

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

Факультет харчових технологій та біотехнологій

Кафедра технології молока і молочних продуктів

До захисту допущено

Завідувач кафедри

Орися ЦІСАРИК

« 2 » 12 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття освітнього ступеня магістра

зі спеціальності 181 «Харчові технології»

(код та найменування спеціальності)
освітньо-професійної програми Технології зберігання, консервування
та переробки молока

на тему: **«РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ТВЕРДОГО СИРУ З
ЦУКАТАМИ МАНГО НА ОСНОВІ СИРУ «СМЕТАНКОВИЙ»**

Виконавець:

здобувач

Дубинська Анастасія

(прізвище та ініціали)

Науковий керівник:

Ольга Михайлицька

(прізвище та ініціали)

Рецензент:

Голух І. І.

(прізвище та ініціали)

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

Факультет Харчових технологій та біотехнологій

Кафедра Технології молока і молочних продуктів

Освітній ступінь Магістр

Спеціальність 181 «Харчові технології»

Освітньо-професійна програма Технології зберігання, консервування та переробки молока

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____

д.с-г.н., професор Орися ЦІСАРИК

“12” березня 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу здобувача вищої освіти

Дубинській Анастасії

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: **«РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ТВЕРДОГО СИРУ З
ЦУКАТАМИ МАНГО НА ОСНОВІ СИРУ «СМЕТАНКОВИЙ»**

керівник роботи: Михайлицька Ольга Романівна, доцент, канд. техн. наук
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «12» 03 2024 року
№ 203-4

2. Строк подання здобувачем роботи листопада, 2024
3. Вихідні дані до роботи Завдання керівника, технологічні
інструкції, висновок щодо сиру, літературні
дані.

4. Зміст кваліфікаційної роботи (перелік питань, які потрібно розробити)
анотація, вступ, огляд літературних джерел, матеріали і методи досліджень,
результати власних досліджень та їх обговорення, економічна та соціальна
ефективність від впровадження розробки, висновки, список використаних
джерел.

5. Перелік графічного матеріалу таблиці, рисунки, графіки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1,2,3	Михайлицька О.Р., доцент		
4	доц. Душка В.І.		

7. Дата видачі завдання 12 березень 2024

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	15.03.2024	
2	Огляд літературних джерел	15.04.2024	
3	Матеріали і методи досліджень	15.05.2024	
4	Результати власних досліджень та їх обговорення	10.06.2024 - 30.10.2024	
5	Економічна та соціальна ефективність від впровадження розробки	25.11.2024	
6	Висновки і рекомендації виробництву	01.12.2024	
7	Допуск до захисту	02.12.2024	

Здобувач

(підпис)

Анастасія ДУБИНСЬКА

(ім'я та прізвище)

Керівник роботи

(підпис)

Ольга МИХАЙЛИЦЬКА

(ім'я та прізвище)

ЗМІСТ

Анотація	5
Вступ	10
1. Огляд літератури	12
1.1. Роль функціональних продуктів у формуванні системи екологічного захисту людини	12
1.2. Аналіз способів виготовлення твердих сичужних сирів	16
1.3. Сучасні напрямки виготовлення твердих сирів з немолочними інгредієнтами	36
1.4. Характеристика рослинних добавок для виготовлення нового твердого сиру	46
1.5. Висновки і постановка завдання	56
2. Матеріали і методи досліджень	58
2.1. Матеріали для досліджень	58
2.2. Методи досліджень	59
3. Результати власних досліджень та їх обговорення	64
3.1. Технологія сиру твердого сичужного «Сметанковий»	64
3.2. Порядок внесення рослинних добавок за ходом технологічного процесу	76
3.3. Аналіз отриманих результатів	80
4. Економічна та соціальна ефективність від впровадження розробки	87
Висновки і рекомендації виробництву	90
Список використаних джерел	92

АНОТАЦІЯ

Підхід до розробки нового виду твердого сиру з манго є дуже актуальним у сучасних умовах, коли споживачі все більше звертають увагу на якість і користь харчових продуктів.

Переваги:

1. Збагачення продукту клітковиною, білками та мікроелементами. Манго є багатим джерелом харчових волокон, білків, калію, магнію, кальцію і вітамінів, зокрема вітаміну Е. Додавання манго в сир може підвищити його харчову цінність та надати продукту нових корисних властивостей.

2. Виведення токсинів. Завдяки поєднанню білків твердого сиру та харчових волокон манго, новий продукт може сприяти очищенню організму від важких металів, радіонуклідів та інших шкідливих речовин.

3. Універсальність у харчуванні. Такий сир стане чудовим доповненням до раціону, адже він забезпечує збалансований вміст макро- та мікроелементів, сприяючи енергетичному та поживному балансу.

4. Смакова новизна. Поєднання насиченого смаку твердого сиру та ніжного аромату манго може зацікавити гурманів та розширити асортимент для вибагливих споживачів.

Можливості застосування:

- Використання у дієтичному харчуванні.*
- Рекомендації для людей, які прагнуть зменшити споживання токсинів та підтримати імунну систему.*

- Застосування в ресторанній сфері як новий делікатесний продукт.*

Такі дослідження можуть суттєво збагатити ринок функціональних продуктів харчування та сприяти популяризації здорового способу життя.

Окрім того, дослідження твердого сиру з манго демонструє комплексний підхід до розробки продукту, орієнтованого на підвищення харчової та біологічної цінності. Представлена інформація містить ключові

аспекти, які важливі для обґрунтування інноваційності і практичної значущості розробки.

Основні досягнення:

1. *Розробка технології нового продукту.* Сир з цукатами манго має унікальний склад завдяки додаванню манго, що підвищує його харчову цінність.
2. *Оптимізація рецептури.* Встановлення оптимальної дози манго (10 %) дозволяє зберігати гармонійний смак і текстуру продукту, не впливаючи негативно на органолептичні властивості.
3. *Аналіз показників якості.* Використання органолептичних, фізико-хімічних і мікробіологічних методів дозволило забезпечити високу якість і безпечність продукту.
4. *Висока харчова і біологічна цінність.* Новий сир з манго містить 12 % клітковини та збалансований амінокислотний склад, що робить його унікальним серед твердих сирів.
5. *Довготривале зберігання.* Дослідження стабільності продукту при зберіганні протягом 90 діб свідчить про його практичність і можливість впровадження у масове виробництво.

Потенційні напрямки використання:

- *Функціональне харчування.* Завдяки клітковині і біологічно активним компонентам сир може стати частиною здорового раціону.
- *Експортний потенціал.* Продукт може бути цікавим на міжнародному ринку як інноваційний та екологічний продукт.
- *Розширення лінійки сирів.* Використання інших рослинних компонентів для створення нових видів сиру.

Отримані результати вказують на те, що сир з цукатами манго має великий потенціал для впровадження у промислове виробництво, а також може бути конкурентоспроможним на ринку здорового харчування.

Ключові слова: СИР ТВЕРДИЙ, ЦУКАТИ МАНГО, КИСЛОТНІСТЬ, ТЕРМІН ЗБЕРІГАННЯ, ВЛАСТИВОСТІ СИРУ, СИРОПРИДАТНІСТЬ МОЛОКА, СТРУКТУРА СИРУ.

ABSTRACT

The approach to developing a new type of hard cheese with mango is very relevant in modern conditions, when consumers are increasingly paying attention to the quality and benefits of food products.

Advantages:

1. Enrichment of the product with fiber, proteins and microelements. Mango is a rich source of dietary fiber, proteins, potassium, magnesium, calcium and vitamins, in particular vitamin E. Adding mango to cheese can increase its nutritional value and give the product new beneficial properties.

2. Removal of toxins. Thanks to the combination of hard cheese proteins and mango dietary fiber, the new product can help cleanse the body of heavy metals, radionuclides and other harmful substances.

3. Versatility in nutrition. Such cheese will be an excellent addition to the diet, as it provides a balanced content of macro- and microelements, contributing to energy and nutritional balance.

4. Taste novelty. The combination of the rich taste of hard cheese and the delicate aroma of mango can interest gourmets and expand the range for discerning consumers.

Application possibilities:

- Use in dietary nutrition.*
- Recommendations for people seeking to reduce the consumption of toxins and support the immune system.*
- Use in the restaurant sector as a new delicacy.*

Such studies can significantly enrich the market of functional foods and promote a healthy lifestyle.

In addition, the study of hard mango cheese demonstrates a comprehensive approach to product development focused on increasing nutritional and biological value. The information presented contains key aspects that are important for substantiating the innovativeness and practical significance of the development.

Main achievements:

1. *Development of a new product technology. Candied mango cheese has a unique composition due to the addition of mango, which increases its nutritional value.*

2. *Optimization of the recipe. Setting the optimal dose of mango (10%) allows you to maintain a harmonious taste and texture of the product without negatively affecting the organoleptic properties.*

3. *Analysis of quality indicators. The use of organoleptic, physicochemical and microbiological methods allowed to ensure high quality and safety of the product.*

4. *High nutritional and biological value. The new mango cheese contains 12% fiber and a balanced amino acid composition, which makes it unique among hard cheeses.*

5. *Long-term storage. The study of the stability of the product during storage for 90 days indicates its practicality and the possibility of its introduction into mass production.*

Potential areas of use:

- *Functional nutrition. Thanks to fiber and biologically active components, cheese can become part of a healthy diet.*

- *Export potential. The product can be interesting on the international market as an innovative and environmentally friendly product.*

- *Expansion of the cheese line. The use of other plant components to create new types of cheese.*

The results obtained indicate that candied mango cheese has great potential for introduction into industrial production, and can also be competitive in the healthy food market.

Keywords: *HARD CHEESE, CANDIED MANGO, ACIDITY, SHELF LIFE, CHEESE PROPERTIES, CHEESE SUITABILITY OF MILK, CHEESE STRUCTURE.*

ВСТУП

На даний час в Україні виробництво сирів здійснюється більш, ніж на 150 підприємствах молочної галузі. Твердий сичужний сир займає чи не перше місце серед всіх молочних продуктів за кількістю його споживання. Твердий сир має високі органолептичні властивості, високу харчову та біологічну цінність, легко засвоюється. В склад його сухої речовини входить концентрат жиру та білку, тому він вважається поживним і повноцінним продуктом харчування [55, 59]. Саме тому обсяг виробництва і споживання сирів, як твердих, так і м'яких, постійно збільшується в цілому світі.

Разом з тим останнім часом в Україні зростає кількість невеликих приватних сироварних заводів, які спеціалізуються на виготовленні невеликої кількості крафтових сирів із особливими властивостями [34].

Такі крафтові сири, особливо збагачені рослинними інгредієнтами, допоможуть у покращенні здоров'я і підвищенні імунного статусу людини. Крім цього розроблення твердих сирів в поєднанні з горіхами, мигдалем, спеціями може допомогти в корегуванні його харчової та біологічної цінності [47, 59].

Незважаючи на наявний широкий асортимент твердих сирів, в цілому світі надають великого значення проектуванню і виготовленню нових видів комбінованих сирів з рослинними компонентами [38, 47]. Причиною цьому є: збільшення виходу готового продукту з об'єму молока, що дуже важливо в осінньо-зимовий період. Крім цього, наявність різних рослинних добавок дозволяють створювати сири з цікавими та оригінальними смаками і вони, звичайно, зацікавлять споживача. Крім рослин, для виготовлення сирів можна використовувати також і ароматичні інгредієнти. Наприклад, сир з Кіпру «халумі» виготовляють з додаванням м'яти, в Німеччині застосовують картоплю, яблучні шкірки, різноманітні крупи і бобові [32, 39, 49, 50, 52]. До твердих сирів часто додають майоран, імбир, кардамон [2, 25, 54, 76].

Не дивлячись на те, що асортимент твердих сирів в Україні є досить широким і різноманітним, продуктів функціонального і лікувально-профілактичного напрямку є недостатньо. В загальному їх частка становить 1-2 % від всієї кількості виготовлених сирів [33, 47].

Саме тому ми вирішили розширити асортимент твердих сирів і пропонуємо їх виготовлення з цукатами манго.

1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Роль функціональних продуктів у формуванні системи екологічного захисту людини

У ХХІ столітті зростання рівня промислового виробництва, швидкий темп життя, незбалансоване харчування та поганий стан довкілля призвели до поширення «хвороб цивілізації» – захворювань, спричинених сучасними умовами життя. Причинами цих хвороб є зміна структури харчування. Сучасний раціон містить велику кількість рафінованих і крохмалистих продуктів, штучних добавок, насичених жирів, цукру, очищених зернових. Це викликає дефіцит вітамінів, мінералів та поліненасичених жирних кислот, а також порушує мікрофлору кишківника. Як наслідок, адаптаційні й компенсаторні механізми організму слабшають, що підвищує ризик професійних захворювань і сприяє передчасному старінню [23, 57].

Сучасні харчові продукти дуже відрізняються від принципів здорового харчування. Через швидкий ритм життя люди часто їдять нашвидкуруч і обирають фаст-фуд, який містить велику кількість насичених і трансжирів, що сприяє накопиченню холестерину та формуванню холестеринових бляшок на стінках судин. Крім того, надмірний стрес у поєднанні з дефіцитом мінералів призводить до виснаження організму, а забруднене довкілля посилює вільнорадикальні реакції в організмі, що може спричинити пошкодження клітин або розвиток злоякісних новоутворень. Ці чинники разом спричиняють підвищення захворюваності на серцево-судинні та онкологічні захворювання, ожиріння, цукровий діабет і гіпотонію – поширені «хвороби цивілізації» [7, 23].

Сучасний стан харчування населення України вказує на істотні відхилення від раціональних норм, що може мати негативний вплив на здоров'я. Аналіз показує такі ключові проблеми:

- Перевищення рекомендованих норм споживання таких продуктів, як хлібобулочні вироби (на 123 %), картопля (на 148 %), цукор (на 130 %) та олія (на 177 %). Це може сприяти розвитку ожиріння та метаболічних порушень.

- Зниження вмісту білка в добовому раціоні через недостатнє споживання продуктів тваринного походження: м'яса і м'ясопродуктів (лише 37 % від рекомендованої норми), молочних продуктів (34 %) і риби (лише 19 % від потреби) [8, 23].

- Надмірне споживання неповноцінних рослинних білків і жирів з переважанням насичених жирних кислот, що не забезпечує повноцінного живлення і може призводити до проблем зі здоров'ям серцево-судинної системи.

- Дефіцит вітамінів і мінералів, зокрема антиоксидантних вітамінів (А, С, Е) та мікроелементів (йод, ферум, селен), що може послаблювати імунну систему і підвищувати ризик хронічних захворювань [8, 23].

- Впровадження функціональних продуктів на основі традиційних компонентів може допомогти розв'язати проблему нестачі важливих поживних речовин. Сьогодні зростає попит на натуральні, органічні, збалансовані продукти, збагачені вітамінами та мінералами. Ця тенденція сприяє розвитку галузі функціональних продуктів, однак на ринку їх ще недостатньо, щоб повністю задовольнити потреби населення і зменшити дефіцит поживних речовин [8, 23].

Недостатнє споживання біологічно активних компонентів має серйозні наслідки для організму. Наприклад, для синтезу серотоніну, хімічного регулятора нервових імпульсів, необхідний триптофан — есенціальна амінокислота, що надходить лише з їжею. Крім того, мозку потрібні кисень, мікроелементи, вітаміни та глюкоза для нормальної діяльності. Дефіцит цих речовин призводить до порушень роботи центральної нервової системи і може стати поштовхом до розвитку різних захворювань [3, 24].

Останніми роками виробництво продуктів оздоровчого та профілактичного призначення набуло значної популярності. Таке оздоровче харчування ґрунтується на вживанні функціональних харчових продуктів — масових харчових продуктів, що поряд із білками, жирами та вуглеводами містять комплекс біологічно активних речовин (БАР), зокрема мінорних

компонентів, які у визначених кількостях позитивно впливають на здоров'я людини при регулярному споживанні. До таких продуктів висуваються вимоги щодо їхньої фізіологічної користі та здатності сприяти загальному здоров'ю, такі продукти особливо цінні завдяки своїм поживним та функціональним інгредієнтам, які допомагають організму адаптуватися до навколишнього середовища, знижують ризик захворювань та уповільнюють процес старіння. Вони є важливою частиною стратегії боротьби із хворобами цивілізації, такими як серцево-судинні захворювання, ожиріння, діабет, що часто пов'язані з незбалансованим харчуванням [8, 24].

Оскільки функціональні продукти можуть мати цільовий вплив на здоров'я, особливо актуальним є інформування споживачів про їхній склад та вплив на організм. Споживачі потребують достовірної інформації про користь та потенційний вплив окремих компонентів на конкретні органи й загальний стан організму [23].

Функціональні харчові продукти поділяють на три основні групи, що відрізняються складом і способом обробки:

1. Натуральні продукти – містять високу концентрацію біологічно активних речовин природного походження, наприклад, вівсяні висівки, фрукти та овочі.

2. Продукти зі збільшеним рівнем біологічно активних речовин – такі, де концентрацію корисних компонентів підвищують технологічним шляхом, як-от знежирене молоко, соки та хліб з висівками.

3. Продукти, збагачені нетиповими біологічно активними речовинами – до яких додаються компоненти, не властиві їх природному складу, що дозволяє підвищити користь для здоров'я [8, 23].

Функціональні продукти виконують низку важливих функцій:

- заповнюють дефіцит корисних речовин;
- підтримують нормальну роботу органів і систем;
- знижують ризик захворювань, зокрема, серцево-судинних, діабету, ожиріння;

- забезпечують здорову мікрофлору кишечника, сприяючи нормальній роботі шлунково-кишкового тракту [8, 23].

Сир є прикладом корисного і поживного харчового продукту. Його виготовляють з молока, всі основні компоненти якого переходять у концентровану форму. До складу сиру входять білки, жири, кальцій, фосфор, а також вітаміни B₂, A, E і D. Завдяки високій концентрації білка (приблизно 25-30%) та жиру (20-35%) сир є цінним джерелом енергії та корисних речовин, необхідних для нормального функціонування організму. У сирі зберігається співвідношення між казеїном і сироватковими білками, що сприяє легшому засвоєнню продукту [56, 58].

Сири відзначаються високою засвоюваністю білків і жирів, яка досягає 95-97%, що перевищує засвоюваність м'яса. Біологічна цінність сиру обумовлена високим вмістом незамінних амінокислот і мінералів, особливо кальцію та фосфору, які сприяють обміну речовин, формуванню кісткової системи та підтримці сольового складу крові [39, 56].

У 100 г сиру міститься достатньо кальцію для повного забезпечення добової потреби дорослої людини, а також близько третини добової норми фосфору. Залежно від виду сиру, тверді сири зберігають 60-80 % кальцію і 50-60 % фосфатів молока, у м'яких сирах збереження цих елементів дещо нижче. Масова частка сухих речовин також варіюється: у твердих сирах вона становить близько 65 %, тоді як у м'яких – близько 45 % [39, 56].

Сучасна технологія виробництва сирів досліджує специфіку технологічного процесу кожного виду, що впливає на різноманітність асортименту, а також на фізико-хімічні та органолептичні характеристики готового продукту [39].

1.2. Аналіз способів виготовлення твердих сичужних сирів

Сир – це продукт, багатий на білок, отриманий шляхом ферментативного згортання молока, формування сирної маси, її концентрування та подальшого дозрівання. Завдяки своєму складу, сир є важливою частиною раціону людини, оскільки містить всі необхідні організму амінокислоти, жири, органічні кислоти, вітаміни та мікроелементи. Зокрема, його висока харчова та біологічна цінність обумовлена великою кількістю молочного білка та кальцію [7, 56].

Особливо важливим є те, що білки сиру легко засвоюються в організмі – їх коефіцієнт перетравлення складає 95%, що пояснюється розщепленням казеїну під час дозрівання продукту. Це робить сир чудовим джерелом незамінних амінокислот для людського організму. Окрім білків, сир також є джерелом молочного жиру, який може перевищувати 20 %. Жири додають смаку продукту, надаючи йому вершкової насолоди.

Під час визрівання сирів під впливом мікробних ліпаз жири розщеплюються на леткі жирні кислоти, такі як масляна, капронова та каприлова, що роблять значний внесок у формування аромату продукту. Варто зазначити, що ліпіди сиру, включаючи тригліцериди та фосфоліпіди, знаходяться в емульгованому вигляді, що полегшує їх засвоєння [7, 39, 56].

Сир також є багатим джерелом кальцію, вміст якого коливається від 600 до 1100 мг на 100 грам продукту, що є значущою перевагою для здоров'я кісток. Окрім кальцію, сир містить жиророзчинні вітаміни А та Е, кількість яких залежить від вмісту жиру в продукті, а також водорозчинні вітаміни, зокрема рибофлавін, фолієву кислоту, вітаміни В₆ і В₁₂. Завдяки активній біосинтетичній діяльності заквасочних мікроорганізмів, у сирі кількість цих вітамінів значно вища, ніж у молоці [39, 58].

Таким чином, сир – це не лише поживний продукт із приємним смаком, а й важливе джерело корисних речовин для підтримки здоров'я людини.

