

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ ФІЗИКО-ХІМІЧНОГО СКЛАДУ РЕТЕНТАТУ ТА ПЕРМЕАТУ ПІД ЧАС УЛЬТРАФІЛЬТРАЦІЇ ПІДСИРНОЇ МОЛОЧНОЇ СИРОВАТКИ

Проведено дослідження зміни фізико-хімічного складу ретентату та пермеату під час проведення ультрафільтрації підсирної молочної сироватки в промислових умовах. Проаналізовано склад ретентату, який свідчить, що під час ультрафільтрації масова частка білка у ньому збільшилась в 17 разів, масова частка сухих речовин - майже в 3 рази, а масова частка жиру - в 9 разів. При цьому встановлено, що масові частки лактози та мінеральних речовин зросли не суттєво. Досліджено закономірності зміни вищезазначених показників у пермеаті. Визначено, що вміст сухих речовин збільшився на 1,38 %, вміст лактози – на 1,0 %, вміст золи – на 0,18 %, вміст білка - на 0,21%. На підставі одержаних даних можна передбачити подальше застосування ретентату та пермеату у молочній, кондитерській, м'ясній та хлібобулочній галузях.

Ключові слова: підсирна молочна сироватка, ультрафільтрація, ретенат, пермеат, фізико-хімічний склад.

Проведено исследование изменения физико-химического состава ретентата и пермеата во время проведения ультрафильтрации подсырной молочной сыворотки в промышленных условиях. Проанализирован состав ретентата и установлено, что во время ультрафильтрации массовая доля белка в нем увеличилась в 17 раз, массовая доля сухих веществ - почти в 3 раза, а массовая доля жира - в 9 раз. При этом установлено, что массовые доли лактозы и минеральных веществ возросли незначительно. Исследованы закономерности изменения вышеуказанных показателей в пермеате. Определено, что содержание сухих веществ увеличилось на 1,38%, содержание лактозы - на 1,0%, содержание зола - на 0,18%, содержание белка - на 0,21%. На основании полученных данных можно предположить дальнейшее применение ретентата и пермеата в молочной, кондитерской, мясной и хлебобулочной отраслях.

Ключевые слова: подсырная молочная сыворотка, ультрафильтрация, ретенат, пермеат, физико-химический состав.

A study of changes in physical and chemical composition retentatu and permeate during the ultrafiltration of whey pidsyrnoyi in industrial conditions. Components of retentatu, indicating that during the ultrafiltration mass fraction of protein in it is increased to 17 times the mass fraction of solids - almost 3 times, and the mass fraction of fat - 9 times. It found that the mass fractions of lactose and minerals not increased significantly. The regularity abovementioned change in the permeate. Determined that the solids content increased by 1.38% lactose - by 1.0%, ash content - on 0,18%, protein - by 0.21%. Based on the data obtained can provide further application retentatu and pemeatu in the dairy, confectionery, meat and bakery industries.

Keywords: pidsyrna whey, ultrafiltration, retentat, permeate, physical and chemical composition.

Вступ

В світі щорічно виробляється до 20 млн. тон сиру, вихід молочної сироватки при цьому складає біля 160 млн. тон. В країнах з розвинутою технічною базою (США, Канада Німеччина, Франція, Швеція) молочна промисловість переробляє від 60 до 95 % молочної сироватки [1].

В Європі основними виробниками сироватки виступають фірми: «Лакталіс/Лактозерум» (Франція), «Боркуло Домо Інгридієнт» (Нідерланди), «ДМВ Інтернешинл» (Нідерланди), «Арла Фудс» (Данія/Швеція), «Свросерум» (Франція). Вони займаються глибокою переробкою сироватки та об'єднані в Європейську асоціацію виробників сироватки (EWPA). За інформацією ММФ, найближчим часом в Європейському Союзі, США, Новій Зеландії, Австралії, Аргентині, Канаді планується зростання виробництва сухої сироватки, концентратів сироваткових білків (КСБ-УФ) та лактози. При цьому слід звернути увагу, що об'єми виробництва сухої молочної сироватки залишаються практично на одному рівні, оскільки на даний час набагато більший інтерес представляють мембранні технології переробки молочної сироватки [2].

В Росії ресурси молочної сироватки складають 5 млн. т. на рік [3]. При цьому рівень промислової переробки становить не більше 40 %. Основним видом продукції, що виробляється залишається суха молочна сироватка [4].

