

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕМПЕРАТУРИ НА ПРОЦЕС ОЧИСТКИ СИРОВАТКИ ФІЛЬТРУВАННЯМ

*В статті проаналізовані шляхи підвищення ефективності технологічного процесу відділення білкової пилюки від сироватки. Проведенні дослідження впливу температури на величину адгезійної взаємодії, що виникає між молочним білком та фільтрувальною поверхнею, та на величину penetрації (проникнення). Зроблені висновки щодо можливості використання температури з метою регулювання адгезійної міцності та penetрації.*

### Умовні позначення

$F_a$	- адгезійна міцність, Н/м <sup>2</sup> ;
$F_n$	- penetрація, Н/м <sup>2</sup> ;
$F_H$	- величина попереднього навантаження, Н;
$\tau_k$	- тривалість попереднього навантаження, с;
$t$	- температура продукту, °С;

Одним із напрямків підвищення ефективності виробництва в молочній галузі є повне і раціональне використання всіх сировинних ресурсів на принципах безвідхідної технології.

Направлена біоенергетична дія на молоко призводить до його розділення на білково-жировий концентрат (сир, селянський сир, казеїн) і фільтрат (молочну сироватку). У молочній сироватці є дві дисперсні системи: молочний жир і білкова пилюка. Перша містить легкі дисперсні частинки (жирові кульки) і може розглядатися як емульсія, друга – важкі дисперсні частинки і, відповідно, є суспензією.

Таким чином, молочна сироватка являється побічним продуктом при виробництві білково-жирових концентратів. Об'єм отримуваної сироватки досягає 90% і більше від об'єму перероблюваного молока [1].

Однак цей побічний продукт, як показують дослідження, все ще містить приблизно 50% сухих речовин молока [2]. До цінних компонентів, що містяться у сироватці, належать білок, лактоза та жир. Крім цього, у сироватці знаходяться дрібні частинки творогу, сиру, казеїну, білкова пилюка. В той же час при згущенні сироватки ультрафільтрацією, виробництві лактози, тощо необхідною умовою

проведення технологічного процесу є очистка сироватки від білкової пилюки.

Отже значну частку втрат в молокопереробній промисловості становлять втрати молочного білка, що залишається в сироватці після виробництва обезжиреного сиру, селянського сиру, а також казеїну, у вигляді білкової пилюки.

Наші попередні дослідження свідчать, що значна маса білкової пилюки – 70-80%, зосереджена в частинках розміром понад 0,5 мм. [3], а отже, може бути вилучена з сироватки шляхом фільтрування.

На даний час розроблено ряд установок для очистки сироватки шляхом фільтрування: барабанний фільтр безперервної дії [4], вібросито, патронний фільтр періодичної дії [5].

Незалежно від конструктивного виконання всі вище перелічені пристрої об'єднують одне – ефективність їх роботи з часом зменшується у зв'язку з швидким закупорюванням фільтрувальних перегородок і, як наслідок, значним зниженням ефективності процесу. Основною причиною такого закупорювання є адгезійна взаємодія білкової пилюки з фільтрувальною поверхнею.

**Метою** даної роботи є підвищення ефективності технологічного процесу відділення молочного білка від сироватки.

Для зменшення негативного впливу адгезивної взаємодії в процесі фільтрування були проведенні дослідження впливу технологічних факторів на величину адгезивної взаємодії.

Серед технологічних факторів, які впливають на величину адгезивної взаємодії, можна відмітити наступні: величина попереднього навантаження,  $F_H$ ; тривалість контакту,  $\tau_k$ ; температура білкової пилюки,  $t$ ; швидкість відриву продукту від поверхні.

Проаналізувавши технологічні фактори, що впливають на величину адгезивної взаємодії, було прийнято рішення проводити дослідження в залежності від температури продукту.

Потрібно також звернути увагу на те, що в процесі фільтрування, шар білкової пилюки, який знаходиться на фільтрувальній поверхні ущільнюється в результаті фільтрації сироватки. Цей факт потрібно врахувати при виборі способу регенерації фільтрувального елемента. Кількісно ущільнення білкової пилюки може охарактеризувати величина penetрації даної маси.

Тому були проведенні дослідження впливу температури продукту на адгезивну міцність  $F_A$  та penetрацію  $F_n$ .

### Методика досліджень.

Згідно з розробленою методикою білок для експерименту отримували наступним чином: фільтрували одержану при виробництві селянського сиру сироватку, отриманий білок доводили до певної вологості. Вимірювання адгезії та penetрації здійснювали з допомогою приладу Instron. Порцію білка масою 80 гр. поміщали в ємність приладу, попередньо підігрівши в термостаті до потрібної температури. Далі опускали траверсу на встановлений зразок. Зусилля попереднього навантаження становило 0,1Н, час витримки – 1 хв. Далі траверсу піднімали з швидкістю 20 мм/хв.

Характеристики сирної пилуки, що використовувалася в дослідженнях наступні: абсолютна вологість 74,1 %, жирність (абсолютна) 29,6 %, кислотність РН 3,96.

Схема роботи приладу Instron зображена на рисунку 1.

