

Міністерство освіти і науки України
Донецький національний університет економіки і торгівлі
імені Михайла Туган-Барановського

**ОБЛАДНАННЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ
ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ**

Тематичний збірник наукових праць

Випуск 17
Том I

Донецьк – 2007

Хмельнюк М.Г., Шевченко В.О., Корба Є.Н., Чепурненко В.А. Застосування сумішей аміаку в холодильній техніці	59
Шаповалов В.І., Дейнека І.Г., Соколов В.І., Нежинський Я.І. Про розробку малогабаритного гнучкого агрегату для переробки харчових і кормових продуктів	65
НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ	
Гоцуленко М.І., Капрельяц Л.В. Рослинний синбіотичний комплекс	70
Дейниченко Г.В., Морнева М.О., Крамаренко Д.П. Дослідження функціонально-технологічних властивостей багатокомпонентної полідисперсної системи на основі молочно-білкового концентрату зі сколотин	74
Дідух Н.А., Могіляньська Н.О. Рекомендації щодо використання рослинних олій у функціональних молочних продуктах діабетичного призначення	79
Дубовець О.В., Савич А.Н., Клименко Л.С. Інтенсифікація технологічних процесів із використанням поверхнево активної речовини «Фоамсол»	87
Клименко М.М., Будник Н.В. Вивчення можливості використання кісткової пасти в технології виробництва варених ковбасних виробів профілактичного призначення ...	92
Коваленко В.О., Москаленко О.В. Обґрунтування використання збагачувача білкового «Протоген» у виробництві кулінарних м'ясних січених виробів	98
Козловська О.А. Особливості динаміки лактози та кислотності під час дозрівання сирів типу Чедер	103
Корнілова О.В., Медведева О.А. М'ясні напівфабрикати з бобовими добавками	108
Коршунова Г.Ф., Гпіцевич В.А., Никифоров Р.П. Обґрунтування технологічних режимів осадження білкових речовин знежиреного молока з використанням ягідного пюре	113
Пожіткова Л.Г., Капрельяц Л.В., Євдокимова Г.Й. Отримання пектину з соєвої окари	119

Савінок О.М. Комплексність переробки м'ясної сировини в ковбасному виробництві	124
Токар А.Ю. Виготовлення малинових некріплених виноматеріалів і оцінка їх якості ...	128
Труфкаті Л.В., Капрельянц Л.В. Молочно-соевий м'який сир із пробіотичними властивостями	133
Українець А.І., Мирончук В.Г., Грушевська І.О., Змієвський Ю.Г., Кучерук Д.Д. Процес нанофільтрації молочної сироватки	138
Хомич Г.П., Ткач Н.І. Розробка технології консервованих продуктів підвищеної біологічної цінності з чорниці	143
Черевко О.І., Головка М.Ф., Серік М.Л., Подворчан Д.Є., Головка Т.М. Актуальність використання харчової кістки в технології кулінарної продукції	148
Черевко О.І., Єфремов Ю.І., Михайлов В.М., Одарченко А.М., Одарченко Д.М. Дослідження показників якості порошкоподібного продукту на основі ягід калини, шипшини і листя м'яти перцевої	155
Шульга Н.М. Застосування лактобацил із високою антагоністичною активністю в сироробстві	159
ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ	
Дятлов В.В., Коршиков І.І., Медведкова І.І. Вплив обробки плівкоутворюючою композицією на зберігання томатів сорту Шенон у охолоджуваних умовах	166
Дятлов В.В., Медведкова І.І. Якість та збереження томатів із застосуванням плівкоутворювальної композиції	171
Євлаш В.В. Харчова, біологічна цінність та показники безпеки кулінарних січених виробів із м'яса – котлет «Здоров'я», виготовлених із використанням дієтичної добавки «Гемовітал»	176

УДК 66.067.1:637.142.2

Українець А.І., Мирончук В.Г., доктори техн. наук, професори,
Грушевська І.О., Змієвський Ю.Г. (НУХТ, Київ),
Кучерук Д.Д., д-р хім. наук (ІКХХВ ім. А.В.Думанського, Київ)

ПРОЦЕС НАНОФІЛЬТРАЦІЇ МОЛОЧНОЇ СИРОВАТКИ

У статті представлено обґрунтування доцільності використання молочної сироватки для отримання цінних її компонентів – білків та лактози. Надано експериментальні дані дослідження процесу нанофільтрації молочної сироватки.

