



ЛУЦЬКИЙ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ  
ТЕХНІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ

## **ЗАГАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ХАРЧОВІЙ ГАЛУЗІ**

### **МОДУЛЬ 4. ТЕХНОЛОГІЯ МОЛОКА ТА МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ**

Конспект лекцій  
для здобувачів першого (бакалаврського) рівня  
освітньо-професійної програми «Харчові технології»  
галузь знань 6 Інженерія, виробництво та будівництво  
спеціальності G13 Харчові технології  
денної та заочної форм навчання

Електронна копія друкованого видання передана для внесення в репозиторій ЛНТУ  
Директор бібліотеки \_\_\_\_\_ Н.П. Поліщук

Рекомендовано до видання вченою радою факультету митної справи, матеріалів та технологій ЛНТУ, протокол № \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_ 2026 року.  
Голова вченої ради факультету митної справи, матеріалів та технологій \_\_\_\_\_ В.В. Ткачук

Розглянуто і схвалено на засіданні кафедри харчових технологій та хімії ЛНТУ, протокол № \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_ 2026 року.  
Завідувач кафедри харчових технологій та хімії \_\_\_\_\_ І.М. Дударєв

Укладач: Тараймович І.В., кандидат технічних наук, доцент кафедри харчових технологій та хімії ЛНТУ  
Рецензент: Панасюк С.Г., к.т.н., кандидат технічних наук, доцент кафедри харчових технологій та хімії ЛНТУ

Відповідальний за випуск: Дударєв І.М., доктор технічних наук, професор кафедри харчових технологій та хімії ЛНТУ

**3 48** **Загальні технології в харчовій галузі. Модуль 4. Технологія молока та молочних продуктів** [Текст]: Конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня освітньо-професійної програми «Харчові технології» галузь знань G Інженерія, виробництво та будівництво спеціальності G13 Харчові технології денної та заочної форм навчання/уклад. І.В. Тараймович. – Луцьк: ЛНТУ, 2026. – 42 с.

Видання містить конспект лекцій теоретичного матеріалу з курсу «Загальні технології в харчовій галузі».

## Вступ

Молоко і молочні продукти (масло, сир, кисломолочні продукти та молочні консерви) відзначаються високою засвоєваністю і калорійністю. Вони містять усі необхідні для життя людини, росту і розвитку її організму поживні речовини (білки, жири, вуглеводи, мінеральні солі та вітаміни) і належать до найбільш повноцінних продуктів харчування. Отже, молоко та молочні продукти мають велике значення для організації здорового та якісного харчування населення. Сучасна промислова переробка молока – це складний комплекс взаємопов'язаних хімічних, фізико-хімічних, мікробіологічних, біохімічних, біотехнологічних, теплофізичних та інших трудомістких і специфічних технологічних процесів. У виробництві питного молока та кисломолочних продуктів використовуються усі компоненти молока. Виробництво вершків, сметани, кисломолочного сиру, масла, сиру ґрунтується на переробці окремих компонентів молока. Виробництво молочних консервів пов'язане зі зберіганням усіх сухих речовин молока після видалення з нього вологи. Підприємства молочної галузі оснащені сучасною переробною технікою. Рациональне використання технологічного обладнання потребує глибоких знань його особливостей. При цьому важливо максимально зберегти харчову та біологічну цінність компонентів сировини в молочних продуктах, які виготовляються. Україна має одні з найкращих умов у світі для виробництва молока та молочних продуктів, але проблему насиченості ними ринку не вдалося повною мірою вирішити навіть у найсприятливіші для розвитку молочного господарства роки.

У перспективі основні тенденції розвитку молочних продуктів в Україні будуть такими самими, як і в усьому світі. Збільшуватиметься споживання сирів, молочних напоїв, біойогуртів, свіжих молочних продуктів. Незважаючи на постійну появу нових молочних продуктів, ринок питного молока в цілому залишиться на одному рівні або дещо зменшиться. Залежно від зусиль підприємств молочної промисловості може відтворитися ринок збуту масла. Споживачі почнуть віддавати перевагу молочним продуктам, виробленим в екологічно чистих умовах. Розвиток технології переробки молока і виробництва молочних продуктів визначається рівнем науково-технічного потенціалу країни та його сировинною базою. У свою чергу, впровадження нових технологій спрямоване на формування оптимального асортименту молочних продуктів, зниження витрат на їх виготовлення та реалізацію при збереженні або підвищенні рівня економічності виробництва. При цьому зазначені проблеми слід розглядати з урахуванням сьогодення країни і світової економіки в цілому. У вирішенні цих проблем велику роль відіграють інженери-технологи, як повинні правильно, на науковій основі керувати виробничим процесом.

Мета даного конспекту лекцій – допомогти майбутнім спеціалістам засвоїти основи технології виробництва молока і молочних продуктів.

При підготовці запропонованого конспекту були використані матеріали відомих підручників, а також матеріали монографій, технічної періодики, нормативно-технічної та методичної документації.

Теоретичний курс модуля 4 “Технологія молока та молочних продуктів” освітньої компоненти «Загальні технології в харчовій галузі» передбачає вивчення 5 тем. Загальний обсяг лекційного матеріалу для денної форми навчання складає 10 год.

#### **Тема 4.1. Процеси транспортування, зберігання та розділення молока.**

1. Транспортування та зберігання молока.
2. Молокоміри та обладнання для очищення молока. Механізми зважування.
3. Фізико-хімічні основи й основні закономірності баромембранних процесів.
4. Обладнання для розділення і концентрування молока.
5. Пристрої для розділення гетерогенних систем.

*1.* Для транспортування молока використовується переважно автомобільний транспорт. Молоко транспортують в молокоцистернах ємністю 900 л, 1800 л, 3700 л, 13500 л, 15500 л, встановлених на шасі автомобіля або причепа відповідної вантажопідйомності. Ємності невеликої місткості мають циліндричну форму, великої місткості — еліптичну. Цистерни виготовляють з нержавіючої сталі та листового алюмінію, вони розділені перегородками для зменшення сили інерції молока при зміні швидкості руху автомобіля.

Зовнішня поверхня покрита термоізоляційним матеріалом і облицьована кожухом з тонкого сталевого листа. Для миття і огляду робочої поверхні в кожній секції встановлений люк, що герметично закривається кришкою із ущільнювальною прокладкою.

Заповнюється автоцистерна молоком за рахунок вакууму, що створюється всмоктувальним колектором двигуна автомобіля або насосом, встановленим на місці збирання молока. Секції заповнюються через молокопроводи знизу для запобігання утворенню піни.

Максимальний рівень заповнення цистерни молоком встановлюється контактним сигнальним пристроєм поплавкового типу. Цистерни спорожняються самотечно, під дією стиснутого повітря або за допомогою самовсмоктувального насоса.

Для зберігання молока на молочних заводах використовуються горизонтальні або вертикальні резервуари місткістю від 6 т до 100 і 250 т. Загальною вимогою до конструктивного виконання ємності є забезпечення зберігання якості молока протягом тривалого часу. До параметрів якості належать температура, кислотність і рівномірність розподілу жирової фази.

Резервуари великої ємності відповідно 50 т і 100 т молока встановлюються ззовні будівлі і можуть експлуатуватися при температурі зовнішнього повітря від -25 до 38 °С.

*Насоси* в молочній промисловості займають близько 30 % всього наявного обладнання і використовуються:

- для транспортування молока і молочних продуктів;
- для переміщення продукту через апарати під час обробки;
- для регулювання продуктивності ліній та апаратів.

За принципом дії насоси розділяють на два класи: об'ємної дії і відцентрові. В насосах об'ємної дії перекачування рідини проходить шляхом витіснення певних об'ємів продукту із замкнутого простору робочими органами насосів (поршнями, плунжерами, кулачками), у відцентрових — під дією відцентрової сили.

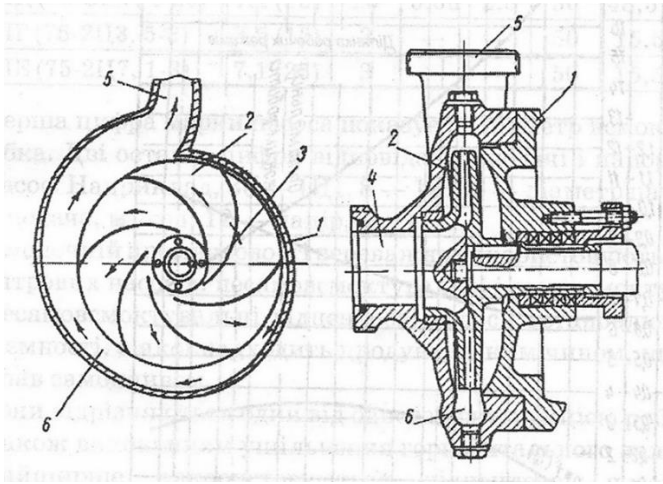


Рисунок 4.1 – Відцентровий насос для молока:

1 – корпус; 2 – лопатеве колесо; 3 – лопаті; 4 – патрубок для надходження продукту; 5 – патрубок для відведення продукту; 6 – канал для руху продукту.

Основним робочим органом відцентрового насоса (рис. 1.1) є лопатеве колесо 2, розміщене в корпусі 1. Корпус має патрубок для підводу рідини до лопатевого колеса та патрубок для відведення потоку рідини від нього.

В молочній промисловості переважно використовуються два типи відцентрових насосів: несамовсмоктувальні і самовсмоктувальні.

*Несамовсмоктувальні* відцентрові насоси встановлюють нижче рівня ємності, з якої надходить продукт, таким чином, щоб продукт поступав самопливом. Вони відрізняються один від одного конструкцією робочого колеса, а також виконанням ущільнення горизонтального валу.

*Самовсмоктувальні* насоси використовуються для перекачування рідини під вакуумом.

Насоси об'ємної дії можна розділити на дві групи: роторні, в яких робочі органи здійснюють обертний рух (шестерні, коловоротні, пластинчасті і т.ін.) та насоси, в яких робочий орган виконує зворотно-поступальний рух.

*Шестерні* насоси належать до об'ємних роторних насосів. Шестерні насоси створюють меншу механічну дію на продукт і дозволяють одержати значно більший тиск, ніж відцентрові.

*Гвинтові* насоси належать до насосів об'ємної дії, в яких продукт рухається вздовж робочих органів в результаті періодичної зміни об'єму камери, котру він займає. Гвинтові насоси створюють малу механічну дію на продукт і забезпечують рівномірну подачу. Їх можна використовувати для перекачування текучих і нетекучих середовищ.

*Поршневі і плунжерні* насоси використовують для перекачування в'язких продуктів у випадках, коли необхідно створити високий тиск, а також як дозатори для об'ємного дозування.

*Мембранні насоси* використовуються в молочній промисловості для перекачування високов'язких продуктів і молока. Основним робочим органом є діафрагма, виготовлена з гуми або полімерних матеріалів. Мембранні насоси мають невисоку продуктивність і створюють тиск до 0,25 МПа.

2. Для визначення кількості сировини, продукції та інших матеріалів на молокопереробних підприємствах використовують молокоміри та лічильники.

Поплавковий молокомір найбільш розповсюджений та простий вимірювач молока, він складається з відра у якому розміщено поплавок з вертикальною лінійкою, що входить у проріз жорстко закріпленої ручки. Під час наповнення відра поплавок спливає і лінійка піднімається над ручкою на висоту, що відповідає об'єму молока (об'єм 10л).

В якості молокомірів також використовують ємності для зберігання молока, де вимірювачі рівня молока виконані у вигляді поплавкового механізму, зв'язаного тросиком з вказівником об'єму.

В молочній промисловості для вимірювання кількості продукту в потоці використовують два типи лічильників: з кільцевим поршнем та овальними шестернями.

Лічильник з кільцевим поршнем складається з вимірювальної камери, що утворена концентрично розміщеним поршнем в корпусі.

У шестеренчастому лічильнику під тиском молока обертаються овальні шестерні із зубцями. Під час обертання вали переміщують частину молока, що обмежена стінками камери. Обертання нижньої шестерні передається на ведучий вал лічильного механізму за допомогою магнітів вмонтованих у них.

Першою операцією в технологічній схемі первинної обробки молока є очищення його від механічних домішок, для чого молоко пропускають через сітчасті, марлеві і фланелеві фільтри або використовують відцентрові очисники.

Очищення молока від механічних домішок проводять відразу після доїння, поки молоко ще тепле. При доїнні у відра молоко фільтрують під час зливу його у фляги. Як фільтрувальні елементи використовують ватяні прокладки, марлю, лавсанову тканину, а також фільтри разового користування. Їх недоліком є сильне забруднення. Ватяні прокладки міняють через 50 – 60 літрів відфільтрованого молока. Марля не забезпечує повне очищення молока від дрібних домішок. Кращі результати дає лавсанова тканина або енант, яку після використання перуть і дезинфікують.

У молочній промисловості також застосовують фільтри з металевою (сита) і тканинною перегородками. Металеві перегородки виготовляють плетеними і штампованими з числом отворів на  $1 \text{ см}^2$  від 25 до 100, розміром від 0,5 до 1,5 мм. Для тканинних перегородок використовують полотно різної щільності, а також енант і лавсан (на  $1 \text{ см}^2$  – 255 вічок). Найбільш високий ступінь очищення виходить при одночасному використанні металевої сітки і фільтрувальної тканини.

Циділки (мал. 1.2а) застосовують для фільтрації молока, що поступає порціями. Вони дозволяють згладити потік фільтрованого молока. При використанні конічного фільтру (мал. 1.2б) молоко через патрубок 8 поступає в корпус фільтру, просочується через фільтрувальний елемент 5 і виходить з фільтру в кран 6 і патрубок 7. Тривалість безперервної роботи конічних фільтрів залежно від забрудненості молока складає 3 – 4 год.