Енергетична цінність сирів досить висока завдяки значному вмісту білків і жирів, що робить їх калорійним продуктом – від 200 до 400 ккал (840-1680 кДж) на 100 грамів. Саме тому сир є джерелом не лише поживних речовин, але й енергії. Окрім цього, типовий смак і аромат сиру формуються в результаті біохімічних перетворень, коли в процесі визрівання з'являються жирні кислоти, карбонільні сполуки, аміни та інші ароматичні речовини. Кожен з цих компонентів відіграє свою роль у створенні неповторного аромату та смакових відчуттів [24, 39, 58]. Однією з особливостей сирів є їх здатність довго зберігати свої високі органолептичні якості – смак, аромат і текстуру. Ця стабільність пояснюється низькою активністю води (a_w), яка становить 0,82-0,96, що дозволяє сиру чинити опір впливу небажаних мікроорганізмів і хімічним процесам, таким як окислення ліпідів. Сир є продуктом проміжної вологості, що робить його стійким до псування. Його можна використовувати як закуску або десерт, а особливо вдало сир поєднується з вином, підкреслюючи його смакові властивості [24, 39, 58].

Важливим фактором у виробництві якісного сиру є якість молока, з якого його виготовляють. Ферментні системи мікроорганізмів, молочнокислі, пропіоновокислі і лужноутворюючі бактерії, а також мікроскопічні гриби беруть участь у формуванні різноманітних типів сирів. Саме ці ферментні системи створюють специфічні амінограми для кожного виду сиру [8, 41, 56].

Було запропоновано технологічну класифікацію сирів, яка є ефективною для сирів, вироблених з сирого молока. Однак, коли сири виготовляються з пастеризованого молока, бактеріальні закваски стають визначальним фактором у формуванні виду продукту. Ця зміна впливає на ферментаційні процеси та структуру сиру.

Згідно з міжнародним стандартом, сири класифікуються за вмістом води у знежиреному сирі. За цією ознакою сири поділяються на кілька категорій: дуже тверді (менше 51 % води), тверді (49-56 %), напівтверді (54-63 %), напівм'які (61-69 %) і м'які сири (67 % води). Така класифікація дозволяє

систематизувати різноманіття сирів і краще розуміти їхні особливості [24, 39, 53].

Класифікація сирів також враховує вміст жиру в сухій речовині. За цим критерієм сири поділяються на кілька категорій: високожирні (понад 60 %), жирні (45-60 %), напівжирні (25-45 %), низькожирні (10-25 %) і знежирені (менше 10 %). Ще одним важливим показником є характер визрівання сирів. Згідно з цим, сир може визрівати [7, 24, 53]:

1. Переважно з поверхні або з середини.
2. З цвілью – на поверхні або всередині.
3. Сир може бути і без процесу визрівання.

Ця класифікація дає можливість чітко розподілити сири за технологічними ознаками [7, 40, 53, 56].

Класифікація молочних сирів:

I клас – Сичужні сири

1. Перший підклас (тверді сири):

- Сири з високотемпературною обробкою сирної маси.
- Пресовані сири.
- Самопресуючі сири з чеддеризацією і плавленням сирної маси.
- Сири з низькотемпературною обробкою сирної маси.
- Пресовані сири з частковою або повною чеддеризацією до формування.

- Самопресуючі сири з копченням сирної маси.
- Сири без кірки.
- Сири, що визрівають в розсолі.
- Самопресуючі сири, які споживаються у свіжому вигляді.

2. Другий підклас (напівтверді сири):

- Самопресуючі напівтверді сири.

3. Третій підклас (м'які сири):

- Сири, що визрівають під впливом молочнокислих і лужноутворюючих бактерій.

- Сири, що визрівають під впливом молочнокислих бактерій і мікроскопічних грибів.

- Сири, що визрівають під впливом плісняви [40, 53].

II клас – Кисломолочні сири:

1. Перший підклас: Свіжі сири.

2. Другий підклас: Витримані сири.

III клас – Перероблені сири:

- Плавлені сири.

- Бурдючні, горшкові, сири в полімерній плівці [40, 53].

Така детальна класифікація дозволяє систематизувати різноманіття сирів, розуміючи відмінності між ними за технологією виробництва, процесами визрівання і складом. Це допомагає в підборі сиру для різних кулінарних потреб або смакових уподобань.

Білки є одним із найважливіших компонентів сиру, адже вони забезпечують його високу поживну цінність. Залежно від технології виробництва та вмісту сухих речовин, сир може містити від 11 до 33 % білка. Наприклад, у твердих сирах для досягнення потрібної текстури вміст білка має бути не меншим за 24 %. Цікаво, що в більшості сичужних сирів білків навіть більше, ніж у м'ясі (приблизно 20 %). Білки є одним із найважливіших компонентів сиру, адже вони забезпечують його високу поживну цінність. Залежно від технології виробництва та вмісту сухих речовин, сир може містити від 11 до 33 % білка. Наприклад, у твердих сирах для досягнення потрібної текстури вміст білка має бути не меншим за 24 %. Цікаво, що в більшості сичужних сирів білків навіть більше, ніж у м'ясі (приблизно 20 %) [8, 24, 56].

Важливо, що молочні білки мають вищу біологічну цінність порівняно з рослинними, зокрема завдяки великій кількості лізину. Це робить сир чудовим доповненням до раціону, особливо для людей, які споживають продукти, бідні на цю амінокислоту, наприклад, хліб і борошняні вироби. Для задоволення щоденної потреби в незамінних амінокислотах достатньо споживати 0,5 літра молока і 50 грамів твердого сиру [46, 47, 59].

Білки сиру – це продукт розщеплення казеїну, що піддається значним змінам у процесі визрівання. Близько 20-30 % казеїну в сирі перетворюється на олігопептиди та амінокислоти під впливом ферментів, склад яких змінюється залежно від мікрофлори. Це і визначає остаточний смак та консистенцію сиру. У сичужних сирах зберігається приблизно 95% казеїну, що складає 74-80 % від загального вмісту білків молока, тоді як сироваткові білки складають лише 2-3% загального білка. Хоча жири не є обов'язковим компонентом сиру, їх присутність суттєво впливає на смак і текстуру продукту. Сир можна виготовляти як з незбираного, так і зі знежиреного або частково знежиреного молока. Однак, варто зазначити, що сири з низьким вмістом жиру мають менш приємний смак і більш грубу текстуру, а їхній аромат значно слабший [46, 47, 59].

Отже, білки є ключовим елементом, що надає сиру його поживні та органолептичні властивості, тоді як жири відповідають за смак і текстурні характеристики, підвищуючи загальну якість продукту.

У сичужних сирах вміст жиру становить від 18 до 30 % від загальної маси. Якщо жиру в сухій речовині не більше 30 %, такі сири називають напівжирними. В свіжих сирах, які не піддаються процесу дозрівання, вміст жиру ще нижчий, оскільки вони мають високу вологість. Завдяки цьому вони зберігають ніжну консистенцію навіть при невеликій кількості жиру і незначному розщепленні білків. Знежирені сири переважно використовують у кулінарії та для виготовлення плавлених сирів [33, 47].

Жири в сирах забезпечують їх високу енергетичну цінність. Коефіцієнт перетравності жирів у сирах варіюється від 88 до 94 %. Вміст насичених жирних кислот у сирі становить від 46,9 % до 64,8 %, що перевищує рекомендовані норми для збалансованого харчування. Тому сири з високим вмістом жиру є досить калорійними.

Зниження вмісту жиру в сирах можливе, але це допускається лише за умови збереження їх смакових якостей. Інакше продукт стає менш конкурентоспроможним на ринку. Наприклад, у твердих сирах зменшення

жиру призводить до погіршення смаку і надає їм більш грубу, щільну текстуру. Для покращення якості низькожирних сирів використовують різні підходи: модифікують технологічний процес, застосовують штами бактерій для прискорення протеолізу, вводять ензими для розщеплення білків та жирів, або додають замінники молочного жиру [33, 38, 46].

Молочний цукор також відіграє важливу роль у процесі сироваріння. Однак при оцінці молока для виробництва сиру його вміст рідко враховується, адже кількість цього компонента в молоці значно перевищує потребу для будь-якого виду сиру. Молочний цукор під дією ферментів молочнокислих бактерій зазнає різних видів бродіння, таких як молочнокисле, пропіоновокисле і навіть маслянокисле [2, 38].

Таким чином, жири є важливим компонентом, що визначає енергетичну цінність і смакові властивості сиру, тоді як молочний цукор сприяє процесу бродіння, що формує специфічні характеристики продукту.

Вміст молочної кислоти в сирах варіюється залежно від їхнього виду. Наприклад, у сирі Камамбер її міститься лише 0,2 %, тоді як Чеддері цей показник може досягати 1,5 %. Молочна кислота представлена у вигляді L1(+) та D(-) ізомерів. Доля D(-) ізомеру значно змінюється залежно від виду сиру: у свіжих сирах вона становить 4-14 %, тоді як у визрілих може досягати 10-50 %. Особливу увагу слід приділяти вмісту D(-) ізомеру в раціоні дітей до одного року, оскільки це може вплинути на їх здоров'я. Для інших вікових груп обмеження щодо цього ізомеру відсутні [7, 41, 56].

Вміст мікроелементів у молоці, з якого виготовляють сири, залишається недостатньо вивченим, хоча вони мають важливе значення для багатьох процесів сироробства. Мікроелементи, такі як кобальт, купрум, марганець, ферум, цинк, йод, молібден і нікель, беруть участь у процесах ферментації та визрівання сиру. Їхній вміст у молоці залежить від багатьох факторів, включаючи склад ґрунту, воду, корм для тварин, клімат, а також породу корів та їхній обмін речовин. Найбільші варіації спостерігаються в концентрації феруму, купруму, цинку, магнію та кобальту [1, 24, 34, 39].

Відомо, що кобальт і цинк позитивно впливають на активність заквасок, збільшуючи їхню здатність до кислотоутворення. Однак для повноцінного розвитку мікроорганізмів необхідно застосовувати суміші мікроелементів, а не окремі їхні складові. Це збагачення молока мікроелементами є важливим для підвищення якості сиру та покращення його органолептичних властивостей [40, 53].

Важливу роль у сирі відіграють вітаміни, які, як і білки, є незамінними для здоров'я. Вміст жиророзчинних вітамінів, зокрема А, Д і Е, безпосередньо залежить від кількості ліпідів у сирі. Вони можуть коливатися від нуля (у деяких свіжих сирах) до 70 % у продуктах, збагачених вершками. Що стосується водорозчинних вітамінів, їхній вміст також варіюється в залежності від виду сиру [36, 61, 66].

Ключовим етапом у виробництві сиру є згортання молока під дією сичужного ферменту. Від швидкості цього процесу, а також властивостей згустку залежать консистенція, зовнішній вигляд та інші органолептичні характеристики готового продукту [7, 40, 44].

Сичужне згортання молока відбувається у дві стадії: ферментативну та коагуляційну.

1. Ферментативна стадія. На цій стадії під дією сичужного ферменту відбувається розщеплення специфічного пептидного зв'язку між амінокислотами фенілаланіном і метіоніном (Фен-Мет) у поліпептидному ланцюзі χ -казеїну. Результатом цього процесу є розпад χ -казеїну на два продукти: нерозчинний пара- χ -казеїн, який є чутливим до іонів кальцію, і розчинний глікомакропептид. Цей процес можна представити так [7, 56, 57]:

Сичужний фермент

χ -казеїн $\rightarrow$ пара- χ -казеїн + глікомакропептид

Глікомакропептиди χ -казеїну мають високий негативний заряд і гідрофільні властивості. При їх відщепленні знижується електричний заряд на поверхні казеїнових міцел, що призводить до поступової втрати гідратної оболонки і зменшення стійкості казеїнових міцел [7, 56].

2. Коагуляційна стадія. Друга стадія згортання починається після ферментативної дії, коли білки починають коагулювати. Цей процес стає можливим лише після розщеплення 80-90 % χ -казеїну, що знаходиться на поверхні міцел. Дестабілізовані казеїнові частки (параказеїнові міцели) формують агрегати і ланцюги. Коли ці ланцюги досягають критичного розміру, вони починають зв'язуватися поздовжніми і поперечними зв'язками, утворюючи просторову сітку. В її петлях утримується дисперсійне середовище, і цей процес призводить до утворення сичужного згустку [7, 39, 56].

Механізм другої стадії коагуляції поки що не повністю вивчений, але вона є важливою для формування структури сиру.

Процес сичужного згортання білків молока та утворення згустку є складним і залежить від багатьох факторів.

Характер зв'язків при агрегуванні міцел

Вчені ще не до кінця з'ясували, які саме зв'язки сприяють агрегуванню дестабілізованих казеїнових міцел. Існують дві основні гіпотези:

1. Гідрофобні взаємодії – між неполярними групами пара- χ -казеїну.
2. Кальцієві містки – утворюються завдяки іонам кальцію, що приєднуються до серинфосфатних груп казеїну.

Фактори, що впливають на сичужне згортання [49, 50, 52]

На якість згустку впливають різноманітні чинники:

- Склад і властивості молока (вміст білків, кальцію);
- Режим пастеризації;
- Активність і склад бактеріальної закваски та сичужного ферменту;
- Температура згортання;
- Доза хлориду кальцію, який сприяє утворенню міцного згустку [49, 50, 54].

Участь сироваткових білків і жирових кульок

Окрім казеїну, в утворенні сичужного згустку також можуть брати участь денатуровані сироваткові білки та жирові кульки. Вони діють як центри коагуляції, навколо яких формується білкова сітка. Додавання сироваткових

білків прискорює згортання молока, але уповільнює процес синерезису (відділення сироватки), що може вимагати заходів для інтенсифікації сушіння сирного зерна [49, 50, 54].

Роль кальцію

Іони кальцію відіграють ключову роль у зміцненні білкової сітки, утворюючи кальцієві містки. За низького вмісту кальцію згортання молока відбувається повільно, а згусток виходить в'ялим або взагалі не формується. Оптимальний вміст кальцію в молоці для сичужного згортання – 125-130 мг% [48, 51, 54].

Обробка згустку

Метою обробки згустку є видалення надлишкової сироватки і збереження достатньої її кількості для подальших біохімічних процесів визрівання сиру. Регулювання вмісту сироватки в сирному зерні дозволяє керувати мікробіологічними процесами та забезпечувати необхідну якість і тип сиру [7, 39, 58].

Процес виділення сироватки з сирної маси має велике значення для формування якості сиру, і він залежить від багатьох факторів:

1. Склад молока

- **Жир:** Великі жирові кульки можуть затримувати виділення сироватки, закупорюючи капіляри в згустку. В результаті жирніше молоко гірше віддає вологу, і сирна маса залишається вологою. Дрібні жирові кульки, навпаки, легко виходять із сироваткою, що призводить до втрати жиру під час виробництва [7, 8, 24].

- **Розчинні солі кальцію:** Вони сприяють утворенню щільного згустку та швидкому виділенню сироватки. Нестача солей кальцію призводить до утворення в'ялого згустку, який погано видаляє вологу [1, 39, 58].

2. Пастеризація

Пастеризація змінює структуру білків молока: денатуються сироваткові білки та підвищується гідрофільність казеїну. Це призводить до

того, що згусток, отриманий із пастеризованого молока, гірше віддає сироватку, ніж згусток із сирого молока.

3. Кислотність

Кислотність молока і сирної маси є одним із ключових чинників для виділення сироватки. Молочнокислі бактерії під час згортання молока активно знижують електричний заряд білків, що зменшує їх здатність утримувати воду. Чим зріліше молоко (вища кислотність), тим легше сирна маса віддає сироватку. Для виробництва м'яких сирів кислотність молока має бути вищою, ніж для твердих [33, 38, 55].

4. Виділення сироватки та вологи

Чим більше сироватки виділяється із сирної маси, тим повільніше проходять біохімічні процеси в визріванні сиру. Тому важливо контролювати кількість залишкової сироватки, щоб регулювати ці процеси.

Видалення сироватки з згустку – це ключовий етап у виробництві сиру, який впливає на текстуру, смак і загальну якість продукту. Ось кілька основних аспектів, які важливі для цього процесу [38, 43]:

4.1. Регулювання процесу видалення сироватки

- Температура та кислотність: Вимірювання цих параметрів є критичними для контролю за видаленням сироватки. Вони визначають швидкість біохімічних реакцій у сирному згустку.

- Механічні дії: Розрізання згустку і вимішування сирного зерна дозволяють прискорити виділення сироватки. Розмір сирних зерен, температура другого нагрівання, інтенсивність і тривалість вимішування є специфічними для кожного виду сиру [40, 53].

4.2. Молочнокисла мікрофлора

- Роль мікроорганізмів: Молочнокислі бактерії, які зброджують лактозу в молочну кислоту, є основними збудниками молочнокислого бродіння. Вони створюють умови для подальшого ферментативного перетворення сирної маси [40, 44, 53].

- Закваски: При виробництві сиру вибирають багатоштамові закваски з високою енергією кислотоутворення і стійкістю до фагів. Якісний і кількісний склад мікрофлори впливає на формування особливостей кожного виду сиру [44].

4.3. Ферментні системи

- Ферменти, які виробляють мікроорганізми, викликають складні біохімічні процеси, що ведуть до визрівання сиру і формування його органолептичних властивостей. Технологічні прийоми, які застосовуються при виробництві, повинні забезпечувати оптимальні умови для цих мікроорганізмів [7, 44].

4.4. Внесення культур

- Для досягнення високої якості сиру до сирого молока часто вносять певні види молочнокислих бактерій. Наприклад, при виробництві швейцарського сиру додають чисті культури молочнокислих паличок у концентрації 0,1-0,2 % і невелику кількість пропіоновокислих бактерій [7, 44].

4.5. Використання пастеризованого молока

- При використанні пастеризованого молока єдиним джерелом мікрофлори є закваска, виготовлена на чистих культурах молочнокислих бактерій. Тому вибір культур і складання заквасок є важливими етапами в технології виробництва, які впливають на якість кінцевого продукту [7, 44].

Ці фактори взаємопов'язані, і їх оптимізація дозволяє досягти бажаних характеристик сиру, таких як текстура, смак, запах і термін зберігання.

У сироварінні вибір бактеріальних заквасок є критично важливим для формування текстури, смаку та аромату сиру. Основні мікроорганізми, що використовуються для заквасок, включають лактококи і палички. Ось детальніше про їх використання та характеристики [38, 47, 55]:

1. Основні мікроорганізми заквасок

- Лактококи:

- *Lactococcus lactis subsp. lactis* та *Lactococcus lactis subsp. cremoris*: ці культури є кислототворюючими, що сприяє зниженню pH молока під час ферментації, що важливо для згортання молока і формування сиру.

- *Lactococcus lactis subsp. lactis biovar diacetylactis*: ця культура також виробляє діацетил, що надає сиру характерний аромат. Вона, як і попередні, зброджує лактозу, перетворюючи її на молочну кислоту та діацетил.

- *Leu. mesenteroides subsp. dextranicum*: цей мікроорганізм допомагає в утворенні аромату та виробляє газ, що може вплинути на текстуру сиру [24, 39, 58].

- Палички:

- Включають *Lactobacillus helveticus (thermophilic lactic acid bacterium)*, які використовуються для великих сирів, таких як швейцарський. Вони сприяють подальшому збродженню та покращують структуру сиру [24, 39, 58].

- Пропіоновокислі бактерії – часто додаються для виробництва сирів, які вимагають специфічного аромату і смаку [40, 53].

2. Структура заквасок

Для виробництва великих сирів зазвичай використовують дві закваски:

- Перша закваска: складається з лактококів (кислотоутворюючі).

- Друга закваска: містить молочнокислі палички (наприклад, *Lb. helveticus*) і термофільні молочнокислі палички.

Кожна закваска може включати кілька штамів одного і того ж виду бактерій. Це дозволяє адаптуватися до різних умов молока та забезпечити оптимальне ферментаційне середовище [7, 40, 53].

3. Мікрофлора молока

Мікрофлора молока повинна містити чотири основні групи мікроорганізмів:

1. Молочнокислі палички

2. Лактококи

3. Мікрококи

4. Немолочнокислі палички [7, 40, 53]

Характеристики молочнокислих паличок:

- Витримують нагрівання протягом 30 хвилин при 60°C і навіть при 65°C.
- Не ростуть при температурах 10-12°C.
- Оптимальна температура росту: 45-50°C.
- Згортають молоко через 13-14 годин та виробляють 1,39-1,49% молочної кислоти за 24 години [7, 40, 53].

Характеристики лактококів:

- Витримують нагрівання 60-90 хвилин при 60-65°C.
- Не ростуть при температурах 10-12°C.
- Зброджують глюкозу, галактозу, лактозу, сахарозу, мальтозу, рафінозу та декстрини.
- Не утворюють газу та не мають здатності відновлювати нітрати або утворювати ацетон і сірководень [7, 36].

Отже, вибір бактеріальних заквасок і їх штамів у сироварінні має вирішальне значення для досягнення бажаних характеристик сиру. Залежно від обраних культур, можна контролювати кислотність, аромат, текстуру та інші органолептичні властивості продукту. Правильне поєднання мікроорганізмів допомагає досягти високої якості кінцевого продукту.

