

## ЕКОЛОГІЧНІ ІННОВАЦІЇ ПЕРЕРОБКИ ВТОРИННОЇ МОЛОЧНОЇ СИРОВИНИ

**В.П. Дмитриков**

**О.В. Горбенко**

**А.В. Антонов**

Вичерпне використання компонентів молока, одержаного від різних тварин, є проблемним питанням і крім економічної складової містить екологічну складову. На більшості вітчизняних підприємств з переробки молока вторинну молочну сировину (знежирене молоко, пахта, молочна сироватка) переробляють в неповній мірі. З цієї причини втрачається суттєва кількість компонентів - складових молока. Сучасні екологічні вимоги орієнтують підприємства молочної галузі агропромислового комплексу на замкнутий технологічний цикл з «нульовими» скидами в навколишнє природне середовище.

За результатами наших досліджень запропонована схема з одночасним використанням інноваційних технологій і комп'ютерної підтримки зі спеціальним програмним забезпеченням для пошуку і реалізації оптимальних рішень з комплексного використання компонентів молока. В результаті застосування інноваційного підходу до вирішення проблем з технологічного переозброєння одержують нову «лінійку» додаткової продукції, котра відповідає міжнародним вимогам екологічності і безпечності продуктів харчування.

Використання баромембранних технологій для очищення або концентрації рідких молочних середовищ дає можливість максимально вилучати цінні компоненти з молока для одержання додаткової кількості продукції, створення нових молокопродуктів. Особливо цінним є вичерпне вилучення білкових компонентів молока. Сучасні напівпроникні мембрани у складі плоско-камерних модулів для очищення рідких молочних продуктів мають високу сумарну поверхню фільтрації, що обумовлює високі еколого-економічні показники підприємства з переробки молока. Напівпроникні мембрани полімерної або біополімерної природи пропускають лише чисту воду, котра придатна для технологічних і харчових цілей.

Інноваційні технології є енерго- і ресурсозберігаючими і максимально наближають молокопереробні підприємства до «нульового» впливу на навколишнє природне середовище. Отримані в результаті переробки вторинної молочної сировини продукти, як і початкова сировина, підлягають сертифікації і експертизі. Впровадження екологічних інновацій у

процеси переробки вторинної молочної сировини дає можливість покращити еколого-економічні показники молокопереробного підприємства.

**Ключові слова:** вторинна сировина, енергозбереження, знежирене молоко, інновації, мембранна фільтрація, пахта, переробка, ресурсозбереження, сироватка, утилізація, екологія

**Постановка проблеми.** Технологічна необхідність вичерпного використання молока існує у всьому світі незалежно від об'ємів виробництва і економічних взаємин. Разом з тим проблема має помітну екологічну складову, що безпосередньо відноситься до традиційної технології переробки молока.

В даний час в процесі отримання молочних продуктів за технологією, що існує на більшості молокопереробних підприємств, отримують побічні продукти – знежирене молоко, пахту і молочну сироватку відповідно до ДСТУ «Продукти молочні і молоковмісні. Терміни і визначення» умовно позначені як вторинна молочна сировина.

З неї виробляють молоковмісні продукти широкого асортименту, наприклад, сирну продукцію, яка має попит у населення і з цієї причини термін «відходи» по відношенню до вторинної молочної сировини є неприйнятним.

Той факт, що загальні ресурси молочної білково-вуглеводної сировини складають до 70% об'ємів молока, що переробляється, вимагає спеціального підходу до організації вичерпної переробки молочної сировини.

Новий підхід є основою створення безвідходних молокопереробних виробництв, що працюють за замкнутим технологічним циклом, з покращеними екологічними показниками, що також відповідає рекомендаціям провідних міжнародних організацій. На теперішній час такий підхід є актуальним.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій,** у яких започатковано розв'язання проблеми. Відповідно до джерел отримання і складу, вторинна молочна сировина, за тривіальною технологією, що склалася в галузі, визначається (класифікується) як:

- знежирене молоко (або молоко знежирене);
- молочна сироватка (або сироватка молочна);
- пахта.

Продукти, що отримують з вторинної молочної сировини, класифікують, виділяючи продукти із знежиреного молока; продукти з пахти; продукти з молочної сироватки; продукти з суміші знежиреного молока і пахти; продукти з суміші знежиреного молока і/або пахти і молочної сироватки.

