

**ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ  
МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМЕНІ С. З. ГЖИЦЬКОГО**

Факультет харчових технологій та біотехнологій

Кафедра технології молока і молочних продуктів

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА  
на здобуття освітнього ступеня магістра**

зі спеціальності 181 «Харчові технології»

(шифр та найменування спеціальності)

за освітньо-професійною програмою «Технології зберігання,  
консервування та переробки молока»

(назва магістерської програми)

на тему: **«ТЕХНОЛОГІЯ ЗЕРНИСТОГО СИРУ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ  
БІЛКОВИХ КОНЦЕНТРАТІВ»**

**Виконавець:**

**Дацко С.В.**

(прізвище та ініціали)

**Науковий керівник:**

**Сливка І.М.**

(прізвище та ініціали)

**Рецензент:**

**Галух Б.І.**

(прізвище та ініціали)

ЛЬВІВ – 2023

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ**  
**МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЇ ІМЕНІ С. З. ГЖИЦЬКОГО**

Факультет Харчових технологій та біотехнологій  
Кафедра Технології молока і молочних продуктів  
Ступінь вищої освіти Магістр  
Спеціальність 181 «Харчові технології»  
Освітньо-професійна програма Технології зберігання, консервування та переробки молока

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри, \_\_\_\_\_  
Д.С-Г.Н., професор Цісарик О.Й.  
“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2023 року

**З А В Д А Н Н Я**  
**на кваліфікаційну роботу магістра**

**Дацку Святославу Васильовичу**  
(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи: **«ТЕХНОЛОГІЯ ЗЕРНИСТОГО СИРУ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ БІЛКОВИХ КОНЦЕНТРАТІВ»**

Керівник роботи: Сливка Ірина Миколаївна, к.с.-г. н, доцент  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ректора закладу вищої освіти

№ \_\_\_\_\_ від « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 року

2. Строк подання студентом роботи \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до роботи

Технологічна інструкція та ДСТУ 4554:2006 Сир кисломолочний. Технічні умови.

4. Зміст кваліфікаційної роботи (перелік питань, які потрібно розробити) анотація, вступ, огляд літератури, матеріали і методи досліджень, результати власних досліджень, економічна ефективність проведених досліджень, висновки, пропозиції виробництву та список використаної літератури.

5. Перелік графічного матеріалу: таблиці, рисунки, графіки. Представлення результатів магістерської роботи у вигляді мультимедійної презентації.

## 6. Консультанти розділів роботи

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата   |                  |
|--------|-------------------------------------------|----------------|------------------|
|        |                                           | завдання видав | завдання прийняв |
| 1,2,3  |                                           |                |                  |
| 4      |                                           |                |                  |
|        |                                           |                |                  |
|        |                                           |                |                  |
|        |                                           |                |                  |
|        |                                           |                |                  |
|        |                                           |                |                  |

7. Дата видачі завдання 12 травня 2023 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів дипломної роботи                 | Строк виконання етапів роботи | Примітка |
|-------|-----------------------------------------------|-------------------------------|----------|
| 1     | Вступ                                         | 24.05.23                      |          |
| 2     | Огляд літератури                              | 30.05.23                      |          |
| 3     | Матеріали та методи дослідження               | 24.06.23                      |          |
| 4     | Результати власних досліджень                 | 28.09.23                      |          |
| 5     | Економічна ефективність проведених досліджень | 25.10.23                      |          |
| 6     | Висновки і пропозиції                         | 26.11.23                      |          |
|       |                                               |                               |          |
|       |                                               |                               |          |
|       |                                               |                               |          |
|       |                                               |                               |          |
|       |                                               |                               |          |
|       |                                               |                               |          |
|       |                                               |                               |          |
|       |                                               |                               |          |

Магістрант \_\_\_\_\_ Дацко С.В.  
( підпис ) (прізвище та ініціали)

Науковий керівник \_\_\_\_\_ Сливка І.М.  
( підпис ) (прізвище та ініціали)

## **Зміст**

|                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------|----|
| <b>ВСТУП</b>                                                       | 5  |
| <b>ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ</b>                                            | 7  |
| 1.1. Особливості технології м'яких сирів                           | 7  |
| 1.2. Класифікація м'яких сирів                                     | 9  |
| 1.3. Основні технологічні процеси під час виробництва сиру         | 13 |
| 1.4. Особливості виробництва зернистого сиру                       | 23 |
| 1.5. Білкові концентрати. Види і застосування                      | 34 |
| <b>МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ</b>                              | 40 |
| 2.1. Матеріали, використанні для експериментальних досліджень      | 40 |
| 2.2. Методи дослідження молока                                     | 43 |
| 2.3. Методи дослідження сирного згустку і готового продукту        | 47 |
| <b>РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕННЯ</b>                              | 53 |
| 3.1. Показники якості сировини                                     | 53 |
| 3.2. Розроблення технології зернистого сиру                        | 54 |
| 3.3. Рецепт на виробництво сиру                                    | 57 |
| 3.4. Визначення динаміки зміни рН згустку                          | 60 |
| 3.5. Оцінка показників виходу зернистого сиру                      | 60 |
| 3.6. Оцінка структури сирних зерен та органолептичних властивостей | 64 |
| 3.7. Фізико-хімічні показники зернистого сиру                      | 65 |
| 3.8. Оцінка мікробіологічних показників сиру                       | 66 |
| 3.9. Оцінка біологічної цінності розробленої технології сиру       | 68 |
| <b>ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОВЕДЕНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ</b>               | 68 |
| <b>ВИСНОВКИ</b>                                                    | 72 |
| <b>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</b>                              | 73 |

## ВСТУП

Попит на молочні продукти в Україні та в усьому світі постійно збільшується. Цей продукт є дуже рентабельний через високий попит, але доволі обмежену пропозицію. Тим не менш, виробники молочних продуктів стикаються з проблемою низького вмісту в молоці та молочних продуктах білка, що ускладнює регулювання харчової цінності. Білки – найцінніші компоненти сиру. Пошук та вивчення нових способів використання білкових харчових ресурсів, створення якісно нових продуктів із високим вмістом білка є актуальним напрямом сучасної науки про їжу. Надійним шляхом, який гарантує ефективне вирішення цієї проблеми, є включення до раціону харчування спеціалізованих продуктів, збагачених цінним білком [19,22].

У США та світі зернистий сир є доволі широко розповсюдженим [22]. Традиційна технологія його виробництва передбачає використання вершків, а саме поєднання його з вершками, жирність яких становить в межах 10-20%. Показники титрованої кислотності готового продукту приблизно становить 150 °Т. Основні характеристики для сиру це чистий кисломолочний смак і запах з нотками вершкового. Щодо зовнішнього вигляду, то це м'яка сирна маса з чітко вираженими округлої форми зернами, які занурені у вершки. Основою для виробництва зернистого сиру слугує високоякісне молоко, яке відповідає вимогам нормативно-технічної документації, спеціальне устаткування і відпрацьована технологічна схема [22].

Кисломолочний зернистий сир здебільшого виготовляють сижучно-кислотою коагуляцією. Важливим моментом у технології є етап двохразового промивання сирного зерна водою різної температури. Це забезпечує формування та утворення рівних гладеньких країв сирного зерна і відповідно це впливає на зниження показників титрованої і активної кислотності [22].

Метою магістерської роботи було обґрунтування та розроблення технології зернистого сиру збагаченого білковими концентратами та вивчення їх впливу на перебіг технологічних процесів. Також важливим було здійснити підбір білкового концентрату з оптимальним вмістом білків, відповідно вивчити

в подальшому вплив на якість сирного зерна та та дослідити біологічну цінність сиру.

Тому для виконання магістерської роботи були поставлені наступні завдання:

- вивчити особливості технології зернистого сиру;
- дослідити сучасний ринок вітчизняних білкових концентратів;
- розробити схему виробництва зернистого сиру із додаванням білкових концентратів;
- провести виготовлення продукту;
- охарактеризувати продукт за основними властивостями (органолептичні, фіз.-хім. та мікроб.);
- встановити термін зберігання продукту та його біологічну цінність;
- розрахувати собівартість виробництва сиру.

## 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

### 1.1. Особливості технології м'яких сирів

Поняття «м'які» сири пов'язують з вмістом вологи в знежиреній частині продукту. За класифікацією сирів, розробленою у 2003 році в Україні, показник твердості в них повинен складати не менше 69 % [38]. М'які сири виробляють з пастеризованого молока. За температурними режимами, які застосовують для теплового оброблення нормалізованого молока, їх умовно можна поділити на три групи. До першої групи входять м'які сири, при виробленні яких пастеризацію молока проводять при температурі (74–76) °С; до другої – сири, що виробляються при більш високій температурі пастеризації (80–90) °С; до третьої – сири, у яких температура пастеризації молока знаходиться в межах (93–95) °С. Підвищена температура пастеризації більш ефективна з точки зору пригнічення життєдіяльності мікрофлори сирого молока. Використання температури пастеризації вище 85 °С, дозволяє забезпечити ефективність процесу 99,99 %. Але чим вища температура теплового оброблення, тим більш глибокі зміни відбуваються з компонентами молока. Найбільш чутливими до температури є сироваткові білки. Відбувається майже повна їх денатурація і агрегація, внаслідок яких сироваткові білки коагулюють разом з казеїном, що дозволяє підвищити ступінь використання білків молока при виробництві м'яких сирів і збільшити вихід готового продукту [43]. Класифікація м'яких сирів в залежності від заквашувальних культур, які використовують у процесі їх виробництва та умов визрівання наведена на рис. 1.1. Особливу цікавість сьогодні представляють м'які сири, які реалізують у свіжому вигляді (такі сири на споживному ринку України є альтернативою сирам кисломолочним), а також розсольні сири, які в 1,3-1,8 раз дешевші від твердих і напівтвердих сирів, тому користуються попитом серед споживачів. У групі розсольних сирів найбільш поширеними на ринку України є Фета, Бринза і Моцарелл [38].

Перевагами виробництва м'яких сирів є – ефективне використання сировини; – можливість реалізації сиру без визрівання або з коротким терміном визрівання (не більше 14 діб); – високі органолептичні показники; – високі

харчова та біологічна цінність; – швидка оборотність капіталовкладень. На споживному ринку України сегмент м'яких сирів, в основному, представлений продуктами, які експортують з країн Євросоюзу [43].

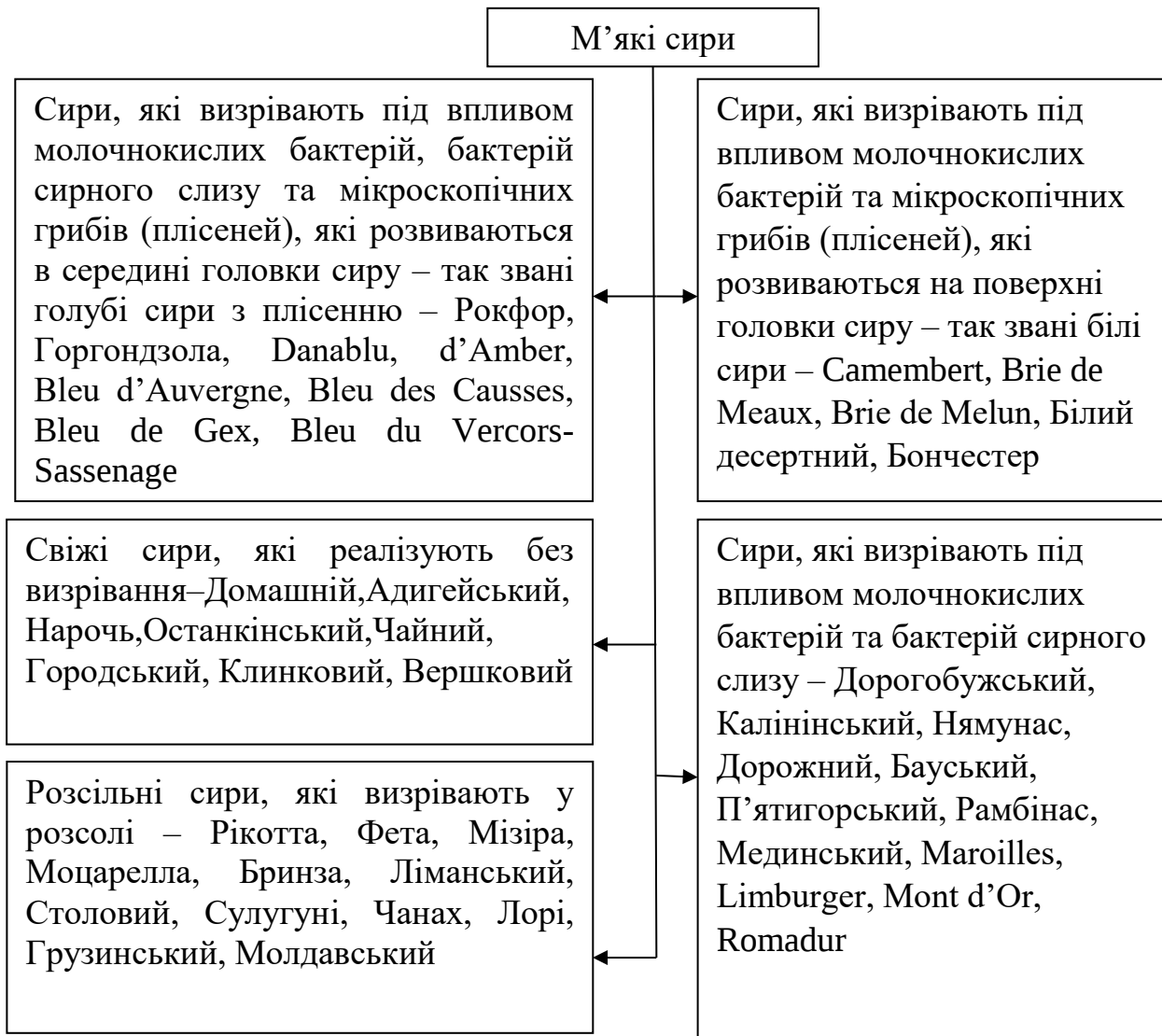


Рис. 1.1. Класифікація м'яких сирів

Різноманіття сирів, в т.ч. м'яких, їх видові особливості, неперевершена гама смакових відчуттів забезпечуються використанням у технологічному процесі виробництва молокозсідальних ферментів різного походження та мікрофлори заквашувальних композицій різних видів та штамів [38].

## 1.2. Класифікація м'яких сирів

Залежно від виду застосовуваних мікроорганізмів, що беруть участь у виробленні і дозріванні, м'які сири поділяють на три групи [44].

**I група** – сири, що дозрівають за участю слизу:

- сири, що дозрівають за участю молочнокислих бактерій і поверхневої мікрофлори сирного слизу (Дорогобужський, калінінський, дорожній, рамбінас, Нямунас, бауський, земгальской та ін.). Сири мають гострий, пікантний смак, злегка аміачний запах. Консистенція ніжна масляниста;
- сири, що дозрівають за участю молочнокислих бактерій, а також білої плісняви і мікрофлори сирної слизу, що розвиваються на поверхні сиру (смоленський, Невшатель і ін.). Смак і запах сирів гострі, пікантні, злегка аміачні, з грибним присмаком. Консистенція ніжна, масляниста [44].

**II група** – сири, що дозрівають за участю цвілі:

- сири, що дозрівають за участю молочнокислих бактерій і білої плісняви, яка розвивається на поверхні сиру (білий десертний, «Російський, камембер» та ін.). Смак і запах сирів гострі, пікантні, перцеві. Консистенція ніжна масляниста;
- сири, що дозрівають за участю молочнокислих бактерій і блакитної цвілі, що розвивається в тісті сиру (рокфор та ін.). Смак і запах гострі, пікантні, перцеві. Консистенція ніжна масляниста [44].

**III група** – сири свіжі, що виготовляються за участю молочнокислих бактерій (адигейський, домашній, чайний, Клинкова, Нарочь, Моаль та ін.) [16].

М'які сичужні сири виробляють з молока високого ступеня зрілості, кислотністю 22-24 °Т, за винятком свіжих сирів без дозрівання, для яких використовують молоко кислотністю до 20 °Т. При виробництві свіжих сирів

використовують такі способи коагуляції білків молока: кислотний, кислотносичужний, термокислотний і термокальцієвий [43].

На відміну від твердих сирів м'які сичужні сири мають підвищений вміст вологи, застосовуючи короткочасну обробку сирного зерна без другого нагрівання.

Під час формування і самопресування інтенсивно відбувається молочнокисле бродіння, в результаті якого вже у перші дні дозрівання в сирній масі не виявляється молочного цукру і активна кислотність досягає 4,2-4,5 од. рН. При такій кислотності сирної маси створюються сприятливі умови для розвитку поверхневої мікрофлори [43].

У результаті життєдіяльності поверхневої мікрофлори (цвілі, дріжджі) протеоліз протікає з утворенням лужних продуктів розпаду, в тому числі й аміаку. При цьому знижується кислотність сирної маси. До кінця дозрівання рН сирної маси підвищується до 6,0-6,5, що є оптимальною величиною для дії бактеріальних ферментів [44].

Аміак, що виділився при розпаді білка, надає сирам специфічний запах, а вільні карбонільні кислоти, альдегіди і кетони, що утворюються в результаті гідролізу молочного жиру під дією ферменту цвілі ліпази, сприяють формуванню грибного смаку. М'які сири виробляють невеликих розмірів з високою питомою поверхнею, що посилює вплив поверхневої мікрофлори на процес дозрівання сиру [43].

*Дорогобузький сир.* Основні показники технологічного процесу виробництва Дорогобузького сиру наступні: масова частка жиру в сухій речовині не менше 45 %; вміст вологи після самопресування 50-52 %, вміст вологи в зрілому сирі 45-47 %; вміст кухонної солі в зрілому сирі не більше 2,5 %; оптимальне значення рН сиру: після самопресування 5,3-5,4, після соління 5,2-5,3, зрілого 5,5-5,6; тривалість дозрівання 1,5 міс [44].

