

ХІМІЯ. ХІМІЧНА, БІОЛОГІЧНА ТА ХАРЧОВА ТЕХНОЛОГІЇ

УДК 621.326

М. Шинкарик, канд.техн.наук; В. Юкало, канд.хім.наук; О. Кравець
Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя

ВДОСКОНАЛЕННЯ ЛІНІЇ ОЧИСТКИ СИРОВАТКИ

В статті розглянуто методи переробки сироватки. Досліджено вміст білкової пилуки в сироватці при виробництві казеїну і сиру домашнього. Запропоновано вдосконалити лінію очистки сироватки шляхом встановлення фільтра розробленої конструкції.

Умовні позначення

M - продуктивність сепаратора, л/с;

d_a - мінімальний радіус частинки, яка відділяється в сепараторі, м;

n - число обертів, с^{-1} ;

z - число тарілок;

α - кут підйому твірної тарілки, рад;

R_o, R_m - відповідно більший і менший радіуси тарілки, м;

ρ_c, ρ_o - відповідно густина сироватки і білка, кг/м^3 ;

μ - динамічна в'язкість сироватки, Па с;

β - технологічний коефіцієнт.

Переробка сироватки має як екологічне, так і ресурсозберігаюче значення. Сироватку, з одного боку, можна розглядати як відходи переробки молока на сир, казеїн, домашній сир, з іншого – як цінну сировину, адже вона містить приблизно половину сухих речовин молока. До цінних компонентів, що містяться у сироватці, належать такі: білок – 0,8 - 0,9% , лактоза – 4,4 - 4,6%, жир – 0,8%. Крім цього, у сироватці знаходяться дрібні частинки творогу, сиру, казеїну, білкова пилука.

В той же час значна кількість сироватки не переробляється, що створює навантаження на очисні споруди заводів і погіршує стан довкілля. Тому вирішення проблеми переробки сироватки має велике народногосподарське значення.

Відомі методи переробки і використання молочної сироватки згруповані в чотири основні напрямки, що перелічені нижче [1].

I. Використання сироватки без обробки (в натуральному вигляді).

Молочна сироватка досить широко використовується при випічці хліба і хлібобулочних виробів. При цьому хліб збагачується повноцінними компонентами молока, що покращує його біологічні і смакові якості.

II. Переробка і використання у вигляді концентратів.

Цей напрямок полягає в отриманні концентратів шляхом згущення або сушіння.

III. Виділення і використання найбільш цінних компонентів.

Найбільш цінні компоненти молочної сироватки виділяються із сироватки і використовуються в промислових масштабах.

Одним із найважливіших для молочної промисловості компонентом сироватки є *молочний жир*. У даний час практично вся молочна сироватка підлягає обезжирюванню шляхом сепарації. Проблемою, яка виникає при сепаруванні, є наявність в сироватці сирної пилуки.

Білки – це найбільш цінний компонент молочної сироватки. В традиційному виробництві сиру і у виробництві казеїну сироватковий білок залишається в сироватці.

Сироватковий білок із сироватки можна виділити в натуральному вигляді, із збереженням функціональних властивостей. В цьому випадку використовуються такі процеси, як ультрафільтрація або адсорбція на частинках кремнієвої кислоти та інші.

Іншим методом є виділення білка із сироватки шляхом теплової коагуляції з наступним відстоюванням та концентрацією сепаруванням.

Серед усіх компонентів сироватки переважає *лактоза* (молочний цукор) – 70% маси сухих речовин. Видалення її із сироватки відбувається шляхом кристалізації лактози із перенасиченого сироваткового концентрату.

IV. Переробка сироватки біологічним методом.

Серед біологічних методів переробки сироватки найперспективнішим є ферментативний гідроліз дисахариди лактози до моноцукрів глюкози і галактози.

Очевидно, що наведені вище методи переробки сироватки вимагають різних технологічних процесів і машинно-апаратного оформлення. Проте кожен із вказаних методів переробки сироватки, як першу операцію, передбачає очистку сироватки від білкової пилуки – дрібних частинок сиру, сиру домашнього (творогу), казеїну. Така очистка може проводитись на ситах, сепараторах, центрифугах в одну або декілька стадій.

