

Зберігання та переробка продукції

УДК 637.142.2:542.816
© 2010

*А.В. Мінорова,
І.О. Романчук,
кандидати
технічних наук*

*О.П. Недорізанюк,
Н.Л. Крушельницька*

*Технологічний інститут
молока та м'яса УААН*

ПЕРЕРобКА МОЛОЧНОЇ СИРОВАТКИ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ЕЛЕКТРОДІАЛІЗНОЇ ОБРОБКИ

*Проведено демінералізацію різних видів
молочної сироватки на дослідній
електродіалізній установці та отримано суху
демінералізовану сироватку способом
розпилювального сушіння. Встановлено рівень
демінералізації, органолептичні та основні
фізико-хімічні показники кінцевого продукту.*

Сучасний технологічний рівень у молочній промисловості здатний забезпечити повне використання усіх складових молока для виробництва високоякісних продуктів або подальшу переробку побічних продуктів з метою виділення їх цінних складових. Все більш поширеними і економічно обґрунтованими стають технології, що базуються на застосуванні мембран для розділення полідисперсних систем, до яких належать молоко і сироватка [1]. Особливо привабливим є застосування мембранних технологій для знесолювання молочної сироватки, виділення концентратів білків або інших складових молока [2].

За допомогою електродіалізу доцільно знесолювати молочну сироватку і, передусім, солону та казеїнову, що розширює можливості її подальшого використання на харчові цілі [5]. Демінералізована молочна сироватка має більш широку сферу застосування — як основа для продуктів дитячого харчування, морозива, кисломолочних продуктів, молочних консервів тощо [4].

Мета досліджень — дати оцінку ефективності демінералізації різних видів молочної сироватки методом електродіалізу та визначити фізико-хімічні показники кінцевих продуктів.

Методи досліджень. Демінералізацію молочної сироватки проводили на дослідній електродіалізній установці АО «MEGA» (Чехія) з використанням полімерних гетерогенних іонообмінних мембран RALEX, призначених для роботи з біологічними рідинами.

Для оперативного контролю за зміною концентрації мінеральних речовин під час елект-

родіалізу сироватки вимірювали електропровідність за допомогою кондуктометра HI 9033.

Масову частку золи, сухих речовин, лактози, жиру та індекс розчинності визначали за загальноприйнятими методиками.

Обговорення результатів. У Технологічному інституті молока та м'яса УААН апробовано дослідну електродіалізну установку, що за своєю конструкцією відповідає промисловим аналогам, для знесолювання різних видів молочної сироватки: підсирної, кислої, підсирної солоної та казеїнової. Демінералізацію здійснювали за температури 20°C, постійної напруги 20В та максимальної тривалості процесу протягом 2,5 год. Робочий об'єм сироватки становив 2 дм³. Концентрацію мінеральних солей у діалізаті та концентраті визначали через кожні 15 хв.

При підготовці сироватки до електродіалізу проведено видалення жиру і білкового пилу шляхом сепарування та пастеризації. На рис. 1 показано зміни вмісту солей у сироватці за максимальної тривалості процесу обробки.

Установлено, що концентрація солей у діалізатах усіх видів молочних сироваток вже через годину істотно знижувалася порівняно з початковим умістом. Так, концентрація мінеральних солей у діалізатах сироваток через 2,5 год становила для, г/л: підсирної — 0,06, кислої — 0,13, підсирної солоної — 0,11 та казеїнової — 0,02 відповідно.

