують потік концентрату електродіалізу (20 кг/год.), збагачений на молочну кислоту (В) (96 г/кг).

35 Одержують потік концентрату електродіалізу (2 кг/год.), збагачений на хлорид калію (С) (76.4 г/кг).

#### ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

40 1. Спосіб обробки потоку речовин, який містить принаймні одну корисну речовину з кожної з наступних груп:

(А) амінокислоти,

(В) карбонові кислоти, крім амінокислот, які містять від 1 до 5 атомів С,

(С) неорганічні солі,

45 згідно з яким:

(1) обробляють потік речовин нанофільтрацією з одержанням ретентату, збагаченого на корисну речовину (А),

(2) обробляють пермеат із стадії (1) електродіалізом з одержанням концентрату, збагаченого на корисну речовину (С),

50 (3) обробляють ділюат із стадії (2) у системі (3) з двох стадій (4) та (5), прямо або непрямо пов'язаних між собою, де

(4) одну обробку здійснюють зворотним осмосом та

(5) одну обробку здійснюють електродіалізом, одержуючи концентрат, збагачений на корисну речовину (В),

55 (6) прямо або непрямо подають принаймні частину ретентату із стадії (4) на стадію (5),

(7) прямо або непрямо подають принаймні частину ділюату із стадії (5) на стадію (4).

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що стадії (4) та (5) замкнені у цикл таким чином, що принаймні частину ретентату із стадії (4) подають на стадію (5), а принаймні частину ділюату із стадії (5) повертають на стадію (4).

3. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що дилюат (21) із стадії (2) подають до вирівнювального резервуара (31), з якого він надходить на обидві стадії (4) та (5) і до якого повертають принаймні частину ретентату із стадії (4) та частину дилюату із стадії (5).
4. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що стадії (4), (5), (6) та (7) здійснюють в усталеному режимі.
5. Спосіб за п. 4, який **відрізняється** тим, що всі стадії (1) - (7) здійснюють в усталеному режимі.
6. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що стадія (1) являє собою дво- або багатоступінчасту нанофільтрацію, причому переважно принаймні один із ступенів після першого являє собою діафільтрацію.
7. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що принаймні частину пермеату із стадії (4) та/або принаймні частину дилюату із стадії (5) подають на нанофільтрацію до стадії (1).
8. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що на стадії (1) нанофільтрації переважно застосовують мембрану з високою проникністю для одновалентних неорганічних солей та порівняно меншою проникністю для двовалентних неорганічних солей.
9. Спосіб за п. 8, який **відрізняється** тим, що матеріал мембрани переважно вибирають з-поміж постійно гідрофілізованого поліетерсульфону, кераміки, зокрема,  $\text{TiO}_2$ , поліаміду та напівароматичного поліаміду піперазину.
10. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що на стадії (5) застосовують однополюсний електродіаліз.
11. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що потік речовин, який піддають обробці, має рН від 1 до 4,5.
12. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що корисною речовиною групи (A) є одна або кілька амінокислот, вибраних з групи протеїногенних амінокислот.
13. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що корисною речовиною групи (B) є молочна кислота.
14. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що корисною речовиною групи (C) є одна або кілька неорганічних солей, вибраних з-поміж хлоридів, як от: хлорид натрію, хлорид калію, та/або їх суміші.
15. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що потік речовин, що його піддають обробці, являє собою водну рідину біогенного походження, зокрема рідину від силосування.
16. Установа для здійснення способу за будь-яким з попередніх пунктів, яка містить:
- вузол нанофільтрації (1),
  - перший вузол електродіалізу (2),
  - трубопровід (11) подачі пермеату з вузла нанофільтрації (1) до першого вузла електродіалізу (2),
  - систему (3) з вузлів (4) та (5), прямо або непрямо пов'язаних між собою, де
  - вузол (4) є вузол для зворотного осмосу, а
  - вузол (5) являє собою другий вузол електродіалізу,
  - трубопровід (21) для подачі дилюату з першого вузла електродіалізу (2) до системи (3),
  - трубопровід (41) для прямої або непрямої подачі принаймні частини ретентату з вузла зворотного осмосу (4) до другого вузла електродіалізу (5),
  - трубопровід (51) для прямої або непрямої подачі принаймні частини дилюату з другого вузла електродіалізу до вузла зворотного осмосу (4).
17. Установа за п. 16, яка **відрізняється** тим, що трубопровід (41) подає ретентат з вузла зворотного осмосу (4) прямо до другого вузла електродіалізу (5).
18. Установа за п. 16 або 17, яка **відрізняється** тим, що трубопровід (51) подає ділюат з другого вузла електродіалізу (5) прямо до вузла зворотного осмосу (4).
19. Установа за п. 16, яка **відрізняється** тим, що містить зрівняльний резервуар (31), до якого трубопроводом (21) надходить дилюат з першого вузла електродіалізу (2), що далі розподіляється між вузлом зворотного осмосу (4) та другим вузлом електродіалізу (5), і до якого повертаються ретентат з вузла зворотного осмосу (4) трубопроводом (41) та дилюат з другого вузла електродіалізу трубопроводом (51).
20. Установа за будь-яким з пп. 16-19, яка **відрізняється** тим, що вузол нанофільтрації має багатоступінчасту конструкцію, у якій принаймні один ступінь після першого виконаний у вигляді вузла для діафільтрації.
21. Установа за будь-яким з пп. 16-20, яка **відрізняється** тим, що містить трубопровід (42) для повороту пермеату з вузла зворотного осмосу (4) до вузла нанофільтрації (1), переважно до можливого другого або наступного ступеня вузла нанофільтрації (1).

22. Установа за будь-яким з пп. 16-21, яка **відрізняється** тим, що трубопровід (52), який повертає ділюат з другого вузла електродіалізу (5) до вузла нанофільтрації (1), переважно до першого ступеня вузла нанофільтрації (1).