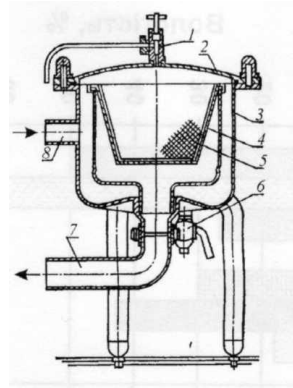
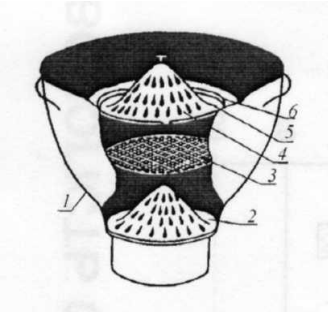


Рисунок 4.2 – а) сідилка: 1 – чашоподібний корпус; 2 і 4 – конічні решітки; 3 – фільтрувальний елемент; 5 – жолоб для бруду; 6 – розпірне кільце; б) конічний фільтр: 1 – вентиль для випуску повітря; 2 – кришка; 3 – корпус; 4 – чаша для прийому молока; 5 – фільтрувальний елемент (лавсан); 6 – кран для спуску молока; 7 – відвідний патрубок; 8 – підвідний патрубок.

Обладнання для очищення молока, як правило, входить до складу сучасних доїльних установок з молокопроводом. Молочно-магістральний фільтр (рис. 1.3) складається з корпусу 1, фільтрувального елемента 2, кільця ущільнювачів 3, 6 і направляючої 7. Молоко, проходячи під тиском або розрядкою через фільтрувальний елемент 2 очищується від забруднень. Останній розбирається для промивання і заміни елементів, що фільтрують (лавсан або енант).

Для безперервної роботи доїльної установки їх встановлюють паралельно і підключають через триходовий кран.

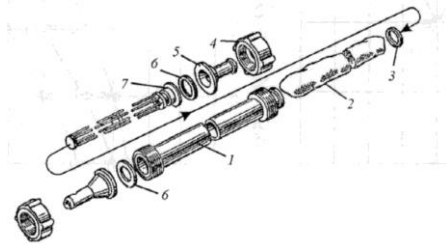


Рисунок 4.3 – Фільтр молочно-магістральний: 1 – корпус; 2 – фільтрувальний елемент; 3, 6 – ущільнючі кільця; 4 – гайка; 5 – перехідник; 7 – направляюча.

Найбільш прогресивне – це відцентрове очищення молока в очисниках-охолоджувачах, головною частиною яких є барабан, що швидко обертається. Під дією відцентрової сили часточки бруду відкидаються до стінок барабана і поступово накопичуються там. Простір в барабані між стінками і тарілками називається грязьовим. Молокоочисник нормально працює до тих пір, поки його грязьовий простір не заповниться так званим сепараторним слизом. Термін безперервної роботи молокоочисника складає близько 2 – 3 год. Зазвичай відцентрові молокоочисники комплектуються разом з пластинчастими охолоджувачами. Продуктивність

відцентрових молокоочисників збільшується при нагріванні молока до температури 40 – 45 °С.

Нині вже випускають безперервно діючі сепаратори-молокоочисники, особливою конструкцій яких є те, що сепараторний слиз постійно викидається з порожнини барабана.

Масу твердих, сипких чи рідких продуктів вимірюють за допомогою зважувальних механізмів (шкальних чи циферблатних).

Товарні гиреві ваги мають плоску платформу для вантажу, колонку та коромисло з гиретримачем. Шкали таких ваг градуйовані.

Циферблатні ваги складаються з вантажопідйомного механізму, проміжного механізму та циферблатного приладу. Вантажопідйомний механізм призначений для приймання маси вантажу, встановленого на платформу. Проміжний механізм призначений для врівноваження тари та для заспокоєння коливань вагового механізму. Циферблатний прилад призначений для автоматичного врівноваження вантажу та визначення його маси по шкалі.

Циферблатні ваги з підвісними ємкостями дозволяють зважувати молоко без тари. Вони складаються із зважувального механізму, двох вантажоприйомних ємкостей однакової місткості та циферблатного приладу. Ємкості обладнані зливним клапаном. Під дією молока ємкості опускаються та через систему важелів діють на ваговий механізм. На шкалі циферблатного приладу стрілка показує масу молока. Після зважування через клапан молоко зливається в бак. Найбільше поширені ваги на молокопереробних підприємствах СМІ-250 та СМІ-500 (кожна з двох ємкостей яких вміщає 125 та 250кг.)

*3. Баромембранні процеси* — це процеси фільтрації рідин через фільтри (мембрани) з порами розміром менше 0,5 мкм. Такі мембрани володіють молекулярноситовим ефектом, тобто затримують відносно великі молекули і пропускають більш дрібні.

Баромембранні процеси можна поділити на мікрофільтрацію, ультрафільтрацію, нанофільтрацію, зворотний осмос і мембранну дистиляцію.

При мікрофільтрації не відбувається розділення розчину на молекулярному рівні, в цьому процесі з розчину видаляються дрібнодисперсні частинки твердої фази з розміром більшим 0,2 – 0,45 мкм, також гелі, віруси, бактерії та колоїди. У процесі ультрафільтрації мембрана затримує лише високомолекулярні сполуки, а низькомолекулярні речовини і розчинник вільно проходять через пори мембрани. При зворотному осмосі затримуються як високомолекулярні, так і велика частина низькомолекулярних речовин, а через мембрану проходить більш-менш чистий розчинник. Мембранна дистиляція – це процес розділення розчинів органічних і неорганічних речовин кризь порувату мембрану, матеріал якої не змочується розчинником, під дією тиску парів розчинника по обидва боки мембрани. Процес відбувається шляхом випаровування розчинника в об'єм пори мембрани з наступним конденсуванням парів на протилежному боці цієї мембрани. Всі ці методи концентрування знайшли використання в молочній промисловості.

Мікрофільтрацію використовують для відділення бактерій, наприклад термофільних, при виробництві сирів. Ультрафільтрація використовується для згущення сироватки (до 25% сухих речовин), при виробництві деяких видів сирів, сухого сироваткового концентрату, а також для згущення маслянки. Нанофільтрація – для мінералізації сироватки. Зворотний осмос – для виробництва згущеної сироватки і лактози. Мембранна дистиляція – для виробництва лактози. Отже, ультрафільтрація є способом концентрування високомолекулярних сполук з одночасним їхнім очищенням від низькомолекулярних речовин, а зворотний осмос – способом концентрування всіх речовин, що знаходяться в оброблюваній рідині в розчиненому виді чи у вигляді суспензії. Мембрани, що застосовуються для барометричних процесів, розрізняються лише за розміром пор.

Рушійною силою баромембранних процесів є тиск, що прикладається до поверхні оброблюваної рідини. У процесах ультрафільтрації зазвичай використовують мембрани з розміром пор 50 – 100 нм, тиск в межах від 0,2 до 0,8 МПа, а в процесах зворотного осмосу – мембрани з розміром пор < 50 нм, тиск від 2 до 10 МПа.

4. Ультрафільтраційні й зворотноосмотичні установки складаються з ємності для оброблюваної рідини, фільтрувального апарата, насоса для подачі розчину, що згущується, та створення робочого тиску фільтрації, насоса для омивання поверхні мембран потоком фільтрувального розчину, комплексу сполучних трубопроводів і вентилів, що регулюють тиск у фільтрувальному апараті, ємності для збору фільтрату, комплексу контрольних вимірювальних і регулювальних приладів для вимірювання і контролю температури фільтрації, тиску фільтрації, масової частки сухих речовин у концентраті, швидкості потоку фільтрувального розчину та пульта керування.

Основним елементом усіх мембранних установок є фільтрувальний апарат, в якому закріплені напівпроникні мембрани. Розрізняють пласкорамні фільтрувальні апарати типу «фільтр-прес», трубчасті апарати, мембранні апарати на основі порожнинних волокон та рулонні апарати.

*Пласкорамні фільтрувальні апарати* випускають двох типів: з вертикальним розташуванням і омиванням фільтрувальним розчином напівпроникних мембран, і горизонтальним. Фільтрувальні апарати з вертикальним розташуванням мембран призначені для ультрафільтраційної обробки молочної сировини з високим вмістом сухих речовин (знежиреного і незбираного молока, маслянки). Головним елементом цих апаратів є несуча опорна пластина, що виконує роль підставки, на якій кріпиться дрібнопориста підкладка і напівпроникна мембрана. Є багато конструкцій опорних пластин, що розрізняються між собою особливостями кріплення мембран, розмірами і геометричною формою. За своєю формою фільтрувальні пластини бувають: круглі; еліпсоподібні і прямокутні. Загальною особливістю опорних пластин є наявність в них дренажу і системи вивідних каналів, розташованих усередині пластин, через які відводиться фільтрат, що пройшов крізь напівпроникну мембрану. Відстань між пластинами, а отже, і мембранами залежно від конструкції знаходиться в межах 0,5 – 5 мм.

Практично усі види фільтрувальних апаратів, що використовуються у молочній промисловості, являють собою *трубчасті елементи*, всередині яких розміщена напівпроникна мембрана (рис. 1.4).

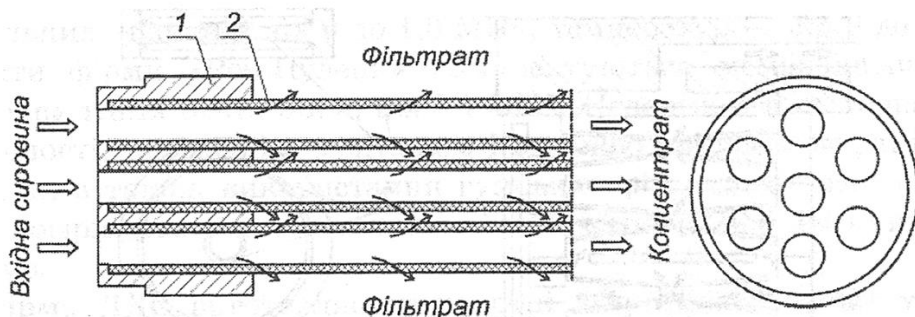


Рисунок 4.4 – Принципова схема трубчастого ультрафільтраційного апарата: 1 – мембрана; 2 – армована вкладка.

Трубчасті елементи виготовляють з пористих полімерних матеріалів, синтетичних волокон, скловолокна, синтетичних ниток на каркасі. Ці трубки є несучою основою чи дренажем для напівпроникних мембран.

Експлуатують апарати при тиску 0,1 – 0,5 МПа і швидкості потоку розчину, що розділяється 0,05 – 0,1 м/с.

*Мембранні апарати на основі порожнинних волокон* виготовляють фірми «Амікон» і «Ромікон» (США), «Нітто» (Японія) та інші закордонні фірми. Апарати з порожнинними волокнами широко застосовують у молочній, харчовій та інших галузях промисловості. Вони мають низку істотних переваг: простота пристроїв та легкість збирання і монтажу; відсутність операцій укладання мембран; висока питома поверхня фільтрації. Ці апарати мають різні конструкції, в основу яких покладене розташування порожнинних волокон у фільтрувальному модулі (рис. 1.5). У молочній промисловості одержали поширення апарати з паралельним розташуванням волокон. Такі фільтрувальні апарати являють собою пучок волокон, розміщених у циліндричному корпусі паралельно його осі, а кінці пучка закріплені герметично в трубчастих ґратках. Трубчасті ґратки приєднуються до фланців, через які здійснюються подача і виведення фільтрувального розчину з апарата. Недоліками цих фільтрувальних апаратів є необхідність попередньої фільтрації вихідного розчину перед подачею в апарат і обов'язкове видалення зважених речовин з оброблюваної рідини.

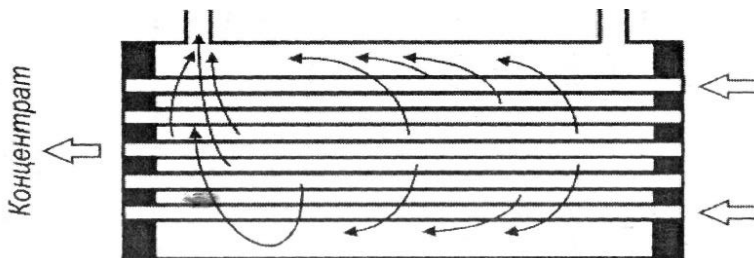


Рисунок 4.5 – Принципова схема фільтрувального апарата на основі порожнинних волокон

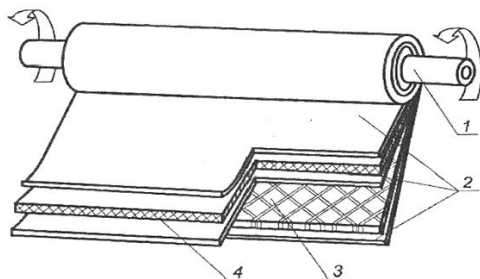


Рисунок 4.6 – Принципова схема рулонного фільтрувального апарата: 1 – збірник фільтрату; 2 – напівпроникна мембрана; 3 – сітка-розділювач; 4 – пориста прокладка.

Основними елементами *рулонних апаратів* (рис. 1.6) є трубчастий колектор для фільтра, дренажний матеріал, розділювальна сітка, напівпроникна мембрана.

Випускаються рулонні апарати переважно зі зворотноосмотичними мембранами. Це пов'язано з тим, що ці мембранні елементи володіють високим гідродинамічним опором, а також малими розмірами фільтрувального каналу, і для розділення білкових розчинів знежиреного молока, сироватки, пахти вони непридатні. Цей вид фільтрувальних апаратів цілком прийнятний для концентрування водно-соляних розчинів лактози (фільтрату молочної сировини).

Перевагами цих апаратів є їхня висока питома поверхня (до  $600 \text{ м}^2/\text{м}^2$ ), простота експлуатації, монтажу й заміни. Головна галузь застосування рулонних елементів – одержання чистої води і концентратів низькомолекулярних речовин.

5. Процес розділення (сепарації) молока, як і будь-якої гетерогенної системи, полягає в осадженні дисперсної фази внаслідок дії гравітаційних та відцентрових сил.