Найчастіше для очистки сироватки на наших підприємствах використовуються тарілкові сепаратори, оскільки вони дозволяють одночасно відділити білкову пилуку як важку фракцію і жир – як легку [2].

Схема руху фракцій під час розділення в міжтарілковому просторі сепаратора показана на рисунку 1.

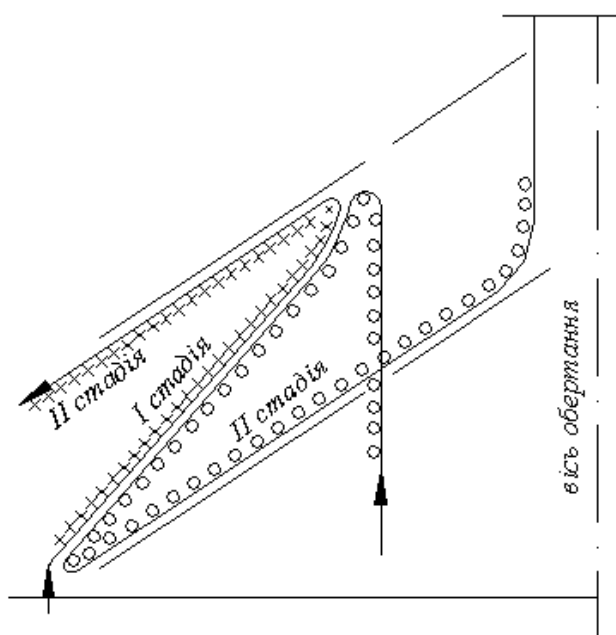


Рис. 1. Схема руху фракцій в міжтарілковому просторі сепаратора:
о – легка фракція (жир); + - важка фракція (білкова пилука)

Мінімальний радіус частинки, яка відділяється в міжтарілковому просторі, можна визначити за формулою [3]:

$$d_a = \sqrt{\frac{M}{\beta \cdot n^2 \cdot z \cdot \operatorname{tg} \alpha (R_o^3 - R_m^3) \cdot \left(\frac{\rho_o - \rho_c}{\mu} \right)}}. \quad (1)$$

При підстановці фізичних характеристик білка і сироватки [4], а також конструктивних параметрів існуючих сепараторів [5] можна встановити, що в

сепараторі можна виділити частинки діаметром від 1мкм, що в загальному задовільняє вимоги виробництва.

Проте в процесі роботи виникають проблеми, пов'язані із швидким забрудненням міжтарілкового простору в результаті адгезійного зчеплення білкових частинок з поверхнею тарілки. Ефективна очистка сироватки на сепараторах спостерігається протягом всього 15-20хв, тому багато фірм як першу стадію очистки використовують вібраційні сита і фільтри. Техніка ситування дозволяє відділити лише від 30 до 60% сирної пилюки, сироватка також має схильність до “піноутворення”, а при використанні сита відбувається додаткове поступлення повітря в продукт.

Метою проведених досліджень було вдосконалення методів очистки сироватки від сирної пилюки перед наступною її переробкою.

Частковою задачею даних досліджень було встановлення кількості білкової пилюки, що одержується в процесі виробництва сиру домашнього і казеїну.

На підприємствах нашого регіону вказані продукти виготовляють періодичним способом з використанням сирних ванн ВС-5000, а казеїн – також на лінії безперервного виробництва. Згідно з розробленою методикою, для встановлення маси білкової пилюки сироватку відбирали через кожні 3 хв. Кожну порцію сироватки профільтровували через фільтрувальний папір і визначали масу сухої білкової пилюки за ГОСТ 3626-73 «Методы определения содержания влаги и сухого вещества» шляхом висушування в сушильній шафі при температурі 105°C.