При виробництві 1 т вершкового масла отримують до 20 т знежиреного молока і 1,5 т пахти; при виробництві 1 т твердого і кисломолочного сиру - до 9 т молочної сироватки. Знежирене молоко отримують також при нормалізації цілісного молока по жиру.

Світове виробництво сиру складає приблизно 20 млн. тон із виходом сироватки - 160 млн.тон, причому молочна промисловість розвинутих країн переробляє до 95% молочної сироватки. Щорічне виробництво сироватки в Україні становить 2,4 млн.тон і в подальшому її переробляють на сухий продукт.

Неминучість нормативних втрат при переробці молока слід компенсувати шляхом їх зниження за рахунок впровадження нової технології і техніки з критерієм оцінки за втратами окремих компонентів (жир, білок, лактоза); аналізу виробничих процесів за цією ж схемою і постановкою виробничого обліку і контролю у системному вигляді.

**Мета та завдання досліджень.** Аналітичний розгляд інноваційних технологій з вичерпного використання вторинних компонентів молочних продуктів і «нульовим» впливом на довкілля.

**Результати досліджень.** Інноваційні нанотехнології володіють великим потенціалом і у ряді напрямів свого розвитку є незамінними в умовах все зростаючого дефіциту сировинних ресурсів. Характерно, що капіталовкладення в цю область при системному підході окупаються все в коротші терміни.

Найважливішими складовими інноваційної політики стосовно молокопереробних підприємств є екологічність і безпека продуктів харчування. При цьому головними пріоритетами виступають: технологічне переозброєння молокопереробних підприємств на основі новітніх біотехнологій і нанотехнологій, економія енергетичних і сировинних ресурсів, підвищення рівня конкурентоздатності молокопродуктів.

Оцінка рівня безвідходної технології молочних продуктів і закінченості технологічного циклу слід розраховувати за вартістю продукції з 1 т молочної сировини, ступеня використання сухих речовин і окремих компонентів (жир, білки, лактоза, мінеральні солі, біологічно-активні речовини) або їх енергетичної цінності (калорійності).

Вибір умов і оптимізація процесів переробки вторинної молочної сировини припускає присутність інноваційних методів і комп'ютерної підтримки (рис.1).

Основу сучасних безвідходних методів переробки молока складають баромембранні технології, котрі дозволяють максимально використовувати цінні компоненти молока і продуктів його переробки на всіх стадіях процесів.

Класичним прикладом широкого промислового впровадження нанотехнологій в молочну галузь є нанофільтрація і зворотний осмос. Напівпроникні мембрани виготовляють з різних матеріалів - скла, кераміки, полімерної плівки і ін.

Нажаль, в Україні баромембранними методами переробляють лише 1% сироватки від її загальної кількості.



**Рис 1.** Вибір умов переробки вторинної молочної сировини

Технології баромембранної фільтрації знайшли широке застосування в різних галузях промисловості для очищення або концентрації рідких середовищ. Основу технологій складають однозначно протікаючі процеси, згідно яким компоненти молочної сировини або концентруються, або видаляються. Вказані процеси розділення при високій ефективності мають мінімальне споживання енергетичних ресурсів і води.

Об'єктами баромембранних технологій є вторинна молочна сировина - знежирене молоко, підсирна і сирна сироватка. Конструктивно розроблені різноманітні типи напівпроникних мембран з органічних і неорганічних матеріалів (полімерні і керамічні).

Устаткування для нанофільтрації також успішно застосовують для очищення розчинів після промивки технологічного устаткування молокозаводів, отримуючи в результаті воду для технічних потреб і осад, що відправляється на регенерацію.

У випадках, коли вторинні молочні ресурси використовуються не повністю, вони потрапляють в стічні води, водоймища і/або ґрунт, що завдає суттєвої шкоди навколишньому природному середовищу. Класичний приклад: 1 тонна молочної сироватки, яка потрапила із стічними водами у водоймище, забруднює його еквівалентно 100 м<sup>3</sup> господарчо-побутових стоків.

При використанні баромембранних пристроїв з метою мікрофільтрації вторинних ресурсів молокопереробних підприємств вдається досягти максимальної проникності для

молекул води і мінімальної - для значно більших за розміром, зокрема, молекул білкових компонентів, жирів, вітамінів, комплексів мікро- і макроелементів.