Виходячи з тенденцій, які намічаються в розвитку виробництва і переробки молочної сироватки в Республіці Білорусь в 2015 році можна прогнозувати об'єми молочної сироватки на рівні біля 2,5 млн. т., а промислова переробка буде складати біля 100 % [5].

В Україні виробництво сироватки становить близько 2,4 млн.т. щорічно. Переробка сироватки здійснюється в основному способом сушіння. На виробництво сухої сироватки використовується біля 430 тис.тон. На переробку мембранними методами надходить лише близько 1% молочної сироватки.

Що стосується прогнозів на майбутнє щодо переробки молочної сироватки, то на думку європейських вчених, його можна представити в вигляді піраміди. В основі піраміди - об'єми переробки сироватки; шари вгору – технології різного рівня, від традиційних до мембранних; вершина піраміди – технології глибокого фракціонування сироватки, які дають можливість отримувати продукти подібні до лікарських препаратів [6].

Мембранні технології дозволяють організувати безвідходний процес переробки молока, тобто в повній мірі використати всі його цінні компоненти, комплексно переробляти молочну сироватку, значно зменшити рівень викидів молочної продукції та отримати додатковий економічний ефект [7].

Ультрафільтрація, як одна з прогресивних мембранних технологій, дає можливість проведення глибокої переробки молочної сироватки з метою отримання сухих концентратів сироваткових білків (КСБ-УФ), що мають високу харчову та біологічну цінність [8].

На сьогодні біля 9 % світового виробництва сироватки обробляється за допомогою ультрафільтрації, з якої отримують 50000-80000 т концентратів сироваткових білків в рік в залежності від вмісту білка в сухому продукті [9].

На даний час в СНГ лише на одному підприємстві в Республіці Білорусь, на Березівському сироробному комбінаті, налагоджено виробництво КСБ-УФ з підсирної сироватки з вмістом білка в готовому продукті 65 %.

В Росії технологія виробництва сироваткових білків методом ультрафільтрації на сьогоднішній день знаходиться на стадії промислової апробації [3].

В Україні на даний час лише на Бучацькому сирзаводі Тернопільської області виробляють КСБ-УФ з підсирної сироватки з масовою часткою білка 50%, 60% та 70%.

Сироваткові білкові концентрати використовують поки що в основному для збагачення білком питного молока, йогурту, молока для виробництва сиру, напоїв, плавлених сирів, морозива, картопляного пюре, макаронних виробів, варених ковбас тощо [10]. Але сферу їх застосування можна значно розширити.

Сухі концентрати сироваткових білків доцільно використовувати під час виробництва продуктів дитячого, дієтичного та спеціального призначення. Рідкі концентрати сироваткових білків (ретентат) - під час виробництва незбираномолочної та кисломолочної продукції (кефірні напої, сиркові вироби та ін.). Використання сухих і рідких концентратів сироваткових білків дозволить освоїти виробництво продуктів, які в повній мірі відповідають сучасним вимогам як з точки зору харчової так і біологічної цінності [8].

Також концентрати сироваткових білків можуть знайти своє застосування при виробництві м'ясних продуктів, безалкогольних напоїв, хлібобулочних та кондитерських виробів, білкових паст, соусів, майонезів тощо [11].

В кондитерському виробництві найбільш перспективним напрямом є використання КСБ-УФ в якості заміника яєчного білка. Представляють інтерес також нові види начинок для тортів та тістечок на основі збитої яєчної маси, яка не містить вершкового масла, має меншу калорійність і добре зберігає свої якості. При виробництві безалкогольних напоїв велику роль відіграє збільшення в них вмісту білка. В сухі концентрати сироваткових білків вносять смакові речовини (ваніль, цитрусові, шоколад тощо) і відповідні вітаміни. Концентрати легко розчиняються в теплій воді. Такі напої користуються великим попитом, зокрема в дитячих закладах [12].

Один з важливих моментів, який на сьогодні викликає інтерес у виробників молочної продукції із залученням процесу ультрафільтрації, це переробка пермеату (ультрафільтрату), що утворюється під час ультрафільтрації. Довгий час основні зусилля були направлені на розроблення нових продуктів із концентрату, а використанню пермеату належної уваги не приділялось, що знижувало ефективність ультрафільтрації. За останні роки як у нас так і за кордоном ведуться пошуки раціональних шляхів переробки пермеату. Пермеат як в натуральному так і підзгущеному вигляді може знайти своє використання під час виробництва кондитерських та хлібобулочних виробів [13].