Мікрококи, як представники мікрофлори в сироварінні, відіграють важливу роль, хоча і мають певні обмеження. Давайте розглянемо їхню роль у виробництві сиру, а також різноманітність бактеріальних заквасок (БЗ) і бактеріальних препаратів (БП) [7, 36].

1. Характеристики мікрококів

- Аеробні властивості: мікрококи демонструють помірну аеробність і добре розвиваються при температурах 10-12 °C, що робить їх придатними для використання у виробництві певних видів сиру.
- Зброджування вуглеводів: окремі штами мікрококів показують різну здатність до зброджування вуглеводів. Деякі з них можуть утворювати кислоти, в той час як інші споживають цукри без зміни рН середовища.

- Згортання молока: Час згортання молока з мікрококами може варіюватися від 72 до 96 годин, і деякі штами взагалі не здатні до згортання [44, 53].

2. Внесення заквасок у молоко

Для відновлення корисної мікрофлори, знищеної під час пастеризації, у молоко перед згортанням вносять спеціальні закваски або активовані бактеріальні препарати. Це допомагає формувати специфічні смакові та текстурні характеристики сирів [44, 53].

3. Типи бактеріальних заквасок і препаратів

Бактеріальні закваски і препарати відрізняються за кількісним та якісним складом мікрофлори. Ось основні категорії [7, 36, 44]:

- Сухі та рідкі закваски (БЗ):
 - Сухі БЗ: Містять чисті культури молочнокислих бактерій і в 1 г (см³) мають не більше 10 млрд. життєздатних клітин.
 - Рідкі БЗ: Можуть містити в 1 г (см³) не менше 100 млрд. життєздатних клітин [7, 44].
- Типи мікрофлори:
 - Закваски молочнокислих бактерій.
 - Закваски пропіоновокислих бактерій.
 - Закваски сирної слизі [7, 44].

4. Класифікація за складом мікрофлори

- Моновидові закваски: Складаються з одного виду мікроорганізмів, можуть бути одно- або багатоштамовими.
- Полівидові закваски: Містять кілька видів одного роду або родини мікроорганізмів.
- Змішані закваски: Включають мікроорганізми різних видів [7, 36, 44].

5. Важливість молочнокислих бактерій

Молочнокислі бактерії є необхідними елементами в технології виробництва сирів. Вони сприяють згортанню молока, зменшують рН та

покращують текстуру і смак сиру. Комбінації мікроорганізмів підбираються спеціально для досягнення бажаних характеристик конкретного виду сиру [7, 8, 39].

Залежно від використаних заквасок та бактерій, можна значно вплинути на якість та характеристики кінцевого продукту. Знання про різноманітність мікроорганізмів і їх вплив на процес сироваріння дозволяє виробникам адаптувати технології для досягнення високоякісних результатів [39, 41].

Молочнокислі бактерії відіграють важливу роль у процесі сироваріння, впливаючи на смакові, ароматичні та текстурні характеристики сиру. Ось докладний опис їх функцій та класифікації [40, 44, 53]:

Функції молочнокислих бактерій [7, 8, 39]

1. Перетворення компонентів молока:

- Зброджують лактозу, білки та жири, утворюючи сполуки, які надають сиру його характерний смак, аромат і консистенцію.

- В результаті їхньої діяльності утворюються молочна кислота, вуглекислий газ, діацетил, ацетоїн та оцтова кислота, які впливають на органолептичні властивості сиру [7, 44].

2. Активація ферментів:

- Стимулюють дію молокозсідаючих ферментів, що сприяє згортанню молока та утворенню сичужного згустку.

3. Формування текстури та консистенції:

- Бактерії беруть участь у формуванні рисунка сиру, його структури і консистенції [41, 44, 53].

1. Пригнічення шкідливих мікроорганізмів:

- Молочнокислі бактерії створюють умови, які запобігають розвитку патогенних і шкідливих мікроорганізмів (наприклад, стафілококи та сальмонели) завдяки зброджуванню вуглеводів, підвищенню кислотності та зниженню окислювально-відновного потенціалу сиру.

- Вони також продукують специфічні інгібуючі речовини.

Класифікація молочнокислих бактерій [7, 8, 39]

Молочнокислі бактерії, які використовуються в заквасках та препаратах, можна розділити на кілька груп залежно від їхніх таксонометричних і функціональних ознак [7, 8, 39]:

1. Мезофільні гомоферментативні лактококи:

- Рід: *Lactococcus*
- Види: *Lactococcus lactis subsp. Lactis*, *Lactococcus lactis subsp. cremoris*
- Зброджують лактозу переважно до молочної кислоти [7, 8, 39].

2. Мезофільні гомоферментативні стрептококи, які зброджують цитрати:

- Види:
 - *Lactococcus lactis subsp. lactis biovar diacetylactis*
 - *S Lactococcus lactis subsp. lactis biovar acetoinicus*
- Зброджують цитрати у присутності вуглеців, утворюючи вуглекислий

газ, оцтову кислоту, ацетоїн та діацетил [7, 8, 39].

Мезофільні гомоферментативні молочні бактерії:

- Група: *Leuconostoc*
- Види:
 - *Leu. lactis*
 - *Leu. cremoris*
 - *Leu. dextranicum*
- Зброджують лактозу, утворюючи молочну кислоту, оцтову кислоту, етиловий спирт та вуглекислий газ [7, 8, 39].

Використання різних видів молочнокислих бактерій у виробництві сиру дозволяє регулювати якість, аромат і смак кінцевого продукту. Важливість їхньої ролі в технології сироваріння неможливо переоцінити, оскільки вони не лише формують смакові характеристики, а й забезпечують безпечність та довговічність сиру [7, 39, 58].

Термінологія та функції бактерій

1. Термінологічні групи:

- Термінальні гомоферментативні лактококи:

- Вид: *Streptococcus thermophilus*

- Молочнокислі палички:

- Види: *Lactobacillus lactis*, *Lactobacillus helveticus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus* [7, 39, 58]

2. Використання:

- При виготовленні сирів з високою температурою другого нагрівання (наприклад, швейцарський сир) застосовують термофільні молочнокислі бактерії, оскільки вони стійкі до вищих температур і можуть ефективно працювати в цих умовах [7, 39, 58].

3. Додаткові компоненти:

- Для покращення мікрофлори сирів з високою температурою другого нагрівання також використовують мезофільні молочнокислі бактерії.

- У виробництві сирів з пастеризованого молока важливо включати пропіоновокислі бактерії, зокрема [7, 39, 58]:

- Види: *Propionibacterium freudenreichii* subsp. *freudenreichii* та *Propionibacterium freudenreichii* subsp. *globosum*

- Ці бактерії відповідають за формування аромату і текстури, а також за подальшу ферментацію [7, 39, 57].

Процес внесення заквасок

1. Доза закваски:

- При виготовленні сирів закваски або активізовані бактеріальні препарати вносять у молоко перед згортанням.

- Зазвичай доза закваски становить 0,5-2,5% від обсягу перероблюваного молока.

- Вибір конкретної дози залежить від виду сиру, швидкості наростання кислотності сироватки, темпу обсушки зерна та фізико-хімічних властивостей молока [7, 39, 58].

2. Підготовка закваски:

- Перед внесенням закваски в молоко її необхідно ретельно розмішати, щоб уникнути утворення грудочок. Грудочки можуть призвести до

нерівномірного бродіння в сирній масі, утворення зон з посиленням бродінням і появи білих плям у готовому продукті [7, 39, 58].

Баланс внесення заквасок

- Проблеми при неправильному внесенні:
 - Якщо заквасок буде надто багато, це може призвести до зайвого розвитку молочнокислого процесу.
 - У разі недостатнього внесення заквасок може виникнути ризик активізації сторонньої, шкідливої мікрофлори, що може призвести до гіркоти, неприємного запаху та інших вад смаку, а також до погіршення рисунка сиру [7, 39, 58].

Отже, ефективне управління заквасками та бактеріями в процесі сироваріння є критично важливим для отримання якісного сиру. Збалансоване використання термофільних і мезофільних молочнокислих бактерій дозволяє контролювати процеси бродіння, поліпшувати смакові якості та забезпечувати безпечність продукту [7, 39, 58].

Сичужний фермент та його склад

1. Інгредієнти:
 - Сичужний фермент складається з хімозину (реніну) та пепсину (А і В).
 - Хімозин є більш активним у згортанні молока, ніж пепсин.
2. Вплив на молокозсідаючу активність:
 - Активність сичужного ферменту залежить від [33, 47]:
 - Співвідношення інгредієнтів.
 - Властивостей молока (вміст білків, жирів, вуглеводів).
 - Кислотності (оптимальне рН 5,3-6,3, з максимальним значенням при рН 6,2).
 - Температури (оптимальна температура 40°C).
 - Вмісту іонів кальцію у молоці [2, 38, 43].

Отримання сичужного ферменту

- Джерело: Сичужний фермент отримують з сичуга молодих телят, де міститься до 70% хімозину.

- Зміна складу: З віком тварин у ферменті переважає пепсин, а у дорослих особин сичужний фермент містить 30-40% пепсину [7, 44, 53].

Проблеми, пов'язані з пепсином

- Яловичий пепсин має високу протеолітичну активність, що може призвести до появи гіркоти у сирах, виготовлених з його використанням.

Оптимальні рішення для сироваріння

Найкращим варіантом для сироваріння є використання суміші сичужного ферменту з яловичим або пепсином домашньої птиці [7, 44, 53].

У вітчизняному сироварінні поширені такі ферментні препарати:

- Сичужний порошок.
- Пепсин харчовий свинячий.
- Пепсин харчовий яловичий.

У останні роки в сироварінні все частіше використовують ферментні препарати мікробного походження, зазвичай імпортного виробництва. Це пов'язано з потребою у підвищенні якості продукту та зменшенням впливу небажаних смакових відтінків [7, 44, 53].

Біохімічні реакції під час дозрівання сиру

У процесі дозрівання сиру відбуваються біохімічні реакції, внаслідок яких виділяються гази:

- Вуглекислий газ.
- Водень.
- Аміак.

Частина газів виходить назовні, тоді як інша частина затримується у сирній масі, утворюючи характерні вічка [40, 44, 53].

Отже, використання сичужного ферменту є ключовим елементом у процесі виробництва сиру, оскільки він відповідає за коагуляцію молока та впливає на текстуру, смак і аромат готового продукту. Правильний вибір

ферментних препаратів і контроль за умовами процесу визрівання дозволяють досягти високої якості сиру.

Утворення газів у процесі сироваріння

1. Аміак:

- Дезамінування амінокислот: Аміак утворюється внаслідок дезамінування амінокислот.

- Випаровування: Частина аміаку реагує з кислотами, а частина накопичується у вільному стані і випаровується, що призводить до появи характерного запаху аміаку у камері зберігання [40, 44, 53].

2. Водень:

- Джерела утворення:

- Водень виділяється під час маслянокислого бродіння молочної кислоти.

- Також утворюється в результаті діяльності бактерій групи кишкових паличок [40, 44, 53].

- Характеристики:

- Водень погано розчиняється в сирній масі, але легко дифундує через нещільні ділянки, тому не затримується в сирі.

- При інтенсивному маслянокислому бродінні утворюється велика кількість водню, що може викликати неправильне малюнок і вспучування сиру [40, 44, 53].

Вуглекислий газ (CO_2):

- Утворення:

- Вуглекислий газ виділяється у значно більших кількостях (60-90% від усіх газів), утворюється при зброджуванні молочного цукру і солей молочної кислоти (лактатів) завдяки діяльності молочнокислих, пропіоновокислих, маслянокислих бактерій, а також групи кишкових паличок.

- Також CO_2 утворюється при декарбоксилюванні амінокислот і жирних кислот [7, 36].

- Розчинність:

○ Вуглекислий газ відносно добре розчиняється в сирній масі, але його велика кількість призводить до створення пересиченого розчину, що може викликати його виділення.

- Вплив на структуру сиру:

- Газ накопичується в мікропорожнечах сирної маси, розширюючи їх і перетворюючи в вічка [7, 36].

- Швидкість виділення:

- При швидкому виділенні CO₂ (наприклад, у голландських сирах) утворюються численні дрібні вічка.

- При повільному виділенні (наприклад, у швейцарських сирах) утворюються великі і менші вічка у меншій кількості [7, 36].

Отже, зрозуміння процесів утворення газів і їх впливу на структуру сиру є важливими для контролю якості продукту. Від правильного регулювання умов бродіння та визрівання залежить не лише текстура, але й смакові характеристики готового сиру [40, 44, 53].

1.3. Сучасні напрямки виготовлення твердих сирів з немолочними інгредієнтами

Твердий сичужний сир є цінним білковим продуктом завдяки вмісту білків, жирів, мінералів та вітамінів. Основний білок – казеїн – забезпечує організм незамінними амінокислотами, корисними для жирового обміну, що робить сир рекомендованим для підтримки здоров'я печінки, нирок, шлунка, а також для профілактики атеросклерозу. Він містить значну кількість кальцію, фосфору, феруму, магнію, необхідних для росту і розвитку організму [53].

Зазначимо, що серед твердих сирів із функціональними властивостями виділяють сири, збагачені рослинними компонентами та добавками пробіотичної й пребіотичної дії, а також із модифікованим жирокислотним складом [60, 68].

Розроблений спосіб виробництва напівтвердого сиру типу чеддер включає традиційні етапи (приймання молока, зсідання, обробка сирного зерна, чеддеризація, плавлення, соління, формування та визрівання). Однак під час виробництва також додають біологічно активні добавки: водний розчин з бурої водорості (Еламін) та С-вітамінну добавку із червоного перцю. Еламін, природний концентрат мікроелементів, збагачує сир корисними речовинами та сприяє скороченню часу визрівання, а вітамінна добавка підвищує органолептичні властивості сиру [62, 69].

Завдяки цьому вдається отримати чедеризований напівтвердий сир із високими смаковими властивостями та збалансованим складом поживних речовин, що відповідає сучасним вимогам до функціональних продуктів харчування [62, 69].

Завдяки застосуванню біологічно активної добавки “Еламін” у виробництві сиру типу чеддер процес визрівання скорочується на 10-12 діб. Цей натуральний комплекс із бурих водоростей багатий на біологічно активні вуглеводи (42-47%), макро- та мікроелементи (35-40%), включаючи калій (5250-6850 мг/100 г), кальцій (1090-2200 мг/100 г), магній (1000-1300 мг/100 г), йод (150-300 мг/100 г) та інші. Такі органічно зв’язані елементи краще засвоюються організмом, зокрема йод у формі водоростевих сполук легко сприймається щитоподібною залозою [71].

Добавка з червоного перцю додатково збагачує сир вітаміном С (1620,5 мг/100 г), каротином, флавоноїдами, катехінами та іншими фенольними сполуками. Цей склад позитивно впливає на органолептичні властивості продукту і його харчову цінність, зокрема через високий вміст калію, кальцію, фосфору, феруму [62].

Автори пропонують додавати ці добавки на етапі підготовки молока. Це забезпечує кращу біодоступність мікроелементів, оскільки утворюються органічні сполуки з білком, які засвоюються організмом значно ефективніше порівняно з неорганічними мінералами [62].

Відомий метод виробництва енергетичного твердого сиру передбачає пастеризацію та охолодження молока, після чого додають молочнокислі бактерії (*Lactococcus lactis subsp. lactis biovar diacetylactis*, *Lactococcus lactis subsp. cremoris*), хлористий кальцій і сичужний фермент для утворення згустку. Отриманий згусток формують у сирну масу, яка проходить самопресування, соління та визрівання. Завершальним етапом є нанесення оболонки на сир [31].

На етапі формування та соління в сирну масу вводять енергетичну добавку, що може містити такі компоненти:

- аміналон (0,05-0,15%),
- таурин (0,3-0,5%),
- октакозанол або глюконолактон (глюкуронолактон) (0,05-0,3%),
- кофеїн (0,02-0,05%).

Додавання цих речовин підвищує енергетичну цінність сиру, створюючи продукт, спрямований на підтримку активного способу життя. Енергетичні добавки в сирі можуть бути корисними для тих, хто прагне підвищити рівень витривалості та зберігати високий рівень енергії, особливо для активних людей, які шукають додаткові джерела енергії для свого щоденного раціону [65, 70].

Запропоновано новий спосіб виробництва твердого пресованого сичужного сиру функціонального призначення, який включає наступні етапи:

1. Визрівання та нормалізація молока: Вихідне молоко підлягає визріванню, нормалізації, підігріванню, очищенню та тепловій обробці.

2. Температурні умови: Температура теплової обробки становить 82 ± 2 °C із витримкою 20-25 секунд. Після цього молоко охолоджується до температури зсідання 37 ± 1 °C.

3. Додавання закваски: У пастеризоване охолоджене молоко вносять симбіотичну закваску, що містить ліофільно висушені культури бактерій, включаючи *Lactococcus lactis* та *Bifidobacterium*. Співвідношення біфідо- та лактобактерій становить 10:1, з концентрацією життєздатних клітин 1×10^6 та 1×10^5 КУО/см³, відповідно [73, 74].

4. Зсідання: Молокозсідальний фермент додається в кількості 1,0-2,5 г на 100 кг нормалізованого молока. Зсідання відбувається при температурі 37 ± 1 °C протягом 30 ± 5 хвилин.

5. Обробка згустку: Згусток розрізається протягом 20 ± 5 хвилин, після чого формують сирне зерно розміром 3-5 мм. Друге нагрівання сирного зерна проводиться при температурі 47 ± 1 °C, а обсушування – при тій же температурі протягом 40 ± 10 хвилин [73, 74].

6. Соління: Часткове соління у зерні виконується додаванням солі "Екстра" у кількості 300-400 г на 100 кг суміші сирного зерна із сироваткою.

7. Формування та пресування: Формування сиру проводять з пласта. Самопресування триває 55 ± 5 хвилин при температурі 18-20 °C, а пресування – під тиском 1,3-2,5 кг/см² протягом 1,5-2 годин [73, 74].

8. Досолювання та визрівання: Досолювання проходить у розсолі з концентрацією 18-20% кухонної солі при температурі 11 ± 1 °C протягом 15 ± 1 години. Визрівання сиру триває 30 ± 2 діб при температурі 10-14 °C і вологості 80-85%.

9. Зберігання: Готовий сир зберігається при температурі 4 ± 2 °C протягом 90 ± 2 діб [73, 74].

Цей підхід відрізняється від традиційних методів за рахунок використання фруктози (0,05-0,1%) на етапі нормалізації, а також специфічних заквасок і умов для обробки молока, що дозволяє отримувати продукт з підвищеними функціональними властивостями [63, 74].

Внесення фруктози у процесі нормалізації молока відіграє важливу роль у виробництві твердого сичужного пресованого сиру функціонального призначення. Це стимулює активний ріст культур *Bifidobacterium*, що в свою чергу забезпечує високий вміст життєздатних клітин *Bifidobacterium* у готовому продукті – не менше 1×10^{10} КУО/г. Така концентрація життєздатних клітин надає сиру низку корисних властивостей [63]:

1. Анतिकанцерогенний ефект: Зменшує ризик розвитку ракових пухлин завдяки здатності *Bifidobacterium* пригнічувати патологічну мікрофлору в кишечнику та інгібувати утворення вторинних жовчних кислот.

2. Гепатопротекторний вплив: Підтримує функцію печінки, що особливо важливо для людей з печінковими захворюваннями [64].

3. Антиатерогенна дія: Сприяє зниженню рівня холестерину і запобігає розвитку атеросклерозу.

4. Антианемічні властивості: Допмагає у запобіганні анемії, покращуючи засвоєння феруму [64].

5. Антирахітичний ефект: Підтримує здоров'я кісткової системи, що важливо для попередження рахіту.

6. Стимулювання імунної системи: Активація захисних функцій організму, що допомагає у боротьбі з інфекціями [64].

Крім того, у запатентованому способі виробництва сиру пропонується внесення рідкого риба'ячого жиру (0,7-0,9% від обсягу молока) після теплової обробки, що може додатково підвищити поживну цінність продукту за рахунок ненасичених жирних кислот, корисних для серцево-судинної системи.

Використання закваски MICROBIAL MEITO RENNET у кількості 1-3% також покращує якість сиру, а додавання подрібненого насіння льону (1-2% від маси сирного зерна) підвищує вміст клітковини, Омега-3 жирних кислот і антиоксидантів, що також сприяє загальному оздоровленню [31].

Таким чином, описаний спосіб виробництва забезпечує не лише смачний, а й функціонально корисний продукт, що може бути важливим компонентом здорового харчування [31].

Риба'ячий жир є цінним джерелом поліненасичених жирних кислот, зокрема Омега-3 і Омега-6, а також вітамінів А і D. Дослідження підтверджують, що риба'ячий жир має ряд позитивних ефектів на здоров'я, таких як [31, 63]:

1. Профілактика тромбоутворення: ПНЖК, що містяться в риба'ячому жирі, сприяють розрідженню крові, зменшуючи ризик утворення тромбів.