Діаграма вмісту білкової пилюки в сироватці при виробництві казеїну (Козівський маслозавод) при зливі із ванни проілюстрована на рисунку 2.

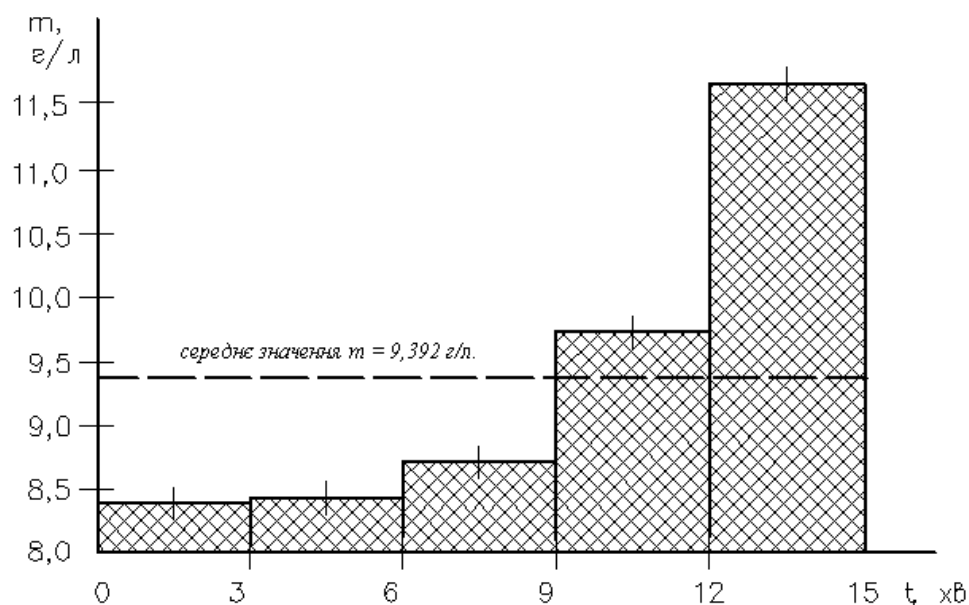


Рис. 2. Розподіл сирної пилюки в сироватці протягом часу зливу ванни

Мінімальний вміст білкової пилюки спостерігається на початку зливу сироватки, а максимальний – в кінці. Середній вміст сирної пилюки становить 9,392 г/л. Таким чином, тільки при завершенні технологічного циклу з однієї ванни (15т перегону) втрачається близько 100 кг маси.

При виробництві казеїну на лінії безперервного виробництва (ЗАТ “Тернопільський міськмолкозавод”) сироватку профільтровували через шари марлі, що дозволяє наблизити процес до реальних умов роботи фільтра. Середній вміст сухої білкової маси становить 1,56 г/л, що при переробці 15 т перегону становить 23 кг сухої білкової маси.

При виробництві сиру домашнього (творогу) з використанням ванн ВС-5000 (ЗАТ “Тернопільський міськмолкозавод”) вміст білкової пилюки був нерівномірним (коливався в межах від 2,01 до 4,168 г/л). Середній вміст становив 3,13 г/л, тобто з однієї ванни втрачається до 8 кг маси.

Проведені дослідження дозволили зробити висновок, що значну частину білкової пилюки можна відділити, використовуючи фільтри. Це дозволить повернути білкову пилюку у виробничий процес, що знизить витрати сировинних ресурсів та навантаження на сепаратори.

Як вже було сказано вище, найпоширенішим на сьогодні методом виділення жиру із сироватки є розділення на сепараторах. Типову лінію сепарування сироватки зображено на рисунку 3. Сироватка подається з танка для сироватки 1 на барабанне або вібраційне сито 5 за допомогою відцентрового насоса 2. Відділені тверді частинки вивантажуються у ємність 3. Розміщений далі відцентровий насос 6 передає частково очищену сироватку у балансовий бачок 7, відцентровий насос 8 передає сироватку в сепаратор 9.