При виробництві сиру Дорогобузького сиру передбачено два варіанти дозрівання молока: сирого і пастеризованого [43].

У підготовлене до згортання молоко вносять хлорид кальцію і 1,5-2 % бактеріальної закваски. Кислотність молока перед згортанням 21-22 °Т. Згортання молока триває 40-60 хв при температурі 30-32 °С. Готовий згусток розрізають на кубики розміром 10-15 мм, які залишають в спокої на 5-10 хв. Потім проводять постановку зерна протягом 10-15 хв до отримання зерна величиною 8-10 мм. Після постановки зерно вимішують 30-50 хв. У разі недостатнього зневоднення сирну масу нагрівають на 1-2 °С вище початкової температури згортання. Після закінчення обсушки зерна видаляють 60 % сироватки і приступають до формування. Формують сир наливом або насипом на спеціальному формувальному столі чи в групових та індивідуальних формах. У приміщенні для формування і самопресування підтримують температуру 15-18 °С [43].

Солять сир у 18-20 % розсолі температурою 10-12 °С протягом 10-12 год. посолені сири направляють у приміщення для дозрівання при температурі 12-14 °С і відносній вологості повітря 92-95 %. Сири через 1-2 доби перевертають, при цьому спостерігають за виділенням вологи. На 6-7 добі на сирах з'являється слиз світло-жовтого кольору, який у міру дозрівання змінюється до жовтувато-коричневого. Утворений слиз розподіляють рівномірно по всій поверхні сиру. З моменту її появи сири обтирають через кожні 3-5 доби до повного дозрівання [43].

Перед пакуванням зрілі сири обсушують в приміщенні при відносній вологості повітря 85 %, загортають у пергамент або фольгу. Потім сири загортають в обгортковий папір, укладають в ящики з перегородками у два ряди по висоті. На заводі сир зберігають не більше 10 діб при температурі 2-8 °С [38].

*Сири, що дозрівають за участю плісняви*

*Білий десертний сир.* Основні показники технологічного процесу виробництва білого десертного сиру наступні: масова частка жиру в сухій речовині не менше 50 %; вміст вологи після самопресування 70-75 %, вміст вологи в зрілому сирі 60-65 %; вміст кухонної солі в зрілому сирі не більше 2,5

%, активна кислотність перед солінням сиру 4,6-4,7, зрілого сиру 4,7-4,9; тривалість дозрівання 8-12 діб [44].

Для вироблення сиру використовують свіже молоко кислотністю не вище 19 °Т. Молоко пастеризують при температурі 84-85 °С з витримкою 20-25 с. У пастеризоване і охолоджене до температури згортання 35-38 °С молоко вносять розчин хлориду кальцію з розрахунку 10-30 г сухої солі на 100 кг молока. Оскільки кислотність молока перед згортанням повинна бути 21-22 °Т, у молоко вносять 1,5-2,0 % бактеріальної закваски для сирів з низькою температурою другого нагрівання і витримують до наростання необхідної кислотності. Молоко згортається за допомогою молокозсідальних ферментів протягом 60-90 хв у спеціальних ваннах місткістю не більше 600 л. Білий десертний сир може бути вироблений не тільки на обладнанні періодичної дії, але і на поточно-механізованої лінії для сиру «Російський камамбер». Згусток розрізають на кубики розмірами 30х30х30 мм, витримують 5-10 хв і формують. Згусток обережно виливають у форми і залишають для самопресування протягом 18-20 год. при температурі 24-26 °С взимку і 20-22 °С влітку. Самопресування закінчують, коли рН сирної маси буде дорівнювати 4,6-4,7 од. Під час відділення сироватки сири перевертають через 30-40 хв, 1,5-2 год. і 4-6 год. після початку самопресування. Сири солять протягом 40-60 хв в розсолі температурою 14-15 °С, масова частка хлориду натрію становить 20-22 %. Після соління сири заселяють спорами цвілі *Penicilium. Caseicolum* шляхом розбризкування водного змиву цвілі з розпилювача. Потім сири направляють на дозрівання в камеру з температурою 8-10 °С і відотною вологістю 90-92 % на 8-12 діб. Зрілий сир загортають у лаковану або кашовану фольгу і вкладають в індивідуальні картонні коробки [44].

#### *Свіжі сири.*

*Адигейський сир.* Основні показники технологічного процесу виробництва адигейського сиру наступні: масова частка жиру в сухій речовині не менше 45 %; вміст вологи не більше 60 %; вміст кухонної солі не більше 2 %. Адигейський сир виробляють з нормалізованого пастеризованого молока кислотністю не вище

21 °Т шляхом кислотної коагуляції білків молока. Згортання молока здійснюється кислою молочною сироваткою з наступною спеціальною обробкою отриманого згустку. Кисла сироватка виходить зі свіжої профільтрованої сироватки, яку зберігають в ємності до наростання кислотності до значень 85 ...100 °Т. Для прискорення наростання кислотності в сироватку додають до 1 % закваски, приготовленої на культурах болгарської палички або *L. helveticus*. У пастеризоване до 93-95 °С нормалізоване молоко вносять кислу сироватку у кількості 8-10 % від маси молока. Сироватку виливають обережно, невеликими порціями. Утворений сирний згусток витримують при температурі 93-95 °С до 5 хв. Сироватка повинна виділятися жовтувато-зеленуватого кольору з кислотністю 30-33 °Т. Сирну масу викладають сітчастим ковшем на довгій ручці в конічні плетені кошики чи інші форми, одночасно зливаючи сироватку з ванни. Щоб уникнути пригорання білка сироватку з ванни видаляють не повністю. Сир у формах піддають самопресуванню протягом 10-16 хв. За цей час сир один раз перевертають, злегка струшуючи форму. Після самопресування сир перекладають у металеві форми і одночасно проводять соління сухий кухонною сіллю за допомогою дозатора – по 15 г на верхню і нижню поверхню. Для просалювання і обсушки сир у формах направляють в камеру з температурою 8-10 °С, де його витримують не більше 18 год., при цьому перевертають 1-2 рази. Готовий продукт упаковують в пергамент, целофан або полімерні плівки і направляють на реалізацію. Тривалість зберігання адгейського сиру на підприємстві-виробнику після закінчення технологічного процесу не повинна перевищувати 3 діб [38,43,44].

### **1.3. Основні технологічні процеси під час виробництва сиру**

#### **1.2.1. Сиропридатність сировини**

Сир можна виробляти лише з сиропридатного молока, яке характеризується певними органолептичними і фізико-хімічними показниками. Так, воно повинно мати характерні для молока смак, запах, колір і консистенцію, титрована кислотність 16...18 °Т; густину не менше 1027 кг/м<sup>3</sup>; масову частку

жиру не менше 3,2 %; білка не менше 3,0 % (в тому числі казеїну не менше 2,6 %); співвідношення між жиром і білком 1,1...1,25; містити оптимальну кількість кальцію. Молоко повинно згортатися під дією сичужного ферменту і бути хорошим середовищем для розвитку молочнокислих бактерій. Високі вимоги пред'являють до молока за гігієнічними показниками – ступеня чистоти, бактеріального обсіменіння, наявності інгібуючих речовин, кількістю соматичних клітин. Сиропридатне молоко повинне містити достатню кількість молочнокислих бактерій – стрептококів і паличок. Кількість цієї мікрофлори в молоці визначає ступінь його зрілості та придатність для виготовлення сиру. Для зрілого молока також характерне підвищення розчинності солей, зокрема, фосфату кальцію. У свіжовидоєному молоці велика частина цієї солі знаходиться в колоїдному стані, внаслідок чого сповільнюється згортання молока і отримання згустку. Під час дозрівання молока утворюється молочна кислота, яка сприяє переходу погано розчинних фосфатів у більш розчинні солі [44].

При виробництві різних видів сирів потрібна різна ступінь зрілості молока, яка обумовлює спосіб його оброблення і кислотність свіжого сиру. Так, кислотність молока перед згортанням для швейцарського і радянського сирів повинна бути 18...20 °Т, для голландського і ярославського – 17...19 °Т, для сирів типу чеддер – 20...22 °Т, м'яких – 22...23 °Т [44].

### ***1.2.2. Нормалізація молока за вмістом жиру***

Кожен вид сиру повинен містити певну кількість жиру в сухій речовині. Вона визначається вмістом жиру у вихідному молоці, тому його необхідно нормалізувати, користуючись спеціальними таблицями. При високій жирності молока його нормалізують видаленням певної частини жиру сепаруванням або додаванням знежиреного молока; при його недостатці до молока додають вершки. При цьому широке застосування у виробництві сирів отримали сепаратори-нормалізатори [43].

В останні роки сироробних підприємств застосовують спосіб регулювання жирності суміші за співвідношенням жиру і білка у вихідному молоці з

урахуванням коефіцієнта їх використання. Коефіцієнт визначають дослідним шляхом. Для цього виробляють сир за існуючими нормами суміші, визначаючи вміст білка в молоці і кількість жиру в сухій речовині сиру після його пресування (яке повинно бути на 1...1,5 % вище, ніж у зрілому сирі за стандартом). При невідповідності фактичного вмісту жиру заданому значенню розраховують поправочний коефіцієнт [44].

### ***1.2.3. Пастеризація молока***

Головна мета пастеризації – знищення вегетативних форм шкідливої мікрофлори, яка потрапила у молоко із зовнішнього середовища. Встановлено, що пастеризація прискорює дозрівання і, внаслідок кращого використання білка і жиру і більшого затримання вологи в сирній масі, збільшує вихід сиру. З пастеризованого молока виходять сири кращої якості, ніж з сирого молока. Однак зміни, які виникають в молоці під впливом високої температури, мають і негативні наслідки, наприклад, розчинні солі кальцію переходять в нерозчинний стан, змінюються структура та властивості білків. Внаслідок цього, згортання молока під впливом сичужного ферменту значно погіршується, утворюється пухкий згусток, який погано піддається нормальній обробці і утворює так званий сирний пил, який залишається в сироватці. Це призводить до зниження виходу і якості сиру. Тому в сироварінні прийняті невисокі температури пастеризації [43].

В залежності від типу пастеризаційних установок в сироварінні застосовують тривалу пастеризацію при температурі 63... 65 °C з витримкою 20 хв або короткочасну – при 71...72 °C з витримкою 20... 25 с [43].

### ***1.2.4. Підготовка молока до зсідання***

До цієї операції відноситься охолодження молока, внесення хлориду кальцію, нітратів, фарби і бактеріальної закваски.

Пастеризоване нормалізоване молоко охолоджують до температури, яку встановлюють залежно від виду вироблюваного сиру, жирності суміші та якості молока, температури приміщення та пори року. Температуру в сироварінні при

сичужному зсіданні підтримують в межах від 28 до 36 °С. Взимку його згортають при більш високих температурах. Хлорид кальцію, внесений в пастеризоване молоко, покращує осадження білків молока і забезпечує одержання щільного згустку. В залежності від складу і властивостей молока в нього вносять хлорид кальцію у кількості від 10 до 40 г безводної солі на 100 кг молока (у вигляді 40 %-го розчину). Для приготування такого розчину 4 кг безводного хлориду кальцію розчиняють в 1,5 л нагрітої до 95 °С води; після відстоювання його обов'язково фільтрують і зберігають у закритому скляному посуді [44].

При виробництві сирів з низькою температурою другого нагрівання після внесення в молоко розчину хлориду кальцію рекомендується застосовувати фосфат натрію у вигляді 40 %-го розчину. Щоб попередити розвиток газоутворюючих бактерій і спучування сиру, застосовують нітрат калію (або натрію). Їх додають в кількості до 30 г на 100 л молока у вигляді водного розчину після внесення хлориду кальцію [44].

Для надання сирному тісту яскраво-жовтуватого кольору можна застосовувати сирну фарбу ВТУ-56. У молоко її вносять у вигляді 3 %-го водного розчину з розрахунку 5 мл на 100 л молока у весняно-літній і 10 мл – в осінньо-зимовий період. Розчини хлориду кальцію, нітратів і фарби слід додавати в молоко до внесення бактеріальної закваски [43].

Заквашувальні культури для виробництва сиру складаються з чистих, спеціально підібраних культур молочнокислих бактерій – молочнокислих стрептококів і молочнокислих (сирних) паличок. Збагачення суміші молока молочнокислої мікрофлорою зумовлює дозрівання сиру, його смак і аромат. Кількість бактеріальної закваски, яка повинна бути внесена в суміш молока, встановлюють залежно від виду сиру і зрілості молока. При виробництві твердих сирів в пастеризоване молоко вносять від 0,2 до 0,5 % закваски, при виробленні м'яких сирів – 3...5 % закваски. Закваску вносять перед згортанням молока сичужним ферментом [44].

### **1.2.5. Зсідання молока**

Для зсідання молока при виробництві сиру застосовують сичужний фермент і пепсин, а також ферментні препарати на їх основі. Сичужний фермент одержують із сичуга (четвертого відділення шлунків) забитих телят і ягнят переважно в період годування їх молоком, а пепсин – зі шлунків дорослих свиней і великої рогатої худоби. Виробляють сичужний фермент, пепсин у вигляді порошку. Активність усіх ферментів становить 100 000 ум. од. Це означає, що 1 г ферменту згортає протягом 40 хв при температурі 35 °С 100 кг молока [38].

Для визначення потреби сичужного ферменту спочатку перевіряють його зсідаючу здатність. Для цього користуються спеціальним приладом, який являє собою металеву емальований кухоль місткістю близько 1 л. На внутрішній її поверхні нанесена шкала з п'ятьма поділками. На дні є отвір, закрите гумовою пробкою з вмонтованою трубкою для вільного виходу молока. Прилад наповнюють молоком, підготовленим у ванні для заквашування, і ставлять на край ванни так, щоб воно стікало через трубочку в ванну. Коли рівень молока в приладі досягне верхнього поділу, швидко, при енергійному розмішуванні молока шпателем, до нього додають 10 мл розчину ферменту. Останній готують наступним чином: одну ложечку сичужного порошку (2,5 г) змішують з такою ж кількістю солі і розчиняють у 95 мл води (температурою 35 °С). У момент утворення згустку в приладі припиняється витікання молока внаслідок збільшення його в'язкості. Поділ на шкалі приладу, відповідне рівню згорнутого молока, показує кількість сичужного порошку в грамах, необхідне для згортання 100 кг молока протягом 30 хв. Якщо для згортання молока застосовують пепсин, то його розчин готують з використанням кислоти (60...70 °Т) пастеризованої сироватки, підігрітої до температури 40...50 °С. Розчин пепсину настоюють 5...6 год. при кімнатній температурі. Зберігають розчин в темному посуді, перед використанням його старанно перемішують. Визначивши активність ферменту, розраховують потрібну його кількість для зсідання підготовленого молока. Температура зсідання молока знаходиться в межах 28...36 °С. Від правильності вибору температури залежить подальший розвиток молочнокислих бактерій і

характер зміни сичужного згустку. При виробництві твердих сирів молоко згортається при високих температурах (32...35 °C), а при виробництві м'яких – при низьких (28...32 °C) [38].

Тривалість згортання залежить від температури суміші молока, його кислотності, кількості внесеного ферменту. При виробленні твердих сирів вона становить 25...35 хв, м'яких – 50...90 хв. Готовий згусток повинен мати певну густину і нормальну міцність, рівну гладку поверхню. Ознаками готовності згустку є консистенція (при його зламі під невеликим кутом) розколу з гострими краями без пластівців білка і виділення сироватки світло-зеленого кольору [44].

#### ***1.2.6. Обробка згустку і сирного зерна***

Утворений згусток розрізають за допомогою спеціальних ножів для видалення з нього вологи (сироватки) та отримання сирного зерна потрібної величини. Наприклад, дрібне зерно (2...4 мм) утворюється при виробленні швейцарського сиру, середнє (5...6 мм) – для голландського і найбільше (20...30 мм) – при виробленні м'яких сирів.

Після доведення зерна до потрібного розміру сирну масу вимішують (обсушують) для подальшого виділення сироватки, зміцнення зерна і надання йому округлої форми. Потім проводять друге нагрівання; температуру його встановлюють для сирів групи голландського від 38 до 42 °C, для сирів швейцарського і радянського – 48...58 °C. При нагріванні щільність сирного зерна зростає, тому щоб уникнути злипання його і утворення грудок сирну масу весь час енергійно і безперервно перемішують за допомогою спеціальних інструментів протягом 10...30 хв для сирів з низькою температурою другого нагрівання і 25...50 хв – для сирів з високою температурою [44].

#### ***1.2.7. Формування і пресування сиру***

Сир формують двома способами: наливом і з пласта. Наливом формують латвійський, Дорогобужський, розсольні сири і багато інших. З пласта формують більшість твердих сирів – швейцарський, радянський, голландський,

ярославський і т.п. Щоб перетворити сирну масу в суцільний сирний пласт, їй дають вільно осісти на дно і придбати певну твердість, після чого з ванни видаляють сироватку. Для цього обсушене зерно зрушують перфорованим збирачем (вручну або за допомогою пневматичних пристроїв) до торцевої сторони ванни в пласт і видаляють частину сироватки. Далі на пласт накладають пресовані пластини і підпресовують протягом 20...30 хв. Після закінчення виділення сироватки, коли пласт досягне певної щільності, його розрізають на рівні шматки і укладають в заздалегідь підготовлені форми. Наповнені форми витримують протягом 30...60 хв, перевертаючи 3...4 рази через кожні 3...5 хв для самопресування. Перед пресуванням сир виймають з форми, маркують казеїнові цифрами і загортають у тонкі, чисті, міцні, змочені водою серветки (мокра серветка добре пристає до сиру). На серветках не повинно бути зморшок. Загорнутий в серветки сир знову поміщають у форми і пресують. Більшість твердих сирів пресують під тиском від 20 до 60 кг (0,1...0,4 кПа) на 1 кг сиру. Як правило, всі дрібні сири пресують протягом 1,5...4 год., великі – 12...18 год., а чеддер – протягом 14...24 год. Закінченням пресування вважають припинення відділення сироватки [44].