2. Покращення кровообігу: Здоров'я судин і серця покращується за рахунок нормалізації рівня холестерину [31, 63].

3. Стимуляція розумової діяльності: Омега-3 жирні кислоти підтримують функції мозку, що важливо для когнітивного розвитку.

4. Профілактика серцево-судинних захворювань: Регулярне вживання риб'ячого жиру може зменшити ризик серцевих хвороб [31, 63].

Введення рідкого риб'ячого жиру в кількості 0,7-0,9% від загальної маси незбираного молока допомагає частково замінити молочний жир без негативного впливу на смакові якості готового продукту. Це збільшує вміст ПНЖК та вітамінів, зберігаючи при цьому приємний смак сиру [31, 63].

Насіння льону

Насіння льону також є потужним джерелом поліненасичених жирних кислот (Омега-3, Омега-6, Омега-9) і вітамінів (А, D, Е, F). Внесення подрібненого насіння льону у кількості 1-2% від маси сирного зерна забезпечує [72]:

1. Баланс жирних кислот: Допомагає створити оптимальний баланс жирних кислот у готовому продукті, що підвищує його поживну цінність.

2. Здоров'я серця і судин: Складові насіння льону можуть запобігати та лікувати серцево-судинні захворювання.

3. Покращення шлунково-кишкового тракту: Сприяє нормалізації роботи ШКТ, полегшуючи травлення [72, 75].

4. Контроль ваги: Може допомагати в лікуванні ожиріння та діабету, а також у профілактиці інсультів.

5. Здоров'я шкіри та волосся: Вітаміни та антиоксиданти, що містяться в насінні льону, сприяють покращенню стану шкіри та волосся.

6. Очищення організму: Насіння льону допомагає виводити з організму важкі метали та шлаки [72].

Таким чином, обидва компоненти – риб'ячий жир і насіння льону – роблять сир не лише смачнішим, а й функціонально кориснішим, підвищуючи його поживні властивості і надаючи позитивний вплив на здоров'я людини [72].

Новгород-Сіверський сирзавод запатентував метод виробництва твердого сиру з додаванням біфідобактерій, який має пробіотичні властивості. Ось основні етапи цього процесу та його переваги [31]:

Технологічний процес

1. Пастеризація молока: Молоко нагрівається до 70-76 °С з витримкою 15-25 секунд, після чого охолоджується до температури згортання 30-34 °С.
2. Додавання інгредієнтів: У молоко вносять натуральний харчовий барвник, хлорид кальцію, селітру, бактеріальну закваску (20-1500 г на 10 000 л молока) та молокозгортальний фермент.
3. Витримування для згортання: Молоко витримується для згортання протягом 25-45 хвилин [31].
4. Обробка згустку: Після утворення згустку він розрізається, обробляється, і видаляється 30-55% сироватки від об'єму молока.
5. Розведення сироватки: Залишену сироватку розводять водою (5-30% від об'єму молока) [31].
6. Друге нагрівання: Зерно нагрівають до 37-42 °С і вимішують до готовності.
7. Формування та пресування: Зерно відділяється від сироватки, формуються головки сиру, які підлягають пресуванню.
8. Соління: Головки сиру солять протягом 0,5-3,0 діб в розсолі з вмістом натрію хлориду 19-22%.
9. Пакування і визрівання: Головки пакуються в полімерну плівку або покриття і визрівають 3-6 тижнів при температурі 10-14 °С та відносній вологості 70-90% [31].

Унікальність технології

У цьому методі особливість полягає в додаванні чистої культури біфідобактерій *Bifidobacterium animalis subsp. lactis* у кількості 20-75 г до бактеріальної закваски [31, 72].

Переваги біфідобактерій

- Протимікробна дія: Ця культура здатна пригнічувати патогенні та умовно патогенні бактерії, що покращує загальний стан мікрофлори в кишечнику.
- Лікування дисбактеріозу: Допомогає відновити нормальний баланс мікрофлори, особливо після антибіотикотерапії [31, 72].
- Підвищення імунітету: Споживання сиру з біфідобактеріями може підсилити імунні реакції організму.
- Зниження холестерину: Бактерії сприяють зменшенню вмісту холестерину в крові, що важливо для профілактики серцево-судинних захворювань [31, 72].

Цей підхід до виробництва сиру не лише забезпечує високу якість кінцевого продукту, але й підвищує його харчову цінність завдяки вмісту живих культур біфідобактерій. Споживачі отримують продукт, який не тільки смачний, але й корисний для здоров'я.

Запропонований спосіб виготовлення твердого сичужного сиру з мигдалем передбачає інтеграцію корисних властивостей мигдалю до традиційного процесу виробництва сиру, що дозволяє створити не лише смачний, але й корисний продукт [75].

Основні етапи виробництва

1. Очищення молока: Перший етап передбачає підготовку молока для подальшої обробки.
2. Нормалізація: Регулювання складу молока для досягнення необхідних показників.
3. Пастеризація: Молоко нагрівається до високих температур, що забезпечує знищення патогенних мікроорганізмів.
4. Внесення інгредієнтів: Додають хлорид кальцію, бактеріальну закваску та молокозгортальний фермент.
5. Згортання: Суміш згортатиметься для утворення згустку [75].

6. Обробка згустку: Згусток розрізається, і проводяться перше та друге вимішування.

7. Соління та відділення сироватки: Часткове відділення сироватки, соління сирного зерна, остаточне відділення сироватки.

8. Формування та пресування: Зерно формують у головки сиру та пресують [75].

9. Обсушування та визрівання: Після цього сир солять, обсушують та визрівають.

10. Додавання мигдалю: На стадії формування сиру до сирного зерна додають подрібнені ядра мигдалю (2% від маси сирного зерна), що надає продукту додаткові харчові властивості.

11. Пакування: Після пресування, соління та обсушування, сир фасують у поліетиленову плівку та зберігають при температурі 0-8 °C до 3 місяців [75].

Переваги використання мигдалю

- Високий вміст мононенасичених жирів: Це сприяє зниженню рівня холестерину в крові, що є корисним для серцево-судинної системи.

- Антиоксидантні властивості: Вітамін E, що міститься в мигдалі, захищає клітини від вільних радикалів, знижуючи ризик розвитку онкологічних захворювань.

- Джерело вітамінів і мінералів: Мигдаль містить вітаміни групи B, а також мінеральні речовини (фосфор, магній, кальцій, калій), які необхідні для здоров'я шкіри, волосся, зубів та нормального функціонування серцево-судинної системи.

- Покращення функцій мозку: Солодкий мигдаль стимулює мозкову діяльність та очищає організм [75].

Виготовлення твердого сичужного сиру з мигдалем є інноваційним рішенням, яке поєднує в собі традиційні технології виробництва сиру з додатковими корисними властивостями мигдалю. Це робить продукт не лише смачним, а й корисним для здоров'я, що може зацікавити споживачів, які дбають про своє харчування.

Національний університет харчових технологій представив технологію виробництва твердих сичужних сирів функціонального призначення, збагачених фосфоліпідними та білковими добавками. Це підходить для тих, хто прагне покращити своє харчування завдяки споживанню функціональних продуктів. Ось основні аспекти цієї технології [67]:

Основні етапи технології

1. Внесення фосфоліпідного комплексу:

- Використовується біологічно активна добавка «Холін», яка додається до знежиреного молока у вигляді емульсії (співвідношення 1:7).
- Цей підхід дозволяє поліпшити засвоюваність фосфоліпідів та їх функціональні властивості.

2. Внесення білкового концентрату:

- Сухий концентрат білків сироватки вводять у вигляді суспензії на стадії нормалізації молочної суміші перед згортанням.
- Це допомагає забезпечити збалансований вміст білків у готовому продукті [67].

3. Співвідношення інгредієнтів:

- Виробник рекомендує співвідношення фосфоліпідної та білкової добавок 2:1, що оптимізує поживні властивості сиру.

Харчова цінність продукту

Дослідження показали, що споживання 50 г цього збагаченого твердого сиру забезпечує добову потребу в таких фізіологічно функціональних інгредієнтах [31, 67]:

- Фосфоліпіди: 31% добової потреби
- Поліненасичені жирні кислоти: 28%
- Білки: 26%
- Кальцій: 42%

Це підтверджує, що розроблений сир може бути класифікований як функціональний харчовий продукт, здатний підтримувати здоров'я споживачів [67].

Переваги функціонального сиру

1. Здоров'я серця: Фосфоліпіди та поліненасичені жирні кислоти сприяють покращенню серцево-судинної системи.
2. Покращення обміну речовин: Вміст білків і кальцію важливий для росту та відновлення клітин.
3. Зручність споживання: Функціональний сир можна легко ввести в раціон, замінюючи традиційні сири, зберігаючи при цьому всі переваги [31, 67].

Розроблена технологія виробництва твердих сичужних сирів з фосфоліпідними та білковими добавками представляє новий етап у виробництві функціональних харчових продуктів. Цей сир не лише смачний, але й корисний, забезпечуючи споживачів важливими нутрієнтами для підтримки здоров'я [67].

1.4. Характеристика рослинних добавок для виготовлення нового твердого сиру

Манго – це не тільки смачний екзотичний фрукт, але й справжнє джерело вітамінів і мікроелементів. Ось кілька основних аспектів, що стосуються його користі та можливих протипоказань [77].

Користь манго

1. Багатий склад: Манго містить велику кількість вітамінів (С, А, Е, D, групи В), мікроелементів (кальцій, магній, ферум, цинк) та антиоксидантів.
2. Зміцнення імунітету: Регулярне вживання манго допомагає підвищити опірність організму до захворювань.
3. Покращення травлення: Завдяки клітковині та воді манго сприяє нормалізації роботи шлунково-кишкового тракту та полегшує симптоми закрепів.
4. Краса шкіри та волосся: Вітаміни, що містяться у манго, покращують стан шкіри, уповільнюють процеси старіння та сприяють зростанню здорового волосся.

5. Підтримка зору: Вітамін А у складі манго сприяє покращенню зору та здоров'ю очей [5, 77].

6. Захист серцево-судинної системи: Манго допомагає знижувати ризик серцевих захворювань і покращує загальний стан серцево-судинної системи.

7. Зниження ризику онкозахворювань: Антиоксиданти, що містяться в манго, можуть допомогти зменшити ризик розвитку деяких видів раку.

8. Поліпшення пам'яті: Вживання манго може позитивно вплинути на когнітивні функції [5, 26, 77].

Користь для різних груп людей

- Для жінок: Манго рекомендовано вживати під час вагітності, оскільки містить фолієву кислоту, яка сприяє формуванню імунітету та допомагає боротися з токсикозом.

- Для чоловіків: Манго є потужним афродизіаком і може знижувати ризик захворювань передміхурової залози, покращуючи якість сперми [33, 78].

- Для дітей: Манго можна давати дітям з 2-3 років, вводячи його в раціон поступово.

Можливі протипоказання

Незважаючи на численні переваги, манго має свої обмеження:

- Високий вміст цукру: Манго містить велику кількість природних цукрів, тому його не рекомендується вживати у великих кількостях, особливо людям із цукровим діабетом.

- Ризик алергій: Деякі люди можуть мати алергію на манго, що може призвести до висипів або інших алергічних реакцій [5, 26].

- Призводить до подразнення шлунка: Вживання манго натще може спричинити дискомфорт і подразнення шлунка.

Отже, манго – це смачний і корисний фрукт, який можна включити у повсякденний раціон, але важливо дотримуватися помірності та враховувати індивідуальні особливості організму. Правильне вживання манго може принести численні переваги для здоров'я та самопочуття [26, 77, 78].

Зміцнення імунітету

Манго є потужним природним засобом для зміцнення імунної системи завдяки своєму багатому складу. Ось кілька ключових аспектів:

- Виведення токсинів: Манго активізує обмін речовин, допомагаючи виводити з організму токсини.
- Вітаміни та каротиноїди: Високий вміст вітамінів С та А, а також каротиноїдів сприяє створенню природного захисного бар'єру проти вірусів [26, 78].
- Профілактика авітамінозу: Рекомендується вживати манго в періоди авітамінозу, оскільки він має антисептичні властивості і може допомогти запобігти простудним захворюванням.
- Здоров'я кишківника: Натуральні волокна створюють сприятливі умови для розвитку корисних пробіотичних мікроорганізмів, підвищуючи стійкість організму до хвороботворних бактерій і вірусів.
- Регулярність вживання: Для досягнення загального оздоровчого ефекту та зміцнення імунітету рекомендується вживати один плід манго щодня протягом трьох тижнів [33, 42].

Вплив на стан волосся та шкіри

Манго також має позитивний вплив на шкіру та волосся:

- Синтез колагену: Вітамін С підвищує природний синтез колагену та зменшує запальні процеси.
- Молодість шкіри: Вітамін А сприяє продовженню молодості шкіри, тоді як вітамін В нормалізує секрецію сальних залоз.
- Захист від вільних радикалів: Мідь захищає шкіру від негативного впливу вільних радикалів, а калій допомагає утримувати вологу в клітинах.
- Косметологія: Сік та екстракт манго використовуються в косметичних засобах, оскільки вони зволожують і покращують стан шкіри при акне [33, 78].

Користь для зору

Манго містить вітамін А, який є важливим для здоров'я очей:

- Здоров'я рогівки: Ретинол захищає рогівку ока, підвищуючи її щільність та зменшуючи ризик розвитку короткозорості.
- Зниження стомлюваності: Вітамін В₆ зменшує стомлюваність очей.
- Збереження еластичності кришталика: Вітамін Е підтримує еластичність і прозорість кришталика, запобігаючи відшаруванню сітківки [26, 33].
- Захист від ультрафіолету: Антиоксидант зеаксантин оберігає очі від шкідливого впливу ультрафіолетового випромінювання [26, 33].

Вплив на здоров'я серця

Манго сприяє здоров'ю серцево-судинної системи:

- Нормалізація артеріального тиску: Магній і калій, що містяться в манго, допомагають нормалізувати артеріальний тиск.
- Захист серця: Мангіферин має протизапальні властивості і запобігає розвитку запальних захворювань [33, 42, 78].
- Зниження холестерину: Високий вміст пектину допомагає знизити рівень холестерину та покращити прохідність судин, запобігаючи атеросклерозу.
- Активізація кровотворної функції: Високий вміст ферума активізує кровотворну функцію, що корисно в післяопераційний період та для жінок під час менструального циклу [33, 78].

Манго проти онкозахворювань

Манго є джерелом антиоксидантів, які можуть знижувати ризик розвитку раку:

- Запобігання раку: Антиоксиданти у манго запобігають розвитку раку кишківника, молочних залоз, простати, шкіри та крові.
- Поліфенольні сполуки: Знижують показники окисного стресу, що пов'язаний із запальними процесами та раком [33, 42].

Вплив на настрій та пам'ять

Манго може також покращити настрій і пам'ять:

- Стимуляція мозку: Глутамінова кислота стимулює роботу мозку та позитивно впливає на пам'ять.
- Захист нервових клітин: Манго захищає нервові клітини від загибелі.
- Вітаміни групи В: Підтримують функції мозку та сприяють здоровому сну, покращуючи нервову провідність [33, 42].

Манго – це не лише смачний фрукт, але й потужний засіб для підтримки здоров'я. Його регулярне вживання може позитивно вплинути на імунітет, шкіру, зір, серцево-судинну систему, а також на настрій і пам'ять. Однак важливо дотримуватися помірності та враховувати індивідуальні особливості організму [26, 42].

Вплив манго на настрій та потенцію

Манго, окрім своїх численних корисних властивостей, стимулює вироблення ендорфінів — гормонів радості, що сприяють підняттю настрою та покращенню розумових здібностей. Це позитивно позначається на пам'яті та когнітивних функціях. Також манго вважається природним афродизіаком, що може підвищити чоловічу потенцію та лібідо у жінок [26, 42].

Протизапальні властивості манго

Плоди манго мають виражений протизапальний ефект і можуть бути корисні при певних захворюваннях:

- Захворювання нирок: Манго рекомендується включати до раціону при хворобах нирок.
- Профілактика захворювань ясен: Антисептичні властивості манго допомагають у профілактиці хвороб ясен.
- Знеболювальні властивості: Плоди можуть знімати больовий синдром і знижувати температуру тіла, що робить їх корисними при хворобах сечостатевої системи [26, 42, 78].

Протипоказання до вживання манго

Незважаючи на безліч корисних властивостей, манго може завдати шкоди здоров'ю деяким людям:

- Алергічні реакції: Вживання манго може викликати алергію, що проявляється почервонінням шкіри навколо рота, свербінням і набряком губ.
- Дерматит: У шкірці манго є урушіол, який може викликати висипи при контакті зі шкірою [77, 78].
- Проблеми з нирками: Високий вміст калію може навантажувати нирки та сприяти виведенню каменів.
- Чутливість шлунка: Люди з підвищеною чутливістю слизової оболонки шлунка можуть відчувати дискомфорт, вживаючи свіжі фрукти. Манго може спричинити проносний ефект, тому його не рекомендують вживати під час діареї, гастриту, панкреатиту та гепатиту.
- Комбінація з алкоголем: Споживання манго разом з алкоголем може викликати погане самопочуття, оскільки фрукт здатний затримувати етиловий спирт в організмі [77, 78].

Рекомендації щодо вживання

- Помірність: Хоча манго є корисним, зловживати ним не варто. Рекомендується вживати його в обмеженій кількості – 1–2 рази на тиждень.
- Високий вміст цукру: Манго містить велику кількість цукру, тому добова норма для дорослої здорової людини становить близько 330 г очищеної м'якоті (еквівалент 2 чашок).
- Глікемічний індекс: Людям з діабетом слід вживати манго з обережністю через високий глікемічний індекс. Краще їсти його в першій половині дня та розділяти на кілька прийомів їжі [26, 33, 42].

Манго є універсальним фруктом, який можна вживати в різних формах:

- Сирий фрукт: Найбільш корисний, його можна поєднувати з йогуртом, додавати до салатів, морозива та пудингу.
- Напої: З манго готують соки та компоти.
- М'ясні страви: Свіжий фрукт додають до м'яса при тушкуванні, що допомагає розм'якшити білкові волокна.
- Салати: Зелений фрукт додають у салати, а також використовують для приготування соусів і приправ.

- Комбінації з іншими продуктами [77, 78]

Манго добре поєднується з різними продуктами, такими як:

- М'ясо, риба та морепродукти
- Молочні продукти
- Овочі та фрукти
- Горіхи

Приготовані салати можна заправити оливковою олією. У Таїланді незрілі фрукти приправляють гострим перцем, сіллю та спеціями. Манго можна вживати у свіжому та сушеному вигляді, але слід пам'ятати, що сушене манго має вищу калорійність і його часто додають у мюслі, чаї та випічку [77, 78].

Отже, манго – це смачний і корисний тропічний фрукт, який може суттєво підвищити загальний стан здоров'я. Однак важливо дотримуватись помірності у його вживанні, враховуючи індивідуальні потреби організму.

3 головні ознаки стиглого манго

Щоб насолодитися солодким смаком манго, важливо вміти обирати стиглі плоди. Ось три ключові ознаки, які допоможуть вам визначити, чи манго готове до вживання:

1. Аромат: Стигле манго має насичений, солодкий фруктовий запах. Цей аромат є одним з найкращих показників зрілості плоду, і його важко не помітити.

2. Шкірка: Шкірка стиглого манго повинна бути гладкою і щільною. Зморшкуваті плоди вказують на незрілість, а ті, на яких залишаються сліди від пальців, є перезрілими. Також зверніть увагу на те, що шкірка старих фруктів легко ушкоджується при натисканні [5, 77, 78].

3. Вага: Зрілі манго зазвичай важать від 200 до 300 г. Якщо плід відчувається легким, це може свідчити про те, що його зібрали заздалегідь, і він ще не дозрів.

Стигли фрукти мають бути трохи м'якими на дотик і не мати плям або пошкоджень на шкірці.

Калорійність та харчова цінність манго

- Калорійність:
 - У 100 грамах свіжого манго міститься 60-75 Ккал (270 кДж).
 - У 100 грамах сушеного манго — 313 Ккал.
- Харчова цінність у 100 грамах м'якоті свіжого фрукта [26, 42]:
 - Вуглеводи: 15 г
 - Білки: 0,51 г
 - Жири: 0,27 г
 - Харчові волокна (клітковина): 1,8 г
- Вітаміни та мікроелементи [26, 42]:
 - Вітамін В₁: 0,058 мг (4% від добової норми)
 - Вітамін В₂: 0,057 мг (4% від добової норми)
 - Вітамін В₃: 0,584 мг (4% від добової норми)
 - Вітамін В₅: 0,160 мг (3% від добової норми)
 - Вітамін В₆: 0,13 мг (10% від добової норми)
 - Фолієва кислота: 14 мкг (4% від добової норми)
 - Вітамін С: 27,7 мг (46% від добової норми)
 - Кальцій: 10 мг (1% від добової норми)
 - Ферум: 0,13 мг (1% від добової норми)
 - Магній: 9 мг (2% від добової норми)
 - Фосфор: 11 мг (2% від добової норми)
 - Калій: 156 мг (3% від добової норми)

Вісім причин їсти манго

Манго є не тільки смачним, але й дуже корисним фруктом. Ось вісім причин, чому варто його вживати [33, 42]:

1. Налагодження травлення: Манго містить клітковину, яка сприяє нормалізації травлення.
2. Зміцнення імунітету: Високий вміст вітамінів підвищує опірність організму до хвороб.