Крім того, пермеат можна використовувати для виробництва харчової або фармакопейної лактози, лактулози та гідролізованих продуктів (глюкозо- галактозних сиропів) тощо [14].

Актуальним є виробництво з пермеату кормів для вигодовування тварин та використання його в технічних цілях. Враховуючи, що пермеат має в своєму складі вуглеводи та мінеральні речовини, на його основі можна отримувати заміники незбираного молока (ЗНМ), а також оригінальні кормові добавки БІКОДО, Профілакт, Лактокорм, які можуть забезпечити реалізацію концепції функціонального харчування тварин та птиці [15].

Розроблена технологія виробництва білкової маси, де в якості середовища для розвитку спеціальних штамів мікроорганізмів, які продукують утворення білка, використовують пермеат. Що стосується використання пермеату для технічних цілей, то це в першу чергу виробництво біотоплива, зокрема етанолу та метану. Крім того, з нього можна отримувати органічні розчинники та окремі види добрив. Пермеат може знайти своє застосування також в якості холодоагента в секції рекуперації теплообмінних апаратів [13].

Метою роботи було дослідження зміни фізико-хімічного складу проміжних продуктів переробки молочної сироватки - ретентату та пермеату - отриманих методом ультрафільтрації підсирної сироватки.

Матеріали і методи досліджень.

Ультрафільтраційна установка працювала в режимі автоматизованої системи управління. Продуктивність ультрафільтраційної установки по сироватці складала 5000л/год, продуктивність по пермеату – 1500 л/год. Мінімальна та максимальна швидкість потоку становила відповідно 0,6 м/с та 1,0 м/с. Максимальний час роботи установки без проведення миття та регенерації мембран складав 24 години за температури 20°C та тиску в діапазоні 0,1- 0,35 МПа.

Підготування сироватки до ультрафільтрації включало традиційні технологічні операції: видалення із підсирної молочної сироватки жиру та казеїнового пилу шляхом сепарування та пастеризація її за температури 72±2 °С. Далі сироватку охолоджували до температури 18±2 °С та подавали на ультрафільтраційну установку. Експлуатацію установки, а також промивання та дезінфекцію мембран проводили у відповідності до інструкції щодо її застосування.

Визначення фізико-хімічного складу ретентату та пермеату проводили за загальноживаними та стандартними методами.

Результати та їх обговорення.

Основну увагу під час проведення експерименту в промислових умовах звертали на такі моменти як фактор концентрування та тривалість процесу ультрафільтрації, оскільки вони мають найбільший вплив на фізико-хімічні показники ретентату та пермеату. Визначення показника фактору концентрування визначали за формулою:

$$\Phi_k = V_c / V_k,$$

де, V_c – об'єм вихідної сироватки, л;

V_k – об'єм концентрату, л.

Визначено фізико-хімічні показники вихідної підсирної молочної сироватки. Отримані дані наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Фізико - хімічні показники молочної підсирної сироватки

Продукт	Масова частка сухих речовин, %	Масова частка лактози, %	Масова частка золи, %	Масова частка жиру, %	Масова частка білку, %	Густина, кг/м ³	Кислотність, °Т
підсирна сироватка	5,7	3,91	0,49	0,05	0,65	1022	14,0

Встановлено, що під час ультрафільтрації масова частка білка у ретентаті збільшується в 17 разів, а масова частка сухих речовин - в 2,95 рази (Рис. 1). Тобто відбувається концентрування білка, що є однією із задач ультрафільтрації.