Сепаратори і центрифуги в молочній промисловості служать для розділення молока або інших продуктів молочного виробництва на фракції за густиною під дією відцентрової сили. На сепараторах можна відділити від рідини частинки діаметром  $d = 0,1 - 0,5 \text{ мкм}$  при різниці густин  $10 \text{ кг/м}^3$ .

В залежності від продукту, що надходить, такими фракціями можуть бути: знежирене молоко (плазма), шлам (осад забруднень в молоці), молочний жир (вершки), білкова фракція у вигляді сирного пилу, або коагулянту, кристали молочного цукру.

В молочній промисловості переважно використовують тарілкові сепаратори. Сепаратори класифікують за *виробничим призначенням*: для сепарування молока і одержання вершків до 45 % жирності; для сепарування вершків і одержання вершків жирністю до 85 %; для сепарування, нормалізації й очищення молока; для відділення мікрофлори (бактофуги); для розділення кристалізату і одержання молочного цукру; для очищення сирної сироватки від білку і жиру; для відділення білка (творогу) із коагульованого молока.

За конструктивними особливостями сепаратори класифікують: за *виконанням підводу і відводу продукту*: відкриті – з відкритою подачею і відведенням фракцій (продуктивність до 0,3 кг/с); напівзакриті – в котрих подача молока здійснюється відкрито, а вихід продукту закритий під тиском, який створює сепаратор (продуктивність 0,5 – 1 кг/с); закриті, в котрих подача молока і вихід продукту ізольовані від контакту з повітрям (продуктивність 1 кг/с і більше).

За *способом вивантаження осаду із сепаратора* є сепаратори з ручним вивантаженням при повній зупинці сепаратора, з періодичним вивантаженням важкої фракції (осаду) без зупинки сепаратора і сепаратори з неперервним вивантаженням важкої фракції.

Основним технологічним параметром, що характеризує роботу сепаратора є температура продукту, що піддається сепарації. Молоко, що йде на очищення або сепарування має мати температуру 40 – 45°C. Високотемпературне сепарування проводять при температурі 60 – 85°C, при холодному сепаруванні – 4 – 10°C.

Барабан є основною складовою частиною сепаратора (рис. 1.7).

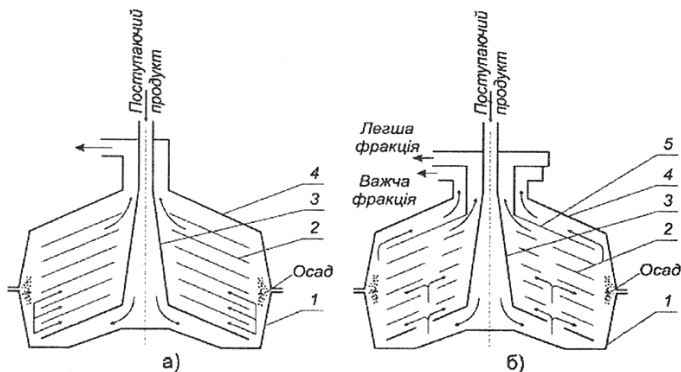


Рисунок 4.7 – Сепарувальні пристрої сепаратора-молокоочищувача (а) і сепаратора-вершковідділювача (б):

1 – основа; 2 – пакет тарілок; 3 – тарілотримач; 4 – розділювальна тарілка; 5 – кришка.

В барабані під дією відцентрової сили проходить розділення продукту на дві або три фракції. Незважаючи на деякі конструктивні особливості й габарити,

конструкції барабану є типовими. Барабан складається з основи барабана 1, тарілотримача 3, пакету конусних тарілок 2, розділювальної тарілки 5, кришки барабана 4, гайок і прокладок, які забезпечують з'єднання окремих частин і герметичність сепаратора.

Барабан сепаратора обертається зі швидкістю 5000-6000 об/хв. В сепараторах, які розділяють молоко на три фракції (вершковідділювачах), тарілка має отвори, які при складанні пакету тарілок утворюють канали для руху і розподілення молока. Розміщення отворів і каналів відповідає приблизному місцю межі між перегоном (плазмою) і вершками.

В сепараторах-молокоочишувачах продукт надходить в між тарілковий простір з периферії. Більша частина твердої фази відділяється в шламовій частині барабана (рис.1.8).

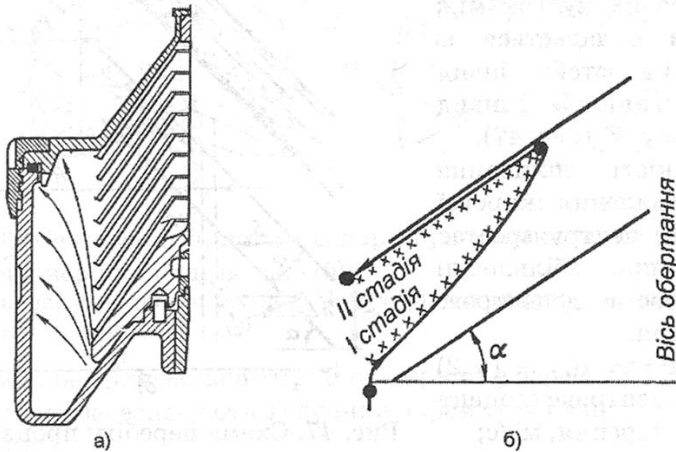


Рисунок 4.8 – Схема руху рідини і частинок в барабані сепаратора-молокоочишувача: а) траєкторії потоків суспензії в міжтарілковому просторі ; б) стадії руху частинок між тарілками.

Під час руху суспензії в між тарілковому просторі тверді частинки, як більш важкі, рухаються від верхньої поверхні тарілки, що лежить вище, до нижньої поверхні тарілки, розташованої вище, і по ній прямують у шламовий простір барабана.

Центрифуги використовуються в технологічних лініях виробництва казеїну і лактози для відокремлення рідкої фракції (сироватки, меляси).

## Тема 4.2. Процеси гомогенізування, охолодження та пастеризування молока і молочних продуктів.

1. Поняття гомогенізування та гомогенізатори молока.
2. Гомогенізатори-пластифікатори.
3. Охолоджувачі молока.
4. Пастеризатори молока, їх класифікація, принцип роботи та конструкції.
5. Пастеризаційно-охолоджувальні установки.

1. Гомогенізатори застосовують в молочній промисловості для надання продукту однорідної структури і попередження його розшарування під час зберігання. Технологічний процес гомогенізації молока полягає в тому, що в результаті механічної дії відбувається подрібнення жирових кульок і інтенсивна обробка білкової фракції. В результаті гомогенізації діаметр жирових кульок зменшується від 3,5 – 4 мкм до 0,7 – 0,8 мкм. Гомогенізоване молоко має більш виражений запах, внаслідок збільшення поверхні жирових кульок підвищується перетравність молока. Вперше гомогенізацію почали застосовувати у Франції в кінці XIX ст. при виготовленні маргарину.

Найбільш широке використання набули одно- або двохступеневі гомогенізатори клапанного типу. В промисловості використовують наступні марки гомогенізаторів: А1-0ГС для розплавленої сирної маси; К5-0ГА-1,2, А1-0ГМ, К5-0ГА, А1-0ГМ-15 для гомогенізації молока і рідких молочних продуктів; А1-0ГЯ для гомогенізації в'язких рідин – сумішей морозива, заміників незбираного молока.

Гомогенізатор клапанного типу працює наступним чином (рис. 2.1).

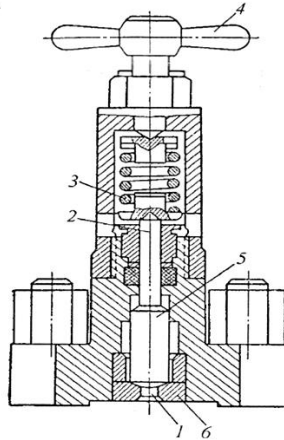


Рисунок 2.1 – Схема гомогенізуючої голівки гомогенізатора клапанного типу: 1 – канал; 2 – стержень; 3 – пружина; 4 – регулювальний гвинт; 5 – клапан; 6 – сідло клапана.

Молоко або вершки під високим тиском (до 20 МПа) надходять в кільцевий зазор між клапаном 5 і сідлом 6. Вихід продукту можливий тільки при піднятті клапана 5, який відкриває вузьку щілину, що вимірюється декількома десятками мікрон. Клапан 5 притиснений до сідла 6 пружиною 3 з таким зусиллям, що може

переміститися тільки при досягненні в циліндрі робочого тиску, в процесі гомогенізації клапан перебуває в зваженому стані. Молоко входить у вузьку кругову щілину між сідлом і клапаном (висота клапанної щілини не перевищує 0,1 мм), швидкість його різко зростає до 150 – 200 м/с. Тиск в потоці різко падає, внаслідок чого крапля жиру, що потрапляє в такий потік, витягується. А потім, завдяки дії сили поверхневого натягу, ділиться на менші краплі (рис. 2.2).

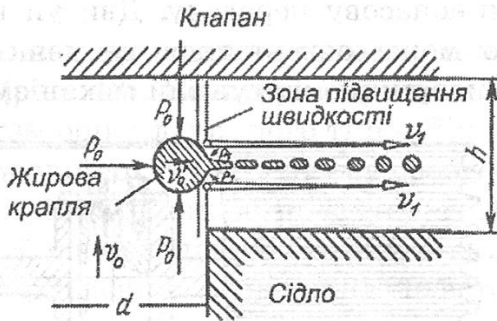


Рисунок 2.2 – Принципова схема гомогенізації рідини.

Під час роботи гомогенізатора на виході з клапанної щілини часто спостерігається злипання подрібнених частинок, що знижує ефективність гомогенізації. Для усунення цього недоліку застосовують двохступеневу гомогенізацію. На першому ступені утворюється тиск, рівний 75% робочого, на другому ступені встановлюється робочий тиск. Для проведення гомогенізації температура молочної сировини повинна бути 60 – 65°C. При більш низькій температурі посилюється відстій жирів, при більш високій – осідають перегінні білки (сировоткові).

Гомогенізатори працюють при відносно високих температурах близько 70 – 85 °С, а іноді 90 °С. Це, з одного боку, зменшує в'язкість і покращує роботу клапанів, аз іншого – створюються додаткові умови для виникнення гідравлічного удару. Причиною гідравлічного удару може бути виділення парів продукту на холостому ході поршня та різке їх стиснення при робочому ході.

Ефект гомогенізування визначається стабільністю роботи пари «сідло-клапан». Під час виходу молока з кільцевого зазору клапана в продуктопроводі здійснюється різка зміна тиску від 15,0 – 20,0 МПа до 3 – 5 МПа, що при температурі продукту 40 – 60 °С призводить до виникнення явищ кавітації. Крім цього на поверхні клапана і сідла можуть з'явитися радіальні тиски, викликані механічним стиранням поверхні продуктом. Зношування пари «сідло-клапан» призводить до різкого погіршення ефекту гомогенізації.

У випадку, коли під час гомогенізації необхідно виключити доступ мікроорганізмів до продукту, застосовують спеціальні асептичні гомогенізуючі головки. У них в простір, що обмежений двома ущільнюючими елементами, підводиться гаряча пара під тиском 30 – 60 кПа. Ця високотемпературна зона і слугує бар'єром, що перешкоджає проникненню бактерій в циліндр гомогенізатора.

2. Гомогенізатори-пластифікатори роторного типу застосовують для зміни концентрації таких молочних продуктів як плавлені сири та вершкове масло. В обробленому за їх допомогою вершковому маслі водяна фаза диспергується, внаслідок чого продукт краще зберігається.

Робочим органом гомогенізаторів-пластифікаторів є ротор, який може мати різну кількість лопатей – 12, 16 або 24. Частота обертання ротора із лопатями не регулюється і складає  $11,86 \text{ с}^{-1}$ .

Принцип роботи такий: вершкове масло подається в бункер, звідки за допомогою двох шнеків, що обертаються в протилежних напрямках, протискається через ротор та через насадку з діафрагмою виходить в бункер фасувального апарату. Для попередження налипання масла робочі органи змащують спеціальним гарячим розчином. Продуктивність гомогенізатора знаходиться в межах  $0,76 - 1,52 \text{ м}^3/\text{год}$ .

Для обробки розплавленої сирної маси під час виробництва плавлених сирів використовують гомогенізатор ЯЗ-ОГЗ, який складається з основи, корпусу, комплекту гомогенізуючого інструменту, бункера, вивантажувального пристрою та привода. Гомогенізуючий інструмент для подачі, подрібнення та перемішування розплавленої сирної маси виконаний у вигляді рухомих та нерухомих ножів, розділених розпірними кільцями, а також завантажувального лопатевого колеса та вивантажувального ротора. Рухомі ножі мають спеціальні пази, через які продукт переміщується до вивантажувального пристрою.

Принцип роботи наступний: розплавлена сирна маса періодично чи безперервно надходить в бункер. Внаслідок дії розрідження, що створюється завантажувальним лопатевим колесом, продукт надходить в гомогенізуючий інструмент, в якому, проходячи послідовно через рухомі та нерухомі ножі, гомогенізується та подається до вивантажувального пристрою. Застосування гомогенізатора дозволяє відмовитися від технологічної операції проціджування сирної маси з метою вилучення з неї нерозплавлених частинок.

3. При охолодженні молочної сировини сповільнюється життєдіяльність мікроорганізмів, що викликають її псування, та зростає тривалість зберігання молока в свіжому вигляді. При охолодженні молока та продуктів його переробки використовують відкриті (зрошувальні та ємкісні) та закриті (трубчасті та пластинчасті) охолоджувачі.

*Охолоджувачі відкритого типу* застосовують для охолодження невеликої кількості молока. Відкриті зрошувальні охолоджувачі являють собою вертикальну стінку з горизонтальних труб, розміщених одна над одною. Всередині труб циркулює вода чи розсіл (в якості холодоносія може виступати аміак чи фреон). Молоко, що піддається охолодженню стікає поверхнею труб з розподільчого жолоба та збирається в забірнику. Для зменшення габаритних розмірів їх виготовляють у вигляді паралельних секцій.