3. Поліпшення стану шкіри та волосся: Вітаміни та антиоксиданти покращують зовнішній вигляд.

4. Відновлення зору: Вітамін А у складі манго позитивно впливає на здоров'я очей.

5. Зміцнення серцево-судинної системи: Корисні речовини допомагають підтримувати здоров'я серця.

6. Зменшення ризику онкозахворювань: Антиоксиданти запобігають розвитку раку.

7. Поліпшення пам'яті: Манго позитивно впливає на когнітивні функції.

8. Боротьба із запаленнями: Протизапальні властивості фруктів можуть зменшити запальні процеси в організмі [33, 42].

Нормалізація травлення

Манго містить до 1,5 г клітковини на 100 г продукту, що допомагає полегшити симптоми хронічних закрепів. Фрукт також дарує відчуття насичення, тому його можна рекомендувати людям із зайвою вагою. Дослідження показали, що регулярне споживання манго може знижувати рівень цукру в крові [26, 42].

Зміцнення імунітету

Високий вміст вітамінів С і А, а також каротиноїдів у манго допомагає зміцнити імунну систему, створюючи природний захисний бар'єр проти вірусів. Споживання одного плоду щодня протягом трьох тижнів може забезпечити загальний оздоровчий ефект [26, 42, 77].

Вплив на стан волосся та шкіри

Манго містить вітаміни та нутрієнти, які сприяють боротьбі з процесами старіння:

- Вітамін С: Підсилює синтез колагену і зменшує запалення.
- Вітамін А: Подовжує молодість шкіри.
- Вітамін В: Нормалізує секрецію сальних залоз.
- Купрум: Захищає від вільних радикалів.
- Калій: Допомагає утримувати вологу в клітинах [26, 33, 42].

Манго активно використовується в косметології, його сік та екстракт входять до складу зволожуючих кремів, масок та гелів.

Вітаміни, які містяться в манго, також позитивно впливають на зір:

- Ретинол: Захищає рогівку ока.
- Вітамін В₆: Знижує стомлюваність.
- Вітамін Е: Сприяє збереженню еластичності та прозорості кришталика.
- Зеаксантин: Захищає очі від UV-випромінювання та попереджає вікову дегенерацію зору [26, 33, 42].

Споживання манго може принести безліч переваг для здоров'я, краси та загального самопочуття.

Вплив манго на настрій та пам'ять

1. Покращення настрою: Манго може підвищувати настрій та допомагати подолати депресію завдяки вмісту глютамінової кислоти, яка стимулює роботу мозку.
2. Пам'ять і когнітивні функції: Вітаміни групи В, що містяться в манго, позитивно впливають на функції мозку, підтримують нервову провідність і забезпечують здоровий сон. Мангіферин також покращує пам'ять та когнітивні функції.
3. Вироблення ендорфінів: Тропічний фрукт стимулює вироблення ендорфіну – гормону радості, що сприяє підняттю настрою та покращує розумові здібності [33, 42].

Манго – це не лише смачний тропічний фрукт, але й потужний природний засіб для зміцнення здоров'я серця, профілактики онкозахворювань, покращення настрою та пам'яті, а також зменшення запалень. Його варто включати в раціон для підтримки загального здоров'я!

1.5. Висновки і постановка завдання

Підхід до вирішення проблеми створення комбінованих молочних продуктів із рослинними компонентами виглядає добре структурованим та обґрунтованим. Дослідження розробки твердого сичужного сиру з манго демонструє важливість інноваційних підходів у молочній галузі.

Робота відповідає сучасним тенденціям розвитку молочної промисловості, яка орієнтована на створення продуктів із підвищеною харчовою та біологічною цінністю. Використання манго дозволяє знизити споживання молока на одиницю продукції, розширюючи асортимент продукції з профілактичними властивостями.

Створення технології твердого сичужного сиру на основі сиру «Сметанковий» з додаванням манго акцентує увагу на балансі традиційних і новітніх технологій.

Стадія внесення манго – це критичний момент, який впливає на органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні показники продукту.

Вивчення харчової, біологічної цінності та якості під час зберігання забезпечує комплексний підхід до оцінки інновації.

Переваги сиру з цукатами манго:

- Підвищення вмісту білків і клітковини.
- Лікувально-профілактичні властивості завдяки мікроелементам і харчовим волокнам манго.

- Тривале зберігання без втрати якості.

Потенціал для комерціалізації:

- Задоволення попиту на продукти з підвищеною функціональною цінністю.
- Можливість впровадження у лінійку преміум-продуктів.
- Орієнтація на споживачів, які дотримуються здорового харчування.

Дане дослідження є вагомим внеском у розвиток молочної промисловості, сприяючи її інноваційному розвитку та задоволенню потреб сучасного ринку.

2. МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Матеріали для досліджень

На даний час асортимент сирів налічує більше сотні найменувань, але споживачі надають перевагу твердим сичужним сирам. Оскільки твердий сичужний сир є концентратом білку і жиру, то він має високі біологічні і енергетичні властивості. В склад сухої речовини твердого сиру входить до 60% жиру, що робить його цінним продуктом харчування [44, 53].

Засвоювання білків і жирів сирів становить майже 95-99% і саме тому це пояснюється їх високою енергетичною цінністю, а саме 250 ккал/100 г до 400 ккал/100 г [36, 44]. Крім цього в твердих сирах знаходяться мінеральні речовини, які необхідні для нормального функціонування організму людини, а саме: фосфор і кальцій та вітаміни А, Д і Е. Сири мають високі органолептичні показники, але споживати їх треба перед обідом, тому що вони сприяють виділенню травних соків і підвищують апетит [36, 39].

В сучасному напруженому ритмі життя людина часто не може споживати продукти, що забезпечують їй нормальне і здорове функціонування. Тому останніми роками почалось розвиватись виробництво комбінованих молочних продуктів, в яких змінюється їх склад і властивості. При цьому обов'язково здійснюється регулювання їх амінокислотного, вітамінного і мінерального складу. Такі продукти будуть мати лікувально-профілактичні характеристики за рахунок біологічно активних речовин або рослинних інгредієнтів, які вносяться в молочний продукт [8, 38, 45].

Новостворені продукти з різними немолочними добавками можуть називатися функціональними, якщо вони будуть підвищувати імунітет людини, захищати від впливу шкідливих факторів навколишнього середовища та ін. [8, 25].

Саме тому останнім часом розробляються тверді сичужні сири з немолочними добавками, в основному рослинного характеру. Це можуть бути

горіхи, різне насіння, цукати, гриби, що дає змогу формувати продукти з новими властивостями.

Враховуючи все, що сказано вище, ми вибрали для дослідження новий вид сиру на основі «Сметанковий» з цукатами манго.

При розробленні нових видів сирів з рослинними інгредієнтами необхідно враховувати, що новий продукт повинен мати нижчу калорійність, високий вміст біологічно-активних речовин, якомога кращі органолептичні показники і, головне, володіти функціональними властивостями порівняно з аналогом.

Отже, для наших досліджень ми вибрали твердий сир «Сметанковий» з цукатами манго в різних пропорціях.

2.2. Методи досліджень

Виконання роботи здійснювалось на Самбірському молочному заводі і в лабораторії кафедри технології молока і молочних продуктів Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького.

Робота здійснювалась в два етапи.

На першому етапі вибирали дози цукатів, їх співвідношення та порядок внесення у новостворений вид сиру «Сметанковий».

На другому етапі здійснювали дослідження органолептичних, фізико-хімічних та мікробіологічних показників нового виду сиру. Контролем був сир твердий «Сметанковий».

В готовому продукті для оцінки його якості встановляли такі показники:

- органолептичні (запах, смак, колір, зовнішній вигляд і консистенцію);
- фізико-хімічні (масова частка жиру, кислотність, масова частка вологи);
- мікробіологічні показники (МАФАМ, БГКП, дріжджі і плісневі грибки);

- структурно-механічні дослідження.

Визначення сиропридатності молока

Здатність молока утворювати щільний згусток під впливом сичужного ферменту за певний час називається «сиропридатністю».

Сиропридатність молока залежить від його хімічного складу, біохімічних властивостей та інших чинників [6, 27, 28].

За сиропридатністю молоко поділяють на три групи: до I групи відносять молоко, яке згортається протягом 15 хвилин, до II групи – від 16 до 40 хвилин, а до III групи – понад 40 хвилин [28, 29].

Техніка визначення:

Необхідні прилади і реактиви: пробірки з пробками, піпетки на 1 і 10 мл, водяна баня або хімічний стакан, термометр, секундомір або годинник, розчин сичужного ферменту.

Приготування розчину: один грам сичужного порошку розчинити в 100 мл суміші води і гліцерину в рівних кількостях; через 24 години розчин профільтрувати через складчастий фільтр і зберігати в темному місці, користуючись ним не більше 5 днів; перед вживанням розчин розбавляють в 25 разів [27, 28, 34].

1. У три пробірки відміряти піпеткою по 10 мл добре розмішаного молока однієї і тієї ж проби.

2. Пробірки з молоком поставити в воду при 32°; в одну з пробірок помістити термометр, за яким слідкувати за температурою води [27, 34].

3. Довести температуру молока до 32° і після цього в кожен пробірку внести по 1 мл розведеного сичужного розчину. Пробірки закрити пробками, швидко перевернути три рази і знову поставити в водяну баню, помітивши час за секундоміром.

Утворення щільного згустку, що не витікає при перевертанні пробірок, вважається моментом закінчення згортання. Поверхня згустку не повинна деформуватися [27, 34].

Визначення класу молока за сичужно-бродильною пробою

Сичужно-бродильна проба відрізняється від бродильної лише тим, що до молока додають розчин сичужного ферменту, що прискорює згортання. Тому про характер мікрофлори можна судити через 12 годин. Якщо за цей час молоко перетворилося на щільний, злегка стягнутий згусток, без бульбашок газу, з прозорою сироваткою, молоко і сичужний розчин не містять газоутворюючої мікрофлори; якщо згусток сильно стягнутий, пронизаний бульбашками, на розрізі ніздрюватий, помітне виділення газу, то в такому молоці є газоутворюючі і інші небажані види бактерій [17, 27, 28, 34].

За характером згустку для технологічних цілей молоко оцінюють за п'ятибальною системою.

За наведеною нижче схемою, користуючись п'ятибальною оцінкою, визначають придатність молока для переробки в сир [17, 27, 28, 34].

Сб-1 – нормальний згусток, пружний на дотик, без вічок; сироватка прозора, не тягуча, не гірка – 5 балів;

Сб-2 – згусток губчастий, м'який на дотик, з багаточисленними вічками – 4 бали;

Сб-3 – згусток розірваний – 3 бали [27, 28, 34];

Сб-4 – молоко погано згортається сичужним ферментом; щільного згустку не утворюється; білок осідає у вигляді пухкої маси; сироватка здебільшого каламутна – 2 бали;

Сб-5 – згусток зброджений, гази, що утворюються піднімаються вгору, на розрізі згусток губчастий – 1 бал.

Для сироваріння хорошим вважається молоко з оцінкою 5 балів; молоко з оцінкою 3 і 4 бали – підозрілим, а з оцінкою 2 і 1 бал – небажаним або навіть непридатним [27, 28, 34].

Масову частку вологи у сирі визначали за ДСТУ ISO 1442:2005 [12]. Це є прискорений метод, при якому зразок висушується при температурі 150°C протягом години. Потім проводять розрахунок за формулою:

$$B = (X_2 - X_3) / (X_2 - X_1)$$

X_1, X_2, X_3 – маса наважок з піском до та після висушування, г [14, 27].

Масову частку сухої речовини визначають розрахунково, перед цим встановивши масову частку вологи:

$$CP = 100 - B$$

CP – частка сухої речовини, %;

B – частка вологи, %.

Масову частку жиру у сирі встановлюють згідно ДСТУ ISO 1444:2005 [12, 15, 16, 27].

Кислотність твердого сиру, титровану, визначають в градусах Тернера [11, 13, 17, 27] шляхом додавання 2-3 крапель фенолфталеїну до розтертого сиру і розмішаного з 50 мл дистильованої води.

Активна кислотність (pH) визначається методом, що ґрунтується на вимірюванні концентрації іонів водню у розчині сиру з дистильованою водою [11, 27].

Мікробіологічні дослідження з метою встановлення кількості молочнокислих бактерій проводять згідно ДСТУ 7999:2015. Цей метод ґрунтується на тому, що проводиться посів продукту або його розведень в рідке середовище або на основі агару. Потім посів культивують при оптимальних умовах і підраховують кількість мікроорганізмів [18, 27].

Бактерії групи кишкових паличок (БГКП) з метою встановлення їх наявності в продуктах.

Для цього посіву на середовище Кесслера пробірки з посівом витримують протягом 24 год. при температурі $(37 \pm 1)^\circ\text{C}$. Наявність БГКП визначають за наявністю газоутворення, якщо вона відсутня, то продукт вважається чистим [19, 27].

Визначення кількості дріжджів і плісені проводять згідно ДСТУ 8447:2015. При цьому певну кількість продукту або його розведення висіюють на середовище з агаром і витримують при температурі $(24 \pm 1)^\circ\text{C}$ протягом 5 діб. Потім підраховують всі наявні колонії дріжджів і плісневих грибів, які є типові за макро- і мікроскопічною морфологією [20, 27].

Ступінь зрілості за Шиловичем

Різниця між кількістю 0,1 н розчину лугу, що пішла на титрування 10 мл водної витяжки сиру при використанні індикаторів тимолфталейну і фенолфталейну, помножена на 100, виражає ступінь зрілості сиру [4, 13, 16].

Суть методу визначення ступеня зрілості сиру полягає у встановленні буферних властивостей сирної водної витяжки. Під буферними властивостями розуміють здатність розчину зв'язувати як кислоту, так і луг, утримуючи таким чином рН на певному рівні. У зрілого сиру буферність розчинної частини вища, ніж у більш молодого сиру [4, 13, 17].

Пенетрація

Пенетрація – показник, який виражається глибиною проникнення тіла стандартної форми (каліброваної голки) в напіврідкі і напівтверді матеріали за певного режиму, що зумовлює здатність тіла проникати в матеріал, а матеріалу – виявляти опір цьому прониканню. Пенетрацію визначають за допомогою пенетрометра; за одиницю пенетрації прийнята глибина занурення голки на 0,1 мм [27, 28, 30].

Індекс пенетрації – показник, який характеризує ступінь колоїдності тіла або відхилення його стану від чисто в'язкісного; визначається за формулою:

$$0,02 \times (20 - \text{ІП}) / (10 + \text{ІП}) = (\lg 800 - \lg \text{П}) / (t - 25),$$

де ІП – індекс пенетрації;

П – пенетрація за Річардсоном при 25°C, 0,1 мм;

t – температура розм'якшення за методом «кільце і куля», °C [27, 28, 30].

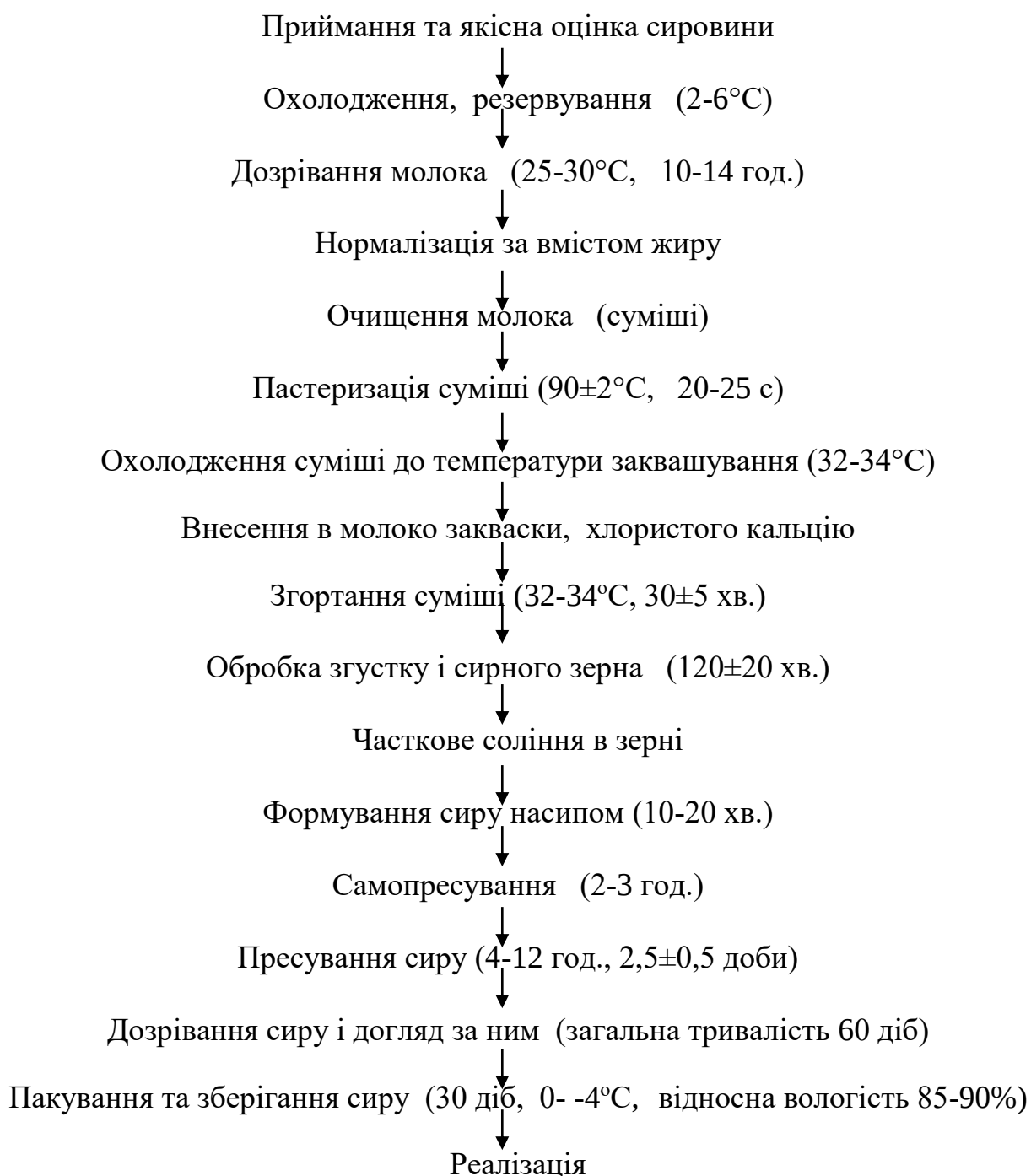
Визначення вологоутримуючої здатності сиру твердого методом центрифугування

Метод центрифугування ґрунтується на відділенні рідкої фази із об'єкту, що досліджується і перебуває у фіксованому стані. Кількість рідкої фази залежить від ступеня взаємодії води з «червоною фазою» об'єкту. Вологоутримуюча здатність визначається як різниця між масовою часткою води в продукті і кількістю води, яка виділилась в процесі обробки [27, 28].

3. РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

3.1. Технологія сиру твердого сичужного «Сметанковий»

Технологічна схема виробництва сиру «Сметанковий» [21, 28, 34]



Характеристика сировини

Молоко має відповідати вимогам стандарту ДСТУ 3662:2018. Молоко треба отримувати від здорових корів, у яких не виявлено інфекційних захворювань, які перебувають під ветеринарним наглядом. Молоко виготовляють, дотримуючись гігієнічних вимог до виробництва сирого молока, чинних вимог законодавства до безпечності та якості молока та молочних продуктів.

За органолептичними показниками молоко має відповідати вимогам, наведеним у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Органолептичні показники

Показник	Характеристика
Консистенція	Однорідна рідина без пластівців білка та осаду
Смак і запах	Чистий, притаманний свіжому молоку без сторонніх присмаків і запахів
Колір	Від білого до світло-кремового

За фізико-хімічними показниками молоко, на яке оформлюється супровідний документ виробника, має відповідати вимогам, наведеним у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

Фізико-хімічні показники

Показник одиниця вимірювання	Норма для гатунків			Методи контролювання
	екстра	вищий	перший	
Густина (за температури 20°C), кг/м ³ не менше ніж	1028,0	1027,0		Згідно з ДСТУ 6082 та ДСТУ 7057
Масова частка сухих речовин, %	≥12,0	≥11,8	≥11,5	Згідно з ДСТУ ISO 6731, ДСТУ 8552 та ДСТУ 7057
Кислотність ¹ , °Т	від 16 до 17	від 16 до 18	від 16 до 19	Згідно з ДСТУ 3624 Згідно з ДСТУ 8550
pH	від 6,6 до 6,7	від 6,6 до 6,7	від 6,55 до 6,8	

Група чистоти, не нижче ніж	I	I	I	Згідно з ДСТУ 6083
Точка замерзання ² , °С, не вище ніж	-0,520			Згідно з ДСТУ 30562
Температура молока, °С, не вище ніж	8			Згідно з ДСТУ 6066 та відповідно до 10.8
¹ Дозволено визначення кислотності °Т або/або рН.				
² Дозволено визначати густину або точку замерзання.				