Ключові слова: нанофільтрація, молочна сироватка.

Проблема переробки молочної сироватки стає все більш актуальною у зв'язку зі збільшенням промислового виробництва твердих сирів, казеїну, сиру і подібних продуктів.

© Українець А.І. та ін., 2007

Частина невикористаної молочної сироватки потрапляє в стічні води, що завдає шкоди навколишньому середовищу [1]. Крім того, через скидання сироватки в каналізацію, очищення 1 м³ стічних вод з високим вмістом сироватки дорівнює очищенню 400 м³ типових промислових стоків.

Молочна сироватка за своїм складом, харчового і біологічного цінністю належить до сировини, з якої можна виробляти широкий асортимент харчових і кормових продуктів, а також технічних засобів [2-4].

До хімічного складу молочної сироватки входить: вода, мінеральні речовини, азотисті речовини (білкові і небілкові органічні речовини), вуглеводи, ферменти, вітаміни, молочний жир, амінокислоти. Вода молочної сироватки біологічно синтезована і є цінним компонентом, властивості якої ще не вивчені. Речовини, які входять до складу сироватки, обумовлюють її харчову і біологічну цінність.

Білки, котрі містяться в молочній сироватці (імуноглобуліни, протезопептони, бичачий сироватковий альбумін, β-лактоглобулін), за своїм складом належать до найбільш цінних білків тваринного походження, які є джерелом усіх незамінних амінокислот. В Україні в 2001 р., у результаті виробництва білкових продуктів з молока було отримано близько 800 тис. тонн сироватки, яка не була використана через відсутність ефективної технології переробки. Утрата сироваткових білків і лактози становила відповідно 9,6 тис. і 40 тис. тонн.

Лактоза (молочний цукор), яка відіграє важливу роль в організмі людини, є тільки в молоці. Вона необхідна не тільки для покриття енергетичних потреб, але й для нормального протікання важливих біохімічних процесів. У шлунку людини білок із лактози проходить повільно, у зв'язку із чим обмежуються процеси бродіння в ньому і нормалізується життєдіяльність корисної мікрофлори. Лактоза сприяє розвитку молочнокислих бактерій, які, у свою чергу, пригнічують розвиток гнилої мікрофлори. Маючи біфідогенну активність, вона сприяє підтриманню мікробіоценозу у шлунковому тракті, сприяє засвоєнню кальцію, магнію, фосфору.

Отже, на основі вище викладеного матеріалу можна впевнено стверджувати, що біологічну і харчову цінність молочної сироватки важко переоцінити, а її потрапляння в поверхневі води може призвести до серйозних екологічних наслідків. Тому проблема її комплексної переробки є актуальною і досі невирішеною.

У теперішній час відомо два підходи до переробки молочної сироватки: повне використання сухих речовин; окреме використання складових компонентів.

У нашій країні використання баромембранних процесів в молочної промисловості розпочалося в першій половині 80-х років минулого століття. Найбільше практичне застосування знайшов метод ультрафільтрації, у меншій мірі – зворотний осмос. Ультрафільтраційний метод використовувався під час переробки знежиреного молока та молочної сироватки, отриманні сухих та рідких ультрафільтраційних концентратів.