*Ємкісні охолоджувачі* є універсальним обладнанням та призначені для збирання, охолодження та зберігання молока. Молоко в ємкостях охолоджується двома способами: безпосередньо киплячим холодоносієм та за допомогою проміжного холодоносія. Ємкість з безпосереднім охолодженням молока містить ванну, в нижній частині якої знаходиться щільний випарювач, мішалки з приводом,

відкидні кришки та фреоновий трубопровід. Простір між ванною та корпусом заповнений пінополіуретановою термоізоляцією.

*Ємкості з проміжним холодоносієм* можуть мати змієвикову, зрошувальну чи «сорочкову» систему охолодження. Принцип роботи «сорочкових» охолоджувачів полягає в подачі охолодженої води (за допомогою охолоджувальної установки) в «сорочку» ємкості при одночасному перемішуванні молока мішалкою лопатевого типу.

*Закриті охолоджувачі трубчастого типу* складаються з подвійних труб, що вставлені одна в одну та розміщених в теплоізольованих кожухах. Молоко, що охолоджується рухається центральною трубою, а охолоджувач – протитечією по кільцевому зазору.

*Закритий охолоджувач пластинчастого типу* являє собою теплообмінний апарат, робоча поверхня якого виконана з окремих паралельно зігнутих пластин. На його верхній горизонтальній штанзі підвішують теплообмінні пластини з рифленою поверхнею. Між ними завдяки гумовим прокладкам утворюються канали, якими протікає продукт та холодоносій.

*Автоматизовані пластинчасті охолоджувальні установки* використовуються для первинного охолодження молока на приймальних пунктах молока і фермерських господарствах, а також для додаткового охолодження молока при резервуванні. Теплообмінники скомплектовані на базі пластин і включають дві секції: водяного і розсолного охолодження. В секції водяного охолодження молоко охолоджується до температури 20 – 22 °С і доохолоджується в секції розсолного охолодження.

**4.** При виробництві незбираного пастеризованого молока проводять його очищення, нормалізування, гомогенізування, пастеризування і стерилізування. Залежно від жирності вихідної сировини для нормалізування за вмістом жиру використовують знежирене молоко чи вершки, для нормалізування за вмістом сухих речовин — сухе знежирене молоко. На практиці, як правило, зменшують жирність вихідного молока. Використання термічного оброблення продуктів при температурі до 100 °С для придушення життєдіяльності мікроорганізмів було названо по імені французького вченого Луї Пастера пастеризуванням. Застосувати пастеризування для оброблення молока запропонував І.І. Мечніков. Пастеризоване молоко випускають у спеціальних паперових чи поліетиленових пакетах, фасування молока в дрібну тару здійснюється на автоматичних лініях великої продуктивності. Останнім часом дедалі більшою популярністю користується стерилізоване молоко. У порівнянні з пастеризованим воно має більш високу стійкість і витримує тривале збереження і транспортування навіть без охолодження. Висока стійкість стерилізованого молока зобов'язана тому, що в процесі стерилізації при температурі 115 °С з витримкою 20 – 30 хв. чи при температурі 135 – 145 °С з витриманням 2 – 5 сек. знищується не тільки вегетативна, а й спорова мікрофлора. Вершки виробляють з масовою часткою жиру 8, 10, 20 і 35 %. Технологічний процес виробництва пастеризованих чи стерилізованих вершків аналогічний технологічному процесу виробництва молока.

Внаслідок розвитку науки й техніки знищення шкідливих бактерій почали здійснювати не лише нагріванням, але й іншими фізичними методами, однак процес

зnezараження все-рівно називається пастеризуванням. Пастеризатори молока поділяються по *способу обробки* на термічні, в яких молоко нагрівається нижче температури кипіння, й холодні, в яких знищення бактерій здійснюється різними фізичними впливами – опроміненням ультрафіолетовими або інфрачервоними променями, радіацією, обробкою ультразвуком і т.д.; по *джерелу енергії* – на парові, електричні з індукційним нагрівом, випромінювальні; по *характеру виконання процесу* – неперервної і періодичної дії; по *конструктивному виконанні* – пластинчасті, трубчасті, центробіжні з витискувальним барабаном, ємкісні з «сорочкою» та мішалкою; по *кількості секцій* – одно-, двох-, багатосекційні або комбіновані; по *напрямку рідини й теплоносія* – прямотечійні й протитечійні.

Найбільш розповсюдженими є термічні пастеризатори. При цьому по режиму роботи вони поділяються на три типи:

- *Апарати тривалої пастеризації молока*, в яких нагрівання здійснюється до 63 – 65 °С з витримкою при цій температурі протягом 30 хв.
- *Апарати короткочасної пастеризації*, в яких нагрівання молока здійснюється в тонкому шарі до температури  $76 \pm 2$  °С з витримкою протягом 20 с.
- *Апарати миттєвої пастеризації*, в яких молоко протягом декількох секунд нагрівається до температури 85 – 87 °С без його подальшої витримки.

Холодне пастеризування зводиться в основному до ультрафіолетового опромінення тонкого шару молока, що неперервно рухається або до впливу на нього коливань звукової частоти ( $8 - 10 \cdot 10^3$  Гц) магнітострикційними вібраторами. В останньому випадку бажана витримка молока в цьому режимі близько 1 с.

*Апарати тривалої пастеризації* застосовують для підігріву молока перед сепаруванням чи його сквашуванням. Тривале пастеризування здійснює найбільший вплив на фізико-механічні властивості молока, але й забезпечує надійне знищення всіх видів мікроорганізмів за винятком термостійких бактерій. Тривале пастеризування молока здійснюється в ваннах тривалого пастеризування ВДП-300; Г6-ОПБ-300; Г6-ОПБ-600; Г6-ОПБ-1000. Всі ванни однакові за конструкцією й мають водяну «сорочку» навколо робочої ємкості та мішалку з приводом.

Короткочасне пастеризування здійснюється на *пастеризаційно-охолоджувальних установках* ОПФ-1; ОПУ-3М; ОП2-У5. всі вони працюють в автоматичному режимі й містять пластинчастий пастеризатор, витримувач, регенератор, охолоджувач й молокоочисник.

Миттєве пастеризування молока здійснюється на *апаратах з витискувальним барабаном* ОПД-1М, П-12. Молоко в них проходить в зазорі між стінками витиску вального барабана й нерухомого резервуару, що має параболоїдну форму. Всередині барабана й ззовні резервуару подається пара. Барабан приводиться в рух від електродвигуна.

До всіх пастеризаторів висуваються наступні вимоги:

- повне знищення мікробів всіх форм;
- обробка не повинна погіршувати властивостей молока;
- простота конструкції та експлуатації;
- поверхні, які дотикаються з молоком, повинні бути стійкими до хімічного впливу молока й миючих речовин.

5. Пастеризаційно-охолоджувальні установки застосовують для теплового оброблення молока, вершків та суміші морозива. Для кожного виду продукту ці установки мають певні особливості. Пластинчасті пастеризаційно-охолоджувальні установки для молока випускають в широких межах продуктивності, від 3000 л/год до 25000 л/год. Вони дозволяють здійснювати повний комплекс операцій з термічного і механічного оброблення для виробництва питного молока.

Всі установки базуються на певному типі теплообмінника і включають ряд допоміжного обладнання, а також обладнання, що виконує інші технологічні операції. Це установки для забезпечення рівномірної подачі молока (вирівнювальні бачки), регулятори рівномірності потоку, перепускний клапан, витримувач, прилади контролю температури і тиску.

При комплектації пастеризаційно-охолоджувальних установок до їх складу включають також молоко очищувачі, сепаратора, сепаратори-нормалізатори, гомогенізатори, насоси, установки підготовки гарячої води.

Автоматизовані пластинчасті *пастеризаційно-охолоджувальні установки для кисломолочних продуктів* ОПЛ-5 і ОПЛ-10 служать для теплової обробки молока під час виробництва кисломолочних продуктів і сиру. В теплообмінниках таких установок відсутня секція розсільного охолодження і молоко на виході має температуру, що відповідає температурі заквашування сиру 20 – 35 °С.

Автоматизовані пластинчасті пастеризаційно-охолоджувальні установки ОП1-У1 і ОП1-У2 служать для пастеризації і охолодження вершків, жирність яких становить 30 – 35 %, відповідно продуктивність 1000 і 2000 л/год. Температура пастеризування становить  $90 \pm 2$  °С без витримування, а температура охолодження до 4°С.

Пастеризаційно-охолоджувальні установки для морозива ОПЯ-1,2 і ОПЯ-2,5 мають продуктивність 1200 і 2500 л/год. Пластинчастий апарат має секції регенерації, пастеризування, водяного і розсільного охолодження. Температура пастеризування становить 86 – 90°С, охолодження 2 – 6°С. Із секції пастеризування суміш надходить на гомогенізацію і повертається в секцію регенерації, де віддає своє тепло суміші, що надходить.

#### **Тема 4.3. Виробництво вершкового масла.**

##### **Питання:**

1. Обладнання для підготовчих операцій.
2. Машини для виробництва вершкового масла.
3. Будова і принципи роботи масловиготовлювачів.

**1.** Вершкове масло – продукт із високою концентрацією молочного жиру, що має серед природних жирів найбільшу харчову і біологічну цінність. Існує 20 видів масла, що розрізняються за хімічним складом, смаком, запахом і консистенцією. Технологія виробництва масла заснована на концентрації жирових кульок молока сепаруванням і одержанні вершків потрібної жирності, їх наступної термохімічної обробки для здійснення складних фізико-хімічних процесів тужавіння гліцеридів молочного жиру і руйнування оболонки жирових кульок, формування структури і консистенції продукту. Існують два основних способи виробництва вершкового

масла: перехід вершків в масло у виготовлювачах періодичної і безперервної дії і перетворення високожирних вершків. При виробництві кисло-вершкового масла вершки додатково сквашуються чистими культурами молочнокислих бактерій. Збивання вершків у масло — це дуже складний хімічний, колоїдно-хімічний, механічний і фізико-механічний процес, нерозривно пов'язаний з поверхневими явищами. В результаті інтенсивного перемішування руйнуються оболонки жирових кульок в сироватці і частинки жиру злипаються. Нормальний процес збивання протікає при оптимальному співвідношенні кристалічного, твердого і рідкого жиру у вузькому діапазоні температур. Вершки в процесі збивання розглядають як повітряно-рідинну дисперсію (піну). Бульбашки піни руйнуються на поверхні вершків, котра межує з повітрям. В результаті багатократного утворення і руйнування повітряних бульбашок грудочки жиру перетворюються на зерна масла, що містять видозмінену плазму (пахту) на межі розподілу жирових кульок і в подальшому — утворюють пласт. Умовно процес маслоутворення можна розбити на три стадії. На першій стадії руйнуються оболонки жирових кульок; на другій стадії жирові кульки злипаються спочатку в купки і грудочки, а потім у зерна масла; на третій стадії окремі зерна в процесі механічної обробки поєднуються в шар масла. Ця теорія одержала назву *флотаційної*.

Ряд дослідників вважає, що жирові кульки можуть злипатись і без участі піни. В процесі збивання утворюються мікро- і макрозавихрення. В результаті інтенсивного руху жирової кульки руйнується її білкова оболонка і, потрапляючи в макрозавихрення, кулька зближується з іншими жировими кульками аж до контакту і злипання. Ці дві теорії покладені в основу створення відповідних апаратів для виготовлення масла (масловиготовлювачі і маслоутворювачі).

Масло зазвичай виробляється шляхом збивання вершків, але може отримуватися і при збиванні молока.

Процес збивання вершків залежить не тільки від складу і властивостей жирової фази вершків, а й від умов збивання. Основний вплив на збивання вершків, крім конструкції, справляють швидкість обертання ємності, ступінь її наповнення вершками, температура збивання і характер підготовки вершків. У ємностях для виготовлення масла, крім збивання вершків, здійснюється також промивання масляного зерна, посолка й обробка масла. Остання операція проводиться для одержання шару однорідної консистенції і регулювання вмісту вологи.

Обладнання для виробництва вершкового масла поділяється на обладнання для підготовчих операцій і обладнання для виготовлення вершкового масла. Підготовчі операції по виробництву масла здійснюються за допомогою заквашувачів і ємностей для дозрівання вершків, а для виготовлення масла служать масловиготовлювачі чи маслоутворювачі.

Заквашувачі є апаратами для виробництва закваски. Вони бувають одно-, дво- і чотирьохсекційними. З вершків жирністю 30..40 % масло отримують методом збивання в масловиготовлювачах періодичної і безперервної дії.

Заквашувач Г6-03-12 (рис. 3.1) призначений для приготування материнських заквасок на чистих культурах молочнокислих бактерій шляхом пастеризації молока, його сквашування і охолодження закваски. Застосовується при виробництві масла і сиру. Складається з ванни з кришкою і підставкою, чотирьох цебрів з кришками, електрошафи з пультом управління. Ванна включає зовнішню і внутрішню ванни,

розділених термоізоляцією. У верхній частині ванни є ґрати, в які вставляються цебри (циліндрова посудина з ручкою і кришкою).

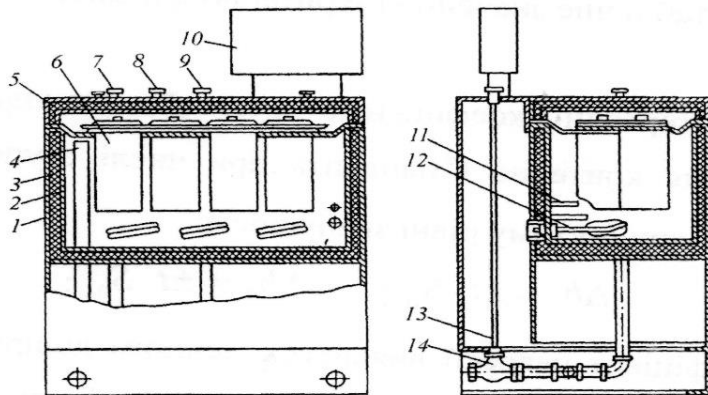


Рисунок 3.1 – Заквашувач Г6-03-12: 1 – зовнішня ванна; 2 – внутрішня ванна; 3 – термоізоляція; 4 – переливна труба; 5 – кришка; 6 – цебер; 7 – рукоятка вентиля зливу води; 8 – рукоятка вентиля подачі гарячої води; 9 – рукоятка вентиля подачі охолоджуючого агента; 10 – пульт управління; 11 – датчики блоків регулювання і виміру температури; 12 – електронагрівальний елемент; 13 – шток вентиля; 14 – вентиль.