Пропонується в лінію очистки сироватки замість вібраційного сита встановити фільтр для попереднього очищення сироватки розробленої конструкції [6]. В цьому випадку сироватка насосом 2 подається на фільтр 10 і з нього поступає в балансовий бачок 7, а білкова маса – в ємність 3.

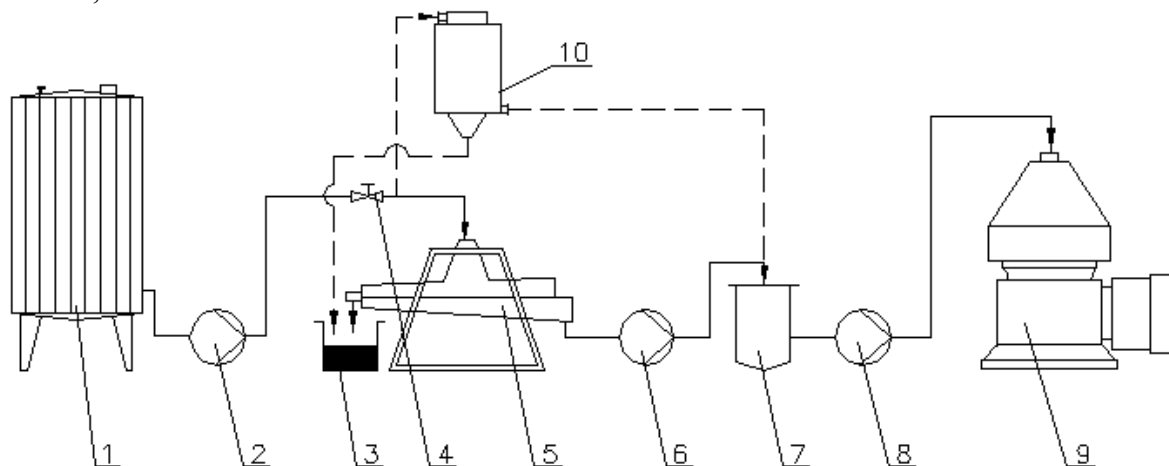


Рис. 3. Лінія очистки сироватки: 1-танк для сироватки; 2, 6, 8-відцентровий насос; 3-ємність; 4-вентиль; 5-вібраційне сито; 7-балансовий бачок ; 9-сепаратор; 10-фільтр для очищення сироватки

Фільтр для очищення сироватки складається з циліндричного корпусу 1 (рис 4), у який сироватка подається через патрубок 2, проходить через фільтруючий елемент 6 і виводиться через патрубок 3. Білок, що осів на фільтруючому елементі, транспортується шнеком 4, який розміщений у направляючому стакані 5. Регенерація фільтруючого елемента здійснюється гвинтовою навивкою 7, яка кріпиться до вала шнека за допомогою перемичок хоча б в одному місці і виконана у вигляді сталльної смужки з прикріпленими до неї окремими гнучкими елементами, які безпосередньо контактують з фільтруючою поверхнею.

Для ефективнішої очистки сироватки доцільно встановити батарею фільтрів (рис. 5) : після фільтра грубої очистки 1 сироватка поступає через золотник 3 на один із фільтрів тонкої очистки 2. В фільтрах тонкої очистки передбачено регенерацію фільтруючої поверхні шляхом імпульсної подачі сироватки протитечією через золотник 5.