Останнього часу дотримав розвиток перспективний баромембранний метод – нанофільтрація. Цей процес альтернативний вакуум-випарюванню (видалення із субстрату розчинника), адже він має на порядок менші енергетичні затрати, зберігає цінні харчові компоненти в їхній нативній формі, і до того ж

нанофільтрація дає змогу концентрувати цільовий продукт із частковим видаленням одновалентних іонів, таких як Na^+ , K^+ , Cl^- [5].

Відомо, що, застосовуючи метод нанофільтрації, є можливість відокремлювати молекули розміром 0,005-0,001 мкм або 400-1000 дальтон.

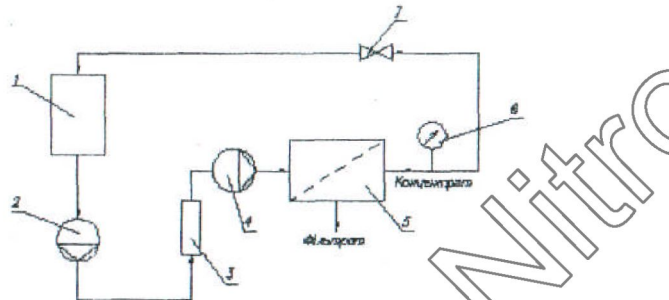
Різниця між розмірами компонентів молока робить можливим комплексну переробку молочної сироватки з використанням баромембранних процесів, що показано на таблиці 1 [7].

Таблиця 1 – Розміри компонентів молока

Компоненти молока	Розмір, мкм (кДа)
Вода	0,0003
Солі	0,0004
Лактоза	0,0008 (0,34)
Сироваткові білки	0,003 – 0,005 (17 – 80)
Казеїн	0,025 – 2,0 (375 – 1500)
Жир	0,13 – 2,5
Бактерії	0,5 – 3,5

Порівняння розмірів молекул компонентів молока дає можливість припустити, що в процесі розділу компонентів сироватки нанофільтрацією сироваточні білки і лактоза залишаються в концентраті.

Для підтвердження цього нами проведено дослідження процесу нанофільтрації сирної сироватки. Досліди проводили на лабораторній мембранній установці проточного типу з рулонним фільтрувальним елементом на основі нанофільтраційної мембрани ОПМН-П НІО»Полімерсинтез», як показано на рисунку 1.



1 – буферна ємність; 2,4 – насос; 3 – мікрофільтр патронного типу; 5 – рулонний мембранний модуль; 6 – манометр; 7 – вентиль.

Рисунок 1 – Лабораторна експериментальна установка на основі рулонного мембранного модуля

Принцип дії представленої установки наступний. Молочна сироватка з початковими параметрами заливається в буферну ємність 1 місткістю 6 л. Потім послідовно вмикають насос 2 і 4. Сироватка проходить спочатку через мік-

рофільтр патронного типу 3, де від неї відділяються залишки жиру, а також домішки, що випадково сюди потрапили, а потім через нанofільтраційний модуль 5, де відбувається концентрування всіх компонентів та часткова їх демінералізація. Частково сконцентрований розчин знов потрапляє в ємність 1, цикл повторюється. Тиск в системі контролюється за допомогою манометра 6, а регулювання тиску відбувається за допомогою вентиля 7.

У процесі проведення нанofільтрації досліджували характеристики сироватки, перміату (фільтрату) та концентрату.

У пробах перміату визначали концентрацію мінеральних солей. Отримані результати показано на рисунку 2.

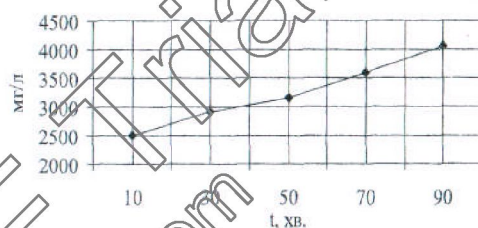


Рисунок 2 – Залежність вмісту мінеральних солей у перміаті від тривалості процесу нанofільтрації сироватки з використанням мембрани ОПМН-П