Для приготування заквасок цебри з молоком поміщають у ванну, заповнену водою до верху переливної труби. Молоко нагрівається до температури пастеризації електронагрівальним елементом, витримується, потім подається холодна вода і молоко охолоджується до температури сквашування, після чого до цебрів вносяться культури молочнокислих бактерій. Процес приготування заквасок повністю автоматизований. Готова закваска охолоджується холодоносієм і зберігається в камерах до використання.

Заквашувач Г6-03-40 аналогічний Г6-03-12 і відрізняється від описаного місткістю і числом цебрів.

Ємкості для дозрівання вершків ділять на горизонтальні (ванни ВГСМ-800 і ВГСМ-2000) і вертикальні (Я1-ОСВ, Л5-ОАВ-6,3).

Горизонтальні ванни призначені для охолодження молока, теплової обробки вершків при виробництві сметани, вершкового масла і інших продуктів. Простір між внутрішньою ванною і зовнішнім корпусом заповнюється водою, яка підігрівається паром, що поступає з трубчастого перфорованого барботера, розташованого в нижній частині корпусу. Мішалка приводиться в рух від приводу і рівномірно перемішує продукт. Для охолодження продукту до необхідної температури до відведень мішалки подають холодоносії.

Вертикальний резервуар Я1-ОСВ призначений для дозрівання вершків при виготовленні вершкового масла і для виробництва кисломолочних напоїв.

Складається з внутрішньої посудини, сорочки, кришки, мішалки, миючого пристрою, приводу мішалки, облицювання, системи трубопроводів і блоків управління.

Технологічні процеси в резервуарах включають наступні операції: при виробництві кисломолочних продуктів – заповнення резервуару молоком із закваскою до певного рівня, перемішування, сквашування, перемішування і охолодження сквашеного молока, витримка, охолодження, перемішування, злив продукту; при дозріванні вершків – заповнення резервуару вершками до певного рівня, перемішування, дозрівання, охолодження, перемішування, злив вершків. Резервуари за своєю будовою практично однакові і відрізняються лише місткістю.

Апарат є Л5-ОАВ-6,3 призначений для дозрівання вершків із забезпеченням автоматичного ведення процесу при підготовці їх до збивання вершкового масла. Відноситься до ємкісних апаратів з конічним днищем і рамною мішалкою. По будові і роботі аналогічний вертикальним резервуарам Я1- ОСВ.

*2. Автоматична лінія виробництва вершкового масла методом сепарування марки П8 – ОЛФ* служить для виробництва вершкового масла з вершків жирністю 32 – 38 % методом сепарування (рис. 3.2).

До складу лінії входять: система молокопроводів 1, трубчастий пастеризатор 2, бак-накопичувач 3, бак для маслянки 4, сепаратор 5, бак з поплавковим регулятором 6, ванна для нормалізації 8, установка для виробництва вершкового масла 9, а також дезодораційна установка 10.

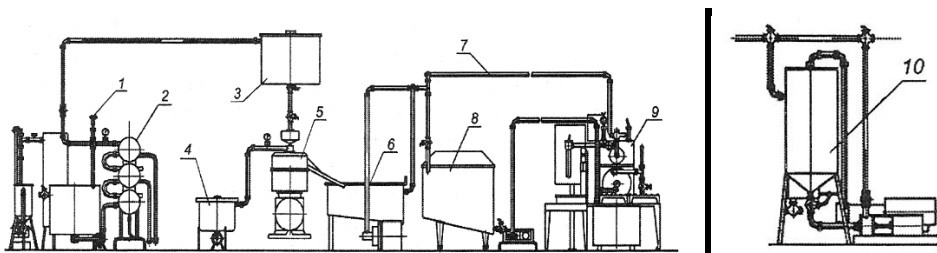


Рисунок 3.2 – Лінія виробництва вершкового масла методом сепарування:

1 – молокопроводи; 2 – трубчастий пастеризатор; 3 – бак-накопичувач; 4 – бак для маслянки; 5 – сепаратор; 6 – бак з поплавковим регулятором; 7 – трубопровід; 8 – ванна нормалізації; 9 – установка для виробництва вершкового масла; 10 – дезодораційна установка.

Вершки, пройшовши пастеризацію в пастеризаторі 2 при температурі 86 – 96°C, надходять в бак-накопичувач 3 місткістю 600 л. Із баку вершки самопливом потрапляють в сепаратор для високожирних вершків. В результаті повторного сепарування вершків їх жирність досягає 65 – 75 %. Із бачка 6 ротаційним насосом вершки перекачуються в ванни нормалізації 8, які працюють почергово. Нормалізовані вершки подаються на маслоутворювач 9. Масло фасують в ящики по 20 кг.

Лінія виробництва вершкового масла методом збивання (рис. 3.3) включає 6 резервуарів для зберігання і дозрівання вершків місткістю 6300 кг, установку для пастеризації вершків. В секції регенерації пастеризаційної установки вершки нагріваються до температури 35 – 40 °С, нормалізуються на сепараторі до жирності 38 – 43 %, при необхідності проходять дезодоратор, потім надходять в секцію регенерації, пастеризації, охолодження і направляються в вершкодозрівальні резервуари 1.

Після дозрівання вершки гвинтовим насосом подаються через вирівнювальний бак у виготовлювач масла А1-0МИ.

Одержана на виготовлювачі масла маслянка насосом спрямовується в охолоджувач для маслянки, а далі в спеціальний резервуар. Масло надходить в пристрій для резервування, обробки і закритого транспортування на дільницю фасування.

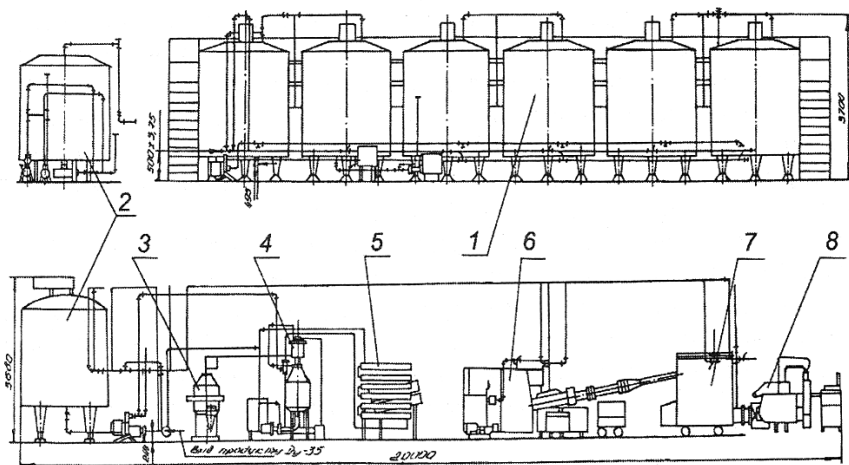


Рисунок 3.3 – Лінія виготовлення вершкового масла методом збивання:

1 – вершкодозрівальні резервуари; 2 – резервуари; 3 – сепаратор-нормалізатор; 4 – дезодораційний пристрій; 5 – пастеризатор; 6 – виготовлювач масла; 7 – установка для резервування; 8 – автомат для фасування масла.

3. У виготовлювачах масла періодичної дії відбувається комплекс операцій утворення масляного зерна і пласту: обробка пласту, промивка, соління масла.

Виготовлювачі масла періодичної дії являють собою ємність циліндричної, конічної або грушоподібної форми, що обертається. В середині розміщені нерухомі лопаті, які служать для більш інтенсивної обробки масляного пласту. Вершки заповнюють ємність на 40 – 50 %, що створює умови для інтенсивного перемішування вершків при обертанні бочки і утворення піни. Звідси жирові кульки злипаються спочатку в зерна, а потім зерна злипаються між собою, утворюючи пласт.

Обробка пласту полягає в інтенсивній механічній дії. У вальцових виготовлювачах масла це здійснюється шляхом протягування пласту через вальці, в безвальцових – масло піднімається на деяку висоту і при обертанні бочки

періодично падає. В резервуарі передбачений кран для випуску пахти і промивних вод, повітряний клапан, оглядові вікна і люк для вивантаження масла. Для підтримки температурного режиму збивання передбачене зовнішнє зрошення бочки водою.

Виготовлювачі масла *неперервної дії* складаються з послідовно розміщених збивача масляного зерна і обробника (текстуратора) з відповідними приводами і системою регулювання.

Збивач являє собою циліндр з теплообмінною сорочкою, в якому по осі розміщений ротор. Ротор виконаний у вигляді лопатевої мішалки, лопати якої розміщені на тримачах. Роторові надає руху електродвигун через варіатор швидкості, що дозволяє змінювати оберти в межах 700-1000 об/хв залежно від виду масла.

Вершки подаються в збивач гвинтовим насосом на розподільний конус і захоплюються лопатями. Внаслідок інтенсивного механічного перемішування відбувається агрегація жирових кульок і на виході зі збивача одержуємо масляні зерна і маслянку. Для підтримання температурного режиму в сорочку збивача подається крижана вода.

Утворення масляного зерна може завершуватись в одному циліндрі або процес може бути розділений на дві стадії. В таких конструкціях передбачена секція дозбивання (розділювальний циліндр) (рис. 3.4).

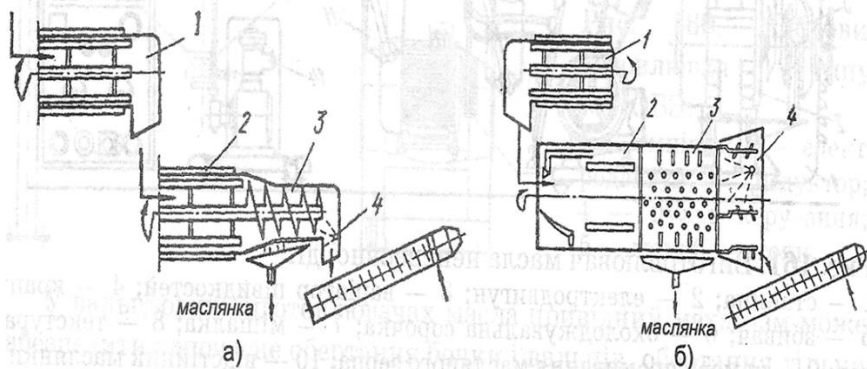


Рисунок 3.4 – Схеми розділювальних циліндрів:

- а) з секцією дозбивання: 1 – збивач; 2 – секція дозбивання; 3 – шнек; 4 – вивідний патрубок з механізмом для промивання масляного зерна;
- б) трисекційний: 1 – збивач; 2 – секція дозбивання; 3 – секція відведення маслянки; 4 – секція промивання масляного зерна.

В першому циліндрі утворюються крупинки масла (жирові кульки починають агрегуватись), в другому – завершується утворення масляного зерна і часткове відділення маслянки. На виході з другого циліндра встановлена секція промивання масляного зерна.

В текстураторі відбувається оброблення спочатку масляного зерна, відділення надлишку вологи або вироблення недостатньої кількості вологи, а також комплексна обробка пласти масла, що полягає в промиванні, солінні та вакуумуванні масла, внесенні компонентів.

Основна маса маслянки відділяється на перших витках шнека через ситову поверхню на дні камери. Передбачене періодичне промивання сита шляхом імпульсної подачі маслянки в зворотному напрямку.

Робочим органом текстуратора є два шнеки, які обертаються назустріч одне одному в камері еліпсоподібної форми. Шнеки розміщені під кутом до горизонту для забезпечення стікання маслянки. Число обертів шнека становить 36 – 40 об/хв. По ходу руху масла розміщені камера диспергування масла, вакуум-камера, камера соління масла і внесення окремих компонентів.

Текстуратор може бути розділений на два ступені з окремими приводами (рис. 5.5). Камера для диспергування масла являє собою ряд розміщених перфорованих пластин з отворами від 2,5 до 15 мм. У вакуум-камері відбувається вакуумування масла, що забезпечує його краще зберігання.

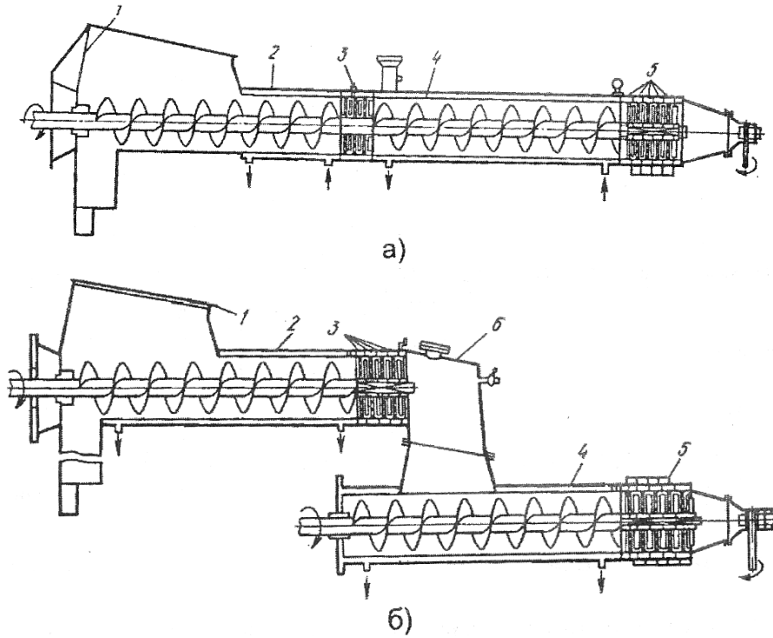


Рисунок 3.5 – Схеми текстураторів:

а) текстуратор з однією шнековою камерою; б) текстуратор з двома шнековими камерами: 1 – приймальний бункер; 2 – перший ступінь текстуратора; 3 – пластини для диспергування вологи (перший ступінь); 4 – другий ступінь текстуратора; 5 – пластини для диспергування вологи (другий ступінь); 6 – вакуум-камера.