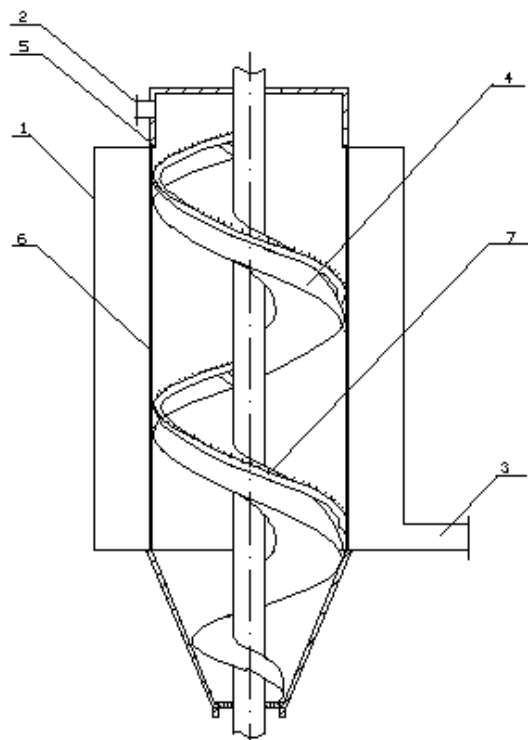


Рис. 4. Фільтр для очистки сыворотки:
1-цилиндрический корпус; 2,3-патрубки вводу і виводу сыворотки; 4-шнек; 5-направляющий стакан; 6-фильтрующий элемент; 7-гвинтовая навивка

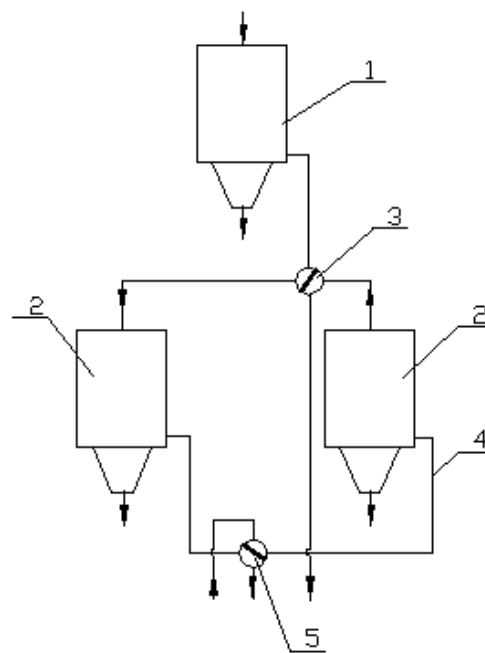


Рис. 5. Схема батареи фильтров:
1-фильтр грубой очистки; 2-фильтры тонкой очистки; 3, 5-золотники; 4-трубопроводы

В даному фільтрі, на відміну від вібраційних сит, відбувається постійна регенерація фільтруючої поверхні шляхом очистки її гнучкими елементами. Фільтр є закритим, тобто контакт з повітрям виключений, що покращує процес подальшої переробки.

Висновки

Сыворотка, одержана при виробництві казеїну і творогу, містить значну кількість білкової пилюки, яку можна повернути в технологічний процес.

Очистка сыворотки від білкової пилюки значно покращить умови її сепарування.

Використання фільтра запропонованої конструкції дозволить ефективно очистити сыворотку від білка, проводити регенерацію фільтруючої поверхні і унеможливити поступлення повітря в сыворотку.

The methods of raw materials processing is discussed in the article. The research revealed the amount of albumen dust in the production process of cottage cheese. It was proposed to use the worked out filter as the first stage of diffraction. .

Література

1. Э.Ф. Кравченко. Пути рационального использования молочной сыворотки / Молочное дело. - 2004. - №9. - С.14-16.
2. Е.А.Чоботарьев. Центробежное выделение дисперсных фаз из молочной сыворотки и ее концентратов / Сыроделие и маслоделие. - № 5. 2001. - С.31-33.
3. Лукьянов Н.Я. Теория и расчет молочных сепараторов. - М.: Пищевая промышленность, 1977. - 87 с.
4. Чубик Н.А., Маслов Л.Н. Справочник по теплофизическим характеристикам пищевых продуктов и полуфабрикатов. - М: Пищевая промышленность, 1970. -184 с.
5. Каталог оборудования пищевой промышленности – М.: Агропромиздат, 1991. –258 с.
6. Декл. пат. 3776 Україна, №В01D3/30 Фільтр для очищення сыворотки від білка / Шинкарик М.М., Кравець О.І. 12.03.04. Опубл. 15.12.04. Бюл. №12.

Одержано 01.12.2005 р.