

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

Факультет харчових технологій та біотехнології

Кафедра технології молока і молочних продуктів

До захисту допущено

Завідувач кафедри

_____ Орися ЦСАРИК
(підпис) (ім'я та прізвище)

«25» _____ 11 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня магістра

зі спеціальності 181 Харчові технології

освітньо-професійної програми «Технології зберігання, консервування і
переробки молока»

на тему: «РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗСОЛЬНОГО СИРУ З
ДОДАВАННЯМ БІЛКОВИХ КОНЦЕНТРАТІВ»

Виконавець:

здобувач Гринишин Тарас

Керівник:

Скульська Інна Володимирівна

Рецензент:

Сімонова Ірина Іллівна

Львів - 2024

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

Факультет Харчових технологій та біотехнології
Кафедра Технології молока і молочних продуктів
Освітній ступінь Магістр
Спеціальність 181 Харчові технології
Освітньо-професійна програма Технології зберігання, консервування і
переробки молока

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

(підпис) Орися ЦІСАРИК
(ім'я та прізвище)

«16» березня 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу здобувача вищої освіти

Гринишина Тараса

(прізвище, ім'я, по-батькові)

1. Тема роботи: «РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗСОЛЬНОГО СИРУ З
ДОДАВАННЯМ БІЛКОВИХ КОНЦЕНТРАТІВ»

Керівник роботи:

Скульська Інна Володимирівна, к.т.н., старший викладач

(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
25 листопада 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи: Технологічна інструкція та ТУУ 15.5.-19492247-004-2003 Напої кисломолочні, розроблені рецептури на виробництво йогурту, дегустаційні листки оцінки зразків йогурту.

4. Зміст кваліфікаційної роботи (перелік питань, які потрібно розробити):
включає вступ, огляд літератури, матеріали і методи досліджень, результати власних досліджень та їх обговорення, економічна та соціальна ефективність

від впровадження розробки, висновки і рекомендації виробництву, список використаних джерел.

5. Перелік графічного матеріалу (таблиці, рисунки, графіки). Представлення результатів кваліфікаційної роботи у вигляді мультимедійної презентації.

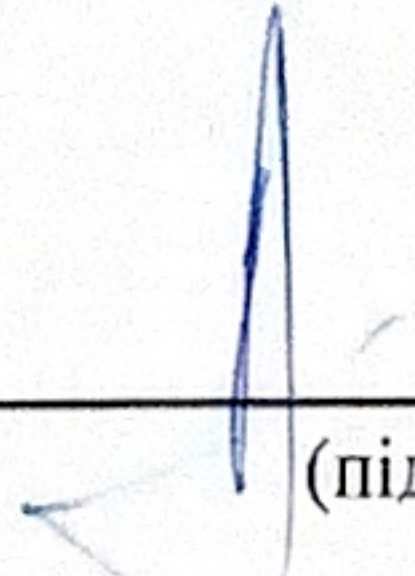
6. Консультанти розділів роботи

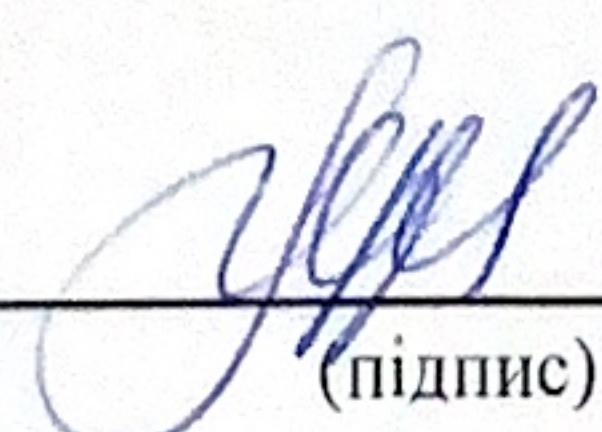
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1,2,3	Скульська І.В., ст.викл.	16.03.2024р.	
4	доц. Дубина М.П.	18.12.2024	

7. Дата видачі завдання: « 16 » 03 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
	Вступ	до 18.04.2024	Виконано
1.	Огляд літературних джерел	до 25.05.2024	Виконано
2.	Матеріали і методи досліджень	до 27.06.2024	Виконано
3.	Результати власних досліджень та їх обговорення	до 30.09.2024	Виконано
4.	Економічна та соціальна ефективність від впровадження розробки	до 25.10.2024	Виконано
	Висновки і пропозиції виробництву	до 24.11.2024	Виконано

Здобувач  **Тарас ГРИНИШИН**
(підпис) (ім'я та прізвище)

Керівник роботи  **Інна СКУЛЬСЬКА**
(підпис) (ім'я та прізвище)

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	5
ВСТУП	9
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	11
1.1.Класифікація розсольних сирів	11
1.2. Користь розсольних сирів	13
1.3. Особливості технології розсольних сирів	14
1.4. Перебіг біохімічних перетворень при визріванні розсольних сирів	19
1.5. Вимоги до молока як сировини для виробництва розсольних сирів	25
1.6 Вплив кухонної солі на формування характеристик розсольних сирів	27
1.7 Роль заквашувальних препаратів у виробництві розсольних сирів	28
1.8 Види білкових концентратів та можливість їх використання у молочних продуктах	30
2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	34
2.1 Матеріали для досліджень	34
2.2. Методи досліджень	37
3 РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ	53
3.1 Дослідження якості сировини	53
3.2 Технологія виготовлення бринзи з білковим концентратом	55
4 ЕКОНОМІЧНА ТА СОЦІАЛЬНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВІД ВПРОВАДЖЕННЯ РОЗРОБКИ	73
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	76
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	78

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота присвячена розробленню технології бринзи з використанням білкових концентратів, що дозволяє підвищити її харчову цінність, покращити органолептичні властивості та оптимізувати виробничий процес.

У роботі проведено аналіз сучасних тенденцій виробництва розсольних сирів і перспектив використання білкових концентратів у сироробстві. Обґрунтовано доцільність застосування білкових концентратів як інноваційного компонента для збагачення продукту білками, покращення його текстури та вологоутримувальної здатності. На основі експериментальних досліджень визначено оптимальну рецептуру бринзи, яка забезпечує високі показники якості та стабільності продукту.

Досліджено вплив білкових концентратів на фізико-хімічні та мікробіологічні показники бринзи. Встановлено, що використання білкових концентратів сприяє підвищенню вмісту білка в готовому продукті, збереженню його природного смаку та аромату, а також збільшенню терміну зберігання. Особливу увагу приділено вивченню взаємодії білкових концентратів із традиційними компонентами рецептури, що дозволило адаптувати нову технологію до умов промислового виробництва.

Розроблено технологічну схему виробництва, адаптовану для впровадження білкових концентратів, і проведено її оцінку з точки зору економічної доцільності. Результати дослідження свідчать, що використання білкових концентратів сприяє підвищенню виходу готового продукту, скороченню часу виробництва та покращенню конкурентоспроможності продукції на ринку.

Окремо розглянуто екологічні аспекти застосування нової технології, включаючи зменшення кількості відходів виробництва за рахунок раціонального використання білкових ресурсів. Запропоновано стратегії зниження енерговитрат та впровадження ресурсозберігаючих технологій, що

робить процес більш стійким і відповідним до сучасних екологічних стандартів.

Робота також містить рекомендації щодо впровадження нової технології на виробництві, включаючи аспекти навчання персоналу, контролю якості та маркетингового просування. Практична значущість дослідження полягає у можливості вдосконалення існуючих технологій виробництва розсольних сирів і розширення їхнього асортименту.

Результати роботи можуть бути використані у виробництві розсольних сирів для підвищення їхньої якості та задоволення сучасних вимог до функціональних харчових продуктів. Запропонована технологія має потенціал для широкого застосування як на вітчизняному, так і на міжнародному ринку, сприяючи підвищенню конкурентоспроможності продукції українських виробників.

Ключові слова: технологія, розсільні сири, бринза, білковий концентрат, кунжут, заквашувальна культура, ферментний препарат, біозахисна культура.

ABSTRACT

The qualification work is devoted to the development of cheese technology using protein concentrates, which allows to increase its nutritional value, improve organoleptic properties and optimize the production process.

The paper analyzes modern trends in the production of brine cheeses and the prospects for the use of protein concentrates in cheesemaking. The feasibility of using protein concentrates as an innovative component for enriching the product with proteins, improving its texture and moisture-holding capacity is substantiated. Based on experimental studies, the optimal cheese recipe has been determined, which ensures high product quality and stability.

The effect of protein concentrates on the physicochemical and microbiological indicators of cheese has been studied. It has been established that the use of protein concentrates contributes to an increase in the protein content in the finished product, the preservation of its natural taste and aroma, as well as an increase in the shelf life. Particular attention is paid to studying the interaction of protein concentrates with traditional components of the recipe, which allowed adapting the new technology to the conditions of industrial production.

A technological scheme of production adapted for the introduction of protein concentrates was developed and its assessment was carried out from the point of view of economic feasibility. The results of the study indicate that the use of protein concentrates contributes to an increase in the yield of the finished product, a reduction in production time and an improvement in the competitiveness of products on the market.

The environmental aspects of the application of the new technology are separately considered, including a reduction in the amount of production waste due to the rational use of protein resources. Strategies for reducing energy consumption and implementing resource-saving technologies are proposed, which makes the process more sustainable and compliant with modern environmental standards.

The work also contains recommendations for the implementation of the new technology in production, including aspects of personnel training, quality control and marketing promotion. The practical significance of the study lies in the possibility of improving existing technologies for the production of brine cheeses and expanding their range.

The results of the work can be used in the production of brine cheeses to improve their quality and meet modern requirements for functional food products. The proposed technology has the potential for widespread application both in the domestic and international markets, contributing to increasing the competitiveness of Ukrainian producers' products.

Keywords: technology, brine cheeses, brynza, protein concentrate, sesame, starter culture, enzyme preparation, bioprotective culture.

ВСТУП

Сир є одним із найпопулярніших і найцінніших харчових продуктів, що посідає важливе місце в раціоні людей різного віку. Розсольні сири, до яких належить бринза, вирізняються особливими смаковими якостями, високою поживною цінністю та універсальністю використання в кулінарії. У сучасних умовах зростаючого попиту на якісні та функціональні харчові продукти актуальним стає вдосконалення технологій виробництва сирів, які б відповідали сучасним стандартам безпеки, мали високу харчову цінність і задовольняли запити споживачів. Одним із перспективних напрямів є застосування білкових концентратів у виробництві сирів, що дозволяє підвищити їхню якість, покращити структуру, а також збагатити продукт білками [1,3,7].

Згідно зі статистичними даними, споживання розсольних сирів у світі має стабільну тенденцію до зростання. За даними звіту FAO (Food and Agriculture Organization), світове споживання розсольних сирів зросло на 4,2% за останнє десятиліття. Найбільшими споживачами розсольних сирів є країни Близького Сходу, Середземномор'я та Східної Європи. Наприклад, у Туреччині та Греції щорічне споживання розсольних сирів становить понад 15 кг на душу населення. В Україні, за даними Державної служби статистики, середнє споживання сирів, включаючи розсольні, становить близько 5,6 кг на душу населення, що свідчить про значний потенціал для збільшення частки розсольних сирів у структурі споживання [5,6].

Однак сучасне виробництво сирів стикається з рядом викликів, серед яких нестача високоякісної сировини, необхідність зниження енерговитрат, дотримання жорстких екологічних і санітарних стандартів. Застосування білкових концентратів у виробництві розсольних сирів є перспективним рішенням, яке дозволяє не лише покращити харчову цінність готового продукту, а й раціоналізувати виробничий процес. Білкові концентрати забезпечують підвищення вмісту білка в сирі, покращують його текстуру, водоутримувальну здатність та стабільність [8,9].

Розробка нових технологій виробництва бринзи з використанням білкових концентратів є особливо актуальною для України. Це пов'язано з високим потенціалом для розвитку сирного ринку, зокрема сегменту розсольних сирів, а також із необхідністю підвищення конкурентоспроможності вітчизняної продукції на міжнародному ринку. Удосконалення технологій дозволить не лише задовольнити внутрішній попит на якісні сири, а й розширити експортні можливості [10].