#### **Тема 4.4. Сучасні технології та обладнання для виготовлення сиру.**

1. Основні способи концентрування складових компонентів молока.
2. Класична технологія твердих та напівтвердих сирів.
3. Мікрофільтрація та бактофугування.
4. Резервування й нормалізація молока.
5. Теплова обробка молока. Зсідання нормалізованої суміші.
6. Розрізування сирного згустку та становлення сирного зерна.
7. Соління сиру та підготовка його до реалізації.

Серед різних груп молочних продуктів саме сир належить до одного із найпопулярніших та широкоживаних продуктів харчування. Сир – це, по суті, біологічно повноцінний та поживний молочний концентрат, суха речовина якого легко засвоюється і складається переважно з білку та жиру. Таким чином, популярність сиру в раціоні харчування людини визначається насамперед хімічним складом (наявністю основних поживних компонентів і продуктів їх перетворення), високою біологічною та енергетичною цінністю, дієтичними властивостями.

Сучасна технологія сиру досить складна, оскільки ґрунтується на численних механічних, теплових, біохімічних, масообмінних та інших процесах, пов'язаних з хімічними, біологічними і фізичними явищами та впливами.

Детальне вивчення технології сиру потребує особливої уваги ще й тому, що в сучасних економічних умовах сир є одним з найбільш рентабельних продуктів досить тривалого терміну зберігання, з високим попитом споживачів та можливістю експорту. Сир – один з небагатьох видів молочних продуктів, який підлягає обов'язковій сертифікації.

Більшість сирів, що виготовляються в Україні, - це тверді сири. Так склалося історично ще за часів Радянського Союзу, що на момент становлення вітчизняної галузі вибір технологій зупинився на технології сирів голландської групи – надійній і простій технології, яка передбачає визрівання сирів за короткий термін. На відміну від цієї технології, сири швейцарської групи мають занадто тривалий термін визрівання, а технологія сирів з чедеризацією сирної маси більше розрахована на південні регіони.

М'яких сирів в Україні виготовляються мало – всього близько 1 т, тоді як для потужних заводів обсяги виробництва твердих сирів становлять 300...400 т на місяць. На плавлені сири припадає майже одна п'ята частина від загальних обсягів виробництва сирів.

За часів Радянського Союзу обладнання для виробництва сиру (сироварні ванни, формувальні апарати, віддільник сироватки, обладнання для механічної та теплової обробки молока) виготовляли в основному в Угорщині. В колишньому Радянському Союзі крім резервуарів іншого обладнання вітчизняного виробництва не було.

Технологія сирів – це проведення низки послідовних операцій, що передбачають колоїдно-хімічні зміни складових молока та їх біохімічне перетворення на простіші сполуки. Ця технологія ґрунтується на двох основних способах концентрування складових компонентів молока.

За *першим способом* білок у складі молочної сировини коагулює під дією сичужного ферменту або інших активних молокозсідальних агентів з подальшим частковим видаленням сироватки після коагуляції.

За *другим способом* застосовують технології, що передбачають коагуляцію та (або) концентрування білків молока з подальшим отриманням продукту, що має показники якості, характерні для сирів. У виробництві сиру за другим способом може застосовуватися ультрафільтрація (UF), проте у нашій країні подібну технологію широко не використовують.

Розглянемо класичну технологію твердих і напівтвердих сирів та загальні для їх отримання технологічні операції.

Процес виробництва сирів складається з таких технологічних операцій:

**приймання молока** (визначення його кількості, контроль якості та сортування);

**очищення, термізація, охолодження** сиропридатної сировини;

**резервування** сиропридатної сировини за температури від 2 до 6°C протягом 12...24 год.;

**визрівання** сиропридатної сировини за температури від 8 до 12°C протягом 10...14 год. з внесенням або без внесення закваски чи заквашувального препарату;

**нормалізація** сиропридатної сировини до заданого співвідношення білок/жир;

**пастеризація** за температури 72...76°C протягом 15...20с;

**підготовка молока до зсідання**, тобто встановлення потрібної температури (27...35°C), внесення закваски або заквашувального препарату, хлориду кальцію, біологічних та хімічних компонентів;

**зсідання** нормалізованої суміші за температури 27...35°C протягом 25...90 хв.;

**розрізування** сирного згустку;

**становлення** сирного зерна;

**обробка** сирного зерна (вимішування перед другим підігріванням; відбирання сироватки у кількості 30...50% від маси нормалізованої суміші; друге підігрівання; розкислювання сирного зерна водою; відбирання сироватки – 30...40% від маси нормалізованої суміші; часткове соління сиру в зерні; вимішування після другого підігрівання);

**формування** (самопресування та пресування) сиру;

**соління** сиру;

**визрівання** сиру;

**сортування, пакування та зберігання** готового продукту.

Тривалість і режими технологічних операцій залежать від виду сиру.

Підготовка молока до резервування полягає у його попередньому очищенні та охолодженні до температури від 2 до 6°C. Для очищення молока спочатку використовують фільтри, а потім молоко пропускають через сепаратори-молокоочишувачі та направляють на охолодження. Тому на місцях резервування молока потрібно встановлювати сепаратори-молокоочишувачі, охолоджувачі та молочні резервуари. Резервують молоко протягом 12...24 год.

**Мікрофільтрація.** Бактерії можна видалити з молока обробкою його за допомогою спеціальних мембранних фільтрів з порами розміром близько 0,2 мкм.

Ускладнює цей процес те, що пори фільтру швидко закупорюються великими жировими кульками та білком. Тому крізь фільтр слід пропускати знежирене молоко, а вершки обробляти окремо. Завдяки мікрофільтрації можна виготовляти твердий і напівтвердий сири без додавання хімічних компонентів.

Для одержання мікробіологічно чистого молока застосовують **бактофугування**, яке здійснюють за допомогою спеціальних герметичних центрифуг, призначених для відділення бактерій і спор

Метод відцентрового бактовідділювання застосовують у різних промислових технологіях молочної галузі, але найпоширеніший він саме у сироварстві, де його використовують для очищення молока від спор бактерій *Clostridium turobutyricum*, наявність яких спричинює у сирах вади, пов'язані з маслянокислим бродінням.

Принцип дії бактофуги ґрунтується на тому, що щільність мікроорганізмів дещо перевищує щільність молока. У результаті цього вони можуть відділятися від рідкої фази під дією відцентрової сили. Бактофуги порівняно зі звичайними сепараторами мають більшу частоту обертання барабана й відцентрове прискорення по краях тарілок. Бактерії, які збираються в периферійній частині барабана, поступово видаляються у вигляді суспензії, що концентрується у знежиреному молоці, крізь сопла діаметром 0,4 – 0,6 мм, які розташовані у середній частині барабана. Об'єм цієї суспензії, так званий бактофугат, концентрат або шлам, залежить переважно від кількості й діаметра сопел. У середньому він становить 2...3 % від об'єму обробленого молока, але може бути і більше ніж 4 %.

Ефективність такого очищення молока виражається у відсотках бактерій (або спор), які видаляються зі шламом внаслідок центрифугування. Бактофугування проводять за температури 56...57°C та під час пастеризації молока за температури 72...76°C, тому здебільшого бактофугу монтують у лінію після обладнання для теплової обробки. За температури 55...57°C ефективність бактофугування становить від 56 до 97 %, а за вищих температур – 80...99%. Це залежить як від ефективності центрифугування й умов обробки, так і від кількості та виду мікроорганізмів й від попередньої обробки молока. При поєднанні центрифугування молока з пастеризацією з'являється можливість підвищити її ефективність: наприклад, якщо низькотемпературна пастеризація дає змогу знищити до 99,2 % загальної кількості бактерій, то її проведення в поєднанні з попереднім бактофугуванням за температури 55 – 56°C дає можливість зменшити вміст бактерій і спор до 99,83 %.

Слід відзначити й негативний наслідок бактофугування молока, за якого спостерігається зниження вмісту білка від 0,5 до 1,5 г/дм<sup>3</sup> обробленого молока, а втрати виходу сиру становлять від 4 до 9 %.

**Резервування** молока за низьких температур призводить до погіршення сиропридатності молока. Встановлено, що вже через 24 год. зберігання молока за температури 5°C близько 25 % кальцію випадає в осад у вигляді фосфату. Однак цей процес зворотний, оскільки після пастеризації молока кальцій знову переходить у розчинний стан. Найгіршим наслідком зберігання молока за низьких температур є те, що стороння мікрофлора пристосовується до цих умов, а її ферменти (протеїнази та ліпази) розщеплюють білок і жир. Внаслідок розвитку процесу розщеплення білка у молоці може з'являтися гіркий присмак, продукти ж розщеплення жирів надають молоку прогірклого присмаку.

Операцію **визрівання** молока проводять для покращення технологічних властивостей молока, особливо тоді, коли для переробки надходить свіжовидоєне молоко, яке має бактеріцидні властивості. У процесі визрівання змінюються фізико-хімічні й технологічні властивості молока. Внаслідок визрівання нерозчинні фосфорнокислі солі переходять у розчинний стан, змінюються колоїдні, хімічні та фізичні властивості молока.

На визрівання направляють очищене та бажано термізоване за температури 62...65°C молоко. Цей процес може відбуватися з внесенням бактеріальної закваски у кількості до 0,5 % та без її додавання. Оптимальним режимом визрівання вважається витримування молока за температури  $(10 \pm 2)$  °C протягом 10...12 год.

Внаслідок визрівання у молоці незначно підвищується титрована кислотність (на 1...3°T) за рахунок розвитку молочнокислих бактерій. Гранична кислотність молока після визрівання не повинна перевищувати 20 °T для твердих і 25 °T для м'яких сирів.

**Нормалізація** сиропридатної сировини необхідна для виробництва стандартних за фізико-хімічними показниками сирів доведенням хімічного складу сировини до потрібного співвідношення білок : жир. Це зумовлено тим, що якість сирів залежить здебільшого від вмісту казеїну та жиру, тому співвідношення між ними є однією з головних характеристик якості молока у сироварній галузі. На цей показник істотно впливають сезонні зміни хімічного складу молока. Зважаючи на розширення асортиментного ряду сирів за рахунок збільшення низькожирної продукції, науковці й технологи постійно розробляють і застосовують нові вимоги до значень співвідношення між жиром та білком.

У сироварній галузі сиропридатну сировину нормалізують за масовою часткою жиру з врахуванням масової частки білка в молоці при використанні сепараторів-нормалізаторів або сепараторів-вершковіддільників. Нормалізацію можна здійснювати також змішуванням незбираного та знежиреного молока у ємкості після пастеризації.

Після заповнення сироварної ванни нормалізованим молоком ще раз перевіряють масову частку жиру й остаточно регулюють її додаванням пастеризованого знежиреного молока або вершків.

**Теплове оброблення** молока проводять для знешкодження технічно шкідливої для сироварства і патогенної мікрофлори, а також технологічно небажаних ферментів. Термічно оброблене молоко є більш стандартною сировиною, ніж сире, адже негативний вплив теплового оброблення на здатність білків молока до коагуляції можна компенсувати додаванням до нього відповідної кількості солей кальцію та чистих культур молочнокислих бактерій. Сире ж молоко потребує цілеспрямованої зміни окремих етапів технологічного процесу з метою коригування його фізико-хімічних властивостей у кожній партії.

**Пастеризація.** Під час теплової обробки одночасно можуть бути знищені й корисні для виготовлення сирів бактерії та ферменти, головним чином ліпаза. Саме тому молоко доцільно пастеризувати за якнайнижчих температурних режимів.

Одночасно з пастеризацією доцільно проводити **вакуумну обробку** нормалізованої суміші, щоб знищити сторонні присмаки та запахи, властиві молочній сировині.

Останнім часом перед пастеризацією молока для його зберігання впродовж 24...48 год проводять **термізацію**, тобто помірне теплове оброблення за температури 65 °С протягом 15... 20 с з подальшим охолодженням до температури 4 °С. Термізація насамперед зупиняє зростання психротрофної мікрофлори при його зберіганні протягом 12.. 48 год. Після приймання молока на підприємстві його можна також пастеризувати за температури 72...75 °С з подальшим охолодженням. Спори за 8... 10 год зберігання проростають і знешкоджуються за рахунок другого температурного оброблення.

**Гомогенізація.** У сироварстві молоко, як правило, не гомогенізують за умови виготовлення сирів з натурального, а не відновленого молока. Це спричинено тим, що гомогенізація зумовлює утворення нестійких білкових агрегатів, які важко входять до структури згустку та значно збільшують здатність сирного зерна до утримання вологи. Цей чинник ускладнює виготовлення твердих і напівтвердих сирів. Гомогенізацію молока у сироварстві застосовують переважно у виробництві деяких видів свіжих сирів. Консистенція таких сирів більш ніжна, гладенька та стійка, колір білий. Гомогенізація також зменшує втрати жиру з сироваткою, що можна пояснити участю казеїну в утворенні оболонки жирових кульок.

Знизити негативний вплив гомогенізації на білки молока можна гомогенізацією лише вершків з подальшим їх використанням для нормалізації знежиреного молока. Тиск гомогенізації зазвичай становить 7...10 МПа за температури близько 65...69°С. При застосуванні двоступеневої гомогенізації на другому ступені тиск встановлюють 3,5...5,5 МПа.

Гомогенізацію рекомендовано проводити перед пастеризацією.