За постійної напруги під час електродіалізу обробки сила струму постійно змінювалася (рис. 2). Сила струму зменшувалася пропорційно зменшенню концентрації солей в діалізатах до досягнення певного мінімального

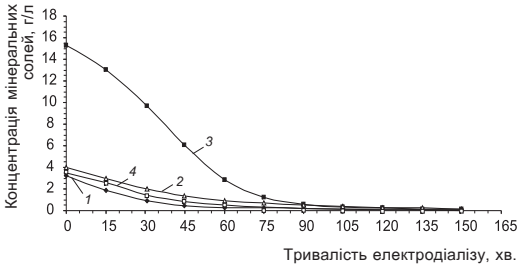


Рис. 1. Зміна вмісту мінеральних солей у діалізатах молочних сироваток під час електродіалізу: 1 — підсирна; 2 — кисла; 3 — підсирна солоня; 4 — казеїнова

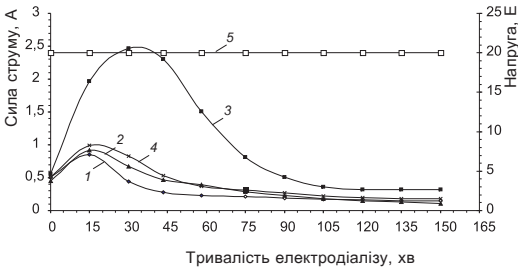


Рис. 2. Зміна сили струму під час процесу електродіалізу: 1 — підсирна; 2 — кисла; 3 — підсирна солоня; 4 — казеїнова; 5 — напруга

значення. Найбільше підвищення показників сили струму характерне для підсирної солоня сироватки, у якій вміст хлористого натрію становив близько 2%. Очевидно, що у певному проміжку часу рівень демінералізації сироватки практично пропорційний енергозатратам. Однак подальші енерговитрати були значно більшими, ніж зростання рівня демінералізації (табл. 1). Наприклад, після зменшення концентрації солей удвічі (що відповідає 50%-му рівню знесолювання) наступні енерговитрати (для досягнення 90%-го рівня демінералізації) для підсирної сироватки зростали у 5 разів, казеїнової — утричі, солоня і кислої — майже удвічі.

1. Енерговитрати під час знесолювання різних видів молочної сироватки

Рівень демінералізації, %	Сироватка молочно			
	підсирна	кисла	підсирна солоня	казеїнова
	Енерговитрати, кВт·год/кг			
30	0,41	0,93	1,20	1,00
50	0,68	1,71	2,21	1,66
70	0,95	2,71	2,99	2,83
90	3,71	3,71	4,63	4,47

Характерною ознакою демінералізації сироватки під час електродіалізоної обробки є зниження рівня титрованої кислотності. Це має важливе значення для подальших етапів її переробки, наприклад, згущування і сушіння.

На рис. 3 наведено закономірності зміни показника титрованої кислотності у процесі електродіалізоної обробки для різних видів сироватки. Так, кислотність вихідної сировини становила для: кислої 60°Т, підсирної солоня — 32°Т, казеїнової — 46°Т. Після демінералізації цей показник був на рівні 10—20°Т при 90%-му рівні демінералізації та зменшувався до 6—9°Т — за максимальної тривалості процесу. Це зумовлено видаленням частини органічних кислот і кислот солей, зокрема молочної кислоти, молекули якої набувають негативного заряду внаслідок реакції дисоціації з відщепленням атому водню [6]. Найбільш ефективним є розкислення кислотних видів сироваток. Так, відмічено зниження величини титрованої кислотності до 15 та 30°Т, відповідно, для казеїнової та кислої сироваток при 70%-му рівні їх демінералізації.

Крім титрованої кислотності, під час електродіалізу зменшується і вміст азотистих речовин. За даними А.Г. Храмцова, І.О. Євдокімова та ін. [6], при 30%-му рівні демінералізації підсирної солоня сироватки видалається до 20% загального азоту в основному за рахунок низькомолекулярних сполук (амінокислот, сечовини та ін.). Особливу увагу автори звертали на низькі втрати молочної цукру під час електродіалізу, оскільки в подальшому демінералізовану сироватку використовували для виробництва лактози.

Вироблено дослідні зразки сухої сироватки способом розпилювального сушіння. Визначено фізико-хімічні показники вихідної сировини та її дослідних варіантів при 90%-му рівні знесолювання (табл. 2). Розроблено технологічну схему виробництва сироватки демінералізованої сухої.