Метою даної кваліфікаційної роботи є розроблення технології виробництва бринзи з використанням білкових концентратів, що забезпечить покращення органолептичних, фізико-хімічних і технологічних характеристик продукту. В рамках дослідження буде проведено аналіз впливу білкових концентратів на якість готового продукту, розроблено оптимальну рецептуру, а також оцінено економічну ефективність впровадження нової технології.

Таким чином, ця робота спрямована на вирішення актуальних питань сучасного сироробства та внесення вагомого вкладу в розвиток харчової промисловості України. Результати дослідження можуть бути використані для вдосконалення існуючих технологій виробництва розсольних сирів та розробки нових видів продуктів, що відповідають сучасним вимогам якості та безпеки.

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1 Класифікація розсільних сирів

Класифікація розсільних сирів базується на їхньому складі, технології виробництва, типі молока, вмісті жиру, консистенції, смакових характеристиках та тривалості дозрівання. Основні критерії класифікації:

1. *За типом молока.* Розсільні сири виготовляють із різних видів молока [11,23]:

- коров'яче молоко – найпоширеніший тип, використовується для виготовлення таких сирів, як моцарела, бринза, сулугуні.
- козине молоко – дає більш насичений смак, наприклад, для деяких видів фети.
- овече молоко – забезпечує особливу жирність і кремову текстуру, характерну для фети або кашкавалу.
- суміш різних видів молока – комбінація молока різних тварин для досягнення оптимального смаку та текстури.

2. *За вмістом жиру:*

- жирні – сири із вмістом жиру в сухій речовині 45–50% (фета, бринза);
- напівжирні – 20–45% жиру (окремі види бринзи або сулугуні);
- знежирені – менш ніж 20% жиру, зазвичай використовуються для дієтичного харчування.

3. *За консистенцією [23]:*

- м'які – мають ніжну, кремову текстуру, як, наприклад, фета або м'яка моцарела;
- пружні (пластичні) – мають більш щільну структуру та піддаються плавленню, наприклад, сулу гуні;

- крихкі – твердіші сири, які легко кришаться (деякі види бринзи чи фети).

4. За смаковими характеристиками [25]:

- солоні – основна група, більшість розсільних сирів зберігаються в розсолі, що забезпечує їм характерний солоний смак (бринза, фета);
- слабосолоні – сири з менш вираженою солоністю, наприклад, м'яка моцарела;
- копчені – до цієї категорії належать сири з додатковою обробкою, як сулугуні копчений.

5. За тривалістю дозрівання:

- молоді – дозрівають протягом 1–7 днів (свіжа моцарела, айран-сир);
- середньозрілі – 7–30 днів (бринза, сулугуні);
- зрілі – більше 30 днів (деякі види фети, кашкавал).

7. За способом зберігання:

- у розсолі – основний метод зберігання, що забезпечує солоність і консервування (фета, бринза);
- без розсолу – окремі види сиру, які споживаються свіжими або запаковуються вакуумно (моцарела).

8. За регіональним походженням:

- грецькі – фета, характерна для середземноморської кухні;
- балканські – бринза, широко поширена в Україні, Румунії, Болгарії;
- італійські – моцарела, качіокавалло;
- кавказькі – сулугуні, імеретинський сир.

Ця класифікація допомагає зрозуміти різноманіття розсільних сирів, враховуючи їхні унікальні властивості, технологічні особливості та культурну цінність.

1.2 Користь розсільних сирів

Розсільні сири, до яких належать фета, бринза, моцарела, сулугуні та інші, є унікальним продуктом харчування, який поєднує в собі високі харчові та біологічні цінності. Ці сири виготовляються з натурального молока, визрівають та зберігаються в спеціальних розсолах, що забезпечує їхню ніжну текстуру, характерний смак і тривалий термін зберігання. Їх споживання приносить організму низку важливих переваг, які роблять їх незамінною частиною здорового раціону [14,21].

Однією з головних корисних властивостей розсільних сирів є їхній високий вміст білка, який легко засвоюється організмом. Білок необхідний для будівництва клітин, підтримки роботи м'язів, синтезу ферментів і гормонів. Завдяки цьому розсільні сири стають чудовим вибором для людей, які займаються спортом, ведуть активний спосіб життя або перебувають у процесі відновлення після хвороби. У них містяться всі необхідні амінокислоти, які організм не здатний синтезувати самостійно, що робить ці продукти ще ціннішими [22].

Не менш важливим є високий вміст кальцію та фосфору в розсільних сирах. Ці мінерали відіграють ключову роль у зміцненні кісток і зубів, запобігаючи розвитку остеопорозу та карієсу. Кальцій також підтримує роботу нервової системи, допомагає регулювати серцевий ритм і бере участь у процесах згортання крові. Регулярне споживання розсільних сирів сприяє насиченню організму цими важливими елементами, особливо в періоди підвищених потреб, таких як вагітність, годування грудьми чи дитячий вік .

Розсільні сири також є джерелом корисних жирів, які забезпечують організм енергією та допомагають засвоювати жиророзчинні вітаміни, такі як А, D, Е і К. Вітамін А, наприклад, сприяє підтримці гостроти зору, здоров'я шкіри та слизових оболонок, тоді як вітамін Д допомагає регулювати обмін кальцію та фосфору. Особливо корисним є те, що в розсільних сирах жири

перебувають у легкозасвоюваній формі, що робить їх підходящими навіть для людей із чутливим травленням [15].

Ще однією перевагою розсільних сирів є їхній позитивний вплив на травну систему. Завдяки вмісту молочнокислих бактерій, ці продукти сприяють покращенню мікрофлори кишечника, що є ключовим фактором для підтримки імунітету, покращення травлення та профілактики дисбактеріозу. Деякі розсільні сири, такі як бринза, можуть знижувати рівень «поганого» холестерину в крові завдяки специфічному складу жирних кислот.

Окрім цього, розсільні сири характеризуються відносно низькою калорійністю у порівнянні з твердими сирами, що робить їх ідеальними для людей, які прагнуть контролювати свою вагу. Вони здатні швидко насичувати, оскільки є поживними, проте не створюють надмірного навантаження на організм [16].

Нарешті, важливим аспектом є універсальність розсільних сирів у кулінарії. Їх можна використовувати в салатах, гарячих стравах, випічці або навіть вживати самостійно. Вони добре поєднуються з овочами, фруктами, зеленню, зерновими продуктами, що дозволяє створювати збалансовані страви з високою харчовою цінністю. Завдяки цьому розсільні сири є невіддільною частиною раціону багатьох національних кухонь, зокрема середземноморської, грузинської та балканської.

Споживання розсільних сирів позитивно впливає на загальний стан здоров'я, забезпечуючи організм необхідними поживними речовинами, підтримуючи енергію та сприяючи гарному самопочуттю. Вони є не лише смачним доповненням до раціону, а й корисним продуктом для зміцнення здоров'я та профілактики багатьох захворювань [19].

1.3 Особливості технології розсільних сирів

Виготовлення розсільних сирів, зокрема бринзи, є складним і багатоступеневим процесом, що вимагає точного дотримання технологічних

режимів та послідовності операцій. Це дозволяє отримати продукт із характерними органолептичними властивостями, високою харчовою цінністю та тривалим терміном зберігання [23].

Виробництво бринзи починається з підготовки молока. Для цього використовують коров'яче, козине або овече молоко, яке повинно бути свіжим, високої якості та відповідати встановленим стандартам. Важливим елементом у процесі виготовлення бринзи є якість та склад використовуваного молока.

Молоко проходить процес очищення через фільтрацію, що видаляє механічні домішки. Потім проводиться пастеризація, під час якої молоко нагрівають до температури 72–75°C протягом 15–20 секунд або 63–65°C протягом 30 хвилин. Ця операція забезпечує знищення патогенних мікроорганізмів і створює сприятливе середовище для подальших ферментаційних процесів. Щоб забезпечити високу якість кінцевого продукту, молоко перед пастеризацією нормалізують, регулюючи за масовою часткою жиру. Оптимальний вміст жиру залежить від рецептури, але зазвичай для бринзи це 3,0–3,5%. Якщо молоко має нижчий вміст жиру, його збагачують вершками. Після пастеризації молоко охолоджують до температури, оптимальної для внесення закваски, зазвичай 30–35°C [16].

Наступним етапом є заквашування молока. До підготовленого молока додають бактеріальну закваску, яка містить молочнокислі бактерії, такі як *Lactococcus lactis* або *Lactobacillus bulgaricus*. Ці мікроорганізми відповідають за кислотність молока та створення характерного смаку і текстури сиру. Під час коагуляції молока важливо контролювати рівень кислотності. Для цього використовуються спеціальні вимірювальні прилади, адже правильний рівень кислотності (рН близько 6,4–6,6) впливає на швидкість і якість формування згустку. У разі недостатньої кислотності процес може бути сповільненим, що негативно позначиться на структурі майбутнього сиру. У традиційних виробництвах досягнення потрібної кислотності регулюється шляхом підбору бактеріальних культур, тоді як у великих промислових масштабах

можливе додавання молочної кислоти або її солей. Одночасно з закваскою додають сичужний фермент, отриманий із шлунків молодих телят чи ягнят або його мікробіологічний аналог синтетичного походження. Сичужний фермент сприяє коагуляції молока, тобто переходу білка казеїну в гелеподібну структуру. Цей процес триває близько 30–40 хвилин за температури 30–35°C, після чого утворюється згусток із необхідними фізико-хімічними властивостями [26].

Після утворення згустку проводять його розрізання на кубики розміром 1–2 см³ для відділення сироватки. Операція нарізання згустку є критичною для отримання сирного зерна потрібної консистенції. Розмір частинок залежить від типу бринзи, яку виготовляють. Чим дрібнішими будуть сирні гранули, тим щільнішим вийде кінцевий продукт, оскільки дрібні зерна краще виділяють сироватку. Занадто груба нарізка може призвести до нерівномірного розподілу вологи в сирі, а також до утворення пустот, що вплине на якість дозрівання. Щоб підсилити процес синенерису, сирні зерна можуть піддавати додатковому підігріву до 38–42°C із постійним перемішуванням. Під час підігрівання сирних зерен важливо стежити за температурним режимом, оскільки перевищення температури може призвести до надмірного ущільнення зерен, що негативно позначиться на текстурі сиру. Процес перемішування також має бути м'яким і рівномірним, щоб не пошкодити структуру зерен. У сучасних виробництвах цей процес здійснюється у спеціальних ваннах із автоматизованим обладнанням, яке підтримує постійний контроль параметрів. У результаті зерна ущільнюються, а кількість вологи в них зменшується. Далі сирна маса відділяється від сироватки шляхом зливання або пресування [40].

Після відділення сироватки сирна маса перекладається у форми, що визначають майбутню форму бринзи. Формування здійснюється під власною вагою або за допомогою легкого пресування для надання продукту компактної структури. Етап формування сирних брусків вимагає не лише точності, а й уваги до деталей. Форми, у які поміщається сирна маса, часто

вистилаються спеціальною тканиною, що сприяє кращому видаленню залишкової сироватки. Час формування залежить від багатьох факторів, зокрема вологості зерна, початкової кислотності маси та розміру брусків. Під час пресування важливо не застосовувати надмірного тиску, оскільки це може призвести до деформації блоків і нерівномірного розподілу солі під час засолювання. Пресування може тривати від 30 хвилин до кількох годин залежно від бажаної щільності сиру. У цей період сирна маса ще більше ущільнюється, а залишкова сироватка видаляється [26].