**Підготовка молока до зсідання** передбачає встановлення його потрібної температури, внесення закваски або заквашувального препарату та хімічних і біологічних компонентів.

**Зсідання нормалізованої суміші** – це перетворення нормалізованої суміші на сирний згусток під дією молокозсідальних ферментів і заквашувальних культур.

Перед внесенням ферменту в молоко температуру регулюють від 27...35 °С залежно від виду сиру, пори року і властивостей молока (жирності, зрілості, кислотності).

Після внесення розчину ферменту молоко вимішують протягом 4.. .6 хв. Щоб не порушити процес зсідання, молоко слід залишити у спокої.

Під дією сичужного ферменту молоко зсідается не відразу, а впродовж певного часу. При зсіданні молоко переходить з рідкого стану в структурований. Під уворенням сітки міцелярних ланцюгів, або коагуляцією, розуміють попередню дестабілізацію міцел казеїну (флокуляцію, без обов'язкової видимої появи флокул) та злипання флокульованих міцел (агломерацію). Реологічні характеристики зістку залежать від природи та кількості міжміцеляр-них зв'язків та пов'язані зі швидкістю коагуляції.

Молоко зсідается за два етапи: перший – ензимний, або кислотний, а другий – фізико-хімічний. На зсідання білка температура більше впливає на другому етапі. При змішаній коагуляції одночасно відбуваються два основних процеси – кислотний та ензимний, внаслідок чого проходить і кислотна, і сичужна коагуляція. При кислотній коагуляції казеїн коагулює при рН 4,6...4,7, а при ензимно-кислотній ізоелектрична точка зміщується до рН 5,2. Змішану сичужно-кислотну коагуляцію

застосовують при виробництві кисломолочного сиру, м'яких сирів та сирів, що визрівають під впливом розвитку плісняви.

Тривалість зсідання залежить від ступеня зрілості молока, потрібного для певного виду сиру.

У технологіях сирів типу Моцарелла білки сироватки та знежиреного молока зсідують за допомогою оцтової, молочної, лимонної кислоти або кислої сироватки за температури 85°C, хоча перевагу віддають природній кислотній коагуляції, що відбувається при застосуванні бактеріальних препаратів.

Сичужний згусток слід механічно та термічно обробляти з метою його зневоднення, отримання сирного зерна, а також регулювання інтенсивності та рівня молочнокислого процесу. Для цього послідовно проводять такі операції: розрізування сирного згустку; становлення сирного зерна; перемішування перед другим підігріванням; друге підігрівання; вимішування після другого підігрівання.

У процесі обробки сирного зерна можна проводити додаткові технологічні операції: розведення сироватки водою (розкислювання сирного зерна), чедеризацію, часткове соління сиру в зерні та ін.

Орієнтовну тривалість цих операцій наведено в технологічних інструкціях на виробництво окремих видів сирів.

**Розрізування сирного згустку і становлення сирного зерна** здійснюють за допомогою різально-вимішувальних пристроїв, швидкість руху яких регулюється залежно від структурно-механічних властивостей згустку. У невеликих ваннах згусток розрізують вручну спеціальними пристроями – лірами, що мають вигляд рамок, на які натягнуто сталевий дріт, або спеціальними сирними ножами: один має вертикально натягнуті струни, а інший – горизонтально натягнуті. В залежності від виду сиру відстань між струнами дорівнює 7...8 або 10...12 мм. Згусток не подрібнюють, а після витримування протягом 2...3 хв. вимішують.

За умови розрізування згустку спеціальними ножами у закритих ваннах слід обов'язково контролювати частоту їх обертання, щоб зменшити механічний вплив на нижній згусток. Різальні інструменти не повинні розривати згусток для запобігання утворенню сирного пилу.

Згусток розрізують на шматочки кубічної форми розмірами по ребру від 3 до 15 мм залежно від виду сиру. Мінімальні розміри зерен згустку задають при виробництві твердих сирів з метою найбільшого відділення сироватки.

До закінчення процесу подрібнення зі згустку сироватки виділяється більше, ніж на кожній наступній операції. Тривалість подрібнення 15...20 хв. При різанні згустку після подрібнення обов'язкова операція – вимішування перед другим нагріванням: в цей час відбувається виділення сироватки.

Процес самочинного видалення сироватки із сирного згустку називають **синерезисом**.

На практиці сироватка видаляється за один або два етапи. На першому етапі відбувається основне видалення, під час якого внаслідок синерезису видаляється більша частина молочної сироватки. Цей етап починається відразу після завершення зсідання молока, розрізування сирного згустку і продовжується до моменту вилучення сирної маси з форм. Другий етап полягає у додатковому виділенні сироватки в розсолі й після соління. Головними елементами цього етапу є соління та обсушування сиру.

В процесі другого нагрівання відбувається обсушування білку, що призводить до його стягування та виділення сироватки. Другим нагрівання регулюють також склад мікрофлори сирної маси. З підвищенням температури другого нагрівання розвивається термофільна мікрофлора, яка приймає участь у дозріванні.

**Формування сиру** – це сукупність технологічних операцій, спрямованих на відділення сирного зерна від сироватки та утворення із сирного зерна чи сирного пласта головки сиру заданих форми, розміру і маси.

Форми, в яких проходить формування, можуть бути циліндричними і паралелепіпедними. Форми здебільшого перфорують та виготовляють з іржостійкої сталі, алюмінієвого сплаву, полімерних матеріалів тощо. При механізації процесу формування застосовують так звані мультиформи, тобто сукупність форм, які групують під розподільним чаном та встановлюють під отвором ванн. У промислових умовах використовують три способи формування сиру: з пласта, насипанням і наливанням.

**Самопресування** – це процес витримування сирної маси у формувальних пристроях або формах без додаткового тиску, під час якого сирна маса щільнішає під дією власної ваги. За цей період у ній продовжується молочнокислий процес і зневоднення (так само, як і сирного зерна в період оброблення) за рахунок синерезису.

**Пресування сиру** проводять з метою ущільнювання сирної маси, видалення залишків вільної сироватки, надання сиру форми та створення поверхневої кірки під дією зовнішнього навантаження – тиску на прес

Через 20...40 хв. пресування або наприкінці самопресування можна проводити **маркування сиру** казеїновими або пластмасовими цифрами. На кожній головці сиру слід зазначати дату виготовлення (число і місяць) та номер варки.

Після самопресування та пресування сир зважують і направляють до солинного відділення для соління. **Соління сиру** — це витримування його у розчині кухонної солі заданої концентрації або нанесення солі на поверхню головки сиру. Метою соління є регулювання мікробіологічних і ферментативних процесів у сирі під час визрівання, а також надання сиру відповідного смаку.

Після самопресування та пресування сир зважують і направляють до солинного відділення для соління.

**Соління сиру** – це витримування його у розчині кухонної солі заданої концентрації або нанесення солі на поверхню головки сиру. Кухонна сіль є необхідним складовим компонентом сирів не тільки як смаковий наповнювач, а і як регулятор нормального процесу визрівання. Вміст солі формує органолептичні показники і зовнішній вигляд готового продукту, оскільки певною мірою регулює мікробіологічні та ферментативні процеси в період визрівання.

**Визрівання, сиру** є складним процесом біохімічного перетворення білка, жиру і молочного цукру за заданих температурно-вологістичних режимів упродовж деякого часу з метою формування смакових і ароматичних властивостей, характерних для певного виду сиру.

**До реалізації сиру підготовляють** після визначення їх зрілості.

Сири пакують у полімерні плівки, пакети, багатошарові плівки для вакуумного пакування, покривають парафіновими або іншими сплавами для покриття сирів та іншими матеріалами аналогічних властивостей.

Сири пакують без вакууму, під вакуумом або в середовищі нейтральних газів: вуглекислого газу, азоту або газової суміші.

Фасовані сири дозволено реалізовувати у вигляді брусків, секторів, скибочок, нарізуванням у полімерні плівки, пакети або інші пакувальні матеріали.

Маса нетто для головки сиру становить не більше ніж 15 кг, а для фасованих сирів — від 25 до 1000 г.

Головки сирів і фасовані сири укладають масою брутто не більше ніж 20...24 кг у транспортну тару – дерев'яні, картонні або полімерні ящики.

#### **Тема 4.5. Сучасні технології та обладнання для виготовлення морозива.**

1. Технологічний процес виробництва сумішей морозива.
2. Підготовка та змішування сировини.
3. Фільтрування суміші та її пастеризація.
4. Гомогенізація (для жиромісних сумішей), охолодження, нормалізація (за потреби) та зберігання.

Технологічний процес виробництва сумішей морозива включає підготовку та змішування сировини, фільтрування суміші, її пастеризацію, гомогенізацію (для жиромісних сумішей), охолодження, нормалізацію (за потреби) та зберігання.

Рідку та згущену молочну сировину, цукровий сироп, які доставляються в автоцистернах, перекачують в спеціальні резервуари. Згущене молоко зберігають на підприємствах при температурі від 0 до 20°C й відносній вологості повітря не більше 85% не довше одного місяця з дня виробітку. Цукровий сироп зберігають не більше 7 діб.

Молоко, вершки та іншу рідку молочну сировину, які поступають на підприємства, фільтрують та зберігають у вертикальних або горизонтальних ємкостях, ваннах, які обладнані теплоізоляцією, при температурі продукту не вище 6°C, контролюючи в процесі зберігання кислотність.

Необхідну за рецептурою сировину **звільняють від упаковки, зважають та вводять в змішувальну ванну** в наступному порядку:

1. рідкі продукти – молоко, вершки, вода, сироватка, знежирене молоко, пахта та інші;
2. згущені молочні продукти – молоко згущене цільне та знежирене з цукром, згущені вершки з цукром, згущена сироватка та інші;
3. сухі продукти – сухі молочні продукти, цукор-пісок, какао-порошок, яєчний порошок, плодово-ягідні та овочеві порошки, стабілізатори тощо. Змішування сухих компонентів з цукром-піском покращує їх диспергування.

При виробництві морозива на молочній основі з плодово-ягідними наповнювачами – сиропами, пюре, соками, які не підвищують значно кислотність суміші, допускається ці наповнювачі також вносити у змішувальну ванну.

Суміш при змішуванні компонентів зазвичай нагрівають до температури 35...40°C. Однак для кращого диспергування компонентів та їх розчинення оптимальною температурою вважається 60...65°C. При використанні пастеризаторів періодичної дії вершкове масло в розтопленому вигляді або у вигляді шматків, які

нарізані на масло різці, вносять безпосередньо в пастеризатор при температурі суміші в ньому 50...60°C.

Для видалення з суміші грудочок сировини (сухого молока, стабілізаторів тощо) та можливих різних механічних домішок її **фільтрують** після розчинення компонентів та після пастеризації, використовуючи дискові, плоскі, пластинчасті, циліндричні та інші фільтри. Фільтрувальні матеріали в фільтрах періодично очищують або замінюють, на допускаючи скупчення великої кількості осаду.

При використанні пастеризаторів безперервної дії суміш фільтрують після розчинення компонентів. У випадку використання апаратів періодичної дії одночасно для змішування, розчинення компонентів та пастеризації суміш фільтрують лише після пастеризації.

При **пастеризації** обов'язково виконання відповідних режимів – температури пастеризації та тривалості витримування суміші при цій температурі.

На підприємствах, які виробляють морозиво, суміш пастеризують в апаратах безперервної дії – автоматизованих пластинчастих пастеризаційно-охолоджувальних установках, трубчастих пастеризаторах та пастеризаторах із витискаючим барабаном, а також в апаратах періодичної дії – ваннах зі змієвиковою мішалкою, ваннах тривалої пастеризації, резервуарах тощо.

Суміш зі змішувальної ванни, пройшовши через фільтр, поступає на пастеризацію. При використанні пастеризаційно-охолоджувальних установок суміш пастеризують при температурі 80...85°C з витриманням 60...50 с. Пастеризацію в трубчастих пастеризаторах проводять при температурі суміші 80...85°C з витриманням 60...50 с або без витримання при температурах від 92 до 95°C. В пастеризаторах із витискаючим барабаном суміш пастеризується при температурі 80...85°C з витриманням 20...15 с. В тому випадку, якщо в якості стабілізатора використовують борошно або кукурудзяний крохмаль, температура пастеризації повинна бути 85...95°C.

Після пастеризації та подальшого фільтрування жировмісні суміші **гомогенізують** для створення емульсії та попередження її розшарування при зберіганні та фризюванні сумішей.

Суміші гомогенізують при температурі, близькій до температури пастеризації, не допускаючи охолодження сумішей. Чим вища частка жиру в суміші, тим менше повинен бути тиск гомогенізації. Оптимальний тиск гомогенізації залежить також від виду вихідної сировини та конструкції гомогенізатора. З метою підвищення дисперсності жиру в морозиві доцільно використовувати режими гомогенізації наведені в таблиці 5.1.

Одразу після гомогенізації суміші **охолоджують до температури 2...6°C** з метою створення несприятливих умов для життєдіяльності та розвитку мікроорганізмів, які можуть потрапити в суміш після пастеризації. Охолодження також потрібне для підготовки суміші до подальшого процесу обробки.

Суміш охолоджують спочатку холодною, потім льодяною водою при температурі 1...2 °C або холодоносієм з низькою температурою (розсіл, водно-гліцериновий розчин тощо). Бажано, щоб температура холодоносія була в межах – 5...7 °C. При більш низькій температурі холодоносія відбувається значне загусання суміші, небажане намерзання її на поверхні охолоджувача, різке зниження коефіцієнта теплопередачі від суміші до холодоносія.

В процесі охолодження сумішей вносять ароматичні речовини – ванілін, есенції, а також розчин метилцелюлози (у випадку виробництва морозива з використанням цього стабілізатора).

В практиці виробництва морозива часто трапляються випадки, коли повністю готова суміш морозива виявляється нестандартною за рядом показників.

Така невідповідність може виявитися наслідком ряду причин: неточного аналізу складу вихідної сировини, помилок при зважуванні окремих компонентів, зволоження сировини в процесі холодильного зберігання та інших факторів.