Застосування дослідної електродіалізоної установки при максимальній тривалості процесу дозволяє забезпечувати рівень демінералізації

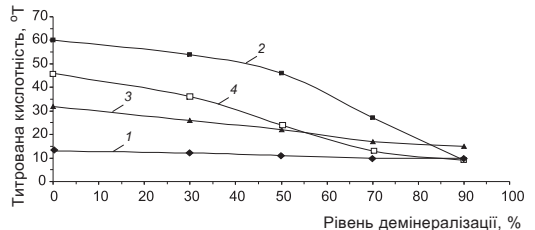


Рис. 3. Зміна показника титрованої кислотності під час електродіалізоної обробки різних видів молочної сироватки: 1 — підсирна; 2 — кисла; 3 — підсирна солоня; 4 — казеїнова

2. Фізико-хімічні показники різних видів сироватки молочної демінералізованої сухої

Показник	Сироватки		
	підсирна демінералізована суха	кисла демінералізована суха	казеїнова демінералізована суха
Масова частка сухих речовин, %	95,06	94,52	96,00
Масова частка лактози, %	82,60	76,00	80,00
Масова частка золи, %	1,55	2,82	2,52
Масова частка жиру, %	0,5	0,5	0,5
Титрована кислотність, °Т	10	25	23
Індекс розчинності, см ³ сирого осаду	0,1	0,2	0,2

для підсирної молочної сироватки 86%, кислої — 95, підсирної солоної сироватки — 98, казеїнової — 96%. Установлено, що під час електродіалізу втрачають лактозу становлять 4—5%, білка — 1—2%.

Під час сушіння демінералізованої сироватки відмічено відсутність налипання продукту на стінках сушильної башти, а кінцевий продукт відрізняється поліпшеними властивостями (мен-

ша гігроскопічність, покращена розчинність). За своїми стандартними показниками сироватка демінералізована суха відповідала вимогам ДСТУ 4552:2006 «Сироватка молочної суха. Технічні умови». Проте відповідно до стандарту показник масової частки золи не нормується. Це питання потребує подальшого вивчення і регламентації сироватки сухої демінералізованої за показником масової частки золи.

Висновки

Максимальний рівень демінералізації різних видів молочної сироватки із застосуванням електродіалісної обробки сягає для підсирної молочної сироватки 86%, кислої — 95, підсирної солоної сироватки — 98, казеїнової — 96%. Масова частка золи у вихідній сироватці зменшувались від 0,56—0,71 до 0,02—0,08%

після електродіалізу. Відпрацьовано технологічний регламент виробництва сухої демінералізованої молочної сироватки із застосуванням електродіалісної обробки на установці, що відповідала промисловим аналогам. Відмічено високу ефективність знесолювання казеїнової та солоної сироваток.

Бібліографія

1. Гаєрилов Г.Б., Остроумов Л.А. Основные параметры сывороточных концентратов в процессе ультрафильтрации и деминерализации//Молочное дело. — 2007. — № 5. — С. 34—35.
2. Дыкало Н.Я., Евдокимов И.А., Володин Д.Н. и др. Определение уровня деминерализации при обессоливании молочной сыворотки электродиализом: Сб. материалов Междунар. науч.-практ. семинара «Современные направления переработки сыворотки». — М.: НОУ «Образовательный науч.-тех. центр молочн. пром-сти», 2006. — 173 с.
3. Евдокимов И.А., Золоторева М.С., Володин Д.Н. Рациональные технологии переработки кис-

лой молочной сыворотки//Молочная пром-сть. — 2007. — № 11. — С. 45—46.
4. Евдокимов И.А., Храмов А.Г., Володин Д.Н. и др. Инновационная технология цельномолочной продукции//Молочная пром-сть. — 2009. — № 3. — С. 67—68.
5. Синельников Б.М., Храмов А.Г., Евдокимов И.А. и др. Лактоза и ее производные. — СПб.: Профессия, 2007. — 768 с.
6. Храмов А.Г., Евдокимов И.А., Нестеренко П.Г. Инновационные приоритеты использования молочной сыворотки на принципах логистики безотходной технологии//Молочная пром-сть. — 2008. — № 11. — С. 28—30.