Сформовані сирні блоки піддаються засолюванню. Ця операція є ключовою для створення характерного смаку, текстури та консервування бринзи. У розсолі з концентрацією солі 18-22% відбувається поступове проникнення солі в структуру сиру. Цей процес не лише додає продукту смак, але й забезпечує консервуючий ефект, оскільки сіль пригнічує розвиток небажаних мікроорганізмів. Розсіл регулярно перевіряють на рівень концентрації солі, а також на кислотність і температуру, щоб уникнути погіршення його якості. У деяких випадках для збереження свіжості розсолу додають антисептики, дозволені харчовими стандартами. Засолювання може відбуватися сухим методом, коли сіль наноситься безпосередньо на поверхню сиру. Найчастіше використовується розсільний метод, оскільки він забезпечує рівномірний розподіл солі у продукті. Засолювання триває від 1 до 3 діб, залежно від розміру сирних блоків та бажаного ступеня солоності.

Після засолювання бринзу перекладають у розсільні ванни для подальшого дозрівання. Розсіл, у якому зберігається сир, зазвичай має концентрацію солі 18%, що дозволяє підтримувати оптимальні умови для тривалого зберігання продукту. В залежності від виду молока, яке використовується для виготовлення бринзи, дозрівання триває від 5 до 30 днів за температури 4–8°C. У цей час у бринзі проходять складні біохімічні процеси, спричинені дією молочнокислих бактерій та ферментів. Це призводить до формування характерного смаку, текстури та аромату сиру.

Дозрівання бринзи є фазою, під час якої формується остаточний смак, аромат і текстура продукту. На цьому етапі важливо підтримувати стабільну температуру та вологість у приміщенні, де зберігаються сирні бруски. Традиційно дозрівання проходить у прохолодних льохах, але сучасні виробництва використовують спеціалізовані камери з автоматизованим контролем умов. Температура повинна залишатися в межах 4–8°C, а термін дозрівання залежить від типу бринзи. Молоді сири можуть бути готові до споживання вже через 5–7 днів, тоді як більш зрілі види можуть зберігатися в розсолі місяцями, набуваючи інтенсивнішого смаку [19].

Готова бринза має однорідну структуру, білий або злегка кремовий колір, а також ніжний кислувато-солоний смак. Вона може реалізовуватися у вакуумній упаковці або в герметичних контейнерах із розсолом, що дозволяє зберігати її свіжість і захищати від пересихання.

Готовий сир після дозрівання перевіряється на відповідність якості. Це включає оцінку його органолептичних властивостей, таких як смак, аромат, текстура і зовнішній вигляд. Відповідно до стандартів, бринза повинна мати однорідну консистенцію, без тріщин чи пустот, з характерним солонуватим смаком та ніжною текстурою. Сир фасується у вакуумні пакети або контейнери з розсолом, щоб запобігти втраті вологи та зберегти свіжість продукту [21].

Таким чином, технологія виробництва бринзи базується на суворому дотриманні всіх етапів – від вибору молока до дозрівання. Кожна операція спрямована на забезпечення високої якості продукту, його смакових властивостей і тривалого терміну придатності. Цей процес поєднує традиційні методи та сучасні технологічні рішення, що дозволяє створювати унікальний продукт, який є невіддільною частиною багатьох кухонь світу.

На всіх етапах виробництва важливу роль відіграє контроль якості, який включає регулярні перевірки сировини, готової продукції та технологічних режимів. Це дозволяє забезпечити стабільність якості бринзи та відповідність її нормативним вимогам. Технологія виробництва розсільних

сирів є унікальною, адже поєднує традиційні методи і сучасні підходи, що робить цей продукт улюбленим для багатьох споживачів.

1.4 Перебіг біохімічних перетворень при визріванні розсольних сирів

Процеси глибинного розпаду молочного цукру під дією ферментів мікроорганізмів у процесі бродіння лежать в основі виготовлення цілого ряду молочних продуктів [26, 37, 38].

З б р о д ж у в а н н я л а к т о з и . Початковим етапом зброджування лактози є розщеплення її на глюкозу і галактозу ферментом лактазою. Подальше зброджування цих моносахаридів проходить паралельно, але з різною швидкістю, оскільки галактоза ферментується повільніше. Після перетворення в глюкозо-6-фосфат вона включається в процеси бродіння за схемою зброджування глюкози. Молочнокисле бродіння є одним із основних процесів при виготовленні сирів. Цей процес завершується утворенням однієї або двох молекул молочної кислоти із однієї молекули кожного моносахариду. Разом з тим можуть утворюватися і побічні продукти. Молочнокислі бактерії за характером продуктів зброджування поділяються на гомо- та гетероферментативні [26]. Гомоферментативні мікроорганізми сприяють утворенню молочної кислоти (більше 90 %) та вуглекислого газу, а гетероферментативні – молочної (до 50 %), оцтової кислот, етанолу, ацетоїну, діацетилу і вуглекислого газу. Сама молочна кислота в процесі визрівання сиру піддається подальшим перетворенням. Залишки молочної кислоти та продукти її перетворення формують смакові та ароматичні характеристики сиру, його консистенцію, також стимулюють процеси травлення у людини.

Вихід молочної кислоти в процесі зброджування молочного цукру визначає величину титрованої і активної (pH) кислотності сиру, від якої залежить швидкість визрівання і консистенція готового продукту [67].

Величина активної кислотності має важливе значення для протікання біохімічних (ферментативних) процесів у сирі, фізичних властивостей сирної маси (структури та консистенції) [13]. Тому, при виготовленні розсільних сирів необхідно регулювати молочнокислий процес, підтримуючи на окремих етапах оптимальну величину рН, яка рекомендована технологією конкретного сиру.

Отже, зброджування лактози починається з моменту підготовки молока для виготовлення сиру, і продовжується під час оброблення сирної маси, при формуванні та пресуванні, солінні і в початковий період визрівання. Молочний цукор зброджується повністю впродовж 7-10 днів визрівання [5, 11]. Відповідно до динаміки зброджування лактози зростає кількість молочної кислоти, вміст якої в процесі визрівання сиру зменшується. Максимальна кількість молочної кислоти досягається на 10-й день визрівання.

Молочна кислота сприяє прискоренню синерезису і тим самим зневодненню сирного зерна [26]. Під впливом молочної кислоти параказеїн, який отримується при утворенні сичужного згустку, поступово втрачає кальцій, і перетворюється в монокальційказеїнат і вільний від кальцію параказеїнат. Разом з тим, молочна кислота, з'єднуючись безпосередньо з параказеїнатом утворює параказеїномонолактат або параказеїндилактат. На відміну від параказеїну ці сполуки набухають, що має вирішальне значення у формуванні консистенції сиру.

В даний час встановлено склад ароматичних речовин [35,37], які утворюються в результаті бродіння глюкози. До них належать багаточисельні карбонільні сполуки: альдегіди (формальдегід, ацетальдегід, пропіоновий альдегід, та ін.) і кетони (ацетон, ацетоїн, діацетил та ін.), карбонові нелеткі та леткі кислоти (молочна, оцтова, пропіонова, мурашина, масляна та ін.), спирти та їх ефіри (етанол, пропанол та ін), діоксид вуглецю та інші.

Розщеплення білків. Основна роль у визріванні сирів належить ферментативному розпаду і протеолізу молочних білків, головним чином казеїну, з утворенням різноманітних азотових сполук [22, 34, 42].

Сичужне згортання молока носить незворотній характер і включає два процеси: протеолітичне розщеплення казеїнаткальційфосфатного комплексу і формування просторової структури згустку (гелю) [80]. Під дією хімозину відбувається ферментативний гідроліз поліпептидних ланцюгів к-казеїну. Розщеплення ланцюгів к-казеїну іде по пептидному зв'язку, утвореному фенілаланіном (залишок 105) і метіоніном (залишок 106). В результаті обмеженого специфічного протеолізу молекули к-казеїну розщеплюється на гідрофобний пара-к-казеїн і гідрофільні глікомакропептиди. Пара-к-казеїн не піддається дії хімозину [16, 43]. Отже, в результаті дії хімозину стійкі казеїнові частинки переходять в нестійкі параказеїнові частинки, які в другій стадії утворюють агрегати, а потім просторову сітку згустку [42].

Подальше перетворення параказеїну, яке відбувається в уже сформованому сирі, відбувається під впливом молочної кислоти, хлористого натрію, але найбільше під дією протеаз мікроорганізмів та частково ферментами молокозсідальних препаратів і молока [14, 19, 22].

Після згортання молока хімозин далі розщеплює в більшій мірі α_{s1} -казеїн в порівнянні з β -казеїном, тому що перший має більшу кількість чутливих до хімозину зв'язків. Хімозин гідролізує α_{s1} -казеїн з утворенням фрагменту α_{s1} -1(ф₂₄ - 199), який в подальшому гідролізується в інші пептиди [16, 29]. При цьому відбувається неглибокий розпад казеїну з утворенням низькомолекулярних пептидів і пептонів, які сприяють розвитку молочнокислих бактерій, хоча останні і самі можуть гідролізувати фракції казеїну [197, 201]. При визріванні сиру розпад білків обумовлюють як позаклітинні, так і внутріклітинні протеази бактерій. Перші проявляють свою дію тільки в початковий період і їх роль незначна, а другі, які звільняються із бактеріальних клітин після їх автолізу, здійснюють глибоке розщеплення білків до пептидів і амінокислот [3,6,19].

Слід зауважити, що під час визрівання сирів гідролізується тільки менша частина параказеїну, внаслідок чого утворюється так звана фракція розчинного нітрогену, яка поділяється на білковий (протеози і високомолекулярні поліпептиди) і небілковий (пептиди, амінокислоти і аміак) нітроген [10, 17, 28]. Вміст розчинного нітрогену залежить від виду сиру. Так, у м'яких сирах міститься 50...70 % розчинного від всього наявного в сирі нітрогену (загального), в твердих сирах 20...30 %, найменше розчинного нітрогену міститься в розсольних сирах, зокрема у бринзі – 13,8 %.

Також, при розпаді білків в сирах накопичуються вільні амінокислоти, якісний і кількісний склад яких залежить від виду сиру, складу бактеріальних заквасок, вологості, віку сиру та ін [8]. Як правило, по мірі визрівання сиру в складі вільних амінокислот концентрація одних з них зростає, а інших досягає максимуму, а потім знижується, що свідчить про їх розпад. Нагромаджені в процесі протеолізу вільні амінокислоти можуть впливати на смак і аромат сиру, оскільки деякі з них мають виражений смак [13,16]. Наприклад, солодкий смак мають гліцин, пролін, аланін, серин; гіркий – аргінін, гістидин, триптофан і лейцин (гіркуватий); солодко-гіркий – валін, треонін, фенілаланін; кислий – глютамінова і аспарагінова кислоти; сірчистий – цистин, метіонін і ін [26].

Проте, більш вагомий вплив на смак і запах сиру мають продукти подальшого перетворення амінокислот, які під дією ферментів мікроорганізмів дезамінуються, декарбоксилюються, вступають в реакцію переамінування і піддаються іншим змінам [4,17,31].

На першій стадії деградації амінокислот відбувається їх дезамінування, під час якого відщеплюється аміногрупа і утворюється аміак, кето-, окси- та карбонові кислоти [14]. Найчастіше при дезамінуванні утворюються кетокислоти, які під дією деяких штамів *Lactococcus lactis*, мікрококів декарбоксилюються до відповідних альдегідів. Наприклад, під дією декарбоксилази лейцин перетворюється в ізовалер'яновий альдегід, валін – в

ізомасляний альдегід, аланін – в оцтовий альдегід, фенілаланін – в фенілоцтовий альдегід.

Іншим важливим біохімічним процесом при виробництві сирів є декарбоксилювання амінокислот з утворенням вуглекислого газу і відповідного аміну. Останні піддаються окисному дезамінуванню з утворенням аміаку і відповідного альдегіду або використовуються як проміжні продукти при синтезі амінокислот і інших сполук нітрогену. Із інших перетворень слід вказати на утворення амінокетонів, таких як метіональ і меркантоацетальдегід, які утворюються з метіоніну та цистину і є важливими складовими компонентами аромату сирів [26].