За гігієнічними показниками молоко має відповідати вимогам, наведеним у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

Уміст мікроорганізмів та соматичних клітин у молоці

Показник Одиниця вимірювання	Норма для гатунків			Методи контролювання
	екстра	вищий	перший	
Кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів* (КМАФАнМ за температури 30 °С), тис. КУО/см ³	≤100	≤300	≤500	Згідно з ДСТУ 7089, ДСТУ 7357, ДСТУ ISO 4833, ДСТУ IDF 100B
Кількість соматичних клітин*, тис./см ³	≤400	≤400	≤500	Згідно з ДСТУ 7672 або ДСТУ ISO 13366-1, або ДСТУ ISO 13366-2
* Показники визначають за змінною середньою геометричною величиною відповідних щомісячних аналізів за певний період: уміст мікроорганізмів - за двомісячний період, за зразками, які відбирають щонайменше двічі на місяць; уміст соматичних клітин - за тримісячний період, щонайменше за одним зразком на місяць.				

Молоко, яке за показниками КМАФАнМ не більше ніж 3000 тис. КУО/см³, а за кількістю соматичних клітин не більше ніж 800 тис./см³ можна переробляти відповідно до встановлених на підприємстві процедур.

У молоці не допустимо наявності інгібувальних та фальсифікувальних речовин (мийно-дезінфікувальних засобів, консервантів, формаліну, соди, аміаку пероксиду водню, антибіотиків, білків та жирів немолочного походження тощо).

За показниками безпечності молоко не повинно перевищувати встановлених максимально допустимих рівнів залишків забруднювальних

речовин.

Після доїння молоко потрібно очистити та охолодити до температури не вище ніж 8 °С у разі щоденного збирання, або до температури не вище ніж 6 °С, якщо збирання молока не відбувається щоденно.

Для молока, яке буде перероблено на підприємстві не пізніше ніж за 2 год. після доїння, температуру не встановлюють. Заморожувати молоко не дозволено [10].

Нормалізація молока. Для отримання стандартного сиру за масовою часткою жиру молоко необхідно нормалізувати, тобто встановити у молочній суміші для виробництва сиру визначену масову частку жиру [17, 27, 28].

Жир і білок – основні складові частини сухої речовини сиру. М.ч.ж. у готовому продукті залежить від співвідношення цих компонентів у нормалізованій суміші. М.ч.ж. у суміші визначають за формулою:

$$Ж_{сум.} = k_p \times B_m$$

Ж_{сум} – необхідна м.ч.ж. у нормалізованій суміші, %;

k_p – розрахунковий коефіцієнт;

B_m – м.ч.білка у вихідному молоці, % [17, 27, 28]

Спочатку k_p визначають пробним шляхом, а потім, після проведення контрольних виробіток сиру, розраховується поправний коефіцієнт. Регулювання жирності суміші за вмістом в ній білка забезпечує заданий вміст жиру у сухій речовині.

Після заповнення сироробної ванни у молоці ще раз перевіряють м.ч.ж. і регулюють її, додаючи пастеризоване знежирене молоко або вершки [21, 27, 28].

Підготовка молока до згортання. Під час пастеризації молока частина солей кальцію переходить з розчиненого стану в нерозчинний. Це приводить до погіршення сичужного згортання і тому може отримуватися більш драглистий, нещільний згусток. Тому для усунення цього недоліку в пастеризоване нормалізоване молоко вносять водний розчин хлористого кальцію (CaCl₂) із розрахунку від 10 до 40 г безводної солі на 100 кг молока. Оптимальну дозу

CaCl_2 встановлюють в залежності від властивостей молока, а саме з результатів сичужно-бродильної проби і характеру сичужного згортання молока в попередньому виробництві сиру [17, 21, 27].

Для приготування розчину хлористого кальцію використовують воду температурою $85-90^\circ\text{C}$ з розрахунку $1,5 \text{ дм}^3$ на 1 кг солі. Розчин повинен бути прозорим і чистим. Використовувати CaCl_2 у вигляді сухої солі або свіжоприготованого розчину забороняється. Вміст безводного CaCl_2 у розчині визначають за його густиною. Крім хлористого кальцію у молоко вносять також бактеріальну закваску мезофільних молочнокислих бактерій в кількості 0,5-1%. Молочнокислі бактерії в складі закваски виконують в сирі такі функції [17, 28]:

- перетворюють основні компоненти молока (білки, жир, лактозу) у сполуки, які зумовлюють смакові і органолептичні властивості сиру, його харчову і біологічну цінність;
- активізують дію ферментів і стимулюють синерезис сичужного згустку;
- створюють несприятливі умови для розвитку патогенної мікрофлори [17, 28, 34].

Для припинення розвитку шкідливої газоутворюючої мікрофлори при необхідності в молоко допускається внесення азотнокислого калію або натрію з розрахунку $20 \pm 10 \text{ г}$ на 100 кг молока. Для його приготування використовують воду температурою $85-90^\circ\text{C}$ з розрахунку 1 дм^3 на $150 \pm 50 \text{ г}$ солі.

Молочна суміш перед згортанням повинна мати титровану кислотність не більше 20°T [17, 28, 34].

Згортання молока. Температура згортання молока $30-34^\circ\text{C}$, вона є оптимальною для розвитку молочнокислої мікрофлори. Зниження або підвищення температури знижує активність ферменту. Згортання молока здійснюється під впливом сичужного ферменту, кількість якого розраховують таким чином, щоб забезпечити згортання молока через 25-35 хв. [17, 28, 34].

Сичужний фермент вносять в молоко у вигляді розчину, приготованого за 20-30 хв. до використання. Необхідну кількість ферментного препарату розчиняють у пастеризованій воді ($t=85^{\circ}\text{C}$) і охолодженій до температури $32-36^{\circ}\text{C}$. З розрахунку 2,5 г препарату на $100-200\text{ см}^3$ води. Після внесення ферментного препарату молоко ретельно перемішують протягом 5-7 хв. і потім залишають в спокої до утворення згустку. Готовий згусток повинен бути нормальної щільності, давати на зламі досить гострі краї з виділенням прозорої сировини [17, 28, 34].

Обробка згустку. Обробку згустку і сирного зерна здійснюють з метою його зневоднення, а також регулювання інтенсивності і рівня молочнокислого процесу. Для цього послідовно здійснюють такі операції: розрізання згустку і постановку сирного зерна, вимішування зерна, друге нагрівання і витримка та вимішування після другого нагрівання. Вимішування сирної маси запобігає злипанню зерен [17, 27, 28, 34].

Після постановки зерна помішувачі вимикають, дають зерну осісти на дно ванни і усувають по можливості всю сироватку, яку замінюють для запобігання розвитку високого рівня активної кислотності у сирній масі пастеризованою водою, охолодженою до $45-55^{\circ}\text{C}$. Кількість води, яка додається до ванни, повинна відповідати 80-100% усунення сироватки. Додавання води замість сироватки зумовлено тим, що з підвищенням вологості у сирі за рахунок сироватки покращується консистенція сиру, але внаслідок підвищеного вмісту молочного цукру зростає активна кислотність і погіршується смак сиру [17, 28, 34].

Замінюючи сироватку на воду, регулюють активну кислотність, доводячи її до необхідного рівня і створюють умови для отримання нормальної консистенції сиру.

Тривалість відділення сироватки становить не більше 15 хв., щоб уникнути сильного грудкування зерен.

При надмірному розвитку молочнокислого процесу рекомендується вносити в суміш на початку II нагрівання 10-15% пастеризованої води [17, 28, 34].

Мета другого нагрівання – більше обсушити зерно, перед механічною обробкою підвищують температуру сирної маси. Температуру II нагрівання встановлюють 39-40°C, тривалість нагрівання - 25-30 хв. [17, 21, 28, 34]

Тривалість вимішування зерна після II нагрівання залежить від властивостей молока, здатності зерна до зневоднення і наростання кислотності сироватки. При нормальному протіканні молочнокислого процесу кислотність сироватки за весь час повинна зростати на 3-5°Т [17, 28, 34].

Завершення обробки зерна визначають за його пружністю і клейкістю. При стисненні в руці зерно повинно склеюватися в моноліт, котрий при розтиранні в долонях розпадається на окремі зерна. Переважаючий розмір готового до формування зерна (6 ± 1 мм). При нормальному протіканні молочнокислого процесу тривалість обробки зерна після II нагрівання – 20-40 хв. Загальна тривалість обробки зерна з моменту розрізання згустку – 12 ± 20 хв. [17, 28, 34].

Соління часткове сиру в зерні. При готовності зерна додатково усувають $30 \pm 1\%$ сироватки (від кількості вихідної суміші). В суміш сирного зерна з сироваткою, яка зменшилася у ванні вносять розчин солі "Екстра" з розрахунку 500 ± 200 г солі на 100 кг молока. Сіль попередньо розчиняють у воді при 80-85°C, охолоджують до 50-60°C і використовують відстояний розчин. Кухонна сіль в сирі відіграє роль смакового інгредієнта, що надає продукту специфічного смаку і гостроти, а також є регулятором мікробіологічних і ферментативних процесів [17, 27, 28, 34]. Зерно вимішують для просолювання протягом 20 ± 5 хв. Часткове соління сиру у зерні сприяє збільшенню м.ч. вологи у сирі на $2,5 \pm 0,5\%$. При цьому збільшується зберігання її на наступних стадіях виробництва і сприятливо відображається на консистенції сиру. Крім того, при частковому солінні сиру в зерні тривалість соління його в розсолі скорочується на 0,5-1 добу [17, 28, 34].

Формування сиру, самопресування. Формування сиру – це сукупність технологічних операцій, спрямованих на відділення сироватки від сирного зерна і утворення з нього індивідуальних монолітних головок сиру або блоків, необхідних форм, розмірів та маси [17, 21, 28, 34].

При формуванні насипом після відділення 50-60% сироватки сирне зерно разом з сироваткою, що залишилася, насосом подають на відділювач сироватки, де звільняється зерно від сироватки. Потім зерно подають у форми, де здійснюється формування сиру, при цьому між зернами залишаються пустоти, які заповнюються сироваткою або повітрям [17, 28, 34].

Наповнені сирним зерном форми залишають протягом 3-5 год. без навантаження для самопресування маси. В цей період в сирній масі продовжується молочнокислий процес і йде зневоднення за рахунок синерезису. Швидкість процесу зневоднення в період самопресування визначається температурою і кислотністю середовища. Міжзернова волога (сироватка) вільно відділяється від сирної маси, оскільки її поверхня в цей період залишається незамкненою. За період самопресування сиру його раз або два перевертають з метою рівномірного зневоднення і ущільнення. Перед пресуванням сир маркують казеїновими або пластмасовими цифрами. На кожному сирі повинна бути вказана дата виготовлення та номер виготовлення [17, 28, 34].

Пресування сиру. Пресування здійснюють з метою ущільнення сирної маси, усунення залишків вільної (міжзернової) сироватки і утворення замкнутого і міцного поверхневого шару. Пресують сир протягом 4-12 год. влітку і 6-18 год. взимку. В інші періоди року при наступному поступовому підвищенні тиску: 1,5-2 год. – 10-15 кПа (0,1-0,15 кгс/см²), потім перепресовують з підвищенням тиску до 35-40 кПа і витримують сир при цьому тиску до кінця пресування. При необхідності через 2-2,5 год. роблять друге перепресування [17, 28, 34].

Важливою умовою, яка впливає на процес пресування сиру є підтримування температури сирної маси в необхідних межах. Охолодження

сиру під час пресування несприятливо відбивається на процесі зневоднення сирної маси, замкнутості поверхневого шару і розвитку мікрофлори. В свою чергу, підвищення температури може викликати прилипання сирної маси до дренажної поверхні форми, надлишкову інтенсифікацію розвитку мікрофлори. Оптимальна температура повітря в приміщенні для пресування сиру становить 18-20°C. В нашому випадку застосовують дренажний матеріал для форм з перфорованої нержавіючої сталі або пластмаси спеціальної конструкції з сітковими вставками [17, 21, 28, 34].

При безсалфетковому пресуванні твердих сирів можна не застосувати перепресовування і скоротити час пресування до 45-75 хв. Після пресування рН відпресованого сиру повинно бути 5,2-5,3, м.ч. вологи – 47-48%. Свіжовідпресований сир звільнюють від форм та перфорованих вставок, обрізають закраїни, зважують і відправляють у солильне приміщення. Перфоровані форми після пресування протягом робочої зміни обробляють ручно або на спеціальній машині водою при температурі 30-40°C для усунення прилиплих залишків сирної маси. В кінці робочого дня проводять спеціальне миття форм [17, 21, 28, 34].

Соління сиру. Кухонна сіль в сирі відіграє роль смакового інгредієнта, що надає продукту специфічного смаку і гостроти, а також є регулятором мікробіологічних і ферментативних процесів.

Сир солять в розсолі при температурі 8-12°C протягом 2,5-3,5 діб. При зниженні концентрації ($21 \pm 3\%$) розсолу може бути набухання і ослизнення поверхні сиру, що в подальшому затруднює наведення кірки і призводить до втрати сиру при митті. Небажаною є також зміна температури розсолу [21]. Підвищення температури ($10 \pm 2^\circ\text{C}$) може викликати газоутворення в сирі за рахунок активації мікрофлори, в основному патогенної. Низька температура розсолу сповільнює газоутворення в сирі, що негативно відбивається на формуванні в ньому характерного рисунка. Для підтримання рівномірної концентрації розсолу та його температури у всьому об'ємі здійснюють його примусову циркуляцію [17, 21, 28, 34].

У процесі соління сиру з нього виділяється сироватка. В результаті цього кислотність розсолу підвищується і збагачення азотними речовинами приводить до розвитку в ньому шкідливої мікрофлори. Тому при досягненні кислотності 35°Т розсіл в соляних контейнерах замінюють новим або відновлюють шляхом підвищення концентрації солі в ньому до насичення і нейтралізацією негашеним вапном або крейдою [17, 21, 53].

Свіжий розсіл готують розчиненням харчової нейодованої солі не нижче 1-го сорту в чистій питній воді при температурі 60-80°C. Насичений розчин кухонної солі після часткового відстоювання очищують шляхом сепарування або фільтрування, пастеризують при температурі 75-85°C, охолоджують до температури 8-12°C і направляють у басейн для соління сиру або у резервуар для зберігання розсолу. Після приготування розсолу усі трубопроводи і обладнання, що використовується для його приготування, миють в теплій воді, температурою 35-45°C протягом 10-20 хв. до повного усунення кухонної солі [17, 21, 34, 53].

При солінні сиру поверхневий шар сильно зневоднюється. Крім того, в ньому утворюється дуже висока концентрація солі, що призводить до суттєвих змін колоїдного стану білка, внаслідок чого поверхневий шар сиру стає твердим, скорочується в об'ємі. Тому сир після соління потребує обережного ставлення, оскільки будь-яка незначна деформація супроводжується утворенням тріщин на його поверхні [17, 21, 34, 53].

Після соління сири витримують від 2-х до 3-х діб у спеціальному приміщенні для сушіння при температурі 10-12°C і вологості 90-95% [17, 21, 53].

Визрівання сиру. Визрівання сиру – це складний комплекс взаємопов'язаних мікробіологічних, біохімічних і хіміко-технологічних процесів, що протікають в сирній масі. При цьому її компоненти (молочний цукор, білки, жири) зазнають нових змін, перетворень, що в кінцевому результаті зумовлює формування характерних для даного виду сиру органолептичних показників [28, 34, 53].

Після сушіння сиру його подають в камеру визрівання при температурі 12-14°C, при відносній вологості повітря 75-80%.

У процесі визрівання сиру змінюються складові частини. Ферментативний розпад білка в сирі близький до гідролізу білка в органах травлення. У процесі взаємодії продуктів розпаду білка і молочного цукру утворюються речовини, які надають сирові своєрідний смак і аромат. У процесі визрівання змінюється консистенція сиру, з грубої, гумової до гнучкої та еластичної [17, 28, 34, 53].

У першій стадії визрівання білок розщеплюється до пептонів і альбулоз. Значна кількість амінного азоту виявляється пізніше, в останній стадії визрівання.

Зрілість сиру прийнято визначати відношенням розчиненого азоту до загального (%). Молочний цукор при визріванні розкладається на 90-98% на молочну кислоту. В результаті розкладу продуктів розпаду молочного цукру утворюється вуглекислота і створюються умови для отримання очок у сирній масі. Інтенсивність процесу визрівання сирів залежить від кількості молочнокислої мікрофлори, її активності, умов визрівання сиру (температура і волога у приміщеннях), вмісту вологи у сирі (більш вологі визрівають швидше) [17, 28, 34, 53].

З метою скорочення витрат по нагляду за сиром, а також зниження усихання сиру за період визрівання, сир віком 5-10 діб пакують у пакети з полімерних плівок. У приміщеннях для соління, обсушування та пакування сиру встановлюють бактерицидні лампи, які опромінюють ці приміщення у неробочий час протягом 8 год. [17, 28, 34, 53]. Сир, який підлягає упакуванню у плівку повинен мати суху, чисту поверхню без плісені, слизу і пошкоджень. При необхідності сир миють в теплій воді, при температурі 30-40°C, обсушують і після цього знову укладають на сухих чистих полицях. Перед пакуванням (за 2-3 доби) сир рекомендується обробляти суспензією сорбінової кислоти, що сприяє запобіганню розвитку на сирі під плівкою поверхневої мікрофлори [17, 28, 34, 53].

Пакування сирів у плівку проводять на вакуум-пакувальній машині. Під час визрівання сирів у плівках слідкують, щоб своєчасно виявити порушення герметизації пакетів, що супроводжується розвитком на сирах поверхневої мікрофлори, такі сири відразу підлягають миттю, тепловій обробці і після обсушування їх повторно пакують у плівку. Загальна тривалість визрівання сиру 60 діб. Оптимальні показники сиру зрілого – м.ч. вологи – 44-46%, активна кислотність – 5,25-5,35 [17, 21, 34].

Маркування і упакування сиру. Сир визріває і реалізується у полімерній плівці. На кожен головку наноситься етикетка із зазначенням: найменування сиру, м.ч.ж,%, калорійність 100 г продукту, вміст білка в 100 г, дата виготовлення, номер варіння. У виробничій марці (квадрат 60х60 мм) вказується і м.ч.ж., %, номер підприємства, скорочена назва області [17, 21, 34].

Сир фасується у дерев'яні ящики, тара повинна бути оббита папером марки А, В, О, О₂ за ДСТУ 6003:2008.

Зберігання сиру здійснюється при -4-0°C, відносній волозі 85-90%. Якість сиру перевіряють один раз в 30 діб [17, 21, 34].

Готовий продукт повинен відповідати вимогам:

Органолептичні показники наведені в табл. 3.4.

Таблиця 3.4

Назва показників	Характеристика
Зовнішній вигляд, консистенція	Кірка рівна, без пошкоджень, покрита полімерною плівкою, яка щільно прилягає до поверхні сиру. Поверхня чиста. Тісто ніжне, пластичне, допускається ледь щільне тісто
Смак і запах	Чистий, ледь солодкувато-кислий, ніжний, молочний
Колір	Від слабо-жовтого до жовтого, однорідний по всій масі

Фізико-хімічні показники подані в табл. 3.5.

Таблиця 3.5

Назва показника	Норма
Масова частка жиру в сухій речовині сиру, %	50±2
Вміст води, % не більше	46
Масова частка кухонної солі, % не більше	1,3-1,8

За масою сир повинен відповідати таким вимогам:

висота – 12 см, вага – 2,8-3 кг, діаметр – 12 см.

3.2. Порядок внесення рослинних добавок за ходом технологічного процесу

Манго є одним з найсмачніших екзотичних фруктів, вони мають сильний аромат і солодкий смак. Манго містить велику кількість вітамінів і мікроелементів і тому є корисним для здоров'я людини. Манго можна використовувати до раціону збалансованого та функціонального харчування. Наявність великої кількості вітамінів у фрукті покращує імунітет людини і позитивно впливає на роботу серця [5, 77].

Манго є сильним антиоксидантом і підвищує резистентність організму, в ньому міститься велика кількість вітамінів В, С, А, Е і Д, а також багато магнію, кальцію, ферума і цинку. У 100 г м'якості плодів манго міститься 276 ккал, тому манго надає людині силу та енергію. Також в манго є велика кількість фолієвої кислоти і тому воно уповільнює процес старіння [42, 77].