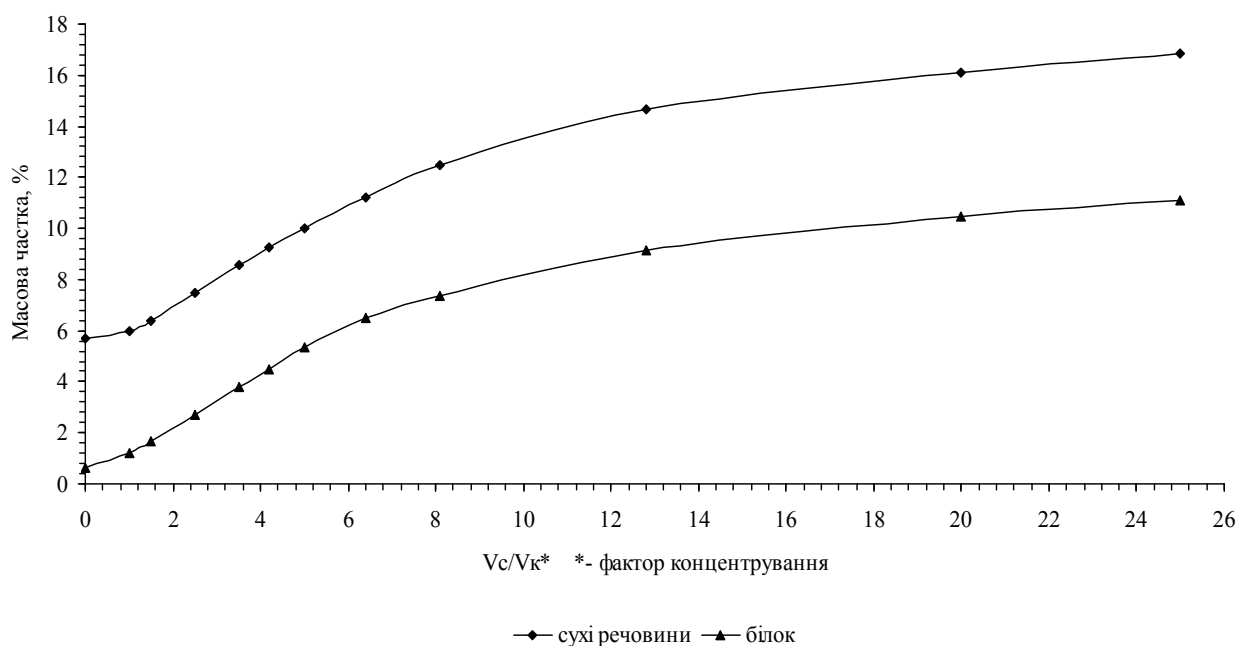


Рис. 1. Залежність масових частин білку та сухих речовин під час ультрафільтрації від фактору концентрування ретентату

Дані рисунку 2 засвідчують, що показники масової частки жиру в ретентанті зросли в 9 разів (з 0,05 % до 0,45 %).

Відомо, що зростання сухих речовин у ретентаті проходить в основному тільки за рахунок збільшення вмісту жиру та білка. Пермеат має більш сталий хімічний склад [16].

Що стосується показників вмісту лактози та золи, то слід зазначити, що їх величини зросли не суттєво. Вміст лактози у ретентаті підсирної сироватки знаходиться у межах 3,91-4,17 %, вміст золи - в межах 0,49-0,67 %.