На заводах використовують вертикальні і горизонтальні пневматичні преси, а також тунельні преси. Сири, що виробляються з високим вмістом вологи (м'які, розсольні і також група латвійського сиру), не піддають примусовому пресуванню – вони самопресуються під тиском власної маси. Щоб ці сири пресувалися рівномірно, їх перевертають спочатку через кожні 15...30 хв, а потім через 1..1,5 год.; самопресування триває від 12 до 24 год [43].

### ***1.2.8. Соління сиру***

Сіль надає сирам смак і, крім того, впливає на процес дозрівання сиру, консистенцію, рисунок і колір сирного тіста. Вміст солі в сирі визначається його видом і коливається від 1,2 до 2,5 %. Швидкість просолювання сиру залежить від розміру, властивостей поверхні головки, вологості сирної маси, температури і тривалості соління.

При солінні беруть до уваги не стільки абсолютну площу поверхні сиру, скільки її відношення до маси сиру. Чим вище питома поверхня сиру, тим швидше проникає сіль у сирну масу і тим швидше він просолюється. Так, голландський круглий і ярославський сири мають однакову масу, але різну форму і неоднакову швидкість просолювання. Сири з великим вмістом вологи швидше просолюються, тому мають велику пористість, яка полегшує проникнення солі всередину сиру [44].

Всі існуючі способи соління можна розділити на дві основні групи – соління в зерні і соління в розсолі. Часткове соління в зерні використовують при виробництві твердих сирів з низькою температурою другого нагрівання (голландський, костромський, російський). Сіль сорту «Екстра» вносять в сироватку у вигляді концентрованого розчину в кінці другого нагрівання або після нього з розрахунку 0,3...0,5 кг солі на 100 кг молока. Повне соління у зерні при виробленні основних видів твердих сирів не застосовують за винятком сиру чеддер. Основним способом соління всіх твердих сирів є соління в розсолі. При цьому способі відпресований сир поміщають в басейн з розсолом. У разі циркуляції розсолу його концентрація становить 18...20 %, при її відсутності – 22...23 %. Розсіл готують розчиненням харчової кухонної солі (не нижче I сорту) в чистій пастеризованій при 80 ... 90 °С питній воді. Перед використанням розчин фільтрують і охолоджують до температури 8...12 °С. Кислотність розчину не повинна перевищувати 35 °Т. Для кращого використання басейнів застосовують контейнери, які занурюють в розсіл разом з розміщеними на них сирами. Тривалість соління в розсолі залежить від виду сиру, його величини і температури розсолу і становить для м'якого сиру російський камамбер 50...60 хв, рокфору – 3...5 діб, Дорогобузького – 10...12 год., для твердих сирів – 5...12 діб [44].

### ***1.2.9. Дозрівання сирів***

Це найважливіший процес при виробництві сирів. Під час дозрівання в сирі відбуваються мікробіологічні і ферментативні процеси, внаслідок яких всі складові частини сиру зазнають істотних фізико-хімічних змін, які визначають

його властивості, смак, запах, консистенцію і малюнок. Особливу роль у дозріванні відіграють зміни білкових речовин сиру, які відбуваються під впливом сичужного ферменту (або пепсину), а також ферментів молочнокислих та інших бактерій. Продукти зброджування лактози під дією молочнокислих бактерій зумовлюють смак, аромат і формування малюнка більшості видів сиру. Пропіоновокислі бактерії розщеплюють солі молочної кислоти (лактати) з утворенням летких кислот (пропіонової, оцтової) і вуглекислого газу, які надають специфічний смак сиру, а також беруть участь в утворенні малюнка в сирах з високою температурою другого нагрівання. Мікрофлора сирної слизу бере участь у дозріванні м'яких і напівтвердих сирів. При цьому відбувається активне розщеплення білків з утворенням пептидів, амінокислот і аміаку [44].

Дозрівання сиру починається ще в сирній ванні, однак зміни білка і молочного цукру до соління незначні – справжнє дозрівання починається лише після соління сиру. Воно триває (в залежності від виду сиру) від 2 тижнів до 6 місяців. Для дозрівання твердих сирів необхідно кілька камер з різною температурою і вологістю. Після соління при температурі 8 ... 10 °C і вологості 92...95 % у першій камері підтримують температуру 10...12 °C і вологість 85...91%; в бродильній камері підвищують температуру до 14...16 °C для сирів з мезофільною мікрофлорою і до 18...25 °C для сирів з термофільною мікрофлорою (при вологості 92...94 %). При дозріванні м'яких сирів високу температуру підтримують на початку дозрівання, а в наступних камерах її поступово знижують [44].

У процесі дозрівання сири періодично (через 7...15 діб) перевертають. Тверді сири з гладкою, блискучою і щільною поверхнею, для нормального дозрівання яких не вимагається розвитку на поверхні якої-небудь мікрофлори, періодично миють, очищаючи кірку від сирної слизу і плісняви. Температура води для миття повинна відповідати стану сиру. Так, сири, в яких небажано викликати підвищене газоутворення, миють водою з температурою 18...20 °C, а сири, для яких потрібне посилення процесів дозрівання – водою з температурою 35...40 °C. Сири голландський, костромський, степовий, ярославський,

углицький для прискорення утворення кірки і запобігання ураження її цвіллю через 2...3 діб після першого миття в теплій воді опускають на 3...5 с у гарячу воду з температурою 75...80 °С, потім виймають і просушують на полицях [44].

Для полегшення настільки трудомісткого процесу догляду за поверхнею продукту сири парафінують (використовуючи парафіно-полімерний сплав СКФ-15) або упаковують в плівку. Парафінування сиру здійснюють у спеціальних парафінерах при температурі парафінової суміші 140...150 °С протягом 1...2 с. Температура сиру при парафінування повинна бути не нижче 10 °С. Після парафінування сири через кожні 10...15 діб ретельно обтирають і перевертають. Найкраще дозрівання сирів здійснювати в полімерних плівках типу поліетилен-целофан, повіден, сарай [44].

Для додання сиру специфічного смаку його іноді піддають холодному копченню в коптильних шафах, в які підводять дим від згоряючих не повністю тирси дерев листяних порід. Температура копчення не повинна перевищувати 30 °С. Копчення триває 20...32 год. Останнім часом застосовують електрокопіння [44].

#### ***1.2.10. Зберігання та упаковка сирів***

Незрілі сири зберігають на стелажах при температурі 8...12 °С і відносній вологості повітря 75...85 %. Зрілі сири зберігають при температурі від -2 до -5 °С і відносній вологості 85...90 %.

Сири перед відправленням в центральне сиросховище сортують і упаковують в дерев'яні ящики або у фанерні бочки (барабани). При цьому стежать, щоб тара була суха і сир правильно упакований, інакше він може втратити свою форму і деформуватися. Влітку сири перевозять в охолоджених, а взимку – в утеплених вагонах. Оптимальна температура транспортування сиру 2...8 °С [44].

#### **1.4. Особливості виробництва кисломолочного зернистого сиру**

Зернистий сир - це ніжне сирне зерно, змішане зі свіжими, ледве підсоленими вершками. Зернистий сир відрізняється від своїх аналогів і по смаку, і по якості. Ніжний смак забезпечують м'які сирні зерна, вкриті вершками. Внаслідок покриття зерен вершками, по смаку зернистий сир 5% жирності не поступається високожирним білковим продуктам. Висока харчова цінність продукту обумовлена підвищеним змістом важливих для організму амінокислот. Великий вміст мінеральних речовин позитивно позначається на побудові тканин і кісток. Зернистий сир володіє всіма корисними властивостями звичайного кисломолочного сиру, але має набагато меншу калорійність ніж кисломолочний сир [1,2,17].

У США зернистий сир широко розповсюджений за назвою "Коттедж". Зернистий сир виробляють з масовою часткою жиру в сухій речовині 3...9%, вологи - 80%, кухонної солі - не більш 1%. Сир одержують сичужно-кислотним способом із знежиреного молока. Після утворення згустку проводять формування і промивання водою сирного зерна. Готове обсушене сирне зерно змішують з охолодженими вершками жирністю 13...15%. Сіль "Екстра" попередньо розчиняють у вершках. Готовий сир фасують масою нетто від 200...500 г у полістиролові стаканчики [17,18].

##### ***1.4.1. Характеристика асортименту, основної та додаткової сировини, яка використовується при виробництві***

Зернистий сир з вершками виробляють жирним і нежирним, кислотність готового продукту 150 °Т. Сир має чистий кисломолочний смак і запах і являє собою м'яку сирну масу з чітко помітними зернами, покритими вершками (для жирного) [17].

Для виробництва зернистого сиру необхідне молоко, що відповідає вимогам 1-го класу, спеціальне устаткування і відповідна технологія [44].

Технологія домашнього сиру близька до технології кисломолочного сиру. Її особливості заключаються в зниженій температурі пастеризації знежиреного

молока, поступовому підігріванні зерна до температури 60 °C і промиванні його водою. Однак зниження температури пастеризації знижує ефективність пастеризації. Промивання водою сприяє зниженню кислотності зерна. Під час нагрівання кількість молочнокислих бактерій зменшується. Ці операції створюють сприятливі умови розвитку сторонньої мікрофлори, внесеної з водою (психотропні бактерії). Тому рекомендується воду для промивання попередньо пастеризувати при температурі 95 °C. Крім того, до додаткового обсіменіння продукту може привести внесення на останньому етапі виробництва вершків і кухонної солі [16].

При виробництві зернистого сиру використовують закваску, що складається зі штамів *Lac. lactis* і *Lac. cremoris*. У деяких випадках (для збільшення залишкової мікрофлори в готовому продукті) додається *Str. thermophilus*. Розвитку активного процесу утворення молочної кислоти сприяють *Lac. lactis* і *Str. thermophilus*, а *Lac. cremoris* забезпечує аромат готового продукту. Особливо важливо, щоб до складу закваски не входили штами, що утворюють велику кількість вуглекислого газу, тому що в протилежному випадку можливе спливання зерна в процесі виробництва. У зернистому сирі кількість молочнокислих стрептококів менша, ніж у кисломолочному сирі, і складає  $10^5 \dots 10^6$  КУО в 1 г продукту. Це пояснюється високою температурою другого нагрівання і тривалою обсушкою. Існує тонка грань між кількістю мікроорганізмів і термінами збереження готового продукту. Чим більше мікроорганізмів, тим швидше коагулюють вершки, перетворюючись в сметану. З іншого боку, зернистий сир, як сирний продукт, повинен мати не менш  $10^6$  КУО в 1 г продукту. Застосування в складі закваски *Str. thermophilus* забезпечує  $10^6$  КУО в 1 г продукту і в той же час, ці бактерії повільніше розвиваються при низьких температурах збереження, продовжуючи терміни придатності готового продукту [17,18].

Зернистий сир у порівнянні із кисломолочним сиром є більш незахищеним стосовно сторонньої мікрофлори, тому що має знижену кислотність і менший вміст молочнокислих бактерій.

Найбільшу роль у псуванні домашнього сиру при збереженні грають психотропні бактерії, цвілеві гриби і дріжджі. Вони викликають протеоліз білка, ослизнення зерна, зміну жиру. Термостійкі молочнокислі палички можуть сприяти підвищенню кислотності сироватки при нагріванні зерна і погіршенню її відділення, у результаті чого зерно стає надмірно м'яким і розвалюється. Основна частина бактерій групи кишкових паличок при нагріванні зерна гине, однак вони знову можуть обсіменяти продукт при внесенні вершків і при контакті з обладнанням [1, 3, 17].

#### ***1.4.2. Вибір способів виробництва, схема технологічних операцій***

Сир домашній типу Коттедж відноситься до кисломолочних сирів, він нагадує звичайний кисломолочний сир. Різниця в тому, що готове сирне зерно двічі промивають водою: перший раз з температурою 12...15° С, другий раз охолодженою до 2...3° С. Підсушене зерно змішують з вершками і сіллю, витримують протягом 2...3 год при температурі 4...6° С і розфасовують в полістиролові стаканчики. Масова частка жиру в домашньому сирі 20...26%, вологи — 78...80%, солі не більше 1%. Сир кисломолочний зернистий типу «Коттедж» виготовляється сижучно-кислотним способом [44].

Як сировину використовують доброякісне свіже молоко цільне і знежирене кислотністю не вище 20°Т. За вмістом жиру молоко нормалізують з урахуванням вмісту в ньому білка (по білковому титрі), що дає більш точні результати [18,19].

##### *Пастеризація молока*

Нормалізоване й очищене молоко направляють на пастеризацію при 78...80°С з витримкою 20...30 с. Температура пастеризації впливає на фізико-хімічні властивості згустку, що, у свою чергу, відіграє роль на якості і виході готового продукту. Так, при низьких температурах пастеризації згусток виходить недостатньо щільним, тому що сироваткові білки практично цілком відходять у сироватку, і вихід сиру знижується. З підвищенням температури пастеризації збільшується денатурація сироваткових білків, що беруть участь в

утворенні згустку, підвищуючи його міцність і підсилюючи вологоутримуючу здатність. Це знижує інтенсивність відділення сироватки і збільшує вихід продукту. Шляхом регулювання режимів пастеризації й обробки згустку, підбором складу заквасок можна одержувати згустки з потрібними реологічними і вологоутримуючими властивостями.

Г. Н. Мохно було запропоновано температуру пастеризації суміші для сиру підвищити до 90°C, щоб цілком осадити сироваткові білки і підвищити вихід сиру на 20...25%; при цьому не виникає труднощів при відділенні сироватки від згустку.

Правильно обрані режими пастеризації дозволяють зберегти живильну цінність молока, забезпечити його санітарно-гігієнічні властивості. Ефективність пастеризації, тобто кількість знищених мікроорганізмів, залежить від якісного складу мікробів у вихідній сировині. Якщо молоко містить багато термостійких бактерій, то ефективність пастеризації знижується. Якщо в молоці переважають психрофільні раси, то ефективність пастеризації підвищується. При виборі режимів пастеризації молока і їхньої ефективності необхідно завжди враховувати вторинне обсіменіння молока, що можливе у трубопроводах, молокозберігальних танках і інших машинах і апаратах. Для пастеризації молока використовують пластичні універсальні пастеризаційні установки. З підвищенням температури пастеризації молока збільшується дисперсність білкових часток у згустку і сирі. З підвищенням температури пастеризації з 74 до 90 °C тривалість сквашування практично не змінюється [19,22].

#### *Сепарування молока*

При сепаруванні молока у відкритих сепараторах унаслідок контакту з повітрям у вершках і знежиреному молоці утвориться значна кількість піни. Утворення піни починається в прийомних ріжках, а завершується в резервуарах для резервування продуктів сепарування [19].

При сепаруванні в напівгерметичних і герметичних сепараторах продукти сепарування відводяться по закритих трубопроводах. Велика кількість піни у вершках при поступовому або швидкому механічному руйнуванні її сприяє

утворенню жирових грудочок (дрібних масляних зерен), що негативно впливає на подальшу обробку вершків, особливо при перемішуванні їх із сиром. Крім того, білкові речовини, які містяться в піні, піддаються часткової необоротній коагуляції, що приводить до зайвих втрат сухих речовин молока при виробництві сиру. Кількість піни, що утвориться при сепаруванні, залежить від частоти обертання барабана і швидкості витікання продуктів сепарування, а також від температури сепарування до жирності вершків. При збільшенні частоти обертання барабана і швидкості витікання з нього продуктів сепарування кількість піни збільшується. В даний час для сепарування молока в промислових умовах застосовують сепаратори вершковідокремлювачі різних типів: напівгерметичні, герметичні, універсальні [14].

#### *Сквашування молока*

Пастеризоване молоко охолоджують до температури сквашування (у теплу пору року до 28...30°C, у холодну - до 30...32°C) і направляють у спеціальні ванни для виробництва сиру. Закваску для виробництва сиру виготовляють на чистих культурах мезофільних молочнокислих бактерій і вносять у молоко в кількості від 1 до 5%. Тривалість сквашування після внесення закваски складає 6...8 год [14].

#### *Відділення сироватки із сиру*

Готовність згустку визначають по його кислотності (150 °T) і візуально - згусток повинен бути щільним, давати рівні гладкі краї на зламі з виділенням прозорої зеленуватої сироватки. Сквашування сичужно-кислотном способом відбувається протягом 4...6 год. Важливо правильно визначити кінець сквашування, тому що при недостатньо сквашеному згустку виходить кислий сир масткої консистенції [14].

При виробництві сиру «Коттедж» сироватко-зернова суміш із сировиготовлювача перекачується в резервуар для промивання й охолодження зерна, де проводиться промивання пастеризованою охолодженою водою. Перед подачею в резервуар для промивання зерна пастеризованою охолодженою водою, сироватка з нього відокремлюється. Промивна вода пастеризується при

95°C з автоматичною підтримкою в потоці заданого рівня рН води і охолоджується до температури, необхідної для відповідного промивання [14].

Після промивання зерно з водою перекачується в відокремлювач води, з якого сирне зерно надходить у змішувачі для змішування з вершками. Змішувач закритого типу має спеціальні мішалки, що не ушкоджують зерно та забезпечує повне вивантаження готового продукту. Тривале перебування зерна у вершках робить його більш ніжним, що може порушити його форму при фасуванні. Тому сирне зерно з вершками потрібно максимально швидко розфасувати [14].

У вершки, що додаються до готового сирного зерна попередньо вносять сіль і смакові інгредієнти, після чого вони пастеризуються і охолоджуються в потоці [14].

#### *Фасування та зберігання*

Готовий сир фасують масою нетто від 200...500 г у полістеролові стаканчики. Сир зберігають до реалізації не більше 36 год за температури не вище 8 °C і вологості 80...85%. Якщо термін зберігання буде перевищений, то через ферментативні процеси, що не припиняються, у сирі починають розвиватися вади [14].