В плодах манго є досить велика кількість клітковини і пребіотичних харових волокон, які сприяють розвитку корисної мікрофлори в кишківнику. Також, не дивлячись на солодкий смак, манго сприяє зниженню рівня цукру в крові і його можна вживати людям з зайвою вагою. Цей тропічний фрукт сприяє виведенню з організму токсинів і активізують обмін речовин і в результаті цього здійснює оздоровлення організму людини. Манго є ефективним засобом проти простуди завдяки наявності в ньому великої

кількості вітамінів А і С, а також каротиноїдів. Вміст вітаміну А в манго допомагає підтримувати хороший зір навіть в похилому віці, понижує стомлюваність очей і зберігає еластичність і прозорість біфокальної лінзи очей. Загалом, манго запобігає віковій дегенерації зору [26, 42].

Калій і магній, які є в плодах манго, захищають серце від перевантаження, знижує вміст холестерину і покращують прохідність судин. Завдяки цьому манго сприяє нормальній роботі серцево-судинної системи.

Манго, завдяки великому вмісту каротиноїдів, поліфенолів, вітамінів А і С, здійснює потужний антиканцерогенний ефект. Також регулярне споживання манго покращує настрій і сприяє подоланню депресивного стану. Завдяки вітаміну В і глютаміновій кислоті манго стимулює роботу мозку, покращує пам'ять, захищає нервові клітини від руйнування [5, 77, 78].

Отже, можна зробити висновок, що манго спричиняє таку позитивну дію на організм:

- зміцнює імунітет;
- відновлює зір;
- зміцнює серцево-судинну систему;
- понижує ризик онкозахворювань;
- покращує пам'ять;
- покращує стан шкіри та волосся;
- допомагає організму боротись з запальними процесами [5, 26].

Органолептична характеристика нового сиру залежно від дози манго наведена в таблиці 3.6.

В наведеній таблиці представлено органолептичні показники сиру твердого з цукатами манго. Як видно із даних таблиці сир, що містить 5% цукатів має ніжно вершковий смак, ледь солодкий, з масляним присмаком манго. В нього хороша однорідна консистенція з окремими вкрапленнями манго, колір кремовий і ледь жовтий в тих місцях, де є цукати манго в тілі сиру.

**Органолептична характеристика нового сиру залежно від дози
манго**

Доза манго, %	Смак і запах	Консистенція, рисунок	Колір
5	Смак сирний, ніжно вершковий, ледь солодкий і ледь масляний з присмаком манго	Хороша, однорідна, з вкрапленнями цукатів манго	Кремовий, однорідний з окремими включеннями манго
10	Смак чистий, вершковий, сирний, солодкуватий, масляний зі смаком манго	Однорідна, хороша, у вічках присутні кусочки цукатів манго	Колір однорідний по всій масі, жовтуватий залежно від наявності кількості манго
15	Смак виражений масляний, чітко відчувається смак манго	Неоднорідна консистенція, багато включень цукатів манго. Рисунок неоднорідний, рваний	Колір інтенсивно жовтий по всій масі

Підвищення вмісту манго до 10% від маси сирного зерна приводить до зміни смаку, консистенції і зовнішнього виду сиру. В цьому виду сиру смак стає більш масляним і солодким за рахунок наявності цукатів манго. Також змінюється рисунок і консистенція, збільшується кількість манго у вічках сиру, колір також однорідний по всій масі, жовтуватий від наявності манго. При підвищенні дози цукатів манго у сирі смак змінюється. Він стає більш вираженим масляним і дуже відчувається смак манго, який перебиває смак

сиру. Консистенція і рисунок сиру стає неоднорідним, рваним, що псує вигляд сиру. Також змінюється колір до жовтого, що є нехарактерним для сиру сметанкового.

В новому сирі з цукатами манго визначали зміну активної і титрованої кислотності.

Таблиця 3.7

Зміна активної і титрованої кислотності залежно від вмісту манго

Доза цукатів манго, %	Температура пастеризації нормалізованої суміші, °C	Вміст солі, %	Активна кислотність, рН	Титрована кислотність, °Т
-	90±2	1,5±0,3	5,35±0,05	175±5
5	90±2	1,5±0,3	5,35±0,05	175±5
10	90±2	1,5±0,3	5,22±0,05	190±5
15	90±2	1,5±0,3	5,15±0,05	195±5

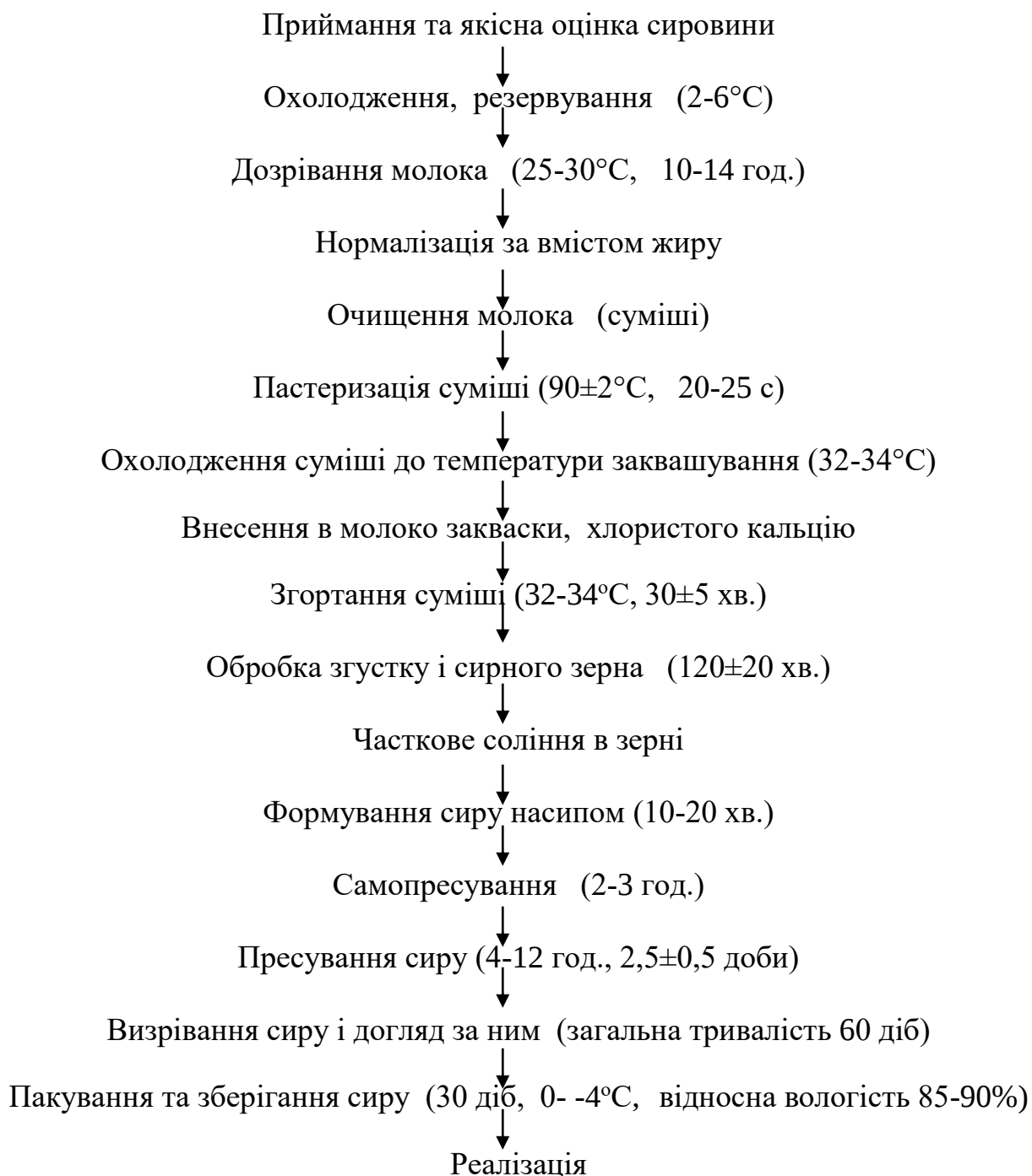
Як видно із даних таблиці, підвищення дози цукатів манго впливає на зміну активної та титрованої кислотності нового сиру. Це може бути наслідком того, що цукати мають здатність зв'язувати вільну вологу і внаслідок цього понижується активна і підвищується титрована кислотність.

На основі отриманих даних для подальших досліджень ми вибрали сир з 10% цукатів. При нашому виборі ми керувались тим, що кислотність його змінювалась незначно, а органолептичні показники цілком відповідають смакам споживачів. В цьому виді сиру присутній і вершковий смак сиру сметанкового і легкі фруктові нотки манго.

Цей вид сиру також буде мати і високу біологічну цінність за рахунок внесення цукатів манго. Крім цього в осінньо-зимовий час застосування цукатів буде вирівнювати сезонність надходження молока на підприємство.

3.3. Аналіз отриманих результатів

З метою виготовлення якісного твердого сиру з цукатами манго складаємо робочу діаграму з вказанням технологічних операцій.



**Принципова технологічна схема виробництва сиру
з цукатами манго [34]**

Новий сир з цукатами манго буде мати такі фізико-хімічні показники.

Таблиця 3.8

Фізико-хімічні показники сиру

Назва показників, %	Норма для сиру з манго
Масова частка води	не більше 44
Масова частка жиру	50±2
Масова частка солі	не більше 1,8
Масова частка цукатів манго	10
Масова частка клітковини	7,3

Представлені в таблиці 3.8 дані характеризують новостворений сир як продукт високої якості і біологічної цінності. Завдяки наявним в манго пробіотикам і клітковини, він буде сприяти нормальному функціонуванню організму людини і підвищувати його імунну здатність.

Новий твердий сир з цукатами манго буде мати такі органолептичні показниками.

Таблиця 3.9

Органолептичні показники сиру

Назва показників	Характеристика
Зовнішній вигляд	Поверхня сиру є чистою, без пошкоджень, кірка сиру рівна
Смак і запах	Смак сиру чистий вершковий, ніжний, солодкавий зі смаком манго, запах чистий фруктовий
Консистенція	Хороша, однорідна, у вічках сиру присутні кусочки цукатів манго
Рисунок	Рисунок рівний, з вічками по всьому тілу сиру і кусочками манго
Колір тіста	Колір однорідний по всій масі, жовтуватий залежно від наявності цукатів манго

Отже, новостворений сир буде характеризуватися чистим вершковим смаком зі своєрідним масляним присмаком манго і пахнутиме фруктами. Зовнішній вигляд головки сиру буде без пошкоджень і з рівномірною кіркою. Консистенція сиру буде однорідною, а у вічках сиру будуть наявні кусочки манго. Колір сиру на розрізі буде однорідним по всій масі, жовтуватий від цукатів манго.

Така характеристика новоствореного сиру відповідає показникам сиру сметанковий згідно ТУУ 15.5-25027034-034-2002 [21].

Для визначення зміни якості сиру з цукатами манго протягом тривалості часу зберігання, а саме 90 діб при температурі 0-8°C при вмісті вологи у повітрі не більше 90% [17, 19].

Таблиця 3.10

Мікробіологічні показники сиру

Назва показника	Норма
Бактерії групи кишкової палички в 0,01 г продукту	не виявлено
Патогенні мікроорганізми, в т. ч. сальмонели, в 25 г сиру	не виявлено
Str. aureus в 1 г не більше	5,0 x 10 ²
Listeria monocytogenes, в 25 г сиру	не виявлено

Під час зберігання сиру з цукатами манго протягом 90 діб його органолептичні показники не змінилися. Смак, аромат і зовнішній вигляд відповідають діючому стандарту [21].

Згідно технологічної схеми виготовлення сиру сметанковий з цукатами манго в першу чергу необхідно встановити сиропридатність молока заготівного. Визначаємо клас молока за сичужно-бродильною пробою.

**Характеристика згустку згідно класу молока
за сичужно-бродильною пробою**

Клас	Якість молока	Характеристика згустку
I	Добра	Згусток з гладкою поверхнею, пружний на дотик, без вічок на розрізі, плаває у прозорій сироватці, що не тягнеться і не гірка на смак
II	Задовільна	Згусток м'який на дотик, з поодинокими вічками (від 1 до 10 шт.), розірваний, але не спучений
III	Незадовільна	Згусток з численними вічками, губчатий, м'який на дотик, спучений, сплив на поверхню сироватки або замість згустку утворились білкові пластівці

Для виготовлення сиру «Сметанковий» з цукатами ми вибираємо молоко тільки I класу.

Також визначаємо сиропридатність молока за тривалістю його згортання: I клас – протягом 15 хв., II клас – 16-40 хв., III клас – більше 40 хв. Вибираємо для виготовлення сиру «Сметанковий» з цукатами манго молоко II класу, яке згортається протягом 40 хв.

Твердий сир з цукатами манго виготовляють за технологією сиру «Сметанковий», який формується насипом. Оскільки цукати не можна піддавати термічній обробці, то їх додаємо в готове сирне зерно перед насипом у форми. Кількість цукатів манго встановлювали, виходячи із маси сирного зерна, а саме: 5%, 10% і 15%. Отримані зразки в першу чергу оцінювали органолептично. Контрольним зразком прийняли сир твердий «Сметанковий».

Таблиця 3.12

Вологоутримуюча здатність твердого сиру з цукатами манго

ВУЗ, %	Кількість цукатів манго, %			
Термін визрівання, доба	–	5	10	15
30	60	74	74	76
45	53	78	80	82
60	53	80	80	84

Як видно із наведених результатів, кількість зв'язаної води в сирі зростає разом із збільшенням кількості в ньому цукатів манго. При цьому змінюється смак і консистенція сиру. Він стає більш м'яким і пластичним.

Таблиця 3.13

Зрілість твердого сиру з цукатами манго за Шиловичем

Зрілість за Шиловичем, °Ш.	Кількість цукатів манго, %			
Термін визрівання, доба	–	5	10	15
30	105	115	117	119
45	110	119	120	123
60	115	121	122	125

Як видно із даних таблиці 3.13 з підвищенням вмісту цукатів манго зростає швидкість визрівання сирів. Ці дані добре корелюють із вологоутримуючою здатністю сирів. Пояснити пришвидшення зрілості сирів можна тим, що манго сприяє молочнокислому бродінню і відповідно розпаду білків на різноманітні азотні сполуки. Також в манго міститься кальцій, а чим більше кальцію в сирній масі, тим вища її здатність зв'язувати і утримувати вологу. Також збільшення ВУЗ можна пояснити перерозподілом води в сирі в процесі його визрівання.

Відомо, що вміст води в сирі значно впливає на інтенсивність процесу визрівання. Встановлено, що із підвищенням вологості сиру, зростає швидкість його визрівання. Ступінь зрілості сирів встановлюють за методом Шиловича.

Для об'єктивної характеристики консистенції сиру твердого з цукатами манго необхідно визначити його структурно-механічні властивості і порівняти з сиром «Сметанковий». Для цього встановлюємо penetрацію сирів протягом їх визрівання.

Таблиця 3.14

Зусилля penetрації, кН/м ²	Сир «Сметанковий»	Сир з цукатами манго – 10%
Тривалість визрівання, доба		
30	81,6	92
45	122,8	136,8
60	143,5	158,2

Як видно із даних таблиці найбільшою величиною зусилля penetрації характеризується сир з додаванням 10% цукатів манго порівняно з сиром твердим «Сметанковий». Отже, сир з цукатами характеризується вищою твердістю, ніж класичний сир «Сметанковий». Таку особливість можна пояснити додаванням манго, який містить комплекс мікроелементів, які прискорюють визрівання сиру.

Для встановлення терміну зберігання сирів з цукатами манго було зроблено мікробіологічний аналіз [30]. Для цього вибрали такі показники: титр бактерій групи кишкової палички, МАФАМ в 1 г готового продукту. Згідно ТУУ 15.5-25027034-034-2002 [21] ці показники повинні бути в межах граничних значень і не перевищувати їх. При виробництві нового виду сиру з манго необхідно встановити вміст дріжджів та мікроскопічних грибів, тому що вони є показником мікробіологічної якості продукту. Наявність і розвиток грибків і дріжджів в продуктах не можна допускати, тому що це призводить до псування продукту внаслідок проникання вглиб продукту до 4 см [17-20].

Таблиця 3.15

Мікробіологічні показники сиру в процесі зберігання при температурі 0-8°C

Показники	Контрольний зразок				Сир з цукатами манго				Норма
	Тривалість зберігання, діб				Тривалість зберігання, діб				
	0	30	60	90	0	30	60	90	
Бактерії групи кишкової палички (колі- форми), відсутні в масі продукту, г	0,1	0,1			0,1	0,1			0,001
	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	
	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	
Патогенні мікроорганізми, в тому числі сальмонели	відсутні				відсутні				не допускається
Мікроскопічні гриби, КУО/г	3	3	4	5	2	3	3	4	—
Дріжджі, КУО/г	2	2	2	3	2	2	3	3	—

Нами досліджувались мікробіологічні показники сиру з цукатами манго після його виробництва і під час зберігання при температурі (0-8)°C на протязі 30-ти, 60-ти і 90 діб. Контрольним зразком був сир «Сметанковий».

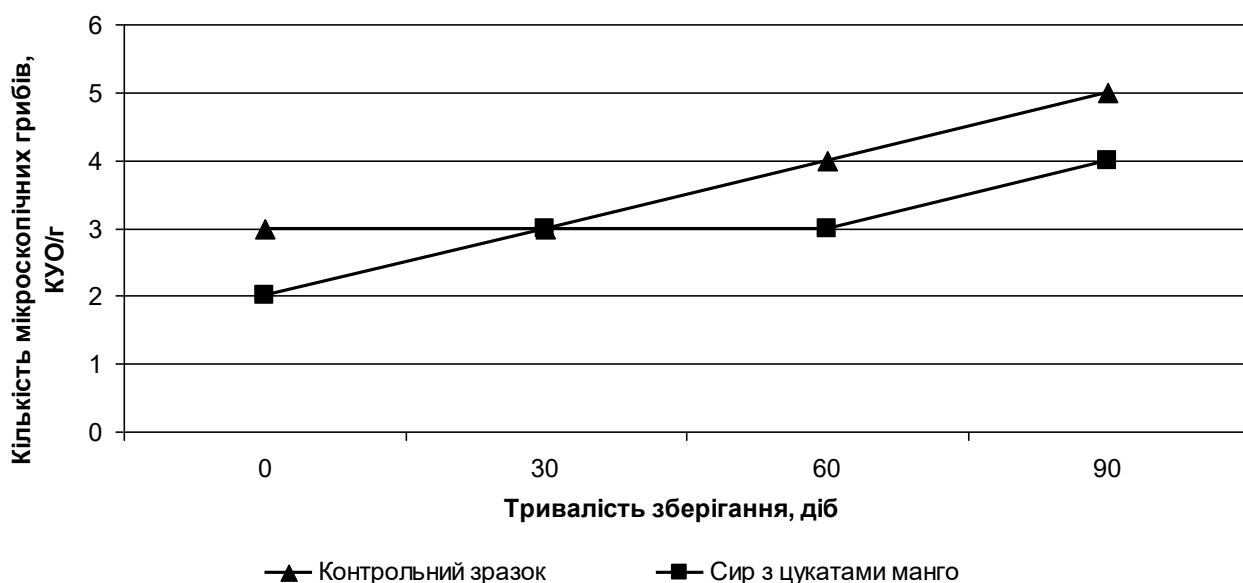
Проаналізувавши всі мікробіологічні показники під час їх зберігання сиру з цукатами манго, було зроблено висновок, що новостворений продукт не є шкідливим для здоров'я людини [45, 46].

Для визначення титру БГКП на середовище Кесслера висіяли три розведення продукту (0,1, 0,01 і 0,001 г). Встановлено, що у всіх розведеннях при температурі (0-8)°C на протязі 90 діб титр БГКП був більше 0,01 г. Крім цього, титр БГКП сиру з цукатами манго такий же, як і сиру «Сметанковий».

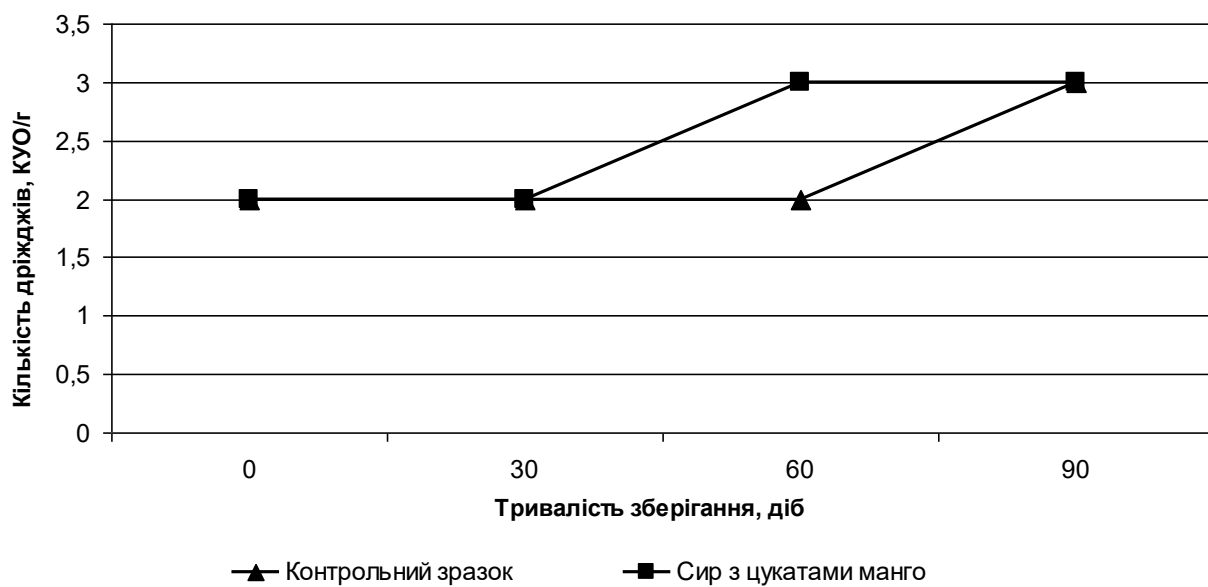
Також визначали кількість дріжджів і грибів в сирах після пресування і їх ріст під час зберігання в холодильній камері. Ці дані наведені в таблиці 3.15 вказують на те, що досліджувані зразки не відрізняються від вихідних.