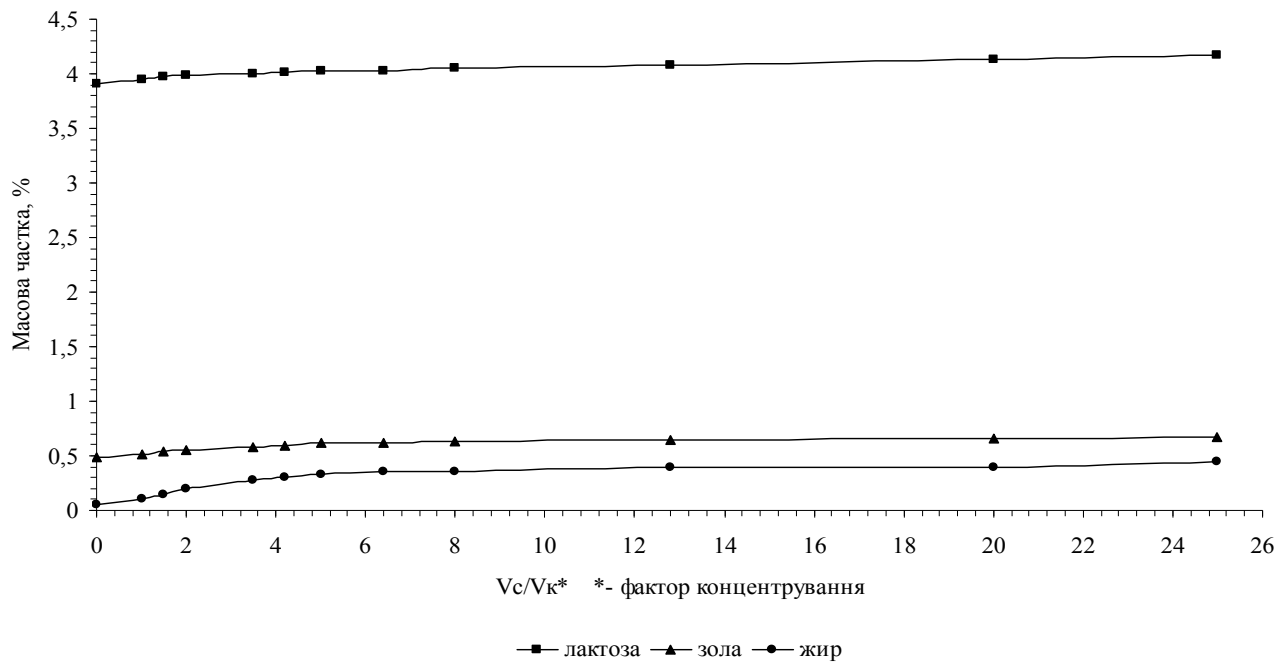


Рис. 2. Залежність вмісту лактози, золи та жиру у ретентаті підсирної сироватки від фактору концентрування

Отже, можна стверджувати, що такі мінорні компоненти сироватки як лактоза та мінеральні речовини, які за своїми розмірами можна віднести до істинних розчинів, майже повністю проходять через отвори мембран у пермеат.

Визначено закономірності зміни вищезазначених показників у пермеаті під час проведення процесу ультрафільтрації (Рис.3).

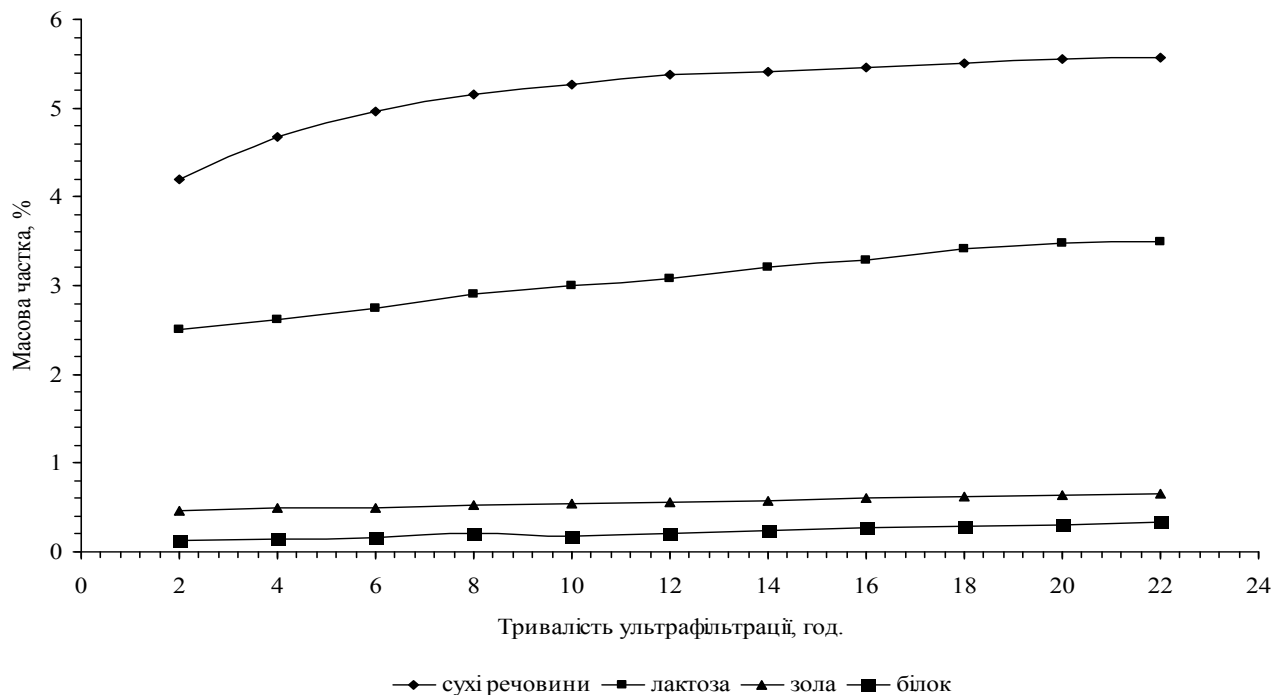


Рис. 3 Вплив тривалості ультрафільтрації на вміст сухих речовин, лактози, золи та білка у пермеаті.