Готовий продукт повинен відповідати:

#### *\*За фізико-хімічними показниками:*

- масова частка жиру, % - не більш 1,8 для знежиреного сиру і не менше 4,0 для класичного; масова частка вологи, % - 80,0 для знежиреного сиру і 79,0 для класичного; масова частка солі, % , не більш - 1,0; кислотність, не більш 150 °T [14].

#### *\* За органолептичними показниками:*

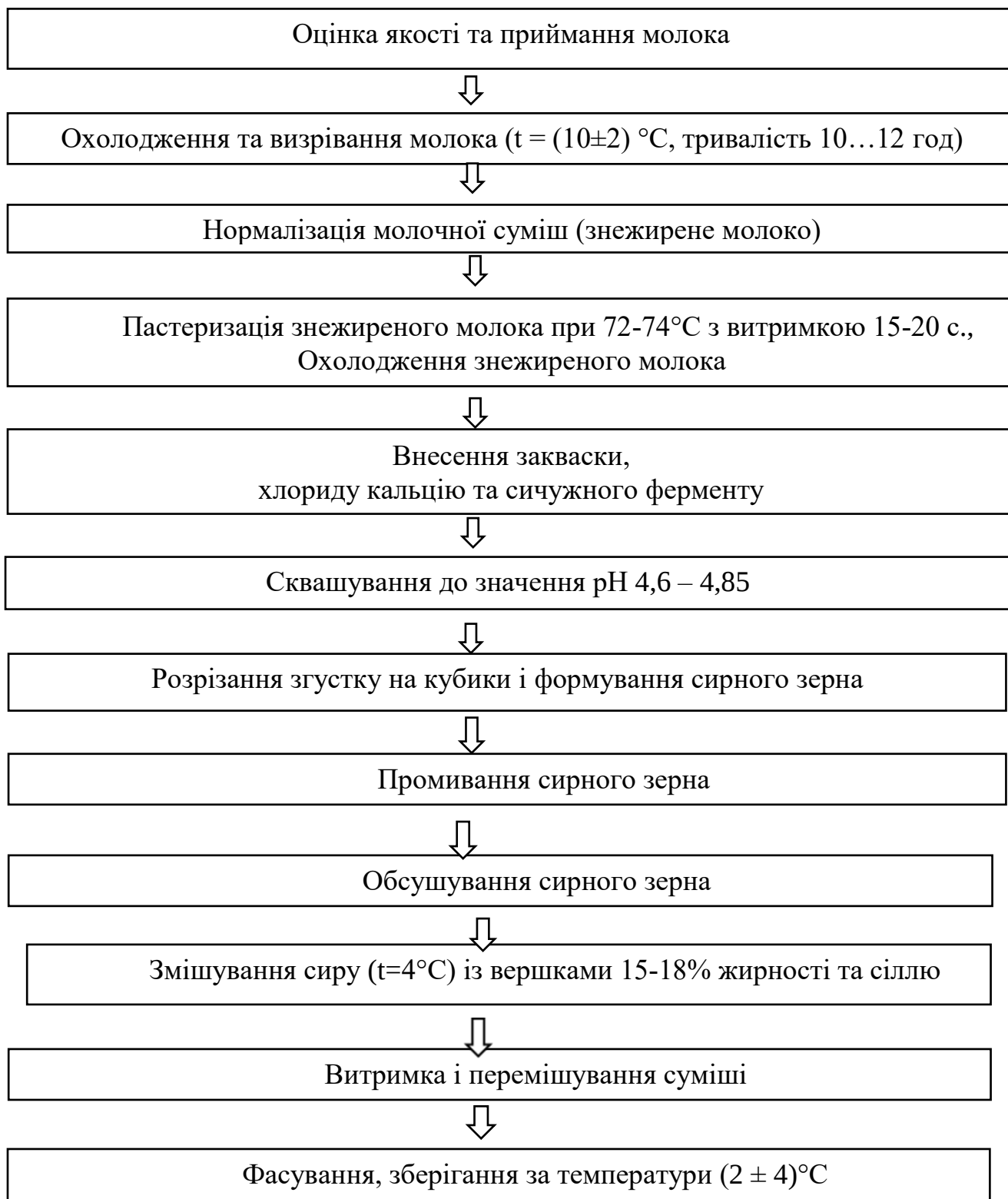
Зовнішній вигляд: м'яка сирна маса з чітко помітними зернами, покрита вершками [14].

Консистенція: м'яка, ніжна, сирна маса зернистої структури.

Смак і запах: чистий, кисломолочний без сторонніх присмаків і запахів.

Колір: від білого до злегка жовтуватого з кремовим відтінком [14].

Технологічна схема виробництва кисломолочного сиру зернистого типу «Коттедж» представлена на рисунку 1.4.



**Рис. 1.4. Технологічна схема виробництва кисломолочного сиру зернистого**

Технологічна лінія, яку пропонує компанія ЕКОКОМ для виробництва зернистого сиру.

**Виробництво зерненого сиру (Концепція 1):** З апаратної ділянки знежирене пастеризоване при температурі 72-76°C і охолоджене до температури заквашування молоко надходить у сировиготовлювач DONI O Vat (3). Після закінчення процесу коагуляції готовий згусток розрізається поздовжньо і поперечно на кубики розміром від 8 до 12 мм, залежно від якості молока. Далі, при безперервному вимішуванні температуру плавно підвищують до 55-65°C для отримання стабільного сирного зерна. Вільна сироватка відкачується через занурювану перфоровану плиту, якою укомплектований сировиготовлювач DONI O Vat (3). Далі, у сировоговлювачі проводять три цикли охолодження сирного зерна холодною пастеризованою водою, яка надходить з теплообмінника DONI Therm (1), в результаті чого зерно промивається і охолоджується до температури 4-6°C. Разом з останньою порцією промивної води зерно подається об'ємним насосом на дренажний барабан DONI Drainer (5), де відбувається відділення 98% води, а зерно надходить у змішувач DONI Creamer (6), де протягом 10 хвилин відокремлюється волога, що залишилася. Після цього в змішувач подаються попередньо пастеризовані і охолоджені вершки з резервуару DONI Tank (7). Процес контролюється тензодатчиками, що входять до комплексу змішувача DONI Creamer (6) [11,12].

Після нетривалого вимішування продукт подається на дворядний автомат для фасування DONI Pack (8). Дуже важливо, щоб процес фасування тривав не більше 90 хвилин, щоб уникнути набухання зерна в вершках та його подальшого руйнування [11,12].

Продуктивність ділянки практично не обмежена і залежить тільки від можливостей фасувальних автоматів, обсягу та кількості сировиготовлювачів DONI O Vat (3). Наприклад, при безперервному виробничому циклі з наявністю 16 сировиготовлювачів DONI O Vat (3), кожен об'ємом по 18 000 л, і продуктивності фасувального обладнання 4 000 кг/год, добова продуктивність лінії здатна досягти 80 000 кг готового продукту [11,12].

Миття обладнання проводиться централізовано за допомогою автоматичної системи безрозбірного миття DONI ProCIP (9) [11,12].

Подібна схема виробництва рекомендована для середніх та великих підприємств та пропонується лише з високим рівнем автоматизації (HLA) [11,12].

### Виробництво зерненого сиру (Концепція 1):

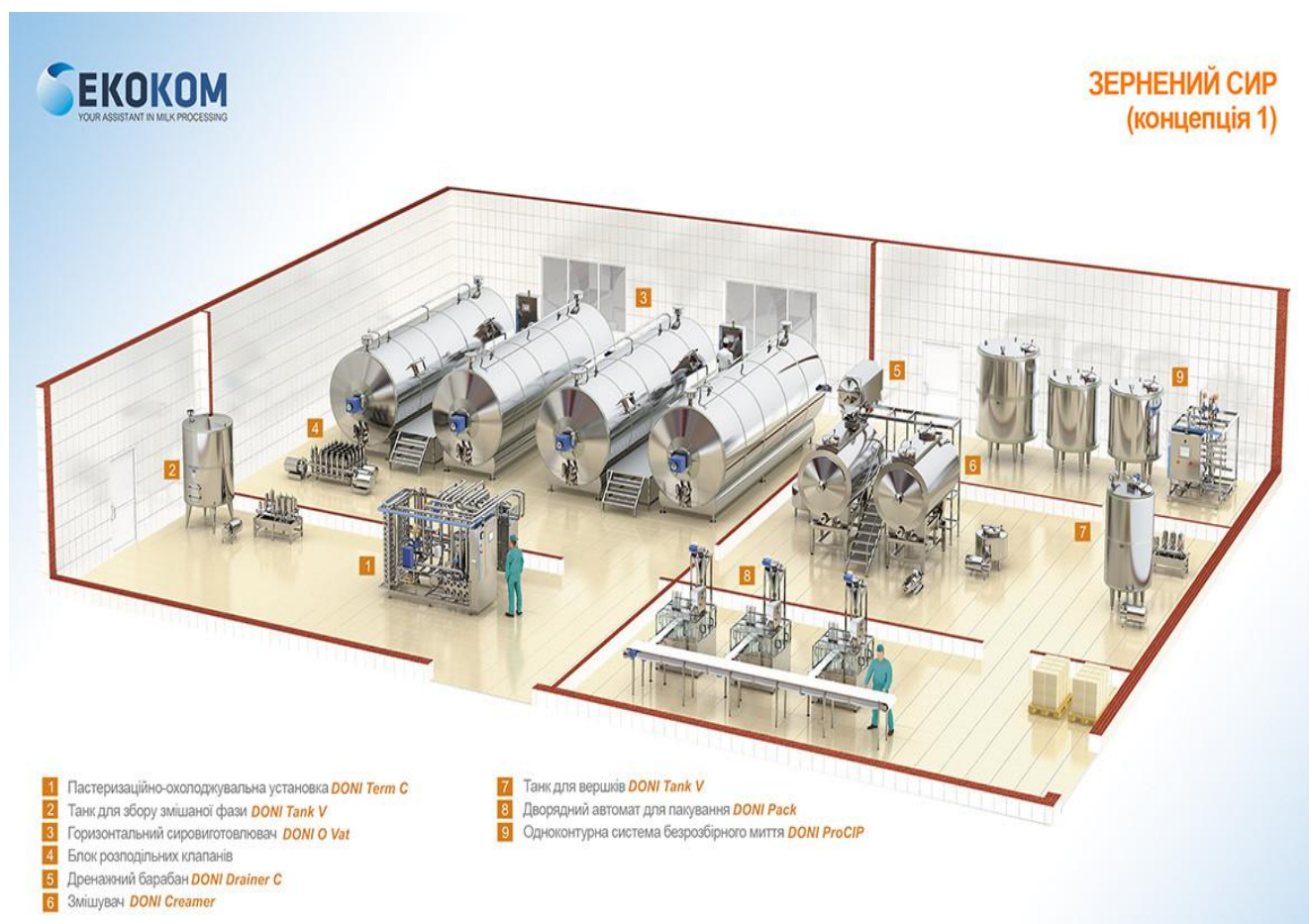


Рис. 1.2. Технологічна лінія, яку пропонує компанія ЕКОКОМ для виробництва зернистого сиру ( варіант №1)

**Виробництво зерненого сиру (Концепція 2):** З апаратної ділянки знежирене пастеризоване при температурі 72-76°C і охолоджене до температури заквашування молоко надходить у сировиготовлювач DONI O Vat (3). Після закінчення процесу коагуляції готовий згусток розрізається поздовжньо і поперечно на кубики розміром від 8 до 12 мм, залежно від якості молока. Далі,

при безперервному вимішуванні температуру плавно підвищують до 55-65°C для отримання стабільного сирного зерна [11,12].

Після цього сироватко-зернова суміш з сировиготовлювача DONI O Vat (3) подається в танк для промивання зерна DONI Cooling/Washing Tank (5) [11,12].

Через теплообмінник DONI Therm (1) у DONI Cooling/Washing Tank (5) тричі подається пастеризована та охолоджена вода, внаслідок чого зерно промивається та охолоджується до температури 4-6°C. Промивна вода після першого та другого циклів відкачується через перфорований сектор у стінці резервуару DONI Cooling/Washing Tank (5). Разом з останньою порцією промивної води зерно подається об'ємним насосом на дренажний барабан DONI Drainer (6), де відбувається відділення 98% води, а зерно надходить у змішувач DONI Creamer (7), де протягом 10 хвилин відокремлюється волога. Після цього в змішувач подаються попередньо пастеризовані і охолоджені вершки з резервуару DONI Tank (8). Процес контролюється тензодатчиками, що входять до комплексу змішувача DONI Creamer (7) [11,12].

Після нетривалого вимішування продукт подається на дворядний автомат для фасування DONI Pack (9). Дуже важливо, щоб процес фасування тривав не більше 90 хвилин, щоб уникнути набухання зерна в вершках та його подальшого руйнування [11,12].

Продуктивність ділянки практично не обмежена і залежить тільки від можливостей фасувальних автоматів, обсягу та кількості сировиготовлювачів DONI O Vat (3). Наявність у технологічній лінії танка для промивання зерна DONI Cooling/Washing Tank (5) дозволяє зменшити кількість сировиготовлювачів DONI O Vat (3). При безперервному виробничому циклі з наявністю 13 сировиготовлювачів DONI O Vat (3), об'ємом 18 000 л кожен, і продуктивності фасовочного обладнання 4 000 кг/год, добова продуктивність лінії здатна досягти 80 000 кг готового продукту [11,12].

Миття обладнання проводиться централізовано за допомогою автоматичної системи безрозбірного миття DONI ProCIP (10) [11,12]. Подібна

схема виробництва рекомендована для середніх та великих підприємств та пропонується лише з високим рівнем автоматизації (HLA) [11,12].

### Виробництво зерненого сиру (Концепція 2):

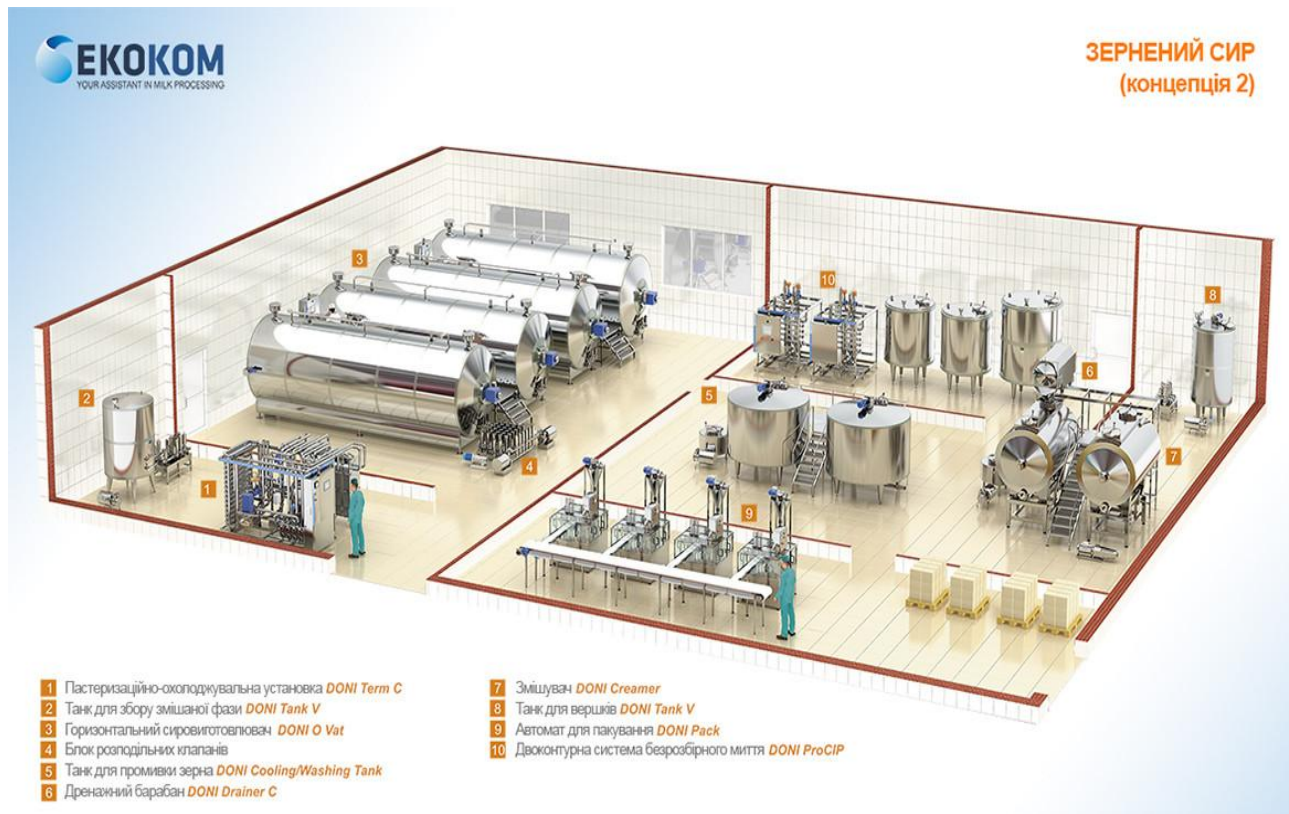


Рис. 1.3. Технологічна лінія, яку пропонує компанія ЕКОКОМ для виробництва зернистого сиру ( варіант №2)

### **1.5. Білкові концентрати. Види і застосування.**

Білкові концентрати – порошкові продукти, що отримуються з природних продуктів тваринного або рослинного походження. Білки в білкових концентратах – завжди натуральні. Харчових синтетичних білків не існує, і тому виробництвом білкових концентратів займається харчова промисловість, а не фармацевтична чи хімічна промисловість [10].

#### **Призначення білкових концентратів**

Призначені білкові концентрати для збагачення білком продуктів харчування. Є 3 причини, за якими це робиться:

Додання продуктам більшої поживної цінності.

Додання продуктам певних кулінарних якостей.

Заміна дорогих білків на більш дешеві [10].