В цих випадках необхідно довести склад суміші до потрібного. Цей процес прийнято називати «*нормалізацією*» суміші.

У відповідності з даними аналізів лабораторії вираховують, які складові частини і в якій кількості потрібно додати до суміші. Потім в суміш вносять розраховані кількості компонентів.

Всі необхідні розрахунки проводять на основі фактичного вмісту в суміші жиру та сухих речовин. Вміст в суміші сахарози та стабілізаторів зазвичай не визначають, оскільки припускають, що в суміші містяться розраховкові кількості цих компонентів.

Охолоджену суміш направляють в спеціальні теплоізольовані ємкості з охолодженням, де відбувається її зберігання до фризеравання. Зберігання суміші допускається не довше 24 год. при температурі 4...6 °С та не довше 48 год. при температурі 0...4 °С. В процесі зберігання відбувається подальша гідратація білків та гідрокооллоїдів, що призводить до підвищення в'язкості суміші. Міцніе жир в жирових кульках, відбуваються структурні зміни в оболонці на жирових кульках, які сприяють при фризераванні суміші частковій дестабілізації жирової фази та стабілізації повітряних бульбашок.

Всі ці процеси позитивно впливають на формування структури морозива, тому цей період зберігання суміші називають *періодом дозрівання суміші*. Процес дозрівання суміші триває зазвичай біля 4 год.

З ємкості для зберігання суміш потрапляє на *фризеравання*. Фризеравання – основний процес виробництва морозива, при здійсненні якого відбувається часткове заморожування та насичення сумішей повітрям, який в продукті розподіляється у вигляді дрібних бульбашок. В процесі фризеравання суміші утворюється структура морозива, яка остаточно формується при подальшій холодильній обробці продукту – загартуванні.

Структура морозива визначається розмірами, формою та розміщенням частинок: бульбашок повітря, кристаликів льоду та жиру. Чим вони дрібніше та рівномірніше розподілені в загальній масі морозива, тим краще його якість.

Суміш фризерають в спеціальних апаратах – фризерах.

Основними конструктивними елементами фризера є горизонтально розміщений на станині циліндр з мішалкою для заморожування, продуктові насоси, бачок для суміші з поплавковим клапаном. Циліндр має сорочку, яка покрита тепловою ізоляцією та металевим кожухом. Охолодження циліндра здійснюється за рахунок безпосереднього випаровування холодоагенту (аміак, хладон тощо) або холодоносієм (розсіл). Мішалка обладнана пристроєм для збивання та ножами скребкового типу.

Для фризера суміш вводиться всередину циліндра фризера, де вона охолоджується та намерзає на внутрішній поверхні. Шар суміші, яка намерзає безперервно зрізується ножами, що закріплені на мішалці та притискаються до стінки. Процес заморожування значно прискорюється в результаті перемішування суміші, яке одночасно попереджає зростання кристалів одного з одним. Розмір та форма кристалів льоду, які утворюються при фризераванні залежать від швидкості заморожування суміші, її складу, збитості та розміру повітряних бульбашок, масової частки зв'язаної води.

У фризера повинна поступати суміш температурою 2...6°C. Температура морозива при виході з фризера в залежності від складу суміші, фасування та фасувального обладнання, яке використовується повинна бути в межах -3,5...5°C.

Після досягнення кріоскопічної температури вода в суміші морозива починає перетворюватися в дрібні кристали льоду. В результаті в незамерзій частині вологи підвищується концентрація розчинених речовин (сахарози, лактози, мінеральних солей) та знижується температура замерзання. Знову замерзає частина вологи, та знову ще більше знижується кріоскопічна температура. Таким чином, процес фризеравання здійснюється при температурі продукту, яка поступово знижується. Температура початку заморожування суміші залежить від її складу та коливається від -2,2°C до -3,5°C. Процес фризеравання завершується з досягненням температури морозива в межах -3,5...5°C

Повітряні бульбашки у морозиві, що формуються в процесі фризеравання, їх розміри, рівномірність розподілення, об'ємна частка повітря в продукті також значно впливають на структуру та смакові переваги морозива. Збитість сумішей обумовлюється їх складом та технологічними режимами обробки, видом та кількістю введеного стабілізатора. Об'ємна частка повітря в морозиві та розміри повітряних бульбашок залежать також від конструктивних особливостей фризера (швидкість обертання мішалки та її форма, примусова подача повітря тощо.), ступеню заповнення циліндра сумішшю (у фризерах періодичної дії).

При використанні фризера періодичної дії випускати морозиво з апарату слід після того, як збитість його складе не менше 50% для молочного, 60% для вершкового та пломбіру й 40% для фруктового, а температура його буде не вище -3,5°C. Для цього необхідно циліндр фризера заповнювати сумішшю не більше ніж на половину його об'єму та слідкувати за тим, щоб температура розсолу в сорочці циліндра не піднімалася вище -18°C.

Виморожена вода утворює кристали, середній розмір яких у морозиві 50...100 мкм. Отримання більших кристалів небажане, так як вони відчуються на смак та погіршують структуру продукту. Головні умови отримання дрібних кристалів – якісне перемішування суміші в процесі заморожування та висока швидкість охолодження.

У виробництві загартованого морозива продукт після фризеравання піддають подальшому заморожуванню (загартовуванню), намагаючись по можливості наблизити температуру морозива до температури камери зберігання. Цей процес потрібно проводити в максимально короткий строк, щоб не допустити суттєвого збільшення розмірів кристалів льоду.

Для загартовування фасованого морозива (в брикетах, стаканчиках тощо) у вітчизняній промисловості використовують спеціальні швидкоморозильні апарати з повітряним або розсільним охолодженням.

Для загартовування морозива за кордоном використовують плиткові швидкоморозильні апарати та морозильні тунелі безперервної дії. В морозильних тунелях морозиво загартовують в різних, в тому числі і у великих, упаковках при температурі повітря від  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $-45^{\circ}\text{C}$ . Температура фасованого морозива після загартовування у швидкоморозильних апаратах повинна бути не вище  $-18^{\circ}\text{C}$ . Перед закладанням в камеру зберігання дрібнофасоване морозиво піддають дозагартовуванню у загартовувальних камерах або камерах зберігання. Тривалість дозагартовування дрібнофасованого морозива складає від 24 до 36 год. Загартоване морозиво закладають у камеру зберігання.

Нефасоване морозиво в металевих гільзах, в картонних ящиках з поліетиленовими вкладишами та в полімерній упаковці загартовують в морозильних камерах при природній або штучній циркуляції повітря. Температура повітря повинна бути не вище  $-20^{\circ}\text{C}$ , а за відсутності на підприємстві компресорів двохступеневого стиску – не вище  $-18^{\circ}\text{C}$ . В зарубіжній практиці використовують і значно нижчі температури (до  $-30^{\circ}\text{C}$  і нижче). Температура морозива після загартовування повинна бути не вище  $-18^{\circ}\text{C}$ .

Процес *розфасовування та упаковки* таких видів морозива, як ескімо, брикети, сандвічі, морозиво в стаканчиках тощо, на великих підприємствах повністю механізований.

Зберігають морозиво усіх видів в холодильних камерах при температурі від  $-18^{\circ}\text{C}$  до  $-25^{\circ}\text{C}$ . Допустимі коливання температури не повинні перевищувати  $\pm 2^{\circ}\text{C}$ . Для зберігання якості морозива при транспортуванні та реалізації використовують сухий лід (тверду вуглекислоту), який має температуру  $-76^{\circ}\text{C}$ . Останнім часом для охолодження транспорту рекомендують використовувати рідкий азот.

Допустима тривалість зберігання (міс.): 1...1,5 (молочне морозиво), 1,5...2 (вершкове) та 2...3 (пломбір). *Дефекти готового морозива* поділяються на дефекти смаку та аромату, а також дефекти консистенції.

## Перелік літератури, необхідної для опрацювання курсу

1. Костенко В.І. Технологія виробництва молока і яловичини. Практикум. – К.: Центр навчальної літератури (ЦУЛ), 2022. – 400 с.
2. Шаблій Л.М. Технологія переробки молока : навчальний посібник. – К.: Кондор, 2024. – 308 с.
3. Гніцевич В.А. Харчові технології. Технологія продуктів тваринного походження [Текст] : навч. посібник. – Кривий Ріг : ДонНУЕТ, 2022. – 246 с..
4. Сучасні досягнення харчової науки : навчальний посібник для студентів і аспірантів спеціальності 181 «Харчові технології» : У 2-х ч. Ч. 2 / Ладики В. І., Шильман Л. З., Перцевой Ф. В. та ін.; за заг. редакцією Ладики В. І. Херсон : Олді+, 2022. 352 с. <https://repo.btu.kharkov.ua/handle/123456789/8268>
5. Поліщук Г.Є., Кочубей-Литвиненко О.В., Осьмак Т.Г., Басс О.О. Інноваційні харчові інгредієнти у технологіях молочних та молоковмісних продуктів: Підруч. За ред. Г.Є. Поліщука . К.: НУХТ. 2020. 222с.
6. Головка М. П., Власенко І.Г., Головка Т. М., Семко Т. В. Технологія молока та молочних продуктів з елементам НАССР: навчальний посібник. Х.: Світ Книг, 2021. 304 с.
7. Загальні технології харчової промисловості: навч. посібник / О.А. Савченко, О.В. Грек, М.С. Ніколаєнко, О.А. Топчій, А.В. Тимчук; Нац. ун-т біоресурсів і природокористування України. – Київ : Компрінт, 2021. 293 с.
8. Грек, О. В. Наукові основи безвідходних технологій відновлюваної сировини : підручник. Розділ 4. Білкові, вуглеводні та жирові компоненти у виробництві молочних продуктів / О. В. Грек, О. О. Онопрійчук. Київ : НУХТ, 2020.
9. Технологія переробки молока: навч.-метод. посіб. до виконання лаб.-практ. робіт / В.Г. Пелих, В.М. Ковбасенко, І.О. Балабанова; Херсон. держ. аграр.-екон. ун-т, каф. технологій переробки та зберігання с.-г. продукції. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2022. 166 с.
10. Савченко О.А., Грек О.В., Тимчук А.В. Загальні технології харчової промисловості. Ч.2. Інновації молокопереробної галузі: Підручник. К.; ЦП «Компринт», 2024. 343 с.
11. Науково-практичні аспекти технології сиркових виробів із зерновими інгредієнтами: монографія / О.А. Савченко, О.О. Онопрійчук, О.В. Грек; Національний університет біоресурсів і природокористування України. - Київ : Компрінт, 2021. - 198 с. - укр.
12. Інноваційні технологічні аспекти перероблення молока на білкові концентрати та сироваткові напої / Савченко О.А., Грек О.В., Пшенична Т.В. Монографія. К.: ЦП “Компринт”, 2020. 183 с.
13. Borawski, P.; Pawlewicz, A.; Parzonko, A.; Harper, J.K.; Holden, L. Factors Shaping Cow’s Milk Production in the EU. Sustainability. 2020. Vol. 12. P. 420. DOI: <https://doi.org/10.3390/su12010420>
14. Tsisaryk O., Musii L., Dronyk G., Drach M., Slyvka, I. Development of kefir technology with celery pure. Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 2022. Vol. 24(98). P. 57–64. <https://doi.org/10.32718/nvlvet-f9811>

15. Козак О. А. Розвиток світового виробництва та торгівлі молочними продуктами. Економіка АПК. 2020. № 2. С. 84–92. DOI: <https://doi.org/10.32317/2221-1055.202002084>
16. Місюк М.В., Заходим М.В. Розвиток ринку молока в контексті забезпечення продовольчої безпеки країни. Економіка АПК. 2021. № 1. С. 34–43. DOI: <https://doi.org/10.32317/2221-1055.202101034>
17. Mysyuk M., Zakhodym M., Ievstafieva Y., Susharnyk Y., Misko A., Reznik N. Problems of Food Security in Modern Conditions of Ukraine. *International Journal of Advanced Science and Technology*. 2020. Vol 29(9s). P. 4606-4613. URL: <http://sersc.org/journals/index.php/IJAST/article/view/17171>
18. Panasyuk, S., Taraymovich, I. & Sydoruk, T. (2025). Chapter 4. Development and characterization of ice cream containing vegetable oils. In: Priss, O. (Ed.). *Innovative approaches in food processing and sustainability*. Tallinn: Scientific Route OÜ. P. 74-91. <https://doi.org/10.21303/978-9908-9706-2-2.ch4>

## Зміст

<b>Вступ</b>	3
<b>Тема 4.1.</b> Процеси транспортування, зберігання та розділення молока.....	4
<b>Тема 4.2.</b> Процеси гомогенізації, охолодження та пастеризації молока і молочних продуктів.....	14
<b>Тема 4.3.</b> Виробництво вершкового масла.....	19
<b>Тема 4.4.</b> Сучасні технології та обладнання для виготовлення сиру.....	26
<b>Тема 4.5.</b> Сучасні технології та обладнання для виготовлення морозива.....	33
<b>Перелік літератури, необхідної для опрацювання курсу</b> .....	38
<b>Зміст</b> .....	40

Для нотаток

**Загальні технології в харчовій галузі. Модуль 4. Технологія молока та молочних продуктів** [Текст]: Конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня освітньо-професійної програми «Харчові технології» галузь знань G Інженерія, виробництво та будівництво спеціальності G13 Харчові технології денної та заочної форм навчання/ уклад. І.В. Тараймович. – Луцьк: ЛНТУ, 2026. – 42 с.

Комп'ютерний набір та верстка:

І.В. Тараймович.

Підписано до друку . Формат 60x84/16. Папір офс.  
Гарн. Таймс. Ум. друк. арк. 4,75. Обл.-вид. арк. 4,5.  
Тираж 50 прим. Зам. .

Кафедра харчових технологій та хімії  
Луцький національний технічний університет  
43018 м. Луцьк, вул. Львівська, 75  
Друк – ІВВ ЛНТУ