

гнічення мікрофлори в даній технології (на 3,5 – 4 порядки) пов’язаний з різкими перепадами тиску, що, в свою чергу, впливає на стінки клітини мікроорганізмів. Температурний режим обробки також дає свій внесок у пригнічення мікрофлори.

Отже, комплексний вплив процесів закипання та кавітації має визначальне значення при обробці молока за термовакуумною технологією. Крім того, необхідно наголосити, що ініціювання явища кавітації у відцентрових насосах практично не потребує додаткової енергії, про що свідчить детальний аналіз енергетичних витрат на роботу апарату. Встановлено, що витрати енергії на роботу відцентрових насосів, основним завданням яких є перекачування рідини через камери апарату, складають близько 12 % від загальних витрат. Оскільки при розвиненій кавітації падіння ККД насоса не перевищує 4,5 % [6], то величину енергетичних втрат внаслідок кавітаційних явищ у насосах можна вважати незначною, а практика застосування розроблених в ІТТФ НАН України насосів показала їх високу надійність.

Висновки

Результати експериментальних досліджень показали наявність кавітаційних ефектів у технології термовакуумної обробки рідин, які в сукупності з процесами адіабатного закипання, а також термічними процесами чинять значний вплив на фазову структуру молока і його мікробіологічні показники, суттєво не впливаючи при цьому на рівень споживання енергії під час обробки.

Література

1. Долинский А.А., Иваницкий Г.К. Тепломассообмен и гидродинамика в парожидкостных дисперсных системах. Теплофизические основы дискретно-импульсного ввода энергии. – К.: Наукова думка, 2008. – 381 с.
2. Иваницкий Г.К. Разрушение дисперсий в адиабатно вскипающих потоках // Промышленная тепло-техника. – 1999. – № 4-5, Т. 21. – С. 10-15.
3. Каминер А.А., Яхно О.М. Гидромеханика в инженерной практике. – К.: Техника, 1987. – 175 с.
4. Целенъ Б.Я. Тепломасообмін та гідродинаміка при термовакуумній обробці рідин : Автореферат дис. канд. техн. наук, – Київ, 2010. – 21 с.
5. Сланік А.В. Використання механізмів дискретно-імпульсного введення енергії для обробки води : Автореферат дис. канд. техн. наук. – Київ, 2010. – 23 с.
6. Флоринский М.М., Рычагов В.В. Насосы и насосные станции: учебник для вузов. – 3-е изд. – М.: Колос, 1967. – 386 с.

УДК 637.3

АНАЛІЗ ГРАНУЛОМЕТРИЧНОГО СКЛАДУ СИРНОЇ ПИЛЮКИ

**Шинкарик М.М., канд. техн. наук, доцент, Кравець О.І., інженер
Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пуллюя, м. Тернопіль.**

У статті подано результати досліджень гранулометричного складу сирної пилюки та проаналізовано можливість очистки молочної сироватки шляхом фільтрування

In the article the results of researches of particle-size of cheese dust are given and a treatability lactoserum is analysed by filtration

Ключові слова: молочна сироватка, сирна пилюка, гранулометричний склад, фільтрування

Молочна сироватка є побічним продуктом виробництва твердого сиру, сиру кисломолочного та казеїну. Той факт, що у процесі виробництва перелічених продуктів у сироватку переходить понад 50 % сухих речовин молока, у тому числі 30 % білків [1], дозволяє віднести її до цінної промислової сировини, втрати якої призводять до зниження ефективності переробки молока та додаткового забруднення навколошнього середовища: 1 т молочної сироватки, що потрапляє у каналізацію, за забруднюальною дією на водойми тотовжна 10 м^3 господарсько-побутових стічних вод [2].

Таким чином, від вирішення завдання використання сироватки безпосередньо залежить подолання проблем комплексної переробки молочної сировини та зменшення забруднюальної дії молокопереробних підприємств на навколошнье середовище.

Відомі різноманітні способи переробки сироватки: виробництво молочного цукру (лактози), спирту, окремих компонентів дитячого харчування, кормових добавок для тварин, сировини для фармацевтичної промисловості. Важливе місце в цих технологіях посідає очистка сироватки від сирної пилюки.