1. Продукти спеціального харчування (дитячого, лікувального, спортивного) для виконання покладених на них завдань повинні мати певний нутрієнтний склад. Білкового складу харчування приділяється особлива увага із-за особливої важливості білків для здоров'я. Хто стежить за своїм здоров'ям (або за чийм здоров'ям стежать інші), той знає цінність білків[10].

2. Білкові концентрати додаються в якості білкового компонента (наповнювача) при виробництві кондитерських продуктів, кетчупів, соусів, майонезу. Білки надають готовому продукту певну консистенцію. Наприклад, концентрат сироваткового білка (КСБ) має високі емульгуючі властивості і широко використовується при виробництві майонезу (як більш дешевий замінник яєчного порошку) [10].

3. Білок є дорогим нутрієнтом. При цьому одні білки стоять більш дорого (тваринного походження), а інші – менш дорого (рослинні білки). Так, наприклад, білки м'яса – дорогі, а білки ікри лососевих – дуже дорогі. У той же час білки сої – дешеві. Щоб здешевити вартість продуктів білки тваринного походження частково або повністю замінюють на рослинні білки. І тоді на етикетці ковбаси в харчовій цінності можна «чесно» вказувати: «вміст білка – 20г (100г)». Напевно і хіба розумному, зрозуміло, що біологічна цінність соєвої

ковбаси задовольнить хіба, що малоосвіченого вегана, котрий з піною в роті доводить повноцінність білків сої [10].

### **Види білкових концентратів за походженням**

- Молочні:

- сироваткові

- казеїнові

- Яєчний

- Соевий

- Яловичий. Рисовий, гороховий, пшеничний, кукурудзяний

Найбільшу популярність серед білкових концентратів мають сироваткові [10].

### **Концентрат сироваткового білка**

Це ізольований або концентрований білок, який виділяють із сироватки. А її виготовляють при виробництві сиру з молока корови. Сироватковий протеїн в складі має глобулярні білки. Це суміш бета-лактоглобуліну і альфа-лактальбуміну у співвідношенні 20/65. Також в ньому міститься 8% сироваткового альбуміну. Простими словами дана харчова добавка — «повноцінний» білок. У ній є необхідні нашому організму амінокислоти. Даний вид протеїну швидко засвоюється [10].

Технологія отримання поліпептидів із сироватки протікає в декілька етапів. Спочатку молоко згортається і від нього відділяють сир і сироватку. До її складу входить близько 5% лактози, лактальбуміну і мінералів. Потім йде пастеризація, фільтрація, відділення сироваткового протеїну. Далі концентрування, сушка і на виході готовий продукт з вмістом білка від 60-97%. Як бачите, виробництво досить складне. В домашніх умовах виділити білок сироватки не вийде [10].

У зв'язку з тим, що КСБ містять високий відсоток білка (притому, повноцінного), вони є вигідною альтернативою іншим високобілковим продуктам – брендових (фірмових) протеїнів [10].

Основна перевага – це економічна вигода. Вона є наслідком того, що КСБ в більшості випадків містять більш високий відсоток білка і не містять домішок, що поліпшують органолептичні властивості продукту, його розчинність і збільшують термін зберігання [10,46].

Враховуючи, що КСБ призначені для промислового використання, вони фасуються у великі «дешеві» упаковки з маркуванням. На мішках, крім назви фірми-виробника, інгредієнтного складу, дати виробництва, терміну придатності та умов зберігання немає іншої інформації, такої, наприклад, як спосіб вживання, протипоказання і т. д. Європейський виробник КСБ навіть не здогадується, що його продукт можуть вживати не за призначенням, тому, на упаковку і не ставлять інформацію, яка могла б забезпечити споживача [10,46].

Є ще одна важлива особливість, про яку не всі замислюються. Компанії-гіганти, що виробляють спортивне харчування, наприклад «Optimum Nutrition», не закупають білкові концентрати в інших фірм, а мають власні заводи з виробництва КСБ. А компанії, що виробляють КСБ, не розраховують, що їх продукт будуть вживати безпосередньо в їжу (правда, це зовсім не говорить про те, що брендові протеїни не можна замінювати КСБ і КСБ шкідливі для здоров'я).

У зв'язку з тим, що КСБ не містять смакових добавок, вони практично не приїдаються. До того ж, їх смак може бути змінений під особисті переваги [10,46].

КСБ трохи піняться (сильніше, ніж брендові протеїни), оскільки не містять піногасителів. Проте більшість «качків» давно вийшли з дитсадівського віку та їх молочною пінкою не налякаєш. До того ж, проблема піноутворення вирішується, якщо КСБ готувати на молоці, а не на воді [10,46].

### **Казеїн**

Іноді даною назвою називають відвідувачів тренажерного залу, які не розбирають/прибирають за собою спортивний інвентар. У більшості ж випадків казеїн виготовляється з коров'ячого молока. Особливістю даного білкового концентрату є його повільне засвоєння. Тому найчастіше його рекомендують

вживати на ніч, щоб забезпечити поступове надходження амінокислот у кров протягом всієї ночі [10].

На ринку казеїнові концентрати представлені двома видами: казеїнатом кальцію і міцеллярним казеїном. З всіх відмінностей цих казеїнів споживач має знати тільки що – міцеллярний казеїн має набагато кращі органолептичні якості, розчинність і краще засвоюється [10,46].

### **Сухий яєчний білок**

Яєчний білок є низькокалорійним джерелом повноцінних білків. В яйці він займає більшу частину, приблизно 67%. У сирому стані білок виглядає, як тягуча, прозора рідина. При термічній обробці він набуває білого кольору і стає щільним [10,46].

### *Корисні властивості.*

Яєчний білок вважається ідеальним для організму завдяки своїм амінокислотним складом. До того ж цей продукт практично повністю засвоюється організмом. Враховуючи низьку калорійність (444 ккал на 100 г), а також незначний вміст жирів і вуглеводів, натуральний курячий яєчний білок є дієтичним продуктом і його можна вживати в період схуднення і для підтримки ідеальної форми [10,46].

Цей продукт володіє очищуючою властивістю і сприяє зниженню рівня холестерину в крові, що в свою чергу нормалізує діяльність серця і судин. Крім цього, яєчний білок є прекрасним джерелом протеїну, який надає організму енергії. Враховуючи багатий склад корисних речовин, він покращує діяльність мозку, регенерацію клітин і сполучну зв'язок в організмі. До складу яєчного білка входить вітамін К, який сприяє згортанню крові, а також холін, який позитивно впливає на пам'ять. Порошковий яєчний протеїн не має недоліків, властивих сирого білка курячого яйця (який із-за наявності анти живильних речовин засвоюється не повністю). Якщо порівняти аргентинський яєчний альбумін з європейським КСБ, то роздрібна ціна кілограма альбуміну вище максимум на \$2 (це може бути обумовлено ціною доставки з Аргентини). Але можна знайти і альбумін, ціна якого нижче КСБ. Правда, може виявитися, що смакові

характеристики приготованого протейнового коктейлю будуть далекі від бажаних [10,46].

В минулому на ринку білкового спортивного харчування яєчний білок правив балом. Нині ж, сироваткові протейни залишили далеко позаду всі інші види білкових концентратів. Не доводиться сумніватися, що у події є вагомі причини. І якщо хто вживає яєчний альбумін, то це обумовлено, швидше, особистими уподобаннями, ніж доцільністю [10,46].

### **Соєвий концентрат**

Соєві білки, як і всі білки рослинного походження, є неповноцінними. Як наслідок, вони мають низьку біологічну цінність і не повністю засвоюються. Білки сої містять антипоживні речовини (представлені інгібіторами протеолітичних ферментів, лектинами, уреазою, ліпоксигеназою). Термічна ж обробка руйнує антипоживні речовини [10].

Велика популярність соєвих концентратів обумовлена, насамперед, низькою їх ціною. У світі, де існує глобальний дефіцит білка, соєві концентрати – просто порятунком (хоч і сумнівний). За вмістом білка жодна сільськогосподарська культура не зрівняється з соєю [10].

Другим плюсом (але не для всіх) соєвих концентратів є їх естрогенна активність (відсутній у соєвих ізолятів). Остання може мати позитивний вплив на жінок з порушеннями оваріально-менструального циклу і жінок клімактеричного періоду, а також на чоловіків з андрогензалежними новоутвореннями. В іншому ж випадку, соєві концентрати не заслуговують уваги людей, для яких важливе власне здоров'я і спортивні результати [10].

Однак якщо в раціоні людини існує білковий дефіцит (а він існує у дуже багатьох), то соєві концентрати – відмінне рішення проблеми. При всьому уявному логічному негативі до сої, багатовікові традиції японського харчування переконують в іншому – соєві продукти в комбінації з іншими продуктами харчування (наприклад, курячими яйцями і рибою) є дуже корисними харчовими джерелами [10].

*Рідкісні види білкових концентратів.*

Китайські вчені здатні на багато що. Так вони навчилися виробляти концентрат рисового білка, концентрат білка гороху, концентрат пшеничного білка, концентрат білків кукурудзи. І раз є пропозиція, значить, є і попит. І, можливо, в майбутньому дані білкові концентрати будуть конкурувати з соєвим за місце в м'ясних продуктах [10].

**Нідерланди:** «DMV International» – Textrion Progel 800, Nutri Whey 800F.

**Франція:** «Ingredia» – Promilk.

**Німеччина:**

«Lactoprot» – Lactomin,  
«Rovita» — Roviprot,  
«Milei» – Milei,  
«Meggle» – MTM TJO.

**Польща:** «Ostrowia» — WPC 80

При всьому багатстві вибору, при співвідношенні всіх переваг і недоліків білкових концентратів, концентрати сироваткового білка залишають далеко позаду всі інші концентрати. Значна перевага КСБ і їх європейських виробників (доступний в СНД «китай», м'яко кажучи, насторожує) – є з чого вибрати і євросоюзівські стандарти якості не дозволяють в них сумніватися [10].

# МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

## ДОСЛІДЖЕННЯ

### 2.1. Матеріали, використанні для досліджень

Науково-експериментальні дослідження щодо розроблення технології зернистого сиру із використанням білкових концентратів проводили у Львівському національному університеті ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, факультеті харчових технологій, навчальній лабораторії кафедри технології молока і молочних продуктів

Спершу було проаналізовано літературний огляд наукових досліджень щодо теми наукової роботи, вивчено технології зернистого сиру, способи коагуляції білка, здійснено пошук перспективних для використання білкових концентратів.

Наступним етапом досліджень стали: розроблення технології м'якого зернистого сиру із використанням у його технології заквашувальних культур прямого внесення та додаткових білкових концентратів, встановлення синергетичних властивостей молочних згустків та інших властивостей отриманого сиру. .

Останній етап досліджень присвячений вивченню органолептичних, фізико-хімічних, мікробіологічних показників готового продукту та під час зберігання за температури  $4 \pm 2$  °C протягом 12 діб; визначення економічної ефективності від впровадження розроблених технологій.

Молочну сировину для виробництва сиру заготовляли у вересні 2023 р. Зернистий сир виготовляли з незбираного молока, яке аналізували на відповідність вимогам діючого Стандарту «Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови.» (ДСТУ 3662:2018) [32]. У табл. 2.1 представлена схема технологічного контролю виробництва м'якого зернистого сиру.

**Схема контролю виробництва м'якого зернистого сиру [32].**

| Об'єкт дослідження                                                                               | Контрольований показник                                                                                                                                                           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Молоко незбиране                                                                                 | органолептичні показники,<br>кислотність, °Т та рН,<br>масова частка жиру, %<br>масова частка білку, %<br>масова частка сухого знежиреного<br>молочного залишку, %<br>густина, °А |
| Сирний згусток                                                                                   | тривалість зсідання суміші, хв<br>кількість виділеної сироватки, %                                                                                                                |
| Готовий продукт (м'який сир зернистий)                                                           | час утворення згустку, хв<br>щільність згустку<br>органолептичні показники;<br>фізико-хімічні показники;<br>мікробіологічні показники                                             |
| М'який зернистий сир типу Коттедж під час зберігання за температури $4 \pm 2$ °С протягом 14 діб | органолептичні показники;<br>фізико-хімічні показники;<br>мікробіологічні показники                                                                                               |

В технології зернистого сиру використовували заквашувальні культури прямого внесення фірми «Chr. Hansen», Данія: CHN-19, а також телячий сичужний фермент фірми «Chr. Hansen» CHY-mах, калій хлористий у вигляді 1 % розчину [31].

Мезофільна заквашувальна культура прямого внесення CHN-19 («Хр. Хансен, Україна») містить у своєму складі такі штами молочнокислих бактерій: *Lactococcus lactis subsp. cremoris*, *Lactococcus lactis subsp. lactis*, *Leuconostoc mesenteroides ssp. cremoris*, *Lactococcus lactis subsp. diacetylactis* [31].

СНУ-МАХ – це стовідсотковий чистий хімозин, отриманий шляхом ферментації, що відрізняється від інших коагулянтів рядом переваг:

- низькою дозуванням коагулянту;
- збільшеним виходом готового сиру;
- поліпшеними смаковими якостями;
- можливістю оптимізувати виробничий процес;
- покращеними властивостями сироватки [31]

СНУ-МАХ – це коагулянт, якому віддають перевагу практично всі великі виробники сиру в світі. Для споживача це означає «більше сиру за ті ж гроші». Сьогодні 50% сиру на світовому ринку проводиться з використанням коагулянту СНУ-МАХ [31].

Телячий сичужний фермент відіграє важливу роль у приготуванні сиру. У сироварінні сичужний фермент виконує дві функції. Він розщеплює каппа-казеїн, який ініціює коагуляцію молока і процес виготовлення сиру, а також спричиняє реакції гідролізу протеїнів молока необхідні для формування смаку та аромату сиру. Більш того, сичужний фермент впливає на процес дозрівання, оскільки він зберігає деякі зі своїх початкових властивостей у готовому продукті [31].

Телячий сичужний фермент отримують шляхом екстракції з четвертого відділу шлунка телят, які харчувались лише молоком і молочними продуктами і визнані придатними для споживання людиною. Екстракт сичужного ферменту очищають за допомогою фільтрації, а потім пропускають через бактеріальний фільтр і зберігають у стерильних умовах [31].

Сичужний фермент СНУ-МАХ розчиняли у дистильованій воді у розрахунку 1 г на 100 л молока.

Для дослідження було виготовлено чотири зразки зернистого сиру.

- **зразок 1 (К)** – контрольний зразок, без додавання сироваткового концентрату;
- **зразок 2 (ДЗ 1)** – використання білкового концентрату, масова частка білка в концентраті 65%;

- **зразок 3 (ДЗ 2)** - використання білкового концентрату, масова частка білка в концентраті 54%;
- **зразок 4 (ДЗ 3)** - використання білкового концентрату, масова частка білка в концентраті 40%.

Для збагачення сиру використовували концентрати сироваткових білків ТОВ «Техмолпром» «Протеїн Гадяч».

Сир виготовляли із знежиреного молока, оскільки в подальшому технологія зернистого сиру передбачає занурення сирниз зерен у вершки та подальше фасування.

Концентрований білок має безліч переваг:

- функціональний інгредієнт, що покращує структуру та консистенцію продукту;
- безпечний, концентрований молочний білок не входить до списку основних алергенів;
- корисний — оскільки, є джерелом білка; легко засвоюється організмом;
- технологічний: завдяки порошкоподібній формі зменшується утворення конгломератів у процесі виробництва [10].

При виробництві зернистого сиру особливу увагу звертають на вміст у знежиреному молоці сухих речовин, особливо казеїну, оскільки це впливає не тільки на вихід продукту та структуру зерна, а й на швидкість сквашування молочної суміші. Звідси, в знежиреному молоці загальний вміст білка має бути не менше ніж 3%, СЗМЗ не нижче 8,5% [33]. У зв'язку із цим нормалізацію молока-сировини проводили за білковим складом та вивчення технологічних параметрів виробництва зерненого сиру.

## **2.2. Методи дослідження молока**

При виконанні дипломної роботи використовували загальноприйняті та спеціальні методи досліджень, а саме: органолептичні, фізико-хімічні; синеретичні, мікробіологічні.

Відбір проб молока до аналізів проводили згідно ДСТУ ISO 707-2002 (ISO 707:1997, IDT) «Молоко та молочні продукти. Настанови з відбирання проб». Підготовку молока до аналізів проводили згідно з ДСТУ 4834:2007 «Молоко та молочні продукти. Правила приймання, відбирання та готування проб до контролювання». Визначення активної кислотності проводили методом згідно з ДСТУ 8550:2015 Молоко та молочні продукти. Вимірювання рН потенціометричним методом. Визначення масової частки жиру в продукті згідно з ДСТУ ISO 11870:2007 Молоко і молочні продукти. Визначення масової частки жиру. Загальні рекомендації щодо використання методів із застосуванням жиромірів (ISO 11870:2000, IDT) [31-36].

Методики визначені представлені нижче.

*Методика визначення жиру при виконанні аналізу*

Проби молока ретельно перемішуємо, нагріваємо до температури 20 °C. У молочний жиромір з межею вимірювання від 0 до 6 % і ціною поділки 0,1 наливаємо дозатором 10 мл сірчаної кислоти, густиною 1815-1820 г/м<sup>3</sup> [31-36].

Піпеткою на 10,77 мл відмірюють пробу перемішаного молока і обережно вливають його у жиромір по стінці, стараючись нашарувати його на кислоту. Відмірюють дозатором 1 мл ізоамілового спирту, стараючись не змочити горловину жироміру. Закриваємо жиромір сухим гумовим корком, струшуємо жиромір до повного розчинення вмісту, перевертаємо жиромір 4-5 разів. З одного зразка готуємо дві проби для отримання більш точного результату. Після перемішування жироміри вставляють в патрони центрифуги, корками до периферії центрифуги. Центрифугування проводимо в центрифугі протягом 5 хв при швидкості 1000 об/хв. Після центрифугування жироміри виймають, ставлять на 5 хв у водяну баню з температурою 65±2 °C корками вниз. Вийняти жиромір з бані, витерти його, встановити нижню межу стовпчика жиру на найближчій цілій поділці шкали. Для цього необхідно легко вкрутити чи викрутити корок.