Отож, дослідження впливу культур бактеріальних препаратів, які використовуються при виробництві сиру бринза, одного з представників групи розсольних сирів, та поєднання їх з новими технологіями на даний час недостатньо систематизовані [24,26]. Крім того недостатньо з'ясовані особливості перебігу біохімічних перетворень при визріванні розсольних сирів, зокрема бринзи, виготовленої з молока різних видів тварин та їх сумішей.

Перебіг ліполітичних процесів під час виробництва розсольних сирів. В складі молочного жиру вміст жирних кислот становить в середньому 85%. Триацилгліцероли ліпідів молока містять біля 416 різноманітних жирних кислот [2,35], з яких 10...12 головних, і їх вміст становить більше 1 %. Такий жирнокислотний склад є унікальним серед природних жирів. Завдяки високому вмісту насичених жирних кислот, який коливається в межах 58...78 % [27], молочний жир з точки зору харчування людини відносять до насичених жирів. Серед цих кислот слід відзначити високий вміст жирних кислот з коротким вуглецевим ланцюгом ($C_{4:0}...C_{10:0}$), які легко засвоюються в організмі людини.

В молочному жирі виявлені унікальні жирні кислоти, характерні лише для молока жуйних тварин. Це зокрема масляна кислота, розгалужені жирні кислоти, цис-9-транс-11 кон'югована лінолева кислота та її попередник

вакценова кислота [102]. Всі ці кислоти володіють цінними біологічними властивостями. Зокрема, масляна кислота завдяки індукуванню диференціації і апоптозу, інгібуванню поліференції клітин володіє антиканцерогенним впливом. Розгалужені жирні кислоти з довжиною ланцюга 13...17 атомів вуглецю у формі ізо- та антиізо- володіють антипухлинною активністю [29].

Не дивлячись на те, що у молочному жирі міститься порівняно невелика кількість ненасичених жирних кислот, серед них є унікальна за властивостями ізомерна форма лінолевої кислоти – кон'югована цис-9-транс-11, яка присутня лише у складі молока і м'яса жуйних тварин. Багаточисельними дослідженнями проведеними в останнє десятиліття з'ясовано вплив цієї кислоти на здоров'я людини [13, 20]. При вживанні в дозі 0,8...1,2 мг/день вона знижує співвідношення в плазмі крові ліпопротеїдів низької і високої щільності, і вміст загального холестеролу. Кон'югована лінолева кислота проявляє антисклеротичну дію, підвищує імунний статус, регулює ліпідний обмін. Встановлено також антиканцерогенний ефект цис-9-транс-11 лінолевої кислоти [27]. Джерелом цієї кислоти окрім лінолевої і ліноленової є також олеїнова кислота, яка в рубці жуйних в процесі біогідрогенізації перетворюється у так звану трансвакценову кислоту [28]. Вакценова кислота є основним джерелом утворення кон'югованої цис-9-транс-11 лінолевої кислоти як в рубці жуйних, так і в організмі людини.

З огляду на такі властивості цих жирних кислот в останні роки переглядається уява про молочний жир, як причину атеросклерозу та інших захворювань, пов'язаних з підвищеним вмістом холестеролу.

В процесі виготовлення розсольних сирів ліпідні компоненти молока піддаються біохімічним змінам з утворенням різних сполук, які проявляють значний вплив на органолептичні властивості готового продукту [23].

Ферментативний гідроліз жиру (ліполіз) в процесі визрівання розсольних сирів здійснюється за допомогою ліполітичних ферментів

молокозсідальних препаратів, молочнокислих бактерій та інших мікроорганізмів, а також нативними ліпазами молока [24,26]. В цілому рівень ліполізу в розсолних сирах невисокий і залежить від виду сиру.

Основна роль ліполізу, навіть якщо його масштаби незначні, полягає в утворенні смакових і ароматичних компонентів – жирних кислот і їх похідних [9]. Із ліпідів молока в найбільшій мірі розщеплюються триацилгліцероли, в результаті чого утворюються ди-, моногліцероли і вільні жирні кислоти: переважно масляна, капронова, каприлова, капринова і лауринова [19]. Саме низькомолекулярні жирні кислоти створюють смак і аромат сиру. Низькомолекулярні жирні кислоти утворюються також в сирі в результаті перетворення лактози і амінокислот. Сюди входять леткі жирні кислоти: мурашина, оцтова, пропіонова, масляна, валер'янова, ізовалер'янова. Вільні високомолекулярні жирні кислоти не мають смаку і запаху [14].

1.5 Вимоги до молока як сировини для виробництва розсільних сирів

Якість молока є ключовим фактором у процесі виготовлення розсільних сирів. Окрім загальних вимог, що висуваються до молочної сировини, воно повинно відповідати специфічним критеріям сиропридатності, включаючи здатність до утворення щільного згустку під дією молокозсідального ферменту. Оцінка якості молока проводиться на основі хімічних, фізико-хімічних, біохімічних і мікробіологічних характеристик, а також з урахуванням умов його отримання та обробки [15].

До фізико-хімічних властивостей молока належать такі показники, як кислотність, окисно-відновний потенціал, густина, в'язкість, осмотичний тиск, температура замерзання, питома електропровідність і теплофізичні параметри. Органолептичні властивості включають зовнішній вигляд, колір, запах, смак і консистенцію. Колір молока, білий або злегка жовтуватий,

зумовлений розсіюванням світла частинками білків і жировими кульками, а також вмістом каротину та ліпохромів. Запах молока є приємним і специфічним, що залежить від наявності летких сірковмісних і карбонільних сполук. Смак – солодкуватий, завдяки лактозі, білкам і деяким солям.

Хімічний склад молока формує його аромат і смакові якості. До ароматичних речовин належать диметилсульфід, метилсульфід, ацетон, діацетил, вільні жирні кислоти, амінокислоти, пептиди та інші сполуки, які впливають на органолептику сиру [24].

Технологічні властивості молока враховують такі показники, як органолептичні характеристики, повноцінний біохімічний склад, оптимальні фізико-хімічні властивості, термостійкість, відсутність сторонніх домішок і відповідні параметри сичужного згортання. Для сироваріння молоко повинно бути натуральним, отриманим від здорових тварин, з дотриманням умов збалансованої годівлі та гігієни.

Вміст сухих речовин у молоці має бути не менше 12,5%, білка – 3,3–3,5%, із яких не менше 2,7% припадає на казеїн. Казеїн у 4,5 рази має переважати сироваткові білки, що забезпечує ефективне зсідання молока під дією ферментів. Швидкість і якість коагуляції залежить від концентрації іонів кальцію, які стимулюють утворення щільного згустку. Молоко з низьким рівнем казеїну або повільним згортанням (більше ніж 40 хвилин) вважається сичужно-в'ялим, що призводить до зниження виходу та якості сиру.

Виробництво розсільних сирів також залежить від рН молока. Оптимальний діапазон для коагуляції білків – 5,4–5,6. Зниження рН прискорює процес зсідання та формування щільнішого згустку завдяки активації ферменту й вивільненню іонів кальцію з казеїнат-кальцій-фосфатного комплексу [26].

Молоко є сприятливим середовищем для розвитку мікроорганізмів, тому його отримання, зберігання та переробка вимагають дотримання суворих санітарно-гігієнічних норм. Якість молока визначають за чистотою,

мікрофлорою, кислотністю та відсутністю збудників захворювань. Крім того, перевіряють вміст токсичних речовин, антибіотиків, пестицидів, нітратів, гормонів і радіонуклідів відповідно до державних стандартів.

Потреба в якісному молоці для сироваріння вимагає його ретельного вивчення. Особливо це стосується молока від різних видів тварин для розсільних сирів, де питання складу і властивостей сировини залишаються актуальними.

1.6 Вплив кухонної солі на формування характеристик розсільних сирів

Згідно з ДСТУ 7065:2009, вміст кухонної солі в бринзі складає від 4 до 7 %. Сіль є необхідним компонентом у виготовленні сирів. Вона не лише впливає на смак, але й бере участь у процесах визрівання, формуванні структури та консистенції сиру. Хлорид натрію підсилює гідролітичну активність сичужного ферменту під час дозрівання сиру, зменшує активність гнильних бактерій, а в певних концентраціях стимулює розвиток молочнокислих бактерій заквасок і їх ферментативну активність. Однак, на високих концентраціях, сіль може пригнічувати мікрофлору заквасок.

Помірна кількість солі покращує гідратацію білків сиру, що робить його консистенцію більш пластичною, одночасно запобігаючи перетворенню сірковмісних амінокислот у сірководень [1,3,7].

Сіль є важливою для організму, оскільки бере участь у регулюванні водно-сольового балансу та обміні іонів натрію і калію. Різниця в концентрації хлориду натрію в клітинах та поза ними є основним механізмом транспорту субстратів через мембрани і виведення продуктів життєдіяльності клітин. Крім того, хлорид-іони важливі для вироблення соляної кислоти в шлунку. Рекомендована добова потреба в солі становить 1,5–4,0 г, а в умовах жаркого клімату, через підвищене потовиділення, ця норма збільшується.

При дефіциті солі в організмі можуть виникати серйозні проблеми, такі як порушення травлення, серцево-судинні хвороби, нервові розлади і навіть смертельні наслідки при хронічній нестачі [1,3,7].

Однак надмірне споживання солі також може призвести до різних захворювань, що зумовлює необхідність зменшення її кількості в продуктах харчування. Спостерігається тенденція до зниження вмісту солі у харчових продуктах, зокрема в молочних. Рекомендована норма споживання NaCl становить 6 г (2,4 г натрію) на день. Сир є джерелом 11–20 % цієї норми. У країнах, таких як Угорщина, Польща, Італія та Україна, вже зафіксовано зниження споживання натрію завдяки кампаніям щодо зменшення вмісту солі у продуктах. З 2008 по 2023 рік вміст натрію в сирах зменшився на 16 %.

1.7 Роль заквашувальних препаратів у виробництві розсільних сирів

Використання заквасок мікроорганізмів із встановленою біохімічною активністю дозволяє отримувати продукт із заданими хімічними та органолептичними характеристиками, запобігати розвитку сторонніх мікроорганізмів, що можуть порушити процес молочнокислого бродіння (характерний для спонтанного сквашування молока), а також забезпечити високу якість готової продукції [23].

Для виробництва бринзи зазвичай застосовують молочнокислі мікроорганізми, такі як *L. lactis*, *L. cremoris*, *L. diacetylactis*, *Leu. dextranicum* [53]. Вибір окремих культур для виготовлення бринзи є актуальним завданням і вимагає проведення глибоких досліджень властивостей штамів, які претендують на використання у цьому процесі [42].

Особливістю термофільних культур, зокрема стрептококів, є низька цукролітична активність. Вони постійно ферментують лише лактозу, глюкозу та сахарозу, не утворюючи каталази. Деякі штами синтезують діацетил і в

невеликих кількостях — ацетоїн, що покращує якість сирів. *S. thermophilus* має найвищу активність кислотоутворення серед молочнокислих лактококів, утворюючи згусток молока за 3,5–4 години при оптимальній температурі (40 ± 2) °C. Температурний діапазон їх росту — від 20 до 50 °C. Гранична кислотність у молоці не перевищує 115 °Т. Бактерії витримують пастеризацію при 75 °C (15 хв) і 65 °C (30 хв), що робить їх однією з основних культур у мікрофлорі пастеризованого молока [27].

Lactobacillus helveticus — безспоровий термофільний факультативний анаероб, який не утворює каталази і сірководню, але продукує оцтову та L(+) форму молочної кислоти без утворення газів. Розвивається за рівня pH 4,2–3,8 і ферментує різні цукри, такі як глюкоза, галактоза, фруктоза, лактоза та манноза.

Штами *L. lactis* ростуть за температури від 8 до 41 °C, утворюючи молочний згусток за 4–7 годин, із граничною кислотністю до 120 °Т [109]. Водночас *L. cremoris*, на відміну від молочного лактокока, не ферментує мальтозу й декстрин, не росте при температурах вище 39–40 °C і утворює згусток повільніше (6–8 годин) із граничною кислотністю 110–115 °Т. Деякі штами *L. cremoris* синтезують диплококцин — термостійкий антибіотик із протеїновою природою, який розчиняється у воді [19].