Застосування трекових і ядерних напівпроникних мембран з сумарною поверхнею фільтрації більше 200 тис. м<sup>2</sup> дозволило максимально використовувати молочну сировину і напівфабрикати для отримання цінних харчових продуктів.

Сучасні мембрани у складі плоско-камерних модулів по очищенню молочних продуктів відбирають всі цінні компоненти молочної сировини, а пропускають лише чисту воду, яку використовують у водооборотному циклі і/або для обробки харчового устаткування.

У трекових мембран, котрі також використовують з цією метою, всі пори є такими, що "калібруються" - це унікальна їх властивість. Трекові мембрани працюють за ситовим механізмом затримки мікрочасток і тому їх також використовують як еталони для визначення селективності інших типів фільтраційних матеріалів.

Трекові мембрани характеризуються мінімальною дисперсією пір за розмірами (5-10%), високою селективністю і продуктивністю. Типова трекова мембрана – плівка з поліетилентерефталату або полікарбонату завтовшки від 10 до 25 мкм, в якій створена система крізних пір.

Трекова мембрана – це екологічно чиста полімерна плівка, оброблена на потужному циклотроні шляхом бомбардування іонами інертних газів для отримання найдрібніших пір діаметром 0,1 мкм з щільністю до 400 мільйонів каліброваних мікроотворів на 1 см<sup>2</sup>, що забезпечує гарантовану якість нанофільтрації.

Впровадження баромембранних і нанотехнологій дозволяє отримувати нові продукти і удосконалювати існуючі, при максимальному витяганні з вторинних молочних ресурсів корисних компонентів.

Поява нового покоління кисломолочних продуктів із знежиреного молока і пахти зв'язана також з використанням біфідобактерій, що володіють підвищеною біологічною цінністю, дієтичними властивостями і лікувально-профілактичною спрямованістю для функціонального живлення.

До перспективних відносять і нову технологію із застосуванням біополімерів для направлено розділення знежиреного молока на компоненти і отримання ангіогеніну, тауріну і деяких інших унікальних складових молочної сировини.

Особливо показове використання інноваційних технологій для отримання додаткової кількості молочного білка, наприклад, з підсирної і сирної сироватки, що дозволило збільшити вихід сиру, скоротити виробничі витрати.

В цілому, наукове обґрунтування, розробка і реалізація принципів безвідходних технологій дозволить використовувати всі види вторинної молочної сировини і їх окремі компоненти для виробництва якісних, біологічно повноцінних, екологічно безпечних продуктів харчування, кормових і не кормових засобів, технічної товарної продукції, котрі конкурентоздатні на світовому ринку.

**Висновки.** Інноваційні технології є енерго- і ресурсозберігаючими і максимально наближають молокопереробні підприємства до «нульового» впливу на навколишнє природне середовище. Отримані в результаті переробки вторинної молочної сировини продукти, як і початкова сировина, підлягають сертифікації і експертизі. Впровадження екологічних інновацій у процеси переробки вторинної молочної сировини дає можливість покращити еколого-економічні показники молокопереробного підприємства.

#### **Список використаної літератури:**

1. Гаврилов Г.Б. Технология мембранных процессов переработки молочной сыворотки и создание продуктов с функциональными свойствами: Монография / Г.Б. Гаврилов. – М.: Издательство Россельхозакадемии, 2006. – 134 с.
2. Головаш О.О. Ресурсозберігаюча технологія виробництва термокислотного сиру / Головаш О.О., Орлюк Ю.Т. // Вісник СНАУ – 2007, Випуск № 9 (13). – С. 39 – 41.
3. [Грек О.В. Технологія продуктів зі знежиреного молока, молочної сироватки і маслянки / О.В. Грек, Г.Є. Поліщук, О.О. Онопрійчук. – К.: НУХТ, 2011. – 210 с.](#)
4. Дацій О.І. Розвиток інноваційної діяльності в агропромисловому виробництві України / О.І. Дацій. - К.: Ін-т аграрної економіки, 2004. - 426 с.
5. Крапчина Л.Н. Инновации в производстве молочной продукции - основа конкурентоспособности отечественных предприятий / Л.Н. Крапчина, Л.Г. Котова // Продовольственная политика и безопасность. - 2015. - Т.2, №2. - С.59-76.
6. Мінорова А.В. Дослідження зміни фізико-хімічного складу ретентату та пермеату під час ультрафільтрації молочної сироватки / А.В. Мінорова // Продовольчі ресурси. Серія: Технічні науки. - 2015. - №4. - С.40 - 45.
7. Мунро П. А. Новые технологии создания молочных продуктов будущего / П. А. Мунро // Молочная промышленность. – 2003. – № 3. – С. 39–40.
8. Фетисов Е.А. Мембранные и молекулярно-ситовые методы переработки молока / Е.А. Фетисов, А.П. Чагаровский. – М.: Агропромиздат, 1991. – 272 с.
9. Храмов А. Г. Реализация инновационных технологий переработки молочной сыворотки / А. Г. Храмов // Переработка молока. – 2009. – № 5. – С. 22–23.