Часто для очистки сироватки на підприємствах використовуються тарілкові сепаратори. Проте в процесі роботи сепаратора виникають проблеми, пов'язані зі швидким забрудненням міжтарілкового простору в результаті адгезійного зчеплення частинок білка з поверхнею тарілки. Ефективна очистка сироватки спостерігається протягом усього 15-20 хвилин, а кожні 50-60 хв. необхідно зупиняти процес для очистки і миття сепаратора [3].

З метою очистки сироватки також можна використовувати центрифуги, але для ефективного їх застосування потрібні великі об'єми сироватки.

Багато фірм як першу стадію очистки використовують вібраційні сита. Цей спосіб, незважаючи на свою простоту, дозволяє від окреслювати до 60 % сирної пилюки. Серйозним недоліком вібраційних сит є додаткове надходження повітря в продукт, що, враховуючи схильність молочної сироватки до «піноутворення», є небажаним.

Також, з метою очистки сироватки, можна використовувати фільтрування. Цей спосіб доступний для підприємств різної потужності, а очистку на фільтрах можна здійснювати без доступу повітря та з періодичною регенерацією фільтрувального елемента. Проте ефективність застосування процесу фільтрування залежить від концентрації і гранулометричного складу сирної пилюки.

Попередньо було встановлено, що концентрація сирної пилюки в сироватці, отриманої при виробництві сиру кисломолочного, в середньому становить 3,12 г/л. [4]. Інформація про гранулометричний склад сирної пилюки у літературі відсутня.

Метою досліджень було встановлення гранулометричного складу сирної пилюки.

Дослідження ґрунтувались на методі сивового аналізу. У експериментах використовували молочну сироватку, одержану при виробництві сиру кисломолочного періодичним способом з використанням ванн BC-5000. Проби сироватки об'ємом 1 л. відбиралися кожні 5 хв. протягом усього часу зливу сироватки з ванни. Одержану таким чином сироватку зливали в одну ємність, перемішували та розділяли на певну кількість однакових за об'ємом порцій. Кожну порцію пропускали через сіто з певним розміром отворів. З метою аналізу розподілу найбільш дрібних за розміром частинок, інтервали між розмірами отворів різних сит збільшували від 0,2 до 2,8 мм у геометричній прогресії з числом прогресії $D_{i+1}/D_i = 1,3$ [5]. Всього використовувалось 10 різних сит.

Масову частку фракції з усередненим еквівалентним розміром визначали за формулою:

$$g_i = \frac{G_i}{\sum_{i=1}^n G_i} = \frac{G_i}{G_{np}},$$

де n – число фракційних класів;

G_i – маса i -тої проби;

$\sum_{i=1}^n G_i = G_{np}$ – загальна маса сирної пилюки.

Середньоарифметичний розмір i -ї фракції матеріалу визначали за формулою:

$$d_{i_{c.a.}} = \frac{D_i + D_{i+1}}{2}.$$

Відповідно до отриманих результатів загальну масу сирної пилюки розподілили на дев'ять фракцій, середнім розміром від 0,23 до 1,9 мм. (рисунок 1). Максимальна масова частка становить 24,7 % і відповідає фракції з середнім розміром 1,1 мм. Близько 88 % від загальної маси сирної пилюки припадає на фракції, середній розмір яких перевищує 0,5 мм.

На основі одержаних даних можна зробити висновок, що основна частина сирної пилюки може бути відокремлена з сироватки шляхом фільтрування.

З іншого боку, той факт, що розміри часток сирної пилюки розкидані у досить великому діапазоні – від 0,23 до 1,9 мм і близько 11 % від їхньої загальної маси зосереджено в частках середнім розміром 1,9 мм, свідчить, що ефективну очистку сироватки можна забезпечити лише при фільтруванні у два етапи: спочатку на фільтрах грубої а потім тонкої очистки.