Для підвищення пробіотичних властивостей бринзи запропоновано додавати до закваски штами *L. acidophilus*, класичного пробіотика, який виділяють із кишково-шлункового тракту людини та тварин. Ця культура пригнічує патогенні мікроорганізми, такі як сальмонели, шигели, стафілококи та ешеріхії [22].

L. rhamnosus росте у молоці у формі паличок, з'єднаних у ланцюжки. Оптимальна температура росту — 30 ± 1 °C, однак він може розвиватися і при 45 ± 1 °C, а також у середовищах із 6 % NaCl або 20 % жовчі. Протеолітична активність цієї культури вдвічі перевищує активність мезофільних лактококів, а гранична кислотність у молоці сягає 180 °Т [27].

L. rhamnosus забезпечує хороші реологічні властивості, стійкість до солі та інгібуючих речовин молока, а також високий рівень протеолізу. Висока концентрація розчинних білкових сполук запобігає появі гіркоти у готовому продукті, сприяє формуванню зрілості сиру і мінімізує втрати сухих речовин. Згусток має показник синерезису 50 % і дозволяє уникати надмірного вмісту білкових сполук у сироватці [14].

Використання *L. rhamnosus* у виробництві сирів в Україні ще недостатньо вивчене. Дослідження їх впливу на збереження сиру, перебіг біохімічних процесів і формування властивостей готової продукції є актуальним завданням.

1.8 Види білкових концентратів та можливість їх застосування у молочних продуктах.

Білкові концентрати — це продукти, що містять велику кількість білка у порівнянні з вихідною сировиною і вони використовуються в різних галузях харчової промисловості, зокрема у виробництві молочних продуктів. Завдяки своїм поживним властивостям білкові концентрати можуть значно покращити якість молочних виробів, збільшити їх харчову цінність та надати нові смакові і текстурні характеристики. Білкові концентрати відіграють важливу роль у виробництві йогуртів, сирів, сироватки та інших молочних продуктів, де вони використовуються для підвищення вмісту білка, а також для покращення консистенції і смакових якостей.

Види білкових концентратів

Білкові концентрати класифікуються на різні види в залежності від джерела білка та методу його отримання. Основні типи білкових концентратів, які використовуються у молочній промисловості:

Молочні білкові концентрати

Молочні білкові концентрати є основним джерелом білка в молочних продуктах. Вони можуть бути отримані з молока через такі технологічні

процеси, такі як фільтрація, ультрафільтрація, осмос або інші методи концентрації. До молочних білкових концентратів належать:

Казеїнові концентрати. Казеїн — це основний білок, що складає близько 80% білка коров'ячого молока. Казеїнові концентрати містять високий відсоток цього білка (до 90% і більше) і широко застосовуються у виробництві сирів та інших молочних продуктів. Вони мають здатність утворювати гель при нагріванні, що робить їх корисними при виробництві продуктів з підвищеною в'язкістю, таких як йогурти.

Сироваткові білкові концентрати (сироватка). Сироватка є побічним продуктом при виробництві сиру. Сироваткові білкові концентрати містять від 30% до 80% білка, в залежності від методу обробки. Вони багаті на важливі амінокислоти і є популярними в спортивному харчуванні, а також у виробництві молочних напоїв, йогуртів, морозива та інших продуктів.

Рослинні білкові концентрати

Рослинні білкові концентрати отримуються з різних видів рослинної сировини, таких як соя, горох, рис, пшениця. Вони є важливими компонентами у харчовій промисловості, особливо в умовах зростаючого попиту на вегетаріанські та веганські продукти. Рослинні білкові концентрати мають ряд переваг, серед яких:

Соевий білок — один з найбільш поширених рослинних білкових концентратів, що містить до 90% білка. Він використовується у виробництві йогуртів, сиру, молока та інших замінників молочних продуктів.

Гороховий білок — отримується з гороху і є хорошим джерелом білка для веганських продуктів. Він також використовується для збагачення молочних виробів білками, зокрема для йогуртів і напоїв.

Білкові концентрати з інших джерел

Крім молочних і рослинних білків, існують також білкові концентрати, отримані з різних тваринних джерел, таких як м'ясо, риба або інші види сировини. Вони мають специфічні властивості і можуть використовуватися в

спеціалізованих продуктах, таких як високобілкові сири або спортивні добавки.

Застосування білкових концентратів у молочних продуктах

Збагачення молочних продуктів білками

Одним з основних напрямків використання білкових концентратів є збагачення молочних продуктів білками. Високий вміст білка у молочних продуктах важливий для здоров'я, оскільки білки є основним будівельним матеріалом для організму. Вони беруть участь у численних фізіологічних процесах, таких як ріст і відновлення тканин, а також підтримують нормальну функцію імунної системи. Виробники молочних продуктів використовують білкові концентрати для підвищення харчової цінності йогуртів, сирів, сироватки та інших продуктів, що дозволяє створювати продукти з високим вмістом білка для людей з підвищеними потребами в білках, таких як спортсмени або люди, що ведуть активний спосіб життя [17].

Поліпшення текстури та консистенції

Білкові концентрати використовуються для покращення текстури та консистенції молочних продуктів. Наприклад, казеїн і сироватковий білок можуть впливати на формування гелів, стабільність піни та в'язкість продукту. Це робить їх важливими для виробництва йогуртів, кремів, сирів з різною консистенцією, від м'яких до твердіших продуктів.

Заміна молочного білка та створення нових продуктів

В умовах зростаючого попиту на веганські продукти та продукти без лактози, рослинні білкові концентрати (наприклад, соєвий білок) є хорошою альтернативою молочним білкам. Використання таких білкових концентратів дозволяє виробляти молочні замінники, які мають подібні смакові властивості та текстуру, але при цьому не містять молочних складових [1,3,7].

Таким чином, білкові концентрати є важливими інгредієнтами, які можуть значно підвищити харчову цінність молочних продуктів, покращити їх текстуру та консистенцію, а також дозволяють створювати нові продукти

для різних категорій споживачів, таких як спортсмени або вегани. Використання білкових концентратів з молочних і рослинних джерел має перспективи для розширення асортименту молочних виробів, що відповідають сучасним вимогам споживачів. Разом з тим, важливо дотримуватися балансу між корисними властивостями білкових концентратів і їх впливом на смакові якості та безпеку продуктів.

2 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Матеріали для досліджень

Експериментальні дослідження виконання кваліфікаційної роботи на тему «Розроблення технології розсільного сиру з додаванням білкових концентратів» проводилися у навчальній лабораторії кафедри технології молока і молочних продуктів Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького.

Після огляду та опрацювання літературних джерел за схожою тематикою та вивчення технології розсільних сирів, зокрема бринзи, було здійснено виготовлення пробної партії бринзи з коров'ячого молока для відпрацювання технологічних режимів та технологічних операцій по засолюванні сиру. На другому етапі досліджень було здійснено пошук білкових концентратів, які можна було б використати у технології бринзи.

Завершальним етапом досліджень було розроблення технології розсільного сиру бринза, для ферментації якої використано заквашувальну культуру прямого внесення RSF-742, біозахисну культуру Fresh-Q для запобігання розвитку дріжджів і плісені, ферментний препарат CHY-MAX, білкові концентрати та дослідження органолептичних, фізико-хімічних та мікробіологічних показників свіжого сиру, сиру протягом визрівання та готового зрілого сиру на 20 добу визрівання; визначення та обчислення економічної та соціальної ефективності впровадженої розробки.

Для виготовлення бринзи використали молоко коров'яче, яке контролювали за показниками якості згідно ДСТУ 3662:2018 «Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови».

У виробництві бринзи було застосовано ферментний препарат CHY-MAX виробництва компанії Chr. Hansen (Данія). CHY-MAX є рекомбінантним хімозином, отриманим шляхом ферментації за участю

Aspergillus niger var. Awamori. Він не містить ензимів, здатних розщеплювати крохмаль, і забезпечує високу специфічність у розщепленні α -казеїну, що сприяє якісному утворенню згустку. Цей фермент відповідає стандартам чистоти ензимів, визначеним Всесвітньою організацією охорони здоров'я (ВООЗ) та FCC.

CHY-MAX відноситься до другого покоління ферментів для ферментації (FPC) і надає низку переваг [1,3,7]:

- економічність — найнижча вартість використання;
- зменшення дозування — знижує кількість необхідного препарату;
- підвищення прибутковості — завдяки оптимізації процесів;
- покращення смаку та текстури;
- зниження гіркоти у готовому продукті;
- легкість обробки — підвищена керованість технологічного процесу.

У якості заквашувальної культури було використано препарат прямого внесення RSF-742 (Chr. Hansen, Данія), що включає штами молочнокислих бактерій [1,3,7]:

Lactococcus lactis subsp. cremoris;

Lactococcus lactis subsp. lactis;

Streptococcus thermophilus;

Lactobacillus helveticus.

Для збільшення терміну зберігання бринзи використовували бактеріальний препарат Fresh-Q. Цей препарат забезпечує інгібування росту дріжджів і плісняви у ферментованих молочних продуктах. Він є композицією традиційних молочнокислих бактерій, серед яких *Lactobacillus rhamnosus*, що сприяє збереженню якості сиру [1,3,7].

Для формування згустку та підсилення дії сичужного ферменту використано хлористий кальцій.

Було виготовлено 4 зразки бринзи:

Контроль – без протеїну;

Зразок 1 – м.ч.білку у білковому концентраті 45% (3 г/л молока);

Зразок 2 –м.ч.білку у білковому концентраті 60% (6 г/л молока) ;

Зразок 3 –м.ч.білку у білковому концентраті 75 %(9 г/л молока).

Для виготовлення бринзи з білковим концентратом використовували білковий концентрат «PROTEIN кунжутний».

Кунжутний протеїн — це ізолят рослинного білка із подрібненого кунжуту. Містить 8 незамінних амінокислот, а також залізо, тіамін (вітамін В1), піридоксин (вітамін В6), фолієву кислоту та магній. Багатий на клітковину, що покращує роботу кишківника [47].

Кунжут — це джерело антиоксиданту сезамолу, який вповільнює процес накопичення жиру в організмі. Сприяє збереженню м'язової маси. Не містить тваринних продуктів та лактози. На смак нагадує справжню кунжутну пасту із легкою гірчинкою [47].

Переваги використання білкових концентратів у технології бринзи:

1)Підвищення виходу продукту

Білкові концентрати дозволяють збільшити вихід сиру завдяки утриманню більшої кількості білків у сирній масі.

2)Підвищення харчової цінності

Концентрати багаті на високоякісний білок, незамінні амінокислоти, вітаміни та мікроелементи, що підвищує поживну цінність готового продукту.

3)Поліпшення текстури

Використання білкових концентратів сприяє формуванню більш ніжної і однорідної текстури сиру, знижує ризик утворення пустот і тріщин.

4)Зменшення втрат сухих речовин

Концентрати підвищують ефективність утримання білків та інших поживних речовин у сирній масі, зменшуючи їх втрати із сироваткою.

5)Оптимізація процесу ферментації

Додавання білкових концентратів покращує формування сирного згустку та підвищує його стабільність, що спрощує технологічний процес.

6)Регулювання складу сиру

Білкові концентрати дозволяють коригувати співвідношення білків, жирів і вуглеводів у готовому продукті, адаптуючи його до потреб різних споживачів (наприклад, створення низькокалорійних сирів).

7)Покращення органолептичних властивостей

Внесення концентратів сприяє покращенню смакових якостей сиру, надає йому кремовий, м'який або насичений смак залежно від виду концентрату.

8)Розширення асортименту продукції

Використання білкових концентратів відкриває можливості для створення нових видів сирів із додатковими корисними властивостями (пробіотичні, функціональні сирні продукти тощо).

9)Економічна вигода

Додавання білкових концентратів дозволяє зменшити залежність від високоякісної молочної сировини, що знижує собівартість виробництва.