Втримуючи стовпчик жиру корком, здійснити відлік за нижньою точкою меніска [31-36].

### *Визначення кислотності молока*

Для визначення кислотності молока використовувалися матеріали і прилади:

– прилади: колби місткістю 250 мл, піпетки по 20 мл, лійки, бюретки для титрування.;

– матеріали: 0,1 Н розчину КОН для титрування, фенолфталеїн, 70% спиртовий розчин з концентрацією 10 г/дм<sup>3</sup>, кобальт сірчаноокислий з концентрацією 25 г/дм<sup>3</sup>, вода дистильована [31-36].

Для визначення кислотності зазначених продуктів у колбу відмірюють по 10 мл продуктів. У кожену колбу додаємо по 20 мл дистильованої води і 3-5 крапель спиртового розчину фенолфталеїну. Вміст колби добре перемішуємо. Суміш титрують 0,1 Н розчином NaOH до отримання стійкого рожевого забарвлення, яке не зникає протягом 1 хв. Для отримання точних результатів готуємо по дві проби кожного зразка. Кислотність молока виражають в одиницях титрованої кислотності (в градусах Тернера) і величиною рН при 20° С [31-36].

Титрована кислотність є критерієм оцінки якості молока при його заготівлі. У молоці та молочних продуктах вона виражається в умовних одиницях – градусах Тернера (° Т). Градуси Тернера – це кількість мілілітрів 0,1 н розчину лугу (NaOH), яка необхідна для нейтралізації 100 мл молока [31-36].

*Активна кислотність молока – рН* – зумовлена дисоціацією кислот та кислих солей. Вона виражається від’ємним логарифмом концентрації іонів і в середньому становить 6,5. Величина рН молока є відносно стійкою завдяки буферній ємності, що утворюється білками та солями. При розвитку в молоці молочнокислих бактерій суттєво зростає титрована кислотність і дуже незначно змінюється рН. Це пояснюється тим, що з кислотами чи лугами, які введені у молоко, спочатку взаємодіють амінні та кислотні групи білка та фосфати. Зміна рН спостерігається тільки при повній нейтралізації аміних та кислотних груп,

тобто тоді, коли зникають буферні властивості молока. Буферну ємність молока визначають кількістю лугу або кислоти, яка необхідна для зміщення рН на одну одиницю. Буферні властивості молока створюють умови для розвитку молочнокислих бактерій при відносно високій кислотності [31-36].

### *Визначення густини молока*

*Густина (або об'ємна маса)* – це відношення маси молока при температурі 20 °С до маси того ж об'єму води при температурі 4 °С. Таким чином, густина молока показує, наскільки молоко важче за воду і коливається в межах 1,027...1,032 г/см [31-36].

Густина молока визначається аерометричним методом і виражається у г/см<sup>3</sup>, кг/м<sup>3</sup> або в градусах аерометра. Вона залежить від вмісту жиру та всіх сухих речовин молока. Густина молочного жиру менше, ніж води, а тому при збільшенні вмісту жиру в молоці його густина зменшується. Зі збільшенням вмісту білків, лактози, мінеральних речовин густина молока збільшується, а при розбавленні його водою – зменшується. Протягом лактаційного періоду густина молока змінюється відповідно до змін його складу [31-36].

Прилади і посуд: ареометри для молока типу АМ або з ціною поділки шкали 0,5 кг/м<sup>3</sup>, або типу АМТ з ціною поділки шкали 1,0 кг/м<sup>3</sup>; циліндри скляні на 250 см<sup>3</sup>, термометри рідинні з діапазоном від 0 до 50 °С і ціною поділки 0,5-1,0 °С [31-36].

Хід визначення. Густину визначають шляхом занурення молочного ареометра в скляний циліндр, наповнений досліджуваним молоком, попередньо ретельно перемішаним (без піни) у кількості до 250 см<sup>3</sup> за температури 20±5 °С. При визначенні густини реометр не повинен торкатися до стінок циліндра. Перед визначенням густини молока з відстояним шаром його підігрівають до температури 35±5 °С [31-36].

Через 2-4 хв після встановлення лактоденсиметра в циліндр відраховують показник за шкалою. Відлік густини молока проводять до цілої поділки, а температури – з точністю 0,5 °С [31-36].

## **2.3. Методи дослідження сирного згустку і готового продукту**

### ***2.3.1. Визначення тривалості зсідання молока***

Після внесення молокозсідального ферменту у нормалізоване молоко температурою 32 °С, суміш перемішували 30 с і залишали у спокої для зсідання молока. При цьому в'язкість суміші різко підвищується, що свідчить про зміни стану білку. Відбувається сичужна коагуляція казеїну, білкові частинки починають збільшуватися у розмірах, з'являються дрібні пластівці. Потім утворюється ніжний згусток, який у подальшому ущільнюється. Тривалість зсідання молока становить  $30 \pm 5$  хв при температурі  $30 \pm 2$  °С. Тривалість сичужного зсідання молока у хвилинах визначали від моменту внесення ферменту у молочну основу до утворення щільного згустку [33].

### ***2.3.2. Метод визначення синеретичних властивостей сирного згустку***

Дослідження синеретичних властивостей сичужних згустків проводили наступним чином. Після процесу ферментації, молоко піддавали зсіданню (процесу коагуляції) при температурі 32 °С [33].

Отримані згустки об'ємом 100 см<sup>3</sup> разом з виділеною на поверхні сироваткою, розрізали і поміщали на паперовий фільтр, вимірюючи об'єм сироватки через кожні 10 хв протягом години [33].

### **2.3.3. Методи дослідження зернистого сиру**

При дослідженні експериментальних зразків м'якого зернистого сиру були використані наступні методи (табл. 2.2).

Таблиця 2.2. Методи дослідження готового продукту, використані при проведенні досліджень [33].

| Показник, одиниці вимірювання                                                        | Методи дослідження                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| Органолептичні показники                                                             | Органолептичні                                 |
| Масова частка жиру у сухій речовині, %                                               | ГОСТ 5867-90                                   |
| Масова частка вологи, %                                                              | ГОСТ 3626-73                                   |
| Титрована кислотність, °Т                                                            | Титриметричним методом за ГОСТ 3624-92         |
| Бактерії групи кишкових паличок (коліформи), в 0,01 г сиру                           | Посівом на середовище Кесслера за ГОСТ 9225-84 |
| Патогенні мікроорганізми, в тому числі бактерії роду <i>Salmonella</i> , в 25 г сиру | ДСТУ IDF 93А                                   |
| <i>Staphylococcus aureus</i> , не більше ніж в 1 г сиру                              | ГОСТ 30347-97                                  |
| <i>Listeria monocytogenes</i> , в 25 г сиру                                          | ДСТУ ISO 11290-1,<br>ДСТУ ISO 11290-2          |

#### *Органолептичні показники*

За органолептичними показниками м'який зернистий сир повинен відповідати вимогам, які наведені у таблиці 2.3 [33].

Таблиця 2.3

**Органолептичні показники**

| Показник         | Характеристика                                               |
|------------------|--------------------------------------------------------------|
| Зовнішній вигляд | М'яка сирна маса з чітко помітними зернами, покрита вершками |
| Консистенція     | М'яка, ніжна, сирна маса зернистої структури                 |
| Смак і запах     | Чисті, кисломолочні без сторонніх присмаків і запахів        |
| Колір            | Від білого до злегка жовтуватого з кремовим відтінком        |

За фізико-хімічними показниками м'який зернистий сир Коттедж повинен відповідати вимогам, які наведені у таблиці 2.4 [33].

Таблиця 2.4

**Фізико-хімічні показники м'якого зернистого сиру [33].**

| Назва показника                                      | Характеристика |
|------------------------------------------------------|----------------|
| Масова частка води, %, не більше ніж                 | 79             |
| Масова частка жиру у сухій речовині, %, не менше ніж | 4              |
| Вміст сухого знежиреного молочного залишку, %        | 17             |
| Титрована кислотність, °Т                            | 150            |
| Вміст NaCl у вершках, %, не більше ніж               | 1              |
| Температура, °С                                      | не вище 8      |

*Визначення масової частки жиру у сухій речовині [36].*

1. В молочний жиромір налити 10 мл сірчаної кислоти густиною 1,50-1,55.
2. Зважити на листочку пергаменту на технохімічній вазі 2 г проби сиру. Наважку сиру перенести за допомогою скляної палички без втрат в жиромір; крупинки сиру не повинні попадати у вузький просвіт жироміру.
3. Додати біля 9 мл сірчаної кислоти. Рівень рідини в жиромірі повинен бути не нижче основи верху жироміра (на 4-6 мм).

4. Долити 1 мл ізоамілового спирту, закрити жиромір гумовим корком, поставити його корком вверх на водяну баню при температурі 70-75°C, періодично утрушуючи, витримати до повного розчинення білків.

5. Подальша техніка визначення подібна до техніки визначення жиру в молоці.

6. Після відліку показників приладу вміст жиру в сирі, визначають за формулою:  $Ж = Р \times 5,5$

де Ж – масова частка жиру в сирі (%);

Р – показник жиру в жиромірі;

5,5 – постійний коефіцієнт.

Масову частку жиру у сухій речовині визначали розрахунковим методом [31-36].

#### *Визначення масової частки води*

Скляний бюкс, попередньо висушений до постійної маси, з 20-30 г підготовленого піску і скляною паличкою, не виступаючої за краї бюкса (кришку кладуть поруч з бюкси), поміщають у сушильну шафу і витримують при  $102 \pm 2^\circ \text{C}$  протягом 30-40 хвилин. Після цього бюкс виймають із сушильної шафи, закривають кришкою, охолоджують в ексікаторі 40 хвилин і зважують на вагах. В цей же бюкс піпеткою вносять 5-10 г сиру, зважених на аналітичних вагах з похибкою не більше 0,001г, закривають кришкою і негайно зважують. Після закінчення висушування бюкс виймають із сушильної шафи, закривають кришкою, охолоджують в ексікаторі протягом 30-40 хвилин, після чого виймають з ексікатора і зважують [31-36].

Масову частку сухої речовини (%) розраховують за формулою:

$$X = \frac{(m_2 - m_1) \cdot 100}{m - m_1}$$

де  $m_2$  – маса бюкса з піском, скляною паличкою і наважкою досліджуваного продукту після висушування, г;

$m_1$  – маса бюкса з піском і скляною паличкою, г;

$m$  – маса бюкса з піском, скляною паличкою і навішуванням досліджуваного продукту до висушування, г [31-36].

Розбіжність між паралельними визначеннями не повинно бути більше 0,2 %. За остаточний результат для кожного досліджуваного продукту приймають середньоарифметичне двох паралельних визначень [31-36].

Масову частку вологи в продуктах (%) розраховують за формулою:

$$w (\%) = 100 - X,$$

де  $X$  – масова частка сухої речовини, %.

#### *Визначення титрованої кислотності готового продукту*

**Посуд і реактиви:** порцелянова ступка, товкач, бюретка, дистильована вода, розчин фенолфталеїну, розчин NaOH або KOH [31-36].

У порцелянову ступку вносять 5 г продукту. Старанно перемішують і розтирають продукт товкачиком, додають невеликими порціями 50 см<sup>3</sup> дистильованої води, нагрітої до 35-40 °С, 3 краплі розчину фенолфталеїну і титрують 0,1 моль/дм<sup>3</sup> розчином NaOH або KOH до появи злегка рожевого забарвлення, яке не зникає протягом 1 хв. Кислотність м'якого сиру визначають в умовних одиницях – градусах Тернера (°Т). Кислотність, у градусах Тернера, дорівнює об'єму водного розчину NaOH або KOH, витраченого на нейтралізацію 5 г продукту, помноженому на 20 [31-36].

### Мікробіологічний контроль виробництва

Завдання мікробіологічного контролю зводяться до забезпечення належної спрямованості мікробіологічних процесів і дотриманню санітарно-гігієнічних умов виробництва [22].

Виходячи з цього, санітарно-гігієнічний контроль виробництва складається з проведення контролю технологічного процесу виробництва продуктів, санітарно-гігієнічного стану цеху (устаткування, посуду, повітря й ін.) і контролю готової продукції. Особлива увага повинна бути приділена якості готового продукту. Їх досліджують на наявність кишкових паличок. При цьому БГКП не повинні виявлятися у 0,01 г. Підготовка проб до мікробіологічних аналізів та культивування мікроорганізмів проводилась згідно з вимогами існуючих нормативних документів та за загальноприйнятими методиками [31-36].

Визначення БГКП визначали посівом на середовище Кесслер; кількість *Listeria monocytogenes*, КУО у 25 г продукту посівом на середовище середовищі Гіса з манітом, рамнозою, ксилозою; наявність та кількість *Staphylococcus aureus*, КУО/г посівом на жовточно-сольовий агар; *Salmonella*, КУО у 25 г продукту посівом на середовище Плоскірева [31-36].

За мікробіологічними показниками м'який зернистий сир типу Коттедж повинен відповідати вимогам, які наведені у таблиці 2.5 [31-36].

Таблиця 2.5. Мікробіологічні показники м'яких сирів [31-36].

| Назва показника                                                                      | Характеристика    |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Бактерії групи кишкових паличок (коліформи), в 0,01 г сиру                           | Не дозволено      |
| Патогенні мікроорганізми, в тому числі бактерії роду <i>Salmonella</i> , в 25 г сиру | Не дозволено      |
| <i>Staphylococcus aureus</i> , в 1 г сиру, не більше ніж                             | $5,0 \times 10^2$ |
| <i>Listeria monocytogenes</i> , в 25 г сиру                                          | Не дозволено      |

# РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

## 3.1. Показники якості сировини

Для виробництва зернистого сиру використовували молоко коров'яче незбиране, яке відповідало вимогам ДСТУ 3662-2018 [33].

Нормалізацію знежиреного молока здійснювали за білком (до 3,2%) сухим білковим концентратом в залежності від масової частки білка в молоці-сировині та масової частки білка в сухому концентраті.

Результати щодо нормалізації молока-сировини наведені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

### Показники якості молока-сировини при виробництві зернистого сиру

| Показник                                     | К    | ДЗ 1 | ДЗ 2 | ДЗ 3 |
|----------------------------------------------|------|------|------|------|
| М.ч.ж. в знежиреному молоці, %               | 0,05 |      |      |      |
| Густина, °А                                  | 30   |      |      |      |
| СЗМЗ у знежиреному молоці, %                 | 19   |      |      |      |
| М.ч.сухих речовин в знежиреному молоці, %    | 8,4  |      |      |      |
| Необхідна м.ч. білка в знежиреному молоці, % | 2,9  | 3,2  |      |      |
| Кількість внесеного білка, г/л               | -    | 4,85 | 5,9  | 8,1  |
| Кислотність нормалізованого молока, °Т       | 18   | 19   | 19   | 19   |

Отже, після нормалізації молока було сформовано чотири дослідні зразки (табл. 3.1), з яких виробляли збагачений зернистий сир: зразок 1 (контроль) не містив сухих концентратів; зразок 2 (ДЗ 1) містив сухий білковий концентрат з масовою часткою білка 65 %; (ДЗ 2) містив білковий сухий концентрат з масовою часткою білка 54 % та зразок 3 містив сухий білковий концентрат з часткою білка 40 %.

Для виробництва сиру використовували кислотно-сичужну коагуляцію білків. Щодо бактеріального препарату, то використаний заквашувальний препарат прямого внесення СНН-19 із наступним складом молочнокислих бактерій: (*Lactococcus lactis* ssp. *lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, *Lactococcus lactis* ssp. *diacetylactis*, *Leuconostoc mesenteroides* ssp. *cremoris*) [44].

### 3.2. Технологія виробництва зернистого сиру

Щодо технології виробництва сиру збагаченого білковими концентратами, то особливістю даної технології, було внесення концентрату у знежирене молоко і його нормалізація за масовою часткою білка. Після цього суміш пастеризували ( $t = 72^{\circ}\text{C}$ , 15 хв.), охолоджували до температури  $32^{\circ}\text{C}$  і вносили бактеріальний препарат. Ретельно здійснювали перемішування і молочну суміш залишали у спокої на 30 хв для активації молочнокислих бактерій заквашувального препарату. Потім вносили  $\text{CaCl}_2$  ( у розрахунку 10 г на 100 л сировини), ферментний препарат (у розрахунку 1 г /100 л молока).

Потім відбувається коагуляція білків за температури  $32 \pm 1^{\circ}\text{C}$ . Час коагуляції тривав 5 год.дл язразків сиру із доданим білковим концентратом та 6 год для контрольного зразка. Про кінець процесу судять за щільністю утвореного згустку і зміною рН у кислу сторону в межах 4,8-4,6 од. рН. Паралельно можна проаналізувати титровану кислотність згустку, яка має становити в межах  $150^{\circ}\text{T}$ . Щодо зовнішнього вигляду згустка, то він має бути в міру щільним, при розрізуванні має виділятися сироватка і краї розрізу мають бути рівні.

Після утворення згустку його розрізають на невеликі кубики розміром приблизно  $0,5 \times 0,5$  см. Потім здійснюють їх промивання пастеризованою водою або сироваткою два рази. Перший етап промивання утворених сирних зерен здійснюють теплою водою ( $t=12-15^{\circ}\text{C}$ ) та другий раз холоднішою водою ( $t=2-3^{\circ}\text{C}$ ).

Потім здійснюють обсушування сирного зерна. Останній технологічний етап, це змішування сирних зерен із вершками. При тривалому перебування сирних зерен у вершковій масі, робить їх ніжними, тому при фасуванні потрібно на порушити їх форму. Це вимагає максимально швидкого розфасовування.

Попередньо вершки підготовляли, здійснювали внесення смакових інгредієнтів, солі, у розрахунку 1%, а потім їх пастеризували, а потім охолоджували до температури  $4-6^{\circ}\text{C}$ .