Отже, застосування цукатів манго в технології сиру не знижує його мікробіологічну якість.

Як видно з графіків і даних таблиці під час зберігання всіх видів сиру в холодильній камері до деякої міри зростає кількість грибків і дріжджів. Це можна пояснити їх здатністю до розмноження при низьких температурах.



а) мікроскопічні гриби



б) дріжджі

Рисунок 3.1 – Криві росту: а) мікроскопічних грибів; б) дріжджів

4. ЕКОНОМІЧНА ТА СОЦІАЛЬНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВІД ВПРОВАДЖЕННЯ РОЗРОБКИ

Відомо, що кожне промислове підприємство, в т. ч. і молочної галузі, не може бути ефективним і нормально функціонувати, якщо в нього немає гідних конкурентів. Але треба враховувати, що тільки сприяє економічному розвитку підприємства, а не є самоціллю. Також завдяки конкуренції підприємство розвивається і створює широкий асортимент молочної продукції [9, 22].

Виготовлення твердого сичужного сиру з цукатами манго, забезпечить конкурентоздатність молочного заводу і понизить витрати основної сировини – молока – на одиницю готового продукту [9, 35].

На основі наших досліджень встановлено, що найбільш оптимальним для майбутніх споживачів є твердий сир із вмістом цукатів манго 10%. Тому даний розрахунок економічної доцільності виготовлення сиру будемо проводити для цього виду сиру і порівнювати його із сиром «Сметанковий» [21, 22].

Масова частка жиру у нормалізованій суміші становить 3%, отже маса її на 1 т твердого сиру буде: 12378 кг, вартість суміші становить 12000 грн. за 1 тонну [21].

Для виготовлення однієї тонни сиру з цукатами манго визначаємо загальну масу нормалізованої суміші і цукатів манго. Для порівняння використовуємо вартість суміші для сиру сметанкового [21].

Таблиця 4.1

Назва сировини	Ціна за 1 т, грн.	Сир з цукатами манго		Сир «Сметанковий»	
		норма витрати, кг	вартість, грн.	норма витрати, кг	вартість, грн.
Нормалізована суміш	12000	12378	148536	12378	148536
Цукати манго (10%) від М с.з.	50000	1237,8	61890	—	—

Продовження таблиці

1	2	3	4	5	6
Сироватка	400	9283,5	3713,4	9283,5	3713,4
Разом	—	—	206712,6	—	144822,6

Норми витрат на основні і допоміжні матеріали, а також інші витрати встановлюємо за узагальненими значеннями; виходячи із вартості сировини [9, 22]:

- сировина - 82%
- основні і допоміжні матеріали - 4%
- паливо і енергія - 2,5%
- зарплата - 6,5%
- амортизація - 3%
- інші витрати - 2%
- Разом 100%

Таблиця 4.2

Виробничі витрати (собівартість продукції)

№ п/п	Назва витрат	Сума, грн.	
		Сир з цукатами манго	Сир «Сметанковий»
1	Сировина	206712,6	144822,6
2	Основні і допоміжні матеріали	8268,5	5792,9
3	Паливо і енергія	5167,8	3620,5
4	Заробітна платня	13436,3	9413,5
5	Амортизація	6201,3	8689,3
6	Інші витрати	4134,2	2896,4
	Разом	243920,7	175235,2

Отже, собівартість 1 т сиру «Сметанковий» становить 175235,2 грн., а сиру з цукатами манго – 243920,7 грн. Визначаємо прибуток, отриманий при виробництві сиру з цукатами манго [22, 35]:

$$\Pi_p = 175235,2 - 243920,7 = - 68685,5 \text{ грн.}$$

Визначаємо рентабельність експерименту. Рівень рентабельності розраховується за формулою [22, 35]:

$$P_p = \frac{\Pi_p}{C_n} \cdot 100\%$$

$$P_p = \frac{-6868,5}{175235,2} \cdot 100\% = -39\%$$

Отже, вартість сиру з цукатами манго буде на 39% вищою, ніж сиру «Сметанковий».

Але, враховуючи високу харчову цінність сиру з цукатами манго, цей новостворений сир знайде свого поціновувала і споживача.

ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Висновки та рекомендації щодо виробництва твердого сиру з цукатами манго виглядають всебічно обґрунтованими та практично орієнтованими.

Можна зробити такі висновки:

1. Висновок про відповідність новоствореного сиру діючим стандартам підтверджує його придатність до комерційного виробництва та реалізації.
2. Розробка технологічної інструкції забезпечує простоту впровадження продукту на виробництві та дотримання стабільної якості.
3. Наявність клітковини (3,5%) та біологічно активних речовин робить продукт унікальним на ринку, орієнтованим на споживачів, які дотримуються здорового харчування.
4. Підвищений вміст амінокислот та антиоксидантні властивості підкреслюють важливість продукту для дієтичного раціону.
5. Використання існуючого обладнання дозволяє уникнути значних капіталовкладень, що спрощує запуск нового продукту.

Рекомендації:

1. Виготовлення сиру у періоди сезонного зниження надоїв молока (осінь-зима) є стратегічно доцільним, що дозволяє раціонально використовувати ресурси.
2. Запуск сиру з манго допоможе підприємству задовольнити попит на функціональні продукти та зміцнити конкурентні позиції на ринку.
3. Використання цукатів манго у співвідношенні 10% до маси сирного зерна є оптимальним як з точки зору технології, так і органолептичних властивостей.
4. Можливість зберігання сиру до 90 діб без втрати якості робить продукт зручним для транспортування та тривалого продажу.

Такий підхід поєднує економічну доцільність і орієнтацію на здорове харчування, що створює перспективи для успішного впровадження сиру з цукатами манго на ринок.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аналіз ризиків при виробництві харчових продуктів : навчальний посібник. / М. О. Дегтярьов, І. В. Яценко, Н. М. Жейнова, І. М. Дегтярьов. Харків : Цифрова Прінт, 2020. 269 с.
2. Байдакова Л. І., Жук В. А., Рябченко М. О., Коршунова Г. Ф. Товарознавство. Продовольчі товари : навчальний посібник. Донецьк : ДонНУЕТ, 2008. 619 с.
3. Болгова Н. В. Міжнародна комунікація в питаннях безпеки харчових продуктів. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. 2022. №28 (5). С.16-26.
4. Власенко В. В., Семко Т. В., Шаблій Л. М., Лавицький В. П. Технологія молока та молочних продуктів : навчальний посібник. Вінниця : ТОВ Нілан-ЛТД, 2015. 330 с.
5. Вугман М. Food Balance. Філософія здорового способу життя. В-во Кінцевий бенефіціар, 2023. С. 15-23.
6. Гачак Ю., Михайлицька О. Використання рослинних біодобавок при виробництві сирів голландської групи. *Оздоровчі харчові продукти та дієтичні добавки : технології, якість та безпека* : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, Київ, 28-29 травня 2015 р. К.: НУХТ, 2015. С. 42-43.
7. Грек О. В., Красуля О. О. Молокопереробка. Інновації : підручник. Київ : НУХТ, 2017. 390 с.
8. Грек О. В., Скорченко Т. А. Технологія комбінованих продуктів на молочній основі : підручник. К. : НУХТ, 2012. 362 с.
9. Дмитрієв І. А., Шевченко І. Ю. Економіка підприємства : навчальний посібник для практичних занять і самостійної роботи студентів вищих навчальних закладів. Х. : ФОП Бровін О. В., 2018. 292 с.
10. ДСТУ 3662:2018. Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2018. 8 с.

11. ДСТУ 8550:2015. Молоко та молочні продукти. Вимірювання рН потенціометричним методом.
12. ДСТУ 8552:2015. Молоко та молочні продукти. Методи визначання вологи та сухої речовини.
13. ДСТУ 4834:2007. Молоко та молочні продукти. Правила приймання, відбирання та готування проб до контролювання.
14. ДСТУ ISO 1442:2005. Визначення масової частки вологи.
15. ДСТУ ISO 11870:2007. Молоко і молочні продукти. Визначення масової частки жиру. Загальні рекомендації щодо використання методів із застосуванням жиромірів (ISO 11870:2000, IDT).
16. ДСТУ ISO 707:2002. Молоко та молочні продукти. Настанови з відбирання проб (ISO 707:1997, IDT).
17. ДСТУ 6003:2008. Сири тверді. Загальні технічні умови.
18. ДСТУ 7999:2015. Продукти харчові. Методи визначання молочнокислих бактерій.
19. ДСТУ 30726-2002. Продукти харчові. Методи виявлення та визначення кількості бактерій.
20. ДСТУ 8447:2015. Продукти харчові. Метод визначення дріжджів і плісневих грибів.
21. ТУУ 15.5-25027034-034-2002. Сир твердий сметанковий.
22. Економіка підприємства : підручник / За ред. С. Ф. Подкропивного. Вид. 2 - ге, перероб. та доп. К. : КНЕУ, 2001. 528 с.
23. Інноваційні технології молокопереробної галузі : навчальний посібник. / П. В. Гурський та ін. Харків : ХДУХТ, 2013. 375 с.
24. Інноваційні технології харчової продукції функціонального призначення: монографія. / М. І. Пересічний та ін. Харків : ХДУХТ, 2017. Ч. 1. 940 с.
25. Капрельянц Л. В., Іоргачова К. Г. Функціональні продукти. Одеса : Друк, 2003. 312 с.

26. Коваленко О. Звичайна екзотика. Історія рослин, які ми їмо. Віхола, 2024. С. 40-52, 110-115.
27. Козак М. В., Гачак Ю. Р., Остап'юк Ю. І. Ветеринарно-санітарний та технологічний контроль молока та молочних продуктів : навчальний посібник. 2-е вид. доп. Львів, 2015. 364 с.
28. Козак М. В., Гачак Ю. Р., Наговська В. О. Особливості виробництва сичужних і плавлених сирів та їх санітарна оцінка : навчальний посібник. 2-е вид. доп. Львів, 2013. 314 с.
29. Колесникова С. С., Бовкун А. О. Сироробство: традиційні та нові технології : навчальний посібник. К. : ПДО НУХТ, 2007. С. 44.
30. Кричківська Л. В. Дослідження якості харчових продуктів. *Товари і ринки*. 2010. № 2. С. 98-99.
31. Кухтин М. Д., Горюк Ю. В. Мікробіологія молочних продуктів вироблених з молока коров'ячого сирого : монографія. ТНТУ, 2023. 157 с.
32. Литвин Б. Я., Стадницька Н. Є., Конечна Р. Т., Кривавич А. С. Представники роду *Juglans* як джерело одержання біологічно активних речовин. *Вісник Національного університету "Львівська політехніка"*, 2011. № 700. С. 117-120.
33. Міхеєнко О. І. Основи раціонального та оздоровчого харчування : навчальний посібник. Суми : Університетська книга, 2013. 184 с.
34. Наговська В. О., Гачак Ю. Р. Виробництво сичужних сирів на молочних заводах невеликої потужності : навчальний посібник. Львів, 2016. 156 с.
35. Павловська Л., Кашук К. Сучасні тенденції розвитку ринку молочної продукції. *Економіка. Управління. Інновації*. В. 2 (29). 2021.
36. Парій Л. В. Формування попиту на сир на внутрішньому ринку України. *Облік і фінанси*. 2015. № 4 (70). С. 138-145.
37. Пересічний М. І., Кравченко М. Ф., Карпенко П. О. Технологія продукції громадського харчування з використанням біологічно активних добавок : монографія. Київ, 2003. 322 с.

38. Пересічний М. І., Кравченко М. Ф., Федорова Д. В. Технологія продуктів харчування функціонального призначення : монографія. Київ, 2008. 225 с.
39. Поліщук Г. Є., Бовкун А. О. Технологія сиру. К. : НУХТ, 2009. С. 151.
40. Поліщук Г. Є., Грек О. В., Скорченко Т. А. Технологія молочних продуктів : підруч. К. : НУХТ, 2013. С. 502.
41. Практикум з технології молока та молочних продуктів : навчальний посібник / О. В. Грек та ін. Київ : НУХТ, 2015. 431 с.
42. Робенгаймер Д., Стівен Джей Сімпсон, Белокоз А., Самойленко Н. Здорове харчування для дорослих та дітей. В-во Yakaboo Publishing. 472 с.
43. Рудавська А. Б., Дейниченко Г. В. Товарознавство молочних товарів : навчальний посібник. Київ : Професіонал, 2004. 312 с.
44. Савченко О. А., Грек О. В., Красуля О. О. Актуальні питання технології молочно-білкових концентратів : теорія і практика : монографія. Київ, 2015. 292 с.
45. Сирохман І. В., Загородня В. М. Товарознавство харчових продуктів функціонального призначення : навч. пос. К. : Центр учбової літератури, 2009. 544 с.
46. Сімахіна Г. О., Українець А. І. Інноваційні технології та продукти. К. : НУХТ, 2010. 294 с.
47. Смоляр В. І. Основні тенденції в харчуванні населення України. *Проблеми харчування*. 2007. № 3. С. 5-10.
48. Спосіб виготовлення твердого сичужного сиру з мигдалем : пат. на корисну модель 134549 Україна : МПК А23С 19/00. № 201812228 ; заявл. 10.12.2018 ; опубл. 27.05.2019. Бюл. № 10. 7 с.
49. Спосіб виробництва енергетичного твердого сиру : пат. на корисну модель 2003 Україна: МПК А23С 19/14, А23С 19/068. № 200606414 ; заявл. 09.06.2006 ; опубл. 15.01.2007. Бюл. № 1. 3 с.

50. Спосіб виробництва сичужного напівтвердого сиру «cheder-мисливський» : пат. на корисну модель 19301 Україна: МПК *A23C 19/072*, *A01J 25/00*, *A23C 19/02*. № 200606111 ; заявл. 02.06.2006 ; опубл. 15.12.2006. Бюл. № 12. 3 с.

51. Спосіб виробництва твердого сиру з біфідобактеріями : пат. на корисну модель 97399 Україна : МПК *A23C 19/00*. № 201411234 ; заявл. 15.10.2014 ; опубл. 10.03.2015. Бюл. № 5. 7 с.

52. Спосіб виробництва твердого сичужного пресованого сиру функціонального призначення : пат. на корисну модель 89592 Україна: МПК *A23C 1/00*. № 201014083 ; заявл. 26.11.2010 ; опубл. 11.07.2011. Бюл. № 13. 7 с.

53. Сухенко Ю. Г., Поліщук Г. Є., Раманаускас Р. Й., Шингарева Т. І. Технологія сиру : підручник. К. : ЦП "Компринт", 2015. 412 с.

54. Стеценко Н. О., Мірошников О. М., Подобій О. В. Використання фосфоліпідної та білкової біологічно-активних добавок при виробництві твердих сичужних сирів функціонального призначення. *Харчові добавки. Харчування здорової та хворої людини* : матеріали доповідей VI Міжгалузевої міжнародної науково-практичної конференції, 21-22 березня 2013 р. Донецьк : ДонНУЕТ, 2013. С. 136-138.

55. Тарасова Ю. А. Стан і перспективи розвитку молочної галузі України. *Вісник соціально-економічних досліджень*. 2017. В. 1 (62). С. 149-156.

56. Технологія молока і молочних продуктів : підручник / Г. Є. Поліщук та ін. К. : НУХТ, 2013. 502 с.

57. Технології продуктів з модифікованим жировим складом : реалії та тенденції : монографія / О. А. Савченко та ін. К. : Компринт, 2018. 250 с.

58. Технологічні розрахунки у молочній промисловості : навчальний посібник / Г. Є. Поліщук та ін. Київ : НУХТ, 2013. 343 с.

59. Українець А. І., Сімахіна Г. О. Технологія оздоровчих харчових продуктів : курс лекцій. К. : НУХТ, 2009. 310 с.

60. Юкало В. Г., Дацишин К. Є., Сторож Л. А., Семенишин Г. М. Технологія пасти сиркової з гідролізатом білків сироватки молока. Редакційна колегія, 91. 2021.
61. Apurba Giri, Suresh K. Kanawjia, Avneet Rajoria Effect of phytosterols on textural and melting characteristics of cheese spread. *Food Chemistry*. 2014. V. 157. P. 240-245.
62. Banks J. M., Brechany E. Y., Christie W. The production of low fat cheddar-type cheese. *Int. J. Dairy Technol.* 1989. 42, 6-9.
63. Beresford T. P., Fitzsimons N. A., Brennan N. L., Cogan T. M. Recent advances in cheese microbiology. *Int. Dairy J.* 2001. 11. P. 259-274.
64. Califano A. N., Bevilacqua A. E. Multivariate analysis of the organic acids content of gouda type cheese during ripening. *J. Food Compos. Anal.* 2000. 13. P. 949-960.
65. Horiuk Y. V., Kukhtyn M. D., Vergeles K. M., Kovalenko V. L., Characteristics of enterococci isolated from raw milk and hand-made cottage cheese in Ukraine. *Research journal of pharmaceutical biological and chemical sciences* 2018. 9(2). P. 1128-1133.
66. A. B. Hougaard, A. G. Sijbrandij, C. Varming, Y. Ardo Emulsifying salt increase stability of cheese emulsions during holding. *LWT. Food Science and Technology*. 2015. V. 62, P. 1, I. 1. P. 362-365.
67. Kukhtyn M., Horiuk Y., Yaroshenko T., Laiter-Moskaliuk S. Effect of lactic acid microorganisms on the content of nitrates in tomato in the process of pickling. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*, 2018. С. 69-75.
68. Kourkoutas Y., Bosnea L., Taboukos S., Baras C. Probiotic cheese production using lactobacillus casei cells immobilized on fruit pieces. *J. Dairy Sci.* 2006. 89, 1439-1451.
69. Lessard M.-H., Viel C., Boyle B., St-Gelais D. Metatranscriptome analysis of fungal strains *Penicillium camemberti* and *Geotrichum candidum* reveal cheese matrix breakdown and potential development of sensory properties of ripened camembert-type cheese. *BMC Genomics*. 2014. 15:235.

70. Lialyk A., Pokotylo O., Kukhtyn M., Beyko L. Fatty acid composition of curd spread with different flax oil content. *Nova Biotechnologica et Chimica*, 2020. 19(2), p. 216-222.
71. Marino M., Innocente N., Maifreni M., Mounier J. et al. Diversity within Italian cheesemaking brine-associated bacterial communities evidenced by massive parallel 16S rRNA gene tag sequencing. *Front. Microbiol.* 2017. 8:2119.
72. Mucchetti G., Bonvini B., Remagni M. C., Ghiglietti R. et al. Influence of cheese-making technology on composition and microbiological characteristics of Vastedda cheese. *Food Control*. 2008. 19. P. 119-125.
73. Ray R., El Sheikha A. F., Kumar S. Oriental fermented functional (probiotic) foods, in *Microorganisms and Fermentation of Traditional Foods*, eds. R. C. Ray and D. Montet (Boca Raton, Florida, USA: Science Publishers Inc. and CRC Press), 2014. P. 283-311.
74. Vlieg J. V. H., Hugenholtz J. Mining natural diversity of lactic acid bacteria for flavour and health benefits. *Int. Dairy J.* 2007. 17. P. 1290-1297.
75. Zheng X. C., Ge Z., Lin K., Zhang D., Chen Y., Xiao J. Dynamic changes in bacterial microbiota succession and flavour development during milk fermentation of Kazak artisanal cheese. *Int. Dairy J.* 2021. 113:104878.
76. Аграрне інформаційне агентство. Ринок молочної продукції в Україні. URL: <https://agravery.com> (дата звернення: 23.10.2024).
77. <https://asiafoods.com.ua/ua/a346339-vse-pro-mango.html?srsltid=AfmBOooldCuZGOMJf6lxo9euLjHOAvokTqaWuJA2A1UH3zuyA-910n>
78. <https://znaimo.gov.ua/%D0%B4%D0%B5%D1%81%D1%8F%D1%82%D1%8C-%D0%BF%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B8%D0%BD-%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D1%8E%D0%B1%D0%B6%D1%82%D0%B8-%D0%BC%D0%BC%D0%B0%D0%B3%D0%BE>