Встановлено, що вміст сухих речовин збільшився на 1,38 %, вміст лактози – на 1,0 %, вміст золи – на 0,18 %, вміст білка - на 0,21%. Не виявлено у пермеаті вмісту жиру, що пов'язано з 100 % -ю селективністю мембран по відношенню до жиру.

Отримані наукові дані використані під час розробки нормативної документації на КСБ-УФ для встановлення регламентованих фізико-хімічних показників для рідкого та сухого концентрату сироваткових білків з різним вмістом білка.

Висновки

1. Встановлено, що під час ультрафільтрації масова частка білка у ретентаті збільшується в 17 разів, масова частка сухих речовин - в 2,95 рази, а масова частка жиру - в 9 разів.

2. Встановлено, що масові частки лактози та мінеральних речовин зросли не суттєво. Вміст лактози у ретентаті підсирної сироватки знаходиться у межах 3,91-4,17 %, вміст золи - в межах 0,49-0,67 %.

3. Досліджено закономірності зміни вищезазначених показників у пермеаті під час проведення процесу ультрафільтрації. Встановлено, що вміст сухих речовин збільшився на 1,38 %, вміст лактози – на 1,0 %, вміст золи – на 0,18 %, вміст білка - на 0,21%.

Література

1. Свириденко Ю.Я. Эффективный подход к переработке молочной сыворотки / Ю.Я Свириденко, Т.А. Волкова // Молочная промышленность. – 2012. – № 7. – С. 44–45.
2. The Importance of Whey and Whey Components in Food and Nutrition.- Munich. 2001.
3. Гаврилов Г.Б. Пути рационального использования молочной сыворотки / Г.Б. Гаврилов, Э.Ф. Кравченко// Маслоделие и сыроделие. – 2013. –№2. – С.10–13.
4. Волкова Т.А. Продвижение продуктов из молочной сыворотки/ Т.А. Волкова, Ю.Я. Свириденко// Маслоделие и сыроделие. – 2013. –№6. – С.16–19.
5. Дымар О.В.Организационно-технологические аспекты переработки сыворотки в Республике Беларусь/ О.В. Дымар // Материалы научно-практической конференции «Молочная индустрия мира и Российской Федерации» (сборник докладов), Москва, 2012, 61 с.
6. 4th International Whey Conference- Chicago, 2005.
7. Гаврилов Г.Б. Современный взгляд на переработку вторичного сырья / Г.Б Гаврилов // Переработка молока. – 2008. – №3. – С.32.
8. Перспективы развития мембранной техники. //Молочная промышленность. – 1987. – №5. – С.8-10.
9. Зябрев А.Ф. Применение мембранных процессов при переработке молочных продуктов/ А.Ф. Зябрев // Мембранные системы БИОКОН. Biocon-russia. Narod.ru
10. Остроумов Л.А. Использование сывороточных белков в продуктах питания / Л.А. Остроумов, Ю.В Леоненко, И.С Разумникова, В.П Емелин // Молочная промышленность. – 2008. – №11. – С.76– 77.
11. Кравченко Э.Ф. Обработка молочной сыворотки с помощью полупроницаемых мембран / Э.Ф. Кравченко, А.В. Конанихин // Молочная промышленность.- 1978. – №12. – С.23– 24.
12. Фриеденталь М. К. Применение белковых концентратов из подсырной сыворотки / М. К. Фриеденталь // Молочная промышленность. – 1987. – № 3. – С. 22–24.
13. Чагаровский А.П. Переработка ультрафильтрата / А.П. Чагаровский, М.А. Гришин // Молочная промышленность. – 1987. – №4. – С.17-18.
14. Шеремет А.В. Использование баромембранного оборудования на молочных предприятиях/ А.В. Шеремет // Молочная промышленность. – 2012. – № 11. – С. 45.
15. Храмцов А.Г. Иновационные приоритеты переработки и использования молочной сыворотки/ А.Г. Храмцов, И.А. Евдокимов, П.Г. Нестеренко // Материалы XXXIII научно-технической конференции по итогам работы профессорско-преподавательского состава СевКавГТУ за 2008 г. Том 1. Естественные и точные науки. Технические и прикладные науки. Ставрополь. СевКав ГТУ, 2009, 218с.
16. О применении мембранной техники в молочной промышленности // Молочная промышленность. – 1987. – №3. – С.41– 42.