Фасування готового сиру здійснювали у полістеролові стаканчики вагою по 200 г та зберігали за температури  $4 \pm 2^{\circ}\text{C}$  та відносній вологості в межах 80...85%.

Рекомендований термін зберігання продукту за температури  $4 \pm 2^{\circ}\text{C}$  не протягом 12 діб.

Технологічна схема виробництва зернистого сиру з використанням білкових концентратів наведена нижче.

|                                                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Оцінка якості сировини                                                                                              |
| Сепарування, отримання молока-сировини з м.ч.ж. 0,05%                                                               |
| Нормалізація сировини за масовою часткою білка<br>(внесення білкового концентрату)                                  |
| Пастеризація ( $t = 72^{\circ}\text{C}$ , 15 хв.); охолодження ( $t$ заквашування= $32^{\circ}\text{C}$ )           |
| Внесення заквашувального препарату (CHN-19), $\text{CaCl}_2$                                                        |
| Ферментація (час 30 хв; $t = 32^{\circ}\text{C}$ )                                                                  |
| Внесення ферменту СНУ-пах (1 г /100 л сировини (час перемішування 30 с)                                             |
| Коагуляція 4 год; $t = 32^{\circ}\text{C}$ до показника рН 4,8 – 4,6                                                |
| Розрізання згустку (кубки $0,5 \times 0,5$ см).                                                                     |
| Відділення сироватки від сирного згустку, 30 хв.                                                                    |
| Дворазове промивання сирного зерна водою ( $t=12-15^{\circ}\text{C}$ ; $t=2-3^{\circ}\text{C}$ )                    |
| Обсушування сирного зерна                                                                                           |
| Змішування сиру ( $t=4^{\circ}\text{C}$ ) із вершками 15-18% жирності та сіллю,<br>вміст $\text{NaCl}$ у вершках 1% |
| Витримка і перемішування суміші                                                                                     |
| Фасування. Зберігання готового продукту $t (2 \pm 4)^{\circ}\text{C}$                                               |

Рис. 3.1. Схема виробництва сиру з використанням білкових концентратів

Рецептура на виробництво дослідних та контрольного зразків сиру.

Таблиця 3.2

**Рецептура на виробництво зернистого сиру**

| Показник                                      | К     | ДЗ 1 | ДЗ 2 | ДЗ 3 |
|-----------------------------------------------|-------|------|------|------|
| Молоко знежирене                              | 1000  | 1000 | 1000 | 1000 |
| Білковий<br>концентрат:<br>40%<br>54 %<br>65% | 10,72 | 7,8  | 4,84 | 1    |
| Сичужний<br>фермент, г                        | 1     | 1    | 1    | 1    |
| Заквашувальний<br>препарат,г                  | 5     | 5    | 5    | 5    |
| CaCl <sub>2</sub>                             | 1     | 1    | 1    | 1    |

**3.3. Визначення динаміки зміни рН згустку**

В кінці процесу сквашування молочно-білковий згусток, що утворився має бути досить міцним та щільним, а також має добре відокремлюватись сироватка. При надто низькій кислотності і передчасному завершенні коагуляції, при розрізанні, сир буде мати гумову консистенцію, і з нього виділятиметься сироватка. Якщо кислотність була занадто висока, то сирне зерно буде ламким, неоднорідним, з великим вмістом білкових пластівців у сироватці, а консистенція борошниста, піщаниста, груба або пастоподібна; сирні зерна розпадатимуться, а при змішуванні із вершками почнуть кришитися. Продукт матиме надмірно кислий смак. Чим більше СЗМЗ в молоці, тим вищою має бути кислотність сироватки під час розрізання згустку. При підвищенні кислотності сироватки швидкість її виділення та ущільнення згустку сповільнюються. Цей

фактор завжди потрібно враховувати під час вибору часу розрізання сирного згустку.

В подальшому аналізували динаміку зміни рН згустку при сквашуванні. Динаміка зміни рН згустку при сквашуванні наведена у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3. Результати зміни рН згустку при сквашуванні

| Час<br>сквашування,<br>год | К    | ДЗ 1 | ДЗ 2 | ДЗ 3 |
|----------------------------|------|------|------|------|
| 1                          | 6,46 | 6,43 | 6,41 | 6,40 |
| 2                          | 6,25 | 6,23 | 6,15 | 6,13 |
| 3                          | 5,91 | 5,61 | 5,72 | 5,59 |
| 4                          | 5,45 | 5,30 | 5,26 | 5,22 |
| 5                          | 5,14 | 4,81 | 4,80 | 4,80 |
| 6                          | 4,82 | -    | -    | -    |

Як видно з таблиці 3.3. процес сквашування молока, збагаченого білком, закінчується через 4-5 годин, а контрольному зразку - через 6 годин. Значення кислотності встановлюють для умов виробництва від рН 4,6 до рН 4,9. Велике сирне зерно обсушується повільніше, ніж дрібне, тому рН при розрізанні дрібного зерна має бути нижчим. Якщо зерно виходить надто м'яким, величину кислотності при розрізанні потрібно підвищити, при надто грубому та великому зерні – рН знизити. Слід зауважити, що згусток, отриманий із суміші молока знежиреного та білка, швидше виділяє сироватку (рН~5,5, де кислотність сироватки становить 390°Т), ніж згусток із натурального молока (рН~5,20, кислотність сироватки 420°Т), хоча інтенсивність виділення сироватки в першому випадку нижча.

З таблиці 3.3. видно, що рН згустку, отриманого у дослідних зразках, нарастає інтенсивніше, ніж рН згустку з у контрольному зразку. Сирне зерно, вироблене з молока з високим вмістом білка, виходить більш міцним та

пружним; краще зберігається форма кубиків, зерно під час обробки менше дробиться і краще ущільнюється.

Основними біохімічними процесами, які протікають при виробництві кисломолочної (ферментованої) продукції - це процеси бродіння лактози (молочного цукру) та коагуляція білків (згортання) казеїну молока.

Основну роль у перебігу ферментативного процесу при виробництві кисломолочної продукції мають безпосередньо молочнокислі бактерії, які входять до складу заквашувального препарату. Молочнокислі бактерії отримують енергію для своєї життєдіяльності в результаті бродіння лактози (молочного цукру). Також розщеплюють молочний цукор дріжджі (для кефіру), пропіоновокислі (для сирів), масляні і деякі інші бактерії [38].

Поряд з основними процесами бродіння (ферментації) молочного цукру протікають і побічні реакції, результатом яких є утворення не бажаних для продуктів - летучих кислоти. Швидкість збільшення кислотності молока на пряму залежить від активності розмноження молочнокислих бактерій та бактерій, які є не бажаними в технологічному процесі. [38]

На практиці часто потрібно знати як відбувається наростання кислотності молока і у якому ступені (з якою швидкістю) відбувається розпад молочного цукру. В інших випадках, якщо знати кількість молочного цукру, який розщепився (лактоза→глюкоза+галактоза), тоді бажано було б визначити ступінь кислотності продукту [38].

Молочна кислота, яка утворюється в результаті розпаду лактози, руйнує частки казеїн-кальцій-фосфатного комплексу. Таким чином, казеїн втрачає кальцій і тоді випадає в осад, таким чином утворюється гель. У стані спокою, у молоці утворюються нитки казеїну, в подальшому утворюється сітка і таким чином утворюється згусток. Якщо мікроорганізми, завдяки яким утворюється молочна кислота, не утворюють  $\text{CO}_2$ , то характер згустку буде рівний і ніжний. При забрудненні чистих культур молочнокислих мікроорганізмів у продукті може з'являтися  $\text{CO}_2$ , згусток набуває рихлості, стає не щільним, а при наявності

мікрофлори, яка продукує протеолітичні ферменти, білки частково розчиняються [22].

Фізичні властивості утвореного згустку залежать від температури, кількості коагульованих часток і складу молока. Підвищена температура і кислотність середовища є сприятливими для отримання більш щільного та рівномірного згустку. Підвищення оптимальної температури викликає процес синерезису. При виробництві сирів створюють спеціально умови сприятливі для посиленого та активного синерезису згустку, який утворився, щоб зменшити в ньому вміст зайвої сироватки. Для цього проводять механічне подрібнення згустку та підвищують кислотність і температуру [22].

### **3.5. Оцінка показників виходу зернистого сиру**

Вихід продукту багато в чому залежить від вмісту сухих речовин у знежиреному молоці і головним чином казеїну внаслідок того, що казеїн молока утворює структуру згустку та сирного зерна. Так було встановлено, що вихід готового продукту із 1000 г нормалізованого молока досліджуваних зразків значно змінюється (табл. 3.5).

Таблиця 3.5. Вихід готового продукту з 1000 г молочної суміші

| Показник       | К    | ДЗ 1  | ДЗ 2  | ДЗ 3  |
|----------------|------|-------|-------|-------|
| Сирне зерно, г | 96,9 | 148,2 | 146,3 | 146,1 |

Отримані результати свідчать, що при нормалізації молока концентратом білка зменшується час сквашування молочної суміші та підвищується вихід готового продукту в 1,5 рази.

### **3.6. Оцінка структури сирних зерен та органолептичних властивостей**

Зернистий сир характеризується особливою мікроструктурою зерен. Розрізняють дві основних структури – мікро та макрозерна. Макрозерна характеризуються об'ємом від 0,5 дм<sup>3</sup>. В процесі технологічної обробки, сирні

зерна втрачають вологу та зменшуються в об'ємі. Всі макрозерна відділені один від одного шаром сироватково-білкової рідини. Другою структурним компонентом мікроструктури сиру є мікрозерна.

Для оцінки характеру сирних зерен їх частково підморожували та робили зріз для оцінки їх структури та оцінювали візуально.

Таблиця 3.6. Характеристика структури сирного зерна

| Характеристика сирного зерна | К                                                                                                                                       | ДЗ 1                                               | ДЗ 2                                               | ДЗ 3                                               |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Зовнішній вигляд             | Менші за розміром в порівнянні до експериментальних зразків. В загальній масі поміж основними зернами спостерігається кашоподібна маса. | Круглі зерна, з рівними краями, в масі розсипчасті | Круглі зерна, з рівними краями, в масі розсипчасті | Круглі зерна, з рівними краями, в масі розсипчасті |
| Структура на зрізі           | Дрібні скупчення, але проглядаються вкраплення сироватки                                                                                | Дуже дрібні скупчення білкових пластівців          | Дуже дрібні скупчення білкових пластівців          | Дуже дрібні скупчення білкових пластівців          |
| Консистенція                 | Рихла, не щільна                                                                                                                        | Більш пружна, щільна                               | Пружна, щільна                                     | Пружна, щільна                                     |
| Смак і запах                 | Слабовиражений кисломолочний                                                                                                            | Кисло-молочний                                     | Кисло-молочний                                     | Кисло-молочний                                     |

Аналізуючи результати оцінки структури сирного зерна та його органолептичних властивостей, можна відзначити, що внесення білкових

концентратів має безпосередній вплив на утворення сирного зерна та його структуру. Оскільки, було відзначено, що дослідні зразки характеризувались більш пружними зернами із рівними, гладенькими та круглими краями, на зрізі із дрібними білковими пластівцями. Натомість у контрольному зразку зерна були більш рихлі та менш щільної структури, на зрізі відзначали між білковими пластівцями дрібні вкраплення сироватки.

Типові (характерні, притаманні) смак і запах різних видів сирів забезпечуються в результаті утворення та взаємодії різноманітних видів молочнокислих бактерій та ферментів, які вони продукують із складовими сирної маси. І чим складнішою є мікрофлора, яка використовується для виробництва сирів, тим інтенсивніше відбуваються процеси дозрівання, збагачуючи тим самим запах і аромат майбутнього готового сиру. На інтенсивність росту мікроорганізмів як джерела ферментів при дозріванні сирів впливають такі фактори: вміст вологи в сирній масі; рН сирної маси; температура середовища; наявність в сирній масі інгібуючих речовин (антибіотиків, які містяться в молочній сировині; речовин, які утворилися в процесі життєдіяльності мікрофлори, солей (нітрат натрію, хлорид натрію), які були додані в процесі перероблення сировини). Вищенаведені фактори та чинники, мають безпосередній вплив на ріст і розмноження молочнокислої мікрофлори в сирній масі, але найважливішими для них є вміст білків, жирів та вуглеводів молочної сировини [37,38].

Інтенсивний розвиток молочнокислих бактерій й активне молочнокисле бродіння згубно впливають на розвиток небажаної мікрофлори (бактерій групи кишкової палички, стафілококів, мікрококів) у сирах, тому активність і склад бактеріального препарату має важливе значення в отриманні якісного продукту [37,38].

Вади та дефекти м'яких і свіжих сирів аналогічні дефектам інших груп сирів (до них належать поява плям і сторонніх присмаків, втрата або зміна кольору під дією забруднюючих факторів). При підвищеному вмісті кислоти такі сири стають твердими, сухими і можуть всихатися, а при зниженому вмісті

кислоти - солодкими, м'якими і вологими, і відповідно за короткий час набувають протеолітичних характеристик та розріджуються [37,38].

Результати бальної оцінки дослідних зразків зернистого сиру наведено у таблиці 7.

*Таблиця 3.6*

**Бальна оцінка зразків сиру**

| Показник                            | К  | ДЗ 1 | ДЗ 2 | ДЗ 3 |
|-------------------------------------|----|------|------|------|
| Зовнішній вигляд «10»               | 7  | 10   | 10   | 10   |
| Смак і запах «40»                   | 35 | 38   | 38   | 38   |
| Консистенція, структура, колір «50» | 40 | 44   | 48   | 46   |
| Разом                               | 87 | 92   | 96   | 94   |

Щодо отриманих результатів, то найкращі смакові властивості були відзначені для дослідного зразка № 2 (вміст білкового концентрату 54%), де відзначали рівні круглі зерна помірної щільності та пружності в масі вершків, даний зразок сиру отримав 96 балів.

Щодо дослідних зразків із вмістом білкових концентратів 65% та 40, то у другому відзначали зерна менш пружні та незначно різних розмірів. Даний зразок отримав 94 бали, та зразок із використанням 65% концентрату отримав 92 бали, де було відзначено доволі виражену пружність сирного зерна.

Щодо контрольного зразка, то він отримав найменше балів – 87, оскільки відзначали масоподібну структуру сиру, зерна рихлі та різних розмірів.

За підсумками оцінки якості сирного зерна та бальної оцінки, рекомендовано, для виробництва зернистого сиру із збагаченого білковими концентратами використовувати білковий концентрат з масовою часткою білка 54%.

### 3.7. Фізико-хімічні показники зернистого сиру

Результати щодо оцінки фізико-хімічних показників зернистого сиру представлені у таблиці 3.7.

Таблиця 3.7

#### Фізико-хімічні показники сиру

| Показник                      | К    | ДЗ 1 | ДЗ 2 | ДЗ 3 |
|-------------------------------|------|------|------|------|
| Масова частка<br>вологи, %    | 82   | 77   | 79   | 79   |
| М.ч.б., г/100 г<br>продукту   | 10,1 | 19,2 | 15,6 | 13,8 |
| Вміст NaCl, %                 | 0,98 | 0,94 | 0,96 | 0,95 |
| pH, од.                       | 5,1  | 4,90 | 4,93 | 4,92 |
| Титрована<br>кислотність, °Т. | 121  | 135  | 132  | 134  |

Основною характеристикою щодо фізико-хімічних властивостей, особливо в м'яких сирах є вміст води. Він напряму залежить в першу чергу від синергетичних характеристик (властивостей) сирних згустків. Тому щодо вмісту води, відзначали найбільший вміст у контрольному зразку – 82%, відповідно в дослідних 79% у ДЗ2 та ДЗ 3, і 77% у ДЗ 1.

Вміст солі практично не відрізнявся у всіх зразках. Він становив в межах 0,94-0,98 %. Незначна різниця щодо вмісту кухонної солі можна пояснити процесом її дифузії у товщу сирного зерна і відповідно величиною самих зерен.

Щодо показників кислотності, то найвищою кислотністю характеризувався дослідний зразок №1, а найменшою контрольний зразок. Очевидно, у дослідних зразках сиру, протікає активніший розвиток молочнокислих бактерій.

Оскільки за комплексом попередньо проведених досліджень встановлено, що оптимальним для забезпечення комплексу органолептичних та фізико-хімічних показників продукту є додавання білкового концентрату з масовою часткою білка 54%, то дослідження мікробіологічних властивостей проводили лише його з метою встановлення терміну придатності продукту.

### **3.8. Оцінка мікробіологічних показників зернистого сиру з додаванням білкового концентрату м.ч.б. 54% протягом зберігання**

При зберіганні усіх видів сиру, відбуваються їх біохімічні зміни, які залежать від умов зберігання продукту. Під час зберігання сирів, при порушенні температурних режимів, можуть появлятися різні не характерні присмаки та запахи, які спричинені продуктами біохімічного розпаду складових частин сиру. У твердих сирах, біохімічні реакції та перетворення відбуваються за участі культур заквашувальної композиції, тоді як у свіжих м'яких сирах здебільшого зміни відбуваються за участі життєдіяльності залишкової мікрофлори [44].

Оцінку зміни мікробіологічних показників зразків сиру аналізували на 1, 6 і на 12 добу зберігання (табл. 3.8).

Відповідно до вимог ДСТУ 4554:2006. «Сир кисломолочний. Технічні умови.» має відповідати та нормується за мікробіологічними вимогами таких мікроорганізмів: вміст БГКП, плісень і дріжджі, патогенна мікрофлора (*St.aureus*, *Salmonella* та *L. Monocytogenes*) [37].