10. Храмов А.Г. Рациональное использование сырьевых ресурсов при переработке молока на мини-производствах / А.Г. Храмов, А.В. Оноприйко, С.А. Рябцева и др. // Известия вузов. Пищевая технология. - 1999. - №2 - 3, С. 11-13.

11. Макаренко В.В. Переработка вторичных сырьевых ресурсов - возможность решения социальных и экологических проблем в молочной промышленности РФ / В.В. Макаренко, Ю.С. Драников // Евразийский союз ученых. - 2015. - №10(19). - С.24-28.

12. Baker R.W. Membrane technology and applications. Second edition. –Chichester, England: John Wiley and Sons, 2004. – 545 p.

13. Britz T.J., Robinson R.K. (ed.). Advanced dairy science and technology UK: Blackwell Publishing, 2008. - 300 p.

### **Дмитриков В.П., Горбенко А.В, Кравченко М.И. Экологические инновации переработки вторичного молочного сырья**

Применение инновационных принципов энерго- и ресурсосбережения ко вторичному молочному сырью позволяет получать дополнительный ассортимент молокосодержащих продуктов с новыми функциональными свойствами. Использование мембранных технологий широкого спектра, в частности, полупроницаемых мембран, для переработки обезжиренного молока, сыворотки и пахты увеличивает ассортимент и общий выход молочной продукции, улучшает эколого-экономические показатели молокоперерабатывающих предприятий.

**Ключевые слова:** вторичное сырье, обезжиренное молоко, инновации, мембранная фильтрация, пахта, переработка, ресурсосбережение, сыворотка, утилизация, экология, энергосбережение

### **Dmitrikov V.P., Gorbenko A.V, Kravchenko M.I. The Ecological innovations of processing of the second milk raw material**

Comprehensive use of components of milk derived from various animals is a problematic issue and, in addition to the economic component, contains an ecological component. At the majority of domestic milk processing enterprises, secondary dairy raw materials (skimmed milk, buttermilk, milk serum) are processed in an incomplete manner. For this reason, a significant amount of components - milk constituents - is lost. Modern environmental requirements orientate the dairy industry of the agro-industrial complex into a closed technological cycle with "zero" discharges into the natural environment.

According to the results of our research, a scheme is proposed with the simultaneous use of innovative technologies and computer support with special software for finding and implementing

optimal solutions for the integrated use of milk components. As a result of applying an innovative approach to solving problems with technological re-equipment, they receive a new "line" of additional products that meet international environmental and food safety requirements.

The use of barometric technologies for purifying or concentrating liquid milk environments makes it possible to extract valuable milk components from the milk in order to obtain additional quantities of products and create new dairy products. Especially valuable is the exhaustive removal of protein components of milk. Modern semipermeable membranes consisting of flat-chamber modules for cleaning liquid dairy products have a high total filtration surface, which causes high ecological and economic indicators of the milk processing enterprise. Semipermeable membranes of polymeric or biopolymer nature pass only pure water, which is suitable for technological and nutritional purposes.

Innovative technologies are energy-saving and resource-saving and maximally approximate dairy processing enterprises to "zero" impact on the natural environment. Products derived from the processing of secondary dairy raw materials, as well as raw materials, are subject to certification and examination. The introduction of environmental innovations in the processing of secondary dairy raw materials makes it possible to improve the ecological and economic indicators of the milk processing enterprise.

Key words: secondary raw materials, energysaving, skim milk, innovations, membrane filtration, butter, processing, resource conservation, serum, utilization, ecology.