Як показує рисунок 2, з часом концентрація мінеральних солей в перміаті зростає. Це можна пояснити наявністю концентраційної поляризації на поверхні мембрани, а також зменшенням вільного розчинника (води) в розчині. Адже в розбавлених розчинах електролітів кожен іон має свою, досить велику гідрату оболонку, яка заважає його перенесенню крізь мембрану. За збільшення концентрації, гідратна оболонка зменшується, що призводить до більш інтенсивного перенесення іонів у перміат [7, 8]. Тому в нашому випадку, коли метою є якомога більша демінералізація молочної сироватки, наявність концентраційної поляризації на поверхні мембрани має двояке значення: негативне – це зменшення продуктивності, можливість утворення гелевого шару або утворення осаду на мембрані, позитивне – інтенсифікація перенесення одновалентних іонів крізь мембрану.

У зв'язку із тим, що концентраційна поляризація має досить суттєвий негативний аргумент і її наявність небажана, можна зробити висновок: для більш глибокої демінералізації молочної сироватки треба зменшувати кількість вільного розчинника в розчині, тобто коефіцієнт концентрування повинен бути максимальним, але в межах, економічно обґрунтованих.

Під час проведення експерименту в концентраті та перміаті визначали масову частку лактози та сухих речовин. Дані досліджень подано в таблиці 2.

Таблиця 2 – Дані експериментальних досліджень процесу нанофільтрації

Сироватка та її продукти розділу	Сирна сироватка	
	Масова частка лактози, %	Масова частка сухих речовин, %
Вихідна сироватка	4,60	5,52
Перміат	0,20	0,27
Концентрат	9,18	10,40

У результаті проведених дослідів і математичної обробки експериментальних даних встановлено, що виділення лактози із сирної сироватки у процесі нанофільтраційного концентрування становить 96,6 %. Ступінь демінералізації сирної сироватки становить 56,1 %.

Таким чином, урахувавши досить велику харчову і біологічну цінність молочної сироватки і її компонентів, є необхідність розробки нових підходів і методик її переробки. За допомогою процесу нанофільтрації можна отримати частково демінералізований концентрат основних компонентів молочної сироватки. Отриманий продукт можна використовувати під час виготовлення йогуртів і молочних напоїв профілактичного призначення.

Застосовуючи ультрафільтрацію в поєднанні з нанофільтрацією, можна отримати частково демінералізований концентрат лактози з її вмістом більше 9%. При цьому ступінь видалення лактози становить більше ніж 95 %.

Установлено, що у результаті збільшення концентрації інтенсифікується процес перенесення мінеральних солей через мембрану. Тому ступінь концентрування повинен бути максимальним, в межах, економічно обґрунтованих.

Література

1. Храмов А.Г. Вторичные сырьевые ресурсы молочной промышленности и пути их рационального использования в условиях рыночной экономики // Изв. вузов. Пищ. технол. – 1999. – №5-6.
2. Данкверт С.А. Современное состояние и перспективы развития молочного комплекса России / С.А. Данкверт, И.М. Дуин // Молочная промышленность. – 2003. – №1.
3. Кравченко Э.Ф. Использование ресурсов вторичного молочного сырья // Сыроделие и маслоделие. – 2004. – №6.
4. Храмов А.Г. Рыночная концепция полного и рационального использования молочной сыворотки // Молочная промышленность. – 2006. – №6.
5. Кравченко Э.Ф. Прогрессивные технологии переработки молочной сыворотки // Переработка молока. – 2006. – №4.
6. Зябрев А.Ф. Применение мембранных процессов при переработке молочных процессов при переработке молочных продуктов. Мембранные системы БИОКОН // Переработка молока. – 2001. – №12.
7. Дытнерский Ю.И. Баромембранные процессы. Теория и расчет. – М.: Химия, 1986. – 272 с.
8. Брик М.Т. Энциклопедия мембран: У 2 т. – К.: Вид. дім «Києво-Могилянська академія», 2005.