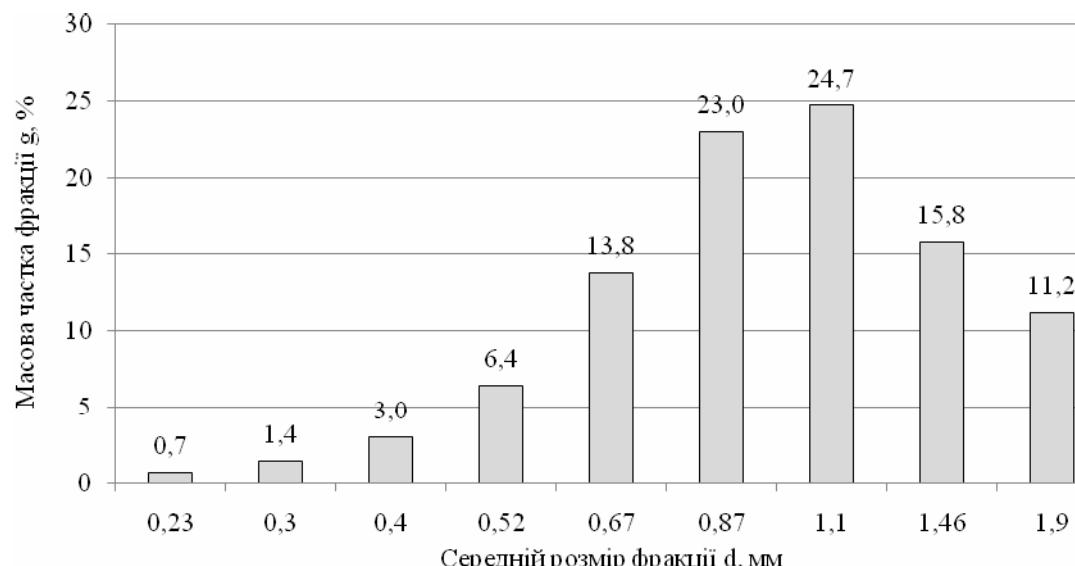


Рис. 1 – Відносна масова частка фракцій

Оптимальний розмір отворів фільтрувальних перегородок грубої і тонкої очистки визначали з допомогою гістограмами (рисунок 2). У тих випадках, коли в дослідженнях використовуються сита, інтервали між розмірами отворів яких збільшуються в геометричній прогресії, при побудові гістограм замість масової частки рекомендується використовувати відносну масову частку певного фракційного класу q_i [5]. Ця величина рівна відношенню масової частки певної фракції g_i до відповідного інтервалу розмірів частинок Δd :

$$q_i = \frac{g_i}{\Delta d_i} = \frac{g_i}{d_{i+1} - d_i}$$

Аналізуючи одержану гістограму (рис. 2), слід зробити висновок, що хоча масова частка і є найбільшою для фракції розміром 1,1 мм (рис. 1), відносна масова частка буде максимальною для фракції, середній розмір якої становить 0,87 мм., що необхідно врахувати при виборі фільтра: щоб розмір отворів фільтра грубої очистки лежав у діапазоні 0,87-1,1 мм. Тому можна припустити, що на фільтрі грубої очистки буде відділятись до 52 % сирної пилюки.