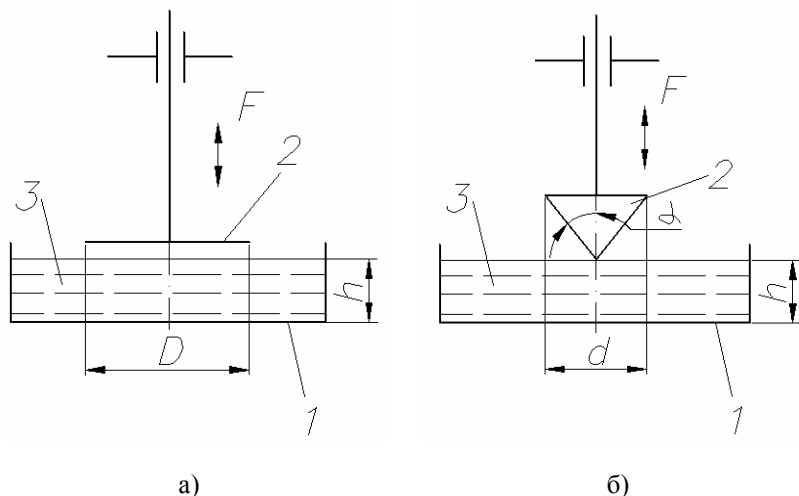


Рис. 1. Принципова схема приладу Instron: а) вимірювання адгезійної міцності; б) вимірювання penetрації

- 1- ємність;
- 2- робочий орган;
- 3- продукт;
- h – висота шару продукту, м
- d – діаметр конуса, м
- D – діаметр пластини, м

Адгезивна міцність визначається як величина зусилля відриву розділена на одиницю площі номінального контакту (площа пластини):

$$F_a = \frac{F}{S_k} = \frac{F}{\pi \left(\frac{d}{2}\right)^2}$$

Величина penetрації дорівнює зусиллю, яке необхідно прикласти до кінцевого робочого органу 2 (рис. 1.б). щоб він проник в продукт на певну глибину.

Експеримент проводили при температурах продукту 10-35 °С з інтервалом 5 °. Всі інші фактори залишалися незмінними.

Результати досліджень зображені у вигляді діаграми на рисунку 2.

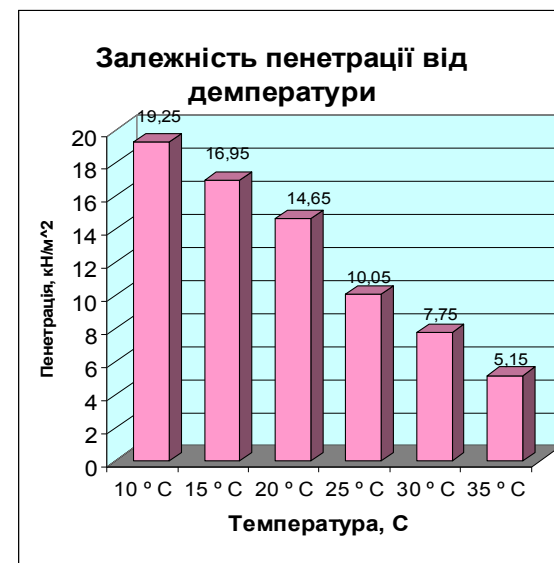


Рис. 2. Діаграма залежності penetрації від температури продукту

Результати досліджень свідчать, що при зростанні температури адгезійна міцність теж збільшується, проте, досить повільно: при зростанні температури від 10 до 35 °С величина адгезійної міцності змінюється в межах 154,04 – 154,6 кН/м², що становить лише на 0,2 %. Отже, можна зробити висновок, що з метою зменшення негативного впливу адгезійної міцності в технологічних

процесах практично неможливо використовувати, як фактор, температуру.

Щодо величини penetрації (рисунок 2), то з діаграми видно, що вона зі збільшенням температури – зменшується, а саме: при зростанні температури від 10 до 35 °С величина penetрації зменшується в тричі. Залежність penetрації від температури є близькою до лінійної.

Цю залежність в діапазоні температур від 10 до 35 °С можна представити в наступному вигляді:

$$F_n = -0,431(t - 48,71).$$

### **Висновок.**

Проаналізувавши результати дослідів, можна зробити висновок, що з метою зменшення негативного впливу адгезійної міцності в технологічних процесах, практично неможливо використовувати, як фактор, температуру. І одночасно, потрібно зауважити, що, зміна величини температури є ефективним способом для регулювання величини penetрації.

### **Література**

1. Храмцов А.. Г. Молочная сыворотка.- М.: Агропромиздат, 1990. –342с.
2. Храмцов А.Г. Нестеренко П.Т. Безотходная технология в молочной промышленности - М.: Агропромиздат, 1989. - 279с.
3. М.Шинкарик, канд.техн.наук; В.Юкало, канд.хім.наук; О.Кравець. Вдосконалення лінії очистки сироватки / Вісник ТДТУ. - № 2. 2005.
4. Деклараційний патент № 8062 на корисну модель «Фільтр для очищення сироватки від білка» Україна, №В01D35/28 / Шинкарик М.М., Кравець О.І. 10.01.2005. Опубліковано 15.07.2005. Бюл. №7.
5. Деклараційний патент № 22756 на корисну модель «Фільтр для відділення молочного білка від сироватки» Україна, №В01D35/28 / Шинкарик М.М., Кравець О.І. 20.12.2006. Опубліковано 25.04.2007. Бюл. №5.