Таблиця 3.8. Мікробіологічні показники сиру [33].

| Найменування показника                                                                     | Доба зберігання |          |          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------|----------|
|                                                                                            | 1 доба          | 6 доба   | 12 доба  |
| Бактерії групи кишкової палички (коліформи), в 0,01 г сиру [33].                           | відсутні        | відсутні | відсутні |
| Кількість дріжджів, КУО в 1 г продукту, не більше [33].                                    | 100/20          | 100/65   | 100/90   |
| Патогенні мікроорганізми, в тому числі бактерії роду <i>Salmonella</i> , в 25 г сиру [33]. | відсутні        | відсутні | відсутні |
| Кількість пліснявих грибів, КУО в 1 г продукту, не більше [33].                            | 50/6            | 50/26    | 50/48    |
| <i>Listeria monocytogenes</i> , в 25 г сиру [33].                                          | відсутні        | відсутні | відсутні |
| <i>Staphylococcus aureus</i> , в 1 г сиру, не більше ніж [33].                             | відсутні        | відсутні | відсутні |

Щодо оцінки та наявності складу мікрофлори у зразках сиру, то рекомендований термін зберігання продукту не більше як 12 днів. З переліку патогенних мікроорганізмів, то вони не виявлені. В межах норми визначено плісняві гриби та дріжджі.

### 3.9. Оцінка біологічної цінності розробленої технології сиру

Для визначення біологічної цінності сиру використовували розрахунок амінокислотного скору. Він ґрунтується на порівнянні амінокислотного скору білка, який досліджується і амінокислотним скором стандартного білка.

Для порівняння, проведений підрахунок для дослідного зразка сиру та контрольного.

Таблиця 3.9. Біологічна цінність білка зразків сиру

| <b>Амінокислота мг/г</b> | <b>Дослідний зразок</b> | <b>Контроль</b> |
|--------------------------|-------------------------|-----------------|
| Ізолейцин                | 236,76                  | 193,29          |
| Лізин                    | 128,52                  | 106,13          |
| Фенілаланін              | 45,04                   | 29,92           |
| Треонін                  | 35,25                   | 23,81           |
| Валін                    | 84,22                   | 72,1            |

За результатами розрахунку амінокислотного скору, доведено, що сир збагачений білковим концентратом характеризується вищою біологічною цінністю за всіма амінокислотами.

З огляду на комплекс проведених досліджень, рекомендуємо виготовляти зернистий сир збагачений білковим концентратом із м.ч.білка 54%, щоб забезпечити високі смакові характеристики продукту, підвищену біологічну цінність та його мікробіологічну безпеку.

## РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА ЗЕРНИСТОГО СИРУ

Основою для проведення оцінки економічної ефективності виробництва зернистого сиру із додаванням білкового концентрату, стали розрахунки витрат основної сировини та матеріалів, необхідних для отримання готового продукту [47].

У табл. 4.1 представлена рецептура на виробництво зернистого сиру.

*Таблиця 4.1*

**Рецептура на виробництво зернистого сиру**

| Показник                         | К     | ДЗ 1 | ДЗ 2 | ДЗ 3 |
|----------------------------------|-------|------|------|------|
| Молоко знежирене                 | 1000  | 1000 | 1000 | 1000 |
| Білковий концентрат:             |       |      |      |      |
| 40%                              |       |      |      |      |
| 54 %                             | 10,72 | 7,8  | 4,84 | 1    |
| 65%                              |       |      |      |      |
| Сичужний фермент, г              | 1     | 1    | 1    | 1    |
| Заквашувальний препарат,г        | 5     | 5    | 5    | 5    |
| CaCl <sub>2</sub>                | 1     | 1    | 1    | 1    |
| Кількість внесеного білка, г/1 л | -     | 4,85 | 5,9  | 8,1  |

Вартість сировини для виробництва зернистого сиру представлена у табл. 4.2.

Таблиця 4.2

**Вартість сировини для виробництва на 1 т зернистого сиру**

| Найменування сировини                                  | Ціна за кг,<br>грн. | Сума,<br>грн. |
|--------------------------------------------------------|---------------------|---------------|
|                                                        |                     | Зразок 2      |
| Молоко з масовою часткою жиру 0,05 %                   | 4                   | 26740         |
| Білковий концентрат                                    | 550                 | 3245-         |
| Молокозсідальний фермент<br>CHY-max                    | 8000                | 800           |
| Кальцій хлористий                                      | 20                  | 16            |
| Заквашувальний препарат<br>RSF-742 або CHN-19          | 5000                | 1500          |
| Разом                                                  |                     | 31291         |
| Вершки з м.ч.ж. 15% для змішування із сирним<br>зерном | 330                 | 16500         |

Отже, виходячи із розрахунку, вартість сировини для виробництва 1 т зернистого сиру – 31291 грн.

Норми витрат на основні і допоміжні матеріали були встановлені за узагальненими значеннями, виходячи із вартості сировини:

|                               |          |
|-------------------------------|----------|
| сировина                      | – 82 %   |
| основні і допоміжні матеріали | – 4 %;   |
| паливо і енергія              | – 2,5 %; |

|                 |          |
|-----------------|----------|
| заробітна плата | – 6,5 %; |
| амортизація     | – 3 %    |
| інші витрати    | – 2 %    |
| Разом           | 100 %    |

Таблиця 4.3

**Виробничі витрати (собівартість продукції), грн.**

| №<br>п/п | Назва витрат                  | Зразок |
|----------|-------------------------------|--------|
| 1.       | Сировина                      | 31291  |
| 2.       | Основні і допоміжні матеріали | 1252   |
| 3.       | Паливо і енергія              | 782    |
| 4.       | Заробітна плата               | 2034   |
| 5.       | Амортизація                   | 939    |
| 6.       | Інші витрати                  | 626    |
|          | Разом                         | 36924  |

Повні витрати є сумою собівартості готової продукції та всіх виробничих витрат.

Проведені розрахунки економічних показників виробництва зернистого сиру наведені у табл. 4.4.

Таблиця 4.4

**Калькуляція собівартості 1 т зернистого сиру**

| №<br>1 | Статті витрат                        | Дослідний зразок, ціна грн. |
|--------|--------------------------------------|-----------------------------|
|        | <b>Повна собівартість</b>            | <b>36924</b>                |
| 1.     | Собівартість одиниці продукції 1 кг  | 150                         |
| 2.     | <b>Ціна, що пропонується за 1 кг</b> | 175                         |

|    |                                                                                                     |             |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 3. | Собівартість сиру із вершками, упакованого в полістероловий стаканчик з вершками по 200 г           | 37,6        |
| 4. | Ціна, сиру із вершками, що пропонується, упакованого в полістероловий стаканчик з вершками по 200 г | 47,2        |
| 3. | Прибуток з одиниці продукції (1 кг)                                                                 | 48          |
| 4. | <b>Рентабельність, %</b>                                                                            | <b>19,9</b> |

Наведені в таблиці 4.4 дані свідчать, що собівартість виготовлення зернистого сиру є дещо нижча ринкової, і сир рентабельний для виробництва. Рентабельність при виробництві зернистого сиру із додаванням концентрату білків становить 19,9 %.

## ВИСНОВКИ

Розроблено нову технологію виробництва зернистого сиру збагаченого білковим концентратом..

1. Досліджено вплив білкових концентратів із різною масовою часткою білка на перебіг процесів ферментації молочної суміші, процесу утворення молочних згустків та тривалість зберігання готового продукту.
2. З огляду на позитивні отримані результати щодо використання білкового концентрату з масовою часткою білка 56%, вважаємо його доцільним у використанні технології зернистого сиру.
3. Доведено вплив різних за складом білкових концентратів на формування органолептичних та фізико-хімічних показників сиру. Встановлено, що оптимальним для використання в технології сиру є використання білкового концентрату з м.ч.б. 56% забезпечує найкращі споживчі властивості для продукту та забезпечує більший вихід готового продукту у 1,5 рази.
4. Проведено оцінку сирного зерна та встановлено, що використання білкових концентратів впливає на щільність та утворення його консистенції, таким чином формується пружний за структурою сирний згусток.
5. Встановлено, що у дослідних зразках, збагачених білком, процес ферментації закінчується через 5 годин, а контрольному зразку - через 6 годин.
6. Відзначено, що впродовж 12 діб зберігання продукту, основні показники якості продукту практично не змінюються, у зв'язку з цим, рекомендований термін зберігання.
7. За результатами розрахунку амінокислотного скору, доведено, що сир збагачений білковим концентратом характеризується вищою біологічною цінністю за всіма амінокислотами.
8. Рентабельність виробництва зернистого сиру становить 19,9 %.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ADSA Cottage cheese score card, rules. In: 83rd Annual Collegiate Dairy Products Evaluation Contest. Committee on Dairy Product Evaluation, American Dairy Science Association. 1111 N. Dunlap Avenue Savoy. IL 61874. 2003. USA. 2004. pp 16.
2. Angevine NC. Keeping quality of cottage cheese. J Dairy Sci. 1959;42:2015 - 2019. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(59)90850-1.
3. Ash R. Mes fromages maison. R. Ash - Paris: Les petits guides rustica, 2010. 127 p.
4. Caleja, C., Ribeiro, A., Barros, L., Barreira, J. C. M., Antonio, A. L., Beatriz P.P. Oliveira, M. et. al. (2016). Cottage cheeses functionalized with fennel and chamomile extracts: Comparative performance between free and microencapsulated forms. Food Chemistry, 199, 720–726. doi:
5. Daly C. Starters: application in the dairy. Proceeding of the XXII International Dairy Congress “Milk - the vital force”. The Hague. 1986. P. 95– 103.
6. Harmon LG, Smith CL. The influence of environment and processing in spoilage organisms in cottage cheese. J Dairy Sci. 1956;19:252–255.
7. Horbatova K. K. pod. red. A. Z. Rubynova. Byokhymia moloka y molochnykh produktov. 3e yzd., pererab. y dop. SPb.: HYORD, 2004. 320 c.
8. Hordofa B. B. Acidification process and properties of soft cheese made from cow milk using different starter cultures. 2018. African Journal of Food Science and Technology, 9(02), 12-18.
9. <http://www.ndt.biz/machine-units/cottage-cheese-production-units/cottage-cheese-technology.html>
10. [https://tvoetilo.com.ua/bilkovi kontsentraty.php](https://tvoetilo.com.ua/bilkovi_kontsentraty.php) (Білкові концентрати).
11. <https://www.ekokom.com/blog/avtomaticheskij-uchastok-proizvodstva-klassicheskogo-tradicionnogo-i-zernenogo-tvoroga> (Автоматична ділянка виробництва класичного, традиційного та зерненого кисломолочного сиру).

12. <https://www.ekokom.com/services/zernenyj-tvorog-so-slivkami> (Зернений сир з вершками, компанія Екоком).
13. <https://xn--80afe0fub.com.ua/ua/protein> (Гадяч Протеїн).
14. <https://xreferat.com/76/3061-2-proekt-cehu-z-virobnictva-kislomolochного-siru-zernistogo-tipu-kottedzh.html> (Проект цеху з виробництва кисломолочного сиру зернистого типу "Коттедж").
15. Hubbard E. M., Jervis, S. M., & Drake, M. A. The effect of extrinsic attributes on liking of cottage cheese. 2016. Journal of Dairy Science, 99(1), 183-193.
16. Janier C Le fromage. Petite encyclopedie pratique. Chistian Janier. L.: Eitions Stephane Baches. 2008. 195 c
17. Johnson P. Cottage cheese: a primer for high quality and long shelf life. Am Dairy Rev. 1979;41:400.
18. Josipovic, R., Medverec Knezevic, Z., Frece, J., Markov, K. et. al. (2015). Improved Properties and Microbiological Safety of Novel Cottage Cheese Containing Spices. Food Technology and Biotechnology, 53 (4), 454–462.
19. Kosikowski FV. Cottage cheese. In: Kosikowski FV, editor. Cheese and fermented milk foods. 2. New York: F. V. Kosikowski and Associates; 1982. pp. 109–143.
20. Makhal S, Kanawjia SK. Preservation of cottage cheese: a review. Indian J Dairy Sci. 2003;56:1–12.
21. Rudiuk, V., Pasichnyi, V., Khorunzha, T., & Krasulya, O. Sour milk product with high protein content. Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 21(91), 2019. 79-83. <https://doi.org/10.32718/nvlvet-f9113>
22. Sharma S., Vaidya D., & Chauhan N. Microbiological analysis and nutritional evaluation of cottage cheese produced with kiwifruit enzyme. 2018. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 7(2), 1-7.
23. Soda M. El., Madkor S.A., Tong P.S. Marschall Rhodia International Dairy Science Award Lecture. Adjunct Cultures: Recent Development and Potential

- Significance to the Cheese Industry. *Journal of Dairy Science*. 2000. Vol. 83, №5. P. 609-616.
24. Tverdokhlebo H.V., Dylalians Z.Kh., Chekulaeva L.V., Shyller H.H.. *Tekhnolohyia moloka y molochnykh produktov: Ucheb. dlia vuzov/* M.: Ahropromyzdat, 1991. – 462 c.
  25. Wolfe B.E., Button J.E., Santarelli M., & Dutton R.J. Cheese rind communities provide tractable systems for in situ and in vitro studies of microbial diversity. *Cell*, 2014. 158: 422–433. doi: 10.1016/j.cell.2014.05.041
  26. Yeresko, H.O., Kihel, N.F., Romanchuk, I.O., Naumenko, O.V., Danylenko, S.H., Orliuk, Yu.T. Instruction on the organization of production microbiological control at dairy enterprises [Instruktsiia shchodo orhanizatsii vyrobnychoho mikrobiolohichnoho kontroliu na pidpriemstvakh molochnoi promyslovosti], NAAN NNTs «IAE». 2014. Kyiv. 372 p.
  27. Zheng X, Shi X, Wang B. A Review on the General Cheese Processing Technology, Flavor Biochemical Pathways and the Influence of Yeasts in Cheese. *Front Microbiol*. 2021 Jul 29;12:703284. doi: 10.3389/fmicb.2021.703284. PMID: 34394049; PMCID: PMC8358398.
  28. Власенко В.В., Функціональні харчові продукти з наповнювачами. Наукові праці Національного університету харчових технологій, Том 22 №6-Київ-Україна: 2016.С-228-235.
  29. Галат Б.Ф. Молоко: виробництво та переробка. Харків, 2005. 352 с.
  30. Дідух Г. В. Отримання мікропартикуляту з концентрату білків молочної сироватки. *Харчова наука і технологія*. 2015. № 2. С. 52-56.
  31. Дідух Н.А. Заквашувальні композиції для виробництва молочних продуктів функціонального призначення. Одеса: Поліграф. 2008. 236 с.
  32. ДСТУ 3662-2018 Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови. Чинний від 01.01.2019. К.Держстандарт України. 2018. 10 с.
  33. ДСТУ 4554:2006. Сир кисломолочний. Технічні умови. 15 с.
  34. ДСТУ 6082:2009 Молоко та молочні продукти. Методи визначання густини.

35. ДСТУ 8550:2015 Молоко та молочні продукти. Вимірювання рН потенціометричним методом.
36. ДСТУ ISO 11870:2007 Молоко і молочні продукти. Визначення масової частки жиру. Загальні рекомендації щодо використання методів із застосуванням жиромірів (ISO 11870:2000, IDT).
37. Заявка на пат. № UA Україна, (51)МПК . Спосіб виготовлення м'якого сиру функціонального ризначення для діабетичного споживання « Моцарелочка» / Т.В. Семко, І.Г.Власенко, В.В.Власенко, № у 2017 12399 ; Заявл. 19.02.2018; № 4409/ЗУ/18.
38. Калмикова Г.Ф. Розроблення технології сиру термокислотного, збагаченого молочнокислою мікрофлорою. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук, Київ. 2015. 170 с.
39. Козак О.А. Основні тенденції розвитку світового ринку молока та молочної продукції. Економіка АПК. 2019. № 3. С. 149-153.
40. Кручек О. А. Висока ефективність пастеризації – надійний спосіб отримання безпечного пастеризованого молока. Аграрний вісник Причорномор'я. Економічні науки. Вип. 37. Одеса: Імідж Прес. 2007. С. 166–170.
41. Кузнецов В.В. Довідник технолога молочного виробництва. Технології та рецептури Т.3. Сири. СПб.: ГІОРД, 2003. 512 с.
42. Ланженко Л.О. Розробка технології твердого сиру функціонального призначення: Дис. канд. техн. наук. Одеса, 2016. 174 с.
43. Макарецв Н.Г. Технологічні основи виробництва та переробки продукції тваринництва: Навчальний посібник. М.: Із МГТУ ім. Баумана, 2003. 808 с.
44. Ножечкіна, Г.М. Вимоги до якості молока в сировиробництві та рекомендації щодо поліпшення його сиропридатності. Молочна промисловість. 2006. № 8 (33). С. 46-49.
45. Рудюк В. П., Пасічний В. М., Хорунжа Т. О., & Красуля О. О. Кисломолочний продукт з підвищеним вмістом білка. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та

- біотехнологій імені С.З. Гжицького, 2019. 21 (91 (2)), 79-83. doi: 10.32718/nvlvet-f9113
46. Тележенко Л.М., Дідух Г.В., Капчан В.І. Модифіковані сироваткові білкові концентрати як збагачувачі харчових продуктів. Журнал «Молодий вчений». 2017. № 5 (45). С. 495-500.
  47. Теоретичні та прикладні аспекти оцінки конкурентоспроможності молокопереробних підприємств на молочному ринку України. Соціально-економічні проблеми і держава. 2018. Вип. 2. С. 104-118.
  48. Поліщук Г. Є., Грек О. В., Скорченко Т.А. та ін. Технологічні розрахунки у молочній промисловості: навч. посіб. К.: НУХТ, 2013. 343 с.
  49. Поліщук Г. Є., Грек О. В., Скорченко Т. А. та ін. Технологія молочних продуктів: підручник. К.: НУХТ, 2013. 502 с.
  50. Грек О.В., Скорченко Т. А. Технологія сиру кисломолочного та сиркових виробів: навч. посіб. К.: НУХТ, 2009. 235 с.
  51. Устименко І. М. Удосконалення технології продукту білкового зернистого. Стан і перспективи харчової науки та промисловості : матеріали міжнародної науково-технічної конференції 8-9 жовтня 2015 р., Тернопіль: тези доповідей ТНТУ імені Івана Пулюя. Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2015. С. 19.