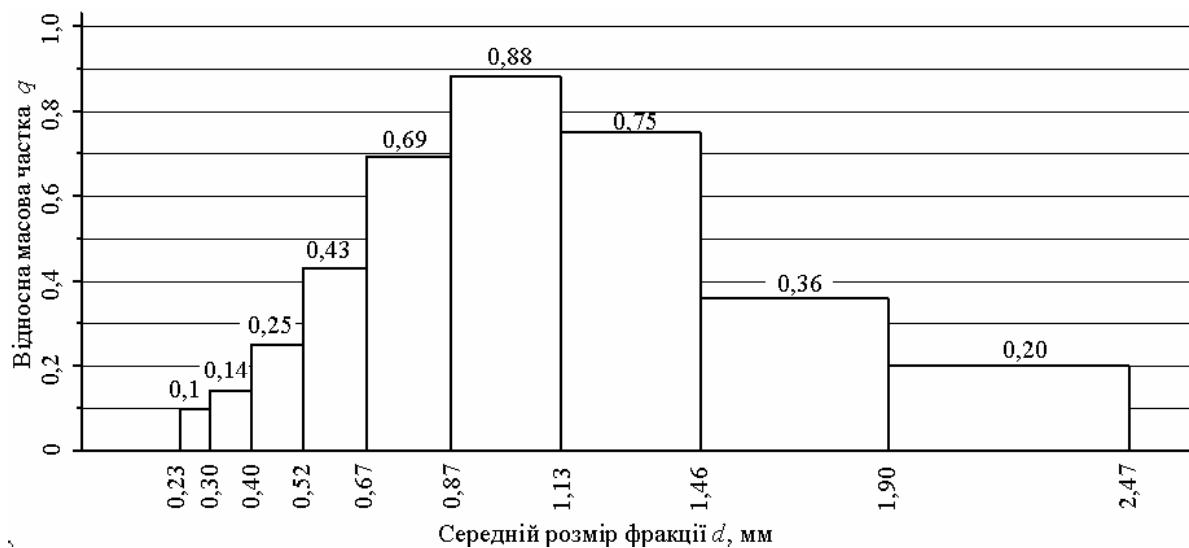


Рис. 2 – Гістограма розподілу фракцій сирної пилюки за розмірами

Для фільтра тонкої очистки оптимальним розміром отворів буде 0,5-0,6 мм, що дозволить відділити близько 36 % сирної пилюки (рис. 3). Використовувати для тонкої очистки фільтрувальні елементи з розмірами отворів менше 0,5 мм є невірним.



Рис. 3 – Діаграма розподілу сирної пилюки на фільтрах

Висновки

Основна частина сирної пилюки молочної сироватки зосереджена у фракціях, середній розмір яких дозволяє відокремити її шляхом фільтрування.

Для ефективної молочної очистки сироватки доцільно використовувати фільтрування у дві стадії. Перша стадія: відокремлення фракцій сирної пилюки, середній розмір яких перевищує 0,9-1,0 мм. Друга стадія – відокремлення фракцій розміром від 0,5 мм.

Література

1. Храмцов А.Г. Молочная сыворотка. - М.: Агропромиздат, – 1990. – 239 с.
2. Евдокимов И.А.Экологичность и экономичность переработки лактозосодержащего сырья // Евдокимов И.А., Рябцева С.А., Никульникова И.К, и др. – Углич: матер, науч-теор. конф, 1995.
3. Храмцов А.Г. Переработка и использование молочной сыворотки. Технологическая тетрадь. – М.: Росагропромиздат, – 1989. – 270 с.
4. Шинкарик М.М. Вдохновлення лінії очистки сироватки // Шинкарик М.М., Юкало В.Г., Кравець О.І. – Тернопіль: Вісник ТДТУ, 2005. – № 2. – С. 233-239.
5. Жигарев В.Г. Приближенное аналитическое описание гранулометрического состава дисперсного продукта методом ситового анализа // Жигарев В.Г., Казакова Е.Е. – Химическое и нефтегазовое машиностроение, 2006. – №10. – С. 11-12.

ЗАВИСИМОСТЬ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ МОЛОКА ОТ ПОРОДЫ КОРОВ ПРИ КОРМЛЕНИИ В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД

Николов В.С., д-р, доцент, Захариев Д.Л., докторант

Аграрный университет, г. Пловдив, Болгария

Михайлова Г.С., доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Тракийский университет, г. Стара Загора, Болгария

Для нужд производства «экологически чистых» натуральных молочных продуктов проведен сравнительный анализ основных физико-химических и технологических свойств молока коров двух пород, выращиваемых экстенсивно, с использованием травы естественных пастбищ и комбикормов в летний период. Установлено, что сборное коровье молоко Болгарского черно-пестрого скота (БЧПС) и Болгарского родопского скота (БРГ), полученное в условиях экстенсивного выращивания и кормления пастбищной травой и комбикормами в летний период, не отличалось достоверно по содержанию сухого обезжиренного остатка и кислотности. Молоко коров БРГ имело достоверно более высокую плотность (2.52 % P<0.05), жирность (23.4 % P< 0.01), общий белок (4.27 % P<0.01), растворимый белок (2.9 % P<0.05) и содержание кальция (13.5 % P<0.01). Данное молоко отличалось более высокой коагу-