10)Покращення стійкості до зберігання

Продукти із білковими концентратами мають більш тривалий термін придатності завдяки стабілізації текстури і зниженню ризику появи дефектів при зберіганні.

11)Застосування білкових концентратів у сироробстві є перспективним напрямом, що поєднує поліпшення технологічних процесів із розширенням функціональності кінцевого продукту.

2.2. Методи досліджень

У ході експериментальних досліджень застосовувались сучасні технологічні, біохімічні, мікробіологічні та математичні методи:

Фізико-хімічні методи — надають інформацію про фізико-хімічні характеристики харчових продуктів.

Хімічні та біохімічні методи — визначають вміст мікро- та макропоживних речовин у досліджуваних зразках.

Мікробіологічні методи — забезпечують дані про мікробіологічні показники молочної сировини на етапах технологічного процесу та під час зберігання.

Дослідження розпочиналися з відбору проб молока для аналізів, який здійснювали згідно ДСТУ ISO 707-2002 (ISO 707:1997, IDT) «Молоко та молочні продукти. Настанови з відбирання проб». Підготовку проб до аналізів проводили згідно з ДСТУ 4834:2007 «Молоко та молочні продукти. Правила приймання, відбирання та готування проб до контролювання». Масову частку жиру, масову частку білку, масову частку лактози, сухий знежирений молочний залишок, густину молока визначали на апараті «Ecomilk» за температури 20°C. Активну кислотність молока та бринзи визначали потенціометричним методом за стандартом ДСТУ 8550:2015 «Молоко та молочні продукти. Вимірювання рН потенціометричним методом»; титровану кислотність визначали титрометрично (у градусах Тернера) згідно ГОСТ 3624-67; органолептичну оцінку сирів проводили згідно відповідної нормативної документації (ГОСТ 7616-85).

Сиропридатність молока визначали за сичужно-бродильною та бродильною пробами за ГОСТ 9225-84; визначення масової частки вологи та сухих речовин молока і бринзи проводили методом сушіння при температурі 105°C до постійної маси;

Масову частку жиру бринзи визначали відповідно до ДСТУ ISO 11870:2007 «Молоко і молочні продукти. Визначення масової частки жиру. Загальні рекомендації щодо використання методів із застосуванням жиромірів (ISO 11870:2000, IDT)» [31-36], масову частку білку бринзи визначали формольним титруванням, вміст кухонної солі визначали реакцією на азотнокисле срібло за ГОСТ 3627-81 «Молочні продукти. Методи визначення хлористого натрію».

Методика визначення масової частки жиру

Проби молока ретельно перемішуємо, нагріваємо до температури 20 °С. У молочний жиромір з межею вимірювання від 0 до 6 % і ціною поділки 0,1 наливаємо дозатором 10 мл сірчаної кислоти, густиною 1815-1820 г/м³ [31-36].

Піпеткою на 10,77 мл відмірюють пробу перемішаного молока і обережно вливають його у жиромір по стінці, стараючись нашарувати його на кислоту. Відмірюють дозатором 1 мл ізоамілового спирту, стараючись не змочити горловину жироміру. Закриваємо жиромір сухим гумовим корком, струшуємо жиромір до повного розчинення вмісту, перевертаємо жиромір 4-5 разів. З одного зразка готуємо дві проби для отримання більш точного результату. Після перемішування жироміри вставляють в патрони центрифуги, корками до периферії центрифуги. Центрифугування проводимо в центрифугі протягом 5 хв при швидкості 1000 об/хв. Після центрифугування жироміри виймають, ставлять на 5 хв у водяну баню з температурою 65±2 °С корками вниз. Вийняти жиромір з бані, витерти його, встановити нижню межу стовпчика жиру на найближчій цілій поділці шкали. Для цього необхідно легко вкрутити чи викрутити корок. Втримуючи стовпчик жиру корком, здійснити відлік за нижньою точкою меніска [31-36].

Визначення органолептичних властивостей молока [35]

КОЛІР визначають у скляному циліндрі з прозорого скла при хорошому денному освітленні. Колір повинен бути білим, з кремовим відтінком, однорідний по всій масі.

СМАК і ЗАПАХ молока визначають при кімнатній температурі. Запах визначають при переливанні його з однієї посудини в іншу, або при відкриванні посудини з молоком. Правильним є дослідження запаху молока при коротких переривчатих вдихах через носову порожнину. Запах повинен бути чистим, специфічним для молока, без сторонніх, не властивих свіжому молоку присмаків і запахів. Смак визначають так: ковтком молока

стараються змочити усю порожнину рота до кореня язика. Ротом захоплюють якомога більше повітря і повільно видихають через ніс.

КОНСИСТЕНЦІЮ визначають при повільному переливанні молока із циліндра в інший циліндр. Консистенція повинна бути однорідна, без слизу, пластівців білка і не тягуча.

Визначення кислотності молока

Прилади та матеріали: колби об'ємом 250 мл, піпетки на 20 мл, лійки, бюретки для титрування; 0,1 Н розчин КОН для титрування, фенолфталеїн, 70% спиртовий розчин (10 г/дм^3), сірчаноокислий кобальт (25 г/дм^3), дистильована вода [31-36].

Процедура визначення кислотності передбачала відбір 10 мл молока або молочного продукту у колбу, додавання 20 мл дистильованої води та 3-5 крапель спиртового розчину фенолфталеїну. Після ретельного перемішування суміш титрували 0,1 Н розчином NaOH до появи стійкого рожевого забарвлення, яке зберігається протягом 1 хвилини. Для підвищення точності аналізу кожен зразок досліджували у трьох паралелях. Результати виражали в одиницях титрованої кислотності (градусах Тернера) та величині рН при 20°C [31-36].

Титрована кислотність є основним показником якості молока під час його приймання. У молоці та молочних продуктах її визначають у градусах Тернера (°T), що відповідає об'єму 0,1 Н розчину лугу (NaOH), необхідному для нейтралізації 100 мл молока [31-36].

Активна кислотність молока або рН, визначається дисоціацією кислот і кислих солей, виражається як від'ємний логарифм концентрації іонів водню та в середньому становить 6,5. Ця величина є відносно стабільною завдяки буферним властивостям молока, які забезпечуються білками та солями.

Під час розвитку молочнокислих бактерій у молоці титрована кислотність значно зростає, тоді як зміни рН є незначними. Це пов'язано з

тим, що амінні та кислотні групи білків, а також фосфати взаємодіють із введеними кислотами чи лугами. Зміни рН спостерігаються лише після повної нейтралізації цих компонентів, коли буферна система молока втрачає свої властивості.

Буферну ємність молока визначають кількістю кислоти чи лугу, необхідною для зміщення рН на одну одиницю. Ці властивості забезпечують сприятливі умови для розвитку молочнокислих бактерій навіть за підвищеної кислотності [31-36].

Методика визначення густини молока

[31-36]

Густина молока (об'ємна маса) – це маса молока в одиниці об'єму за температури 20 °С. Цей параметр використовується для перерахунку об'єму молока з літрів у кілограми і навпаки. Для коров'ячого молока густина зазвичай становить 1027–1032 кг/м³ (у деяких випадках – від 1026 до 1034 кг/м³).

Густина основних складників молока:

- вода – 999,8 кг/м³;
- молочний жир – 931 кг/м³;
- білки – 1451 кг/м³;
- лактоза – 1545 кг/м³;
- солі – 3000 кг/м³.

Стабільного значення густина молока досягає через 6 годин після доїння, що називається «феноменом Рекнагеля». Це збільшення густини пояснюється видаленням газів (наприклад, CO₂) і поступовим затвердінням жиру.

Густина молока залежить не лише від його складу, а й від ступеня гідратації білків і затвердіння молочного жиру, які, своєю чергою, визначаються температурою. Зі зростанням температури густина молока

знижується, переважно через зміну густини води, яка становить основну частину молока [31-36].

Між густиною, вмістом жиру та сухого знежиреного залишку молока існує взаємозв'язок. Ця залежність використовується для розрахункового визначення вмісту сухих речовин, хоча отримані результати мають приблизний характер.

Густина молока є важливим показником для виявлення його фальсифікації. Наприклад, додавання води знижує густину в середньому на 3 кг/м³ на кожні 10% доданої рідини.

Методи визначення густини молока:

1. Пікнометричний метод – забезпечує точне визначення густини та коефіцієнта теплового розширення.
2. Ареометричний метод – дозволяє швидко визначити густину за допомогою ареометра.
3. Метод гідростатичної ваги – базується на законі Архімеда.

На практиці найчастіше застосовується ареометричний метод, який базується на вимірюванні об'єму відомої маси та залежності підйомної сили тіла від густини рідини. У рідині з більшою густиною ареометр занурюється менше, ніж у рідині з меншою густиною.

Ареометр складається з порожнистої скляної трубки із вантажем у нижній частині (металеві кульки) та скляного поплавка з градуюваною шкалою. Для молока використовують спеціальний ареометр – лактоденситометр, на шкалі якого густина молока виражена в г/см³ (наприклад, 1,015; 1,030 тощо) або в умовних градусах ареометра (°A). Верхня частина приладу має термометр.

Вимірювання густини молока проводиться за температури від 15 до 25°C із приведенням результатів до стандарту (20 °C) і не раніше, ніж через 2 години після доїння.

Ареометричний метод широко застосовується в лабораторіях молочних підприємств.

Техніка визначення густини молока

1. У циліндр по стінці налити 170-200 мл добре розмішаного молока, поставити циліндр на рівне місце.
2. Чистий сухий ареометр повільно занурити в циліндр з молоком до поділки 1,030 і залишити у спокої на 1-2 хв. Ареометр не повинен доторкатися до стінки циліндра.
3. Здійснюють два відрахунки: один – за верхньою шкалою (температура), другий – за нижньою (густина).

Температуру визначають з точністю до 0,5°C. Якщо температура молока дорівнює 20 °C, то фактична його густина відповідає визначеному за шкалою показнику. Якщо температура вища чи нижча 20°C, то вводять поправку на температуру. Кожному градусу відхилення від 20°C відповідає поправка 0,2 °А. При температурі нижче 20 °C поправка буде зі знаком мінус, вище – зі знаком плюс.

Прискорений метод визначення вмісту сухої речовини та води в молоці [31-36]

Метод полягає у висушуванні зразка молока при температурі +105°C.

Послідовність виконання

1. Металеву склянку з двома кружечками марлі на дні та відкритою кришкою висушують у сушильній шафі за температури 105°C протягом 20–30 хвилин. Потім її охолоджують в ексікаторі 20–30 хвилин.
2. Охолоджену склянку зважують і записують масу. Потім додають 5 мл молока, знову зважують і фіксують масу.
3. Склянку з молоком поміщають у сушильну шафу на 1,5–2 години за температури 105°C.

4. Після висушування скляночку виймають, закривають кришкою, охолоджують в ексикаторі та зважують. Процедуру висушування і зважування повторюють кожні 20–30 хвилин до досягнення постійної маси (різниця між послідовними зважуваннями не повинна перевищувати 0,001 г).

5. Вміст сухої речовини (СР, %) розраховують за формулою:

$$CP = \frac{m_1 - m_0}{m - m_0} \cdot 100,$$

де:

m_0 – маса скляночки з марлею і кришкою, г;

m – маса скляночки з марлею, кришкою і наважкою молока до висушування, г;

m_1 – маса скляночки з марлею, кришкою і наважкою молока після висушування, г.

Визначення сухого знежиреного молочного залишку (СЗМЗ) за допомогою аналізатора АМ-2

Метод базується на визначенні різниці в показниках заломлення світлового променя, що проходить через молоко та дистильовану воду.

Послідовність виконання

1. Встановіть аналізатор АМ-2 на рівній поверхні та підключіть до електромережі.

2. Нанесіть 3–4 краплі дистильованої води на нижню призму за допомогою скляної палички, потім закрийте її верхньою призмою.

3. Розташуйте освітлювач над отвором верхньої призми.

4. Спостерігаючи через окуляр, поверніть гвинт до появи чітких штрихів юстувальної шкали та сітки.

5. Обертайте рукоятку, доки в полі зору не з'явиться чітка межа між темною (верхньою) та світлою (нижньою) частинами шкали. Юстувальна шкала має збігатися з межею між цими полями.

6. Запишіть показник стрілки шкали (Св) для дистильованої води.

7. Після цього витріть поверхні призм насухо, нанесіть 3–4 краплі молока на нижню призму та повторіть кроки 3–5.

8. Відрахуйте показник стрілки шкали (См) для молока, після чого промийте призми та витріть їх насухо.

9. Розрахуйте вміст СЗМЗ за формулою:

$$\text{СЗМЗ} = \text{См} - \text{Св},$$

де:

СЗМЗ – вміст сухого знежиреного молочного залишку, %;

См – показник відліку при нанесенні на призму молока;

Св – показник відліку при нанесенні на призму води.

Визначення вмісту в молоці сухої речовини і сухого знежиреного молочного залишку розрахунковим методом

Для розрахунків необхідно знати густину молока і вміст у ньому жиру. Існує декілька формул для молока корів різних регіональних зон. Загальна формула має вигляд:

$$C = \frac{4,9Ж + A}{4} + 0,5$$

Формула проф. М.І. Книги для молока корів України:

$$C = 1,31Ж + \frac{26,5A}{100Г}$$

Процентний вміст СЗМЗ визначається за формулами:

$$\text{а) } \text{СЗМЗ} = \frac{Ж}{5} + \frac{A}{4} + 0,76;$$

$$\text{б) } \text{СЗМЗ} = C - Ж$$

де С – суха речовина;

СЗМЗ – сухий знежирений молочний залишок, %;

Ж – вміст жиру, %;

Г – густина молока, г/см³;

А – густина молока, виражена в градусах ареометра.

Використовуючи досить стійкі співвідношення основних компонентів молока, рекомендовані формули для визначення їх вмісту:

вміст загального білка, %:

$$B = 1,0 + 0,65Ж;$$

молочного цукру:

$$Л = \frac{СЗМЗ \times 52}{100};$$

золи:

$$З = \frac{СЗМЗ \times 8}{100}.$$

Можна визначити калорійність молока на основі вмісту окремих компонентів, виходячи з того, що калорійність 1 г молочного жиру становить 38,9 Дж, білків і молочного цукру – 17,5 Дж.

Вплив різних факторів на тривалість сичужного зсідання молока

[31-36]

1. Вплив дози ферменту.

Використовують 1 %-ний розчин сичужного ферменту.

Техніка визначення. У три склянки наливають по 50 мл молока, нагрітого до +35 °С, вносять за швидкого помішування по 0,2, 0,4 і 0,6 мл 1 %-ного розчину ферменту. Спостерігають за появою пластівців.

Визначають тривалість ферментативної стадії – час з моменту внесення ферменту до появи перших пластівців – для кожної проби молока. Порівнюють одержані результати.

2. Вплив кислотності молока

Техніка визначення. Готують 4 зразки молока різної кислотності (для підвищення кислотності на 1 °Т необхідно внести 0,5 мл 1 н розчину молочної кислоти на 250 мл молока). Для досліду відбирають проби молока кислотністю 16, 18, 20, 22 °Т. У кожную пробу молока (50 мл), підігрітого до +35 °Т, вносять 0,5 мл 1 %-ного розчину ферменту. Визначають тривалість ферментативної стадії для кожної проби. Аналізують отримані результати.

3. Вплив температури.

Техніка визначення. У 4 проби молока (50 мл), нагрітого до +20, +30, +40, + 70 °С, вносять по 0,5 мл 1 %-ного розчину сичужного ферменту. Визначають тривалість ферментативної стадії, порівнюють отримані результати.

Визначення вмісту загального білка і казеїну в молоці методом формольного титрування

Метод ґрунтується на тому, що водний нейтральний розчин амінокислот у присутності нейтрального формаліну здатний підвищувати кислотність з утворенням сполук, в яких обидві водні аміногрупи заміщуються групою CH_2 . Вільну групу COOH титрують лугом.

Техніка визначення.

1. У колбу на 50-100 мл відміряти 10 мл молока, додати 10 крапель 1 %-ного спиртового розчину фенолфталеїну і розмішати. Відтитрувати 0,1 н розчином лугу до появи світло-рожевого забарвлення, що не зникає протягом 1 хв.

У колбу додати 2 мл нейтралізованого формаліну, розмішати. Світло-рожеве забарвлення зникає.

3. У бюретці відмітити рівень лугу і вміст колби знову відтитрувати до світло-рожевого забарвлення.

4. Для встановлення вмісту загального білка кількість 0,1 н розчину лугу, що пішла на титрування після додавання формаліну, помножити на коефіцієнт 1,94, а для визначення вмісту казеїну – на коефіцієнт 1,51.

Методи дослідження сирного згустку та бринзи

Для визначення тривалості зсідання молока застосовували метод спостереження за процесом коагуляції у контрольованих умовах. Молоко підігрівали до рекомендованої температури ферментації ($33 \pm 2^\circ\text{C}$) і додавали бактеріальну закваску та ферментний препарат у встановленій дозі. Під час ферментації контролювали кислотність. Тривалість зсідання визначалася як інтервал між додаванням ферменту і формуванням згустку, який не руйнується при нахилі ємності.

Органолептичні показники готової бринзи оцінювали за зовнішнім виглядом, консистенцією, смаком, запахом і кольором. Зовнішній вигляд визначався за однорідністю структури і відсутністю дефектів, смак і запах — шляхом дегустації, а колір — візуально.

Фізико-хімічні параметри продукту включали визначення вологості (висушуванням зразка в сушильній шафі), масової частки жиру (за допомогою жиромірів), кислотності (титруванням 0,1 Н розчином NaOH у градусах Тернера) та активної кислотності (рН) потенціометричним методом. Такий підхід забезпечує комплексну оцінку якості сирного згустку та готового продукту на всіх етапах виробництва.

Метод визначення синеретичних властивостей сирного згустку

Згусток, отриманий в результаті коагуляції, важливо дослідити на здатність до синерезису. Методика дослідження цього показника є достатньо простою: 100 мл згустку слід помістити на фільтрувальний папір і

періодично виміряти об'єм виділеної сироватки. Вимірювання слід проводити кожні 10 хвилин протягом 1 години.

Методи дослідження бринзи

Для досліджень бринзи було використано такі методи досліджень:

Органолептичні показники — органолептично; титрована кислотність — титрометричним методом згідно ГОСТ 3624-92; масова частка жиру в сухій речовині, % — згідно ГОСТ 5867-90; масова частка вологи, % — ГОСТ 3626-73; Бактерії групи кишкових паличок (коліформи), в 0,01 г сиру — посівом на середовище Кесслера за ГОСТ 9225-84; патогенні мікроорганізми, в тому числі бактерії роду *Salmonella*, в 25 г сиру — ДСТУ IDF 93A; *Staphylococcus aureus*, не більше ніж в 1 г сиру — ГОСТ 30347-97; *Listeria monocytogenes*, в 25 г сиру — ДСТУ ISO 11290-1, ДСТУ ISO 11290-2.

Органолептичні показники

За органолептичними показниками бринза повинна відповідати вимогам стандарту ДСТУ ДСТУ 7065:2009 «Бринза. Загальні технічні умови» (таблиця 1).

Таблиця 1

Органолептичні показники бринзи згідно Стандарту

Показник	Характеристика
Смак і запах	Чистий кисломолочний, в міру солоний, без сторонніх присмаків та запахів
Консистенція	Однорідна, ламка, але не крихка
Рисунок	З поодинокими вічками неправильної форми
Колір сирного тіста	Слабо-жовтий, однорідний за всією масою
Зовнішній вигляд	Поверхня чиста, з відбитками серп'янки. Кірка відсутня. Незначна деформація головки

Смак і запах	Однорідна, ламка, але не крихка
--------------	---------------------------------

Мікробіологічний контроль виробництва бринзи

Мікробіологічний контроль у виробництві бринзи є важливим етапом, який забезпечує безпеку продукту, його стабільність під час зберігання та відповідність нормативним вимогам. Основною метою цього контролю є оцінка мікробіологічного стану молочної сировини, готового продукту та моніторинг технологічного процесу для запобігання контамінації небажаними мікроорганізмами [31].

Контроль починається з аналізу вихідної молочної сировини. Для цього визначають загальне мікробне число (ЗМЧ), наявність бактерій групи кишкової палички (БГКП), патогенних мікроорганізмів, зокрема *Salmonella* та *Listeria monocytogenes*. Високий рівень ЗМЧ у молоці свідчить про порушення умов доїння, транспортування або зберігання, що може негативно вплинути на якість готового продукту. Для зниження мікробної контамінації молоко пастеризують, що забезпечує знищення патогенних бактерій і більшості сапрофітних мікроорганізмів, залишаючи умови для розвитку заквашувальних культур [31].

Під час технологічного процесу особливу увагу приділяють контролю за заквашувальними культурами. У виробництві бринзи використовують штами молочнокислих бактерій, таких як *Lactococcus lactis*, *Lactobacillus helveticus*, *Streptococcus thermophilus*, які забезпечують зсідання молока, формування згустку та дозрівання сиру. Контроль мікробіологічної активності заквашувальних культур дозволяє гарантувати правильний перебіг молочнокислого бродіння, що є ключовим для отримання продукту з високими органолептичними та фізико-хімічними показниками.

На етапі формування сирного згустку проводять мікробіологічний моніторинг обладнання та робочих поверхонь. Обов'язковим є дотримання санітарних норм і правил, оскільки саме на цьому етапі існує високий ризик вторинної контамінації продукту. Використання бактеріальних препаратів,

таких як Fresh-Q, сприяє інгібуванню розвитку дріжджів і плісняви, які можуть негативно вплинути на якість і термін придатності продукту.

Готову бринзу перевіряють на відповідність мікробіологічним критеріям безпеки. У готовому продукті контролюють кількість молочнокислих бактерій, дріжджів і плісняви, а також відсутність патогенних мікроорганізмів, таких як *Salmonella*, *Listeria monocytogenes* та ентеропатогенні штами *Escherichia coli*. Визначення загальної кількості мікроорганізмів (ЗКМ) дозволяє оцінити санітарний стан виробництва та дотримання гігієнічних норм [31].

Особливу увагу приділяють контролю умов зберігання бринзи. Висока вологість і температура можуть сприяти росту небажаних мікроорганізмів, що знижує якість продукту. Зберігання бринзи у розсолі, збагаченому антимікробними компонентами, сприяє запобіганню розвитку мікрофлори, яка може викликати псування продукту.

Загалом мікробіологічний контроль у виробництві бринзи охоплює всі етапи: від перевірки молочної сировини до оцінки готового продукту.

Комплексний підхід до моніторингу дозволяє мінімізувати ризики контамінації, забезпечити стабільність якості та відповідність санітарно-гігієнічним вимогам, що є критично важливим для безпеки споживача.

У таблиці 2 представлено вимоги до бринзи за мікробіологічними показниками згідно стандарту.

Таблиця 2

Мікробіологічні показники бринзи згідно Стандарту

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

<i>Listeria monocytogenes</i> , в 25 г сыру	Не дозволено
---	--------------

3 РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

3.1. Дослідження якості сировини

Для виготовлення бринзи було використано молоко коров'яче незбиране, яке відповідало вимогам ДСТУ 3662-2018 [33].

Нормалізовану молочну суміш збагачували білковим концентратом «PROTEIN кунжутний» ТМ «SESAME» (далі – протеїн) українського виробництва [46]. Виготовлений протеїн із подрібненого та знежиреного методом холодного віджиму кунжуту українського походження.

Кунжутний протеїн — це ізолят рослинного білка із подрібненого кунжуту, який містить 8 незамінних амінокислот, а також залізо, тіамін (вітамін В1), піридоксин (вітамін В6), фолієву кислоту та магній. Багатий на клітковину, що покращує роботу кишківника.

Кунжут — це джерело антиоксиданту сезамолу, який вповільнює процес накопичення жиру в організмі. Сприяє збереженню м'язової маси, тому кунжутний протеїн є справжнім помічником у створенні фігури мрії [47].

Не містить тваринних продуктів та лактози. На смак нагадує справжню кунжутну пасту із легкою гірчинкою.

Харчова цінність на 100 г продукту:

- Білки: 45 г
- Жири: 10 г
- Вуглеводи: 10 г
- Калорійність: 299 ккал.

Рекомендації щодо вживання: 20-25 г на день до негарячих страв. У разі інтенсивних занять спортом рекомендується вживати по 3 столові ложки тричі на день протягом місяця: за 30 хвилин до тренування та 30 хвилин після нього.

Було сформовано 4 зразки бринзи:

Контроль – без протеїну;

Зразок 1 – м.ч.білку у білковому концентраті 45%;

Зразок 2 –м.ч.білку у білковому концентраті 60%;

Зразок 3 –м.ч.білку у білковому концентраті 75%.

Фізико-хімічні показники нормалізованої суміші представлено у таблиці 3.

Таблиця 3

Фізико-хімічні показники нормалізованої суміші

Показник	Контроль	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3
Масова частка жиру, %	3,4	3,4	3,4	3,4
Масова частка білку, %	3,1	3,1	3,1	3,1
Масова частка лактози, %	5,0	5,0	5,0	5,0
Масова частка СР у молоці знежиреному, %	8,5	8,5	8,5	8,5
СЗМЗ у молоці знежиреному, %	18	18	18	18
Активна кислотність,	6,55	6,55	6,55	6,55

од.рН				
Титрована кислотність, °Т	18	18	18	18
Густина, °А	31	31	31	31
Кількість додатково внесеного протеїну, г/л	0	3	6	9

У якості заквашувальної культури було використано препарат прямого внесення RSF-742 (Chr. Hansen, Данія), що включає штами молочнокислих бактерій:

Lactococcus lactis subsp. cremoris;

Lactococcus lactis subsp. lactis;

Streptococcus thermophilus;

Lactobacillus helveticus.

Для збільшення терміну зберігання бринзи використовували бактеріальний препарат Fresh-Q. Цей препарат забезпечує інгібування росту дріжджів і плісняви у ферментованих молочних продуктах. Він є композицією традиційних молочнокислих бактерій, серед яких *Lactobacillus rhamnosus*, що сприяє збереженню якості сиру.

3.2. Технологія виготовлення бринзи з білковим концентратом

Технологія виготовлення бринзи з білковим концентратом охоплює кілька етапів, які забезпечують отримання якісного продукту з бажаними органолептичними та фізико-хімічними характеристиками. Виготовлення бринзи починається з підготовки молока, яке проходить етапи нормалізації,

очищення, пастеризації та охолодження до оптимальної температури для зсідання.

Пастеризацію здійснюють при температурі 72–74 °С протягом 15–20 секунд. Після пастеризації молоко охолоджують до температури 32–34 °С, яка є оптимальною для внесення закваски RSF-742.

Наступним етапом є внесення закваски, що містить молочнокислі бактерії. Закваску вносили у кількості 37,5 г на 1000 кг молока. Для активації процесу сквашування додали хлористий кальцій у кількості 40 г на 100 л молока, що сприяє поліпшенню коагуляційних властивостей молока та підвищенню виходу готового продукту. Білковий концентрат додавали на цьому етапі в кількості 3, 6 та 9 г на літр молока в залежності від зразка бринзи. Протеїн ретельно розчиняли у невеликій кількості молока (35–40 °С) і вносили у молоко, забезпечуючи рівномірне перемішування.

Для зсідання молока додавали сичужний фермент у кількості, передбаченій виробником – фірмою «Chr.Hansen» - 1 г ферменту на 100 л молока. Процес коагуляції триває 30–40 хвилин при температурі 32–34 °С. В процесі ферментації контролювали наростання кислотності. Контроль здійснювали протягом 6 годин до досягнення кислотності згустку 4,8 од.рН. В результаті отримали в міру щільний згусток, при розрізуванні якого виділяється сироватка, а краї залишаються рівними, блискучими.

Згусток слід розрізати на кубики розміром 1*1*1 см³, щоб забезпечити правильний синерезис, після чого проводили його обережне перемішування для виділення сироватки. Температуру суміші поступово підвищували до 38–40 °С протягом 10–15 хвилин, що сприяє ущільненню згустка та виділенню більшої кількості сироватки. Після досягнення бажаної щільності сирного зерна сироватку зливали, а сирне зерно викладали у форми для самопресування.

Формування і пресування бринзи проводили при температурі 20–22°С. Тривалість самопресування становить 1–2 години, після чого сирні головки піддавали додатковому пресуванню при тиску 50–60 кПа протягом 2–4

годин. Після завершення пресування головки поміщали у розсіл із концентрацією кухонної солі 18–20%. Температура розсолу була 8–10°C, а тривалість засолювання становили 5 годин – для дослідних зразків, а для контрольного зразку – 4 години. Після засолювання бринзу витягували із розсолу високої концентрації і замінювали його розсолом, концентрація солі у якому відповідала вмісту солі у зразках бринзи. Це дозволило зразкам бринзи не пересолитися у розсолі протягом терміну визрівання (20 діб) у холодильнику при температурі 4–6 °C для набуття потрібного смаку і текстури.

Термін придатності бринзи становить 10–14 діб.

Ця технологія дозволяє отримати продукт із високим вмістом білків, збалансованим складом жирів і приємними смаковими характеристиками. Використання білкового концентрату сприяє підвищенню харчової цінності бринзи, що робить її популярним вибором серед споживачів, які дбають про своє здоров'я.

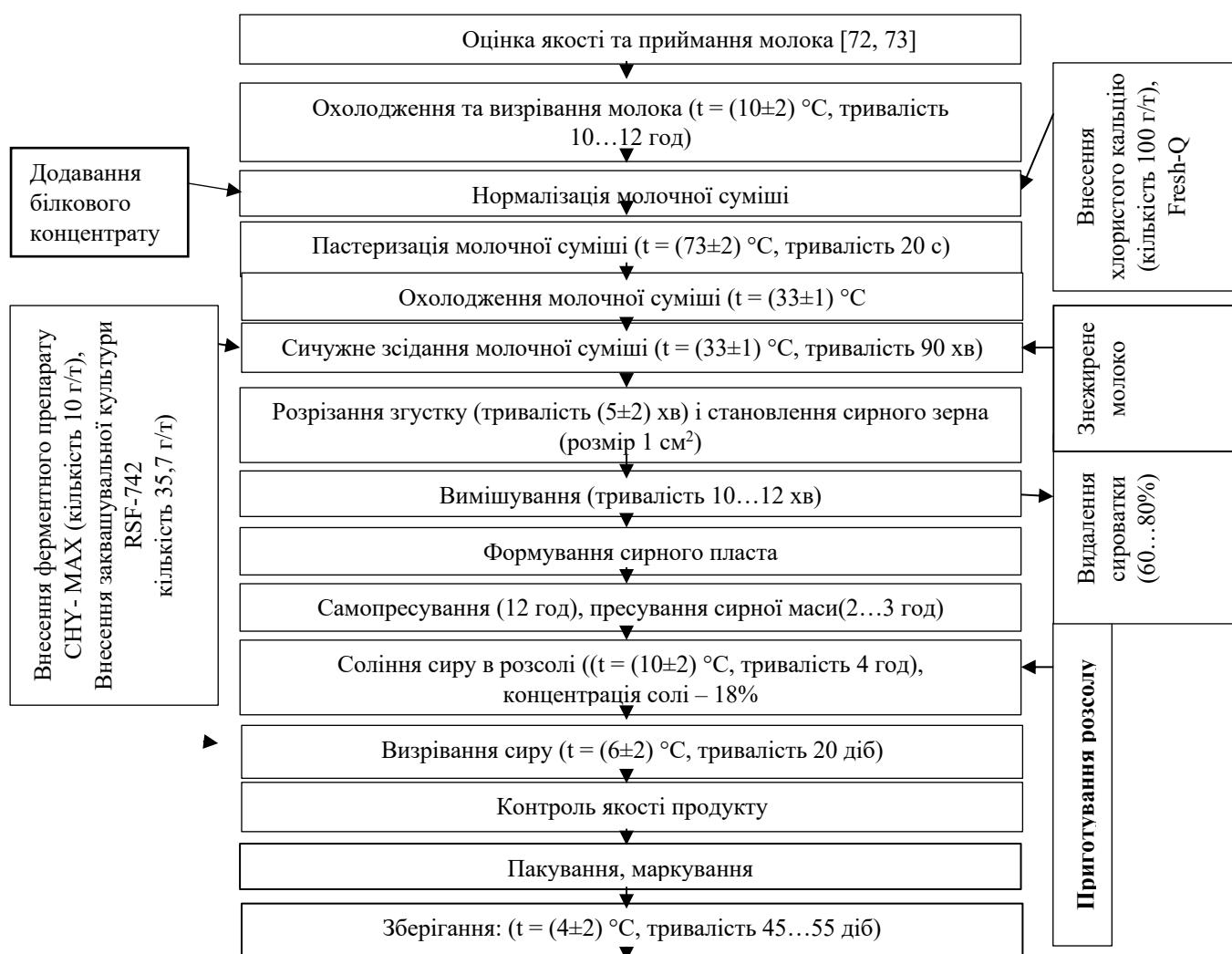


Рис. 1. Технологічна схема виготовлення бринзи із білковим концентратом

У таблиці 4 представлено рецептуру на виготовлення бринзи з протейном

Таблиця 4

Рецептура виготовлення бринзи з протейном

Показник	Контроль	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3
Молоко незбиране	736	736	736	733

Молоко знежирене	186	183	180	180
Протеїн: 45% 60 % 75%	0	3	6	9
CHY-MAX, г	1	1	1	1
RSF-742, г	37,5	37,5	37,5	37,5
CaCl ₂	40	40	40	40

Наприкінці процесу сквашування молочно-білковий згусток має бути достатньо міцним і щільним, з чітким відокремленням сироватки. Якщо кислотність недостатня і коагуляція завершується завчасно, сир при розрізанні набуває гумової текстури, з якого інтенсивно виділяється сироватка. При надмірній кислотності сирне зерно стає крихким, неоднорідним, містить значну кількість білкових пластівців у сироватці, а його консистенція стає борошнистою, піщанистою, грубою або пастоподібною. Це також призводить до надмірно кислого смаку продукту. Чим більший вміст сухих знежирених речовин у молоці, тим вищою має бути кислотність сироватки на момент розрізання згустку. Однак із зростанням кислотності сироватки процес її виділення та ущільнення згустку уповільнюється, і цей аспект необхідно враховувати при визначенні часу нарізання сирного згустку.

У процесі ферментації ми контролювали наростання кислотності, результати представлено у таблиці 5.

Таблиця 5

Динаміка наростання кислотності у згустку в процесі ферментації

Час сквашування,	Контроль	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3
---------------------	----------	----------	----------	----------

год				
0	6,55	6,55	6,55	6,55
1	6,46	6,51	6,51	6,53
2	6,38	6,45	6,47	6,49
3	5,60	5,68	5,72	5,70
4	5,42	5,57	5,54	5,58
5	4,93	5,01	5,17	5,14
6	4,80	4,88	4,84	4,84

З даних таблиці 5 робимо висновок, що наростання кислотності у дослідних зразках відбувалося повільніше, ніж у контрольному зразку. Це, в першу чергу, пов'язано зі збільшення масової частки сухих речовин у зв'язку з використанням протеїну. Процес ферментації вважаємо завершеним при досягненні активної кислотності межі у 4,8 од.рН. Подальше сквашування не проводили, оскільки технологія бринзи передбачає самопресування протягом кількох годин, а також пресування протягом 12 годин, під час яких наростання кислотності буде продовжуватись, тому вважаємо межу у 4,8 од.рН граничною для даного технологічного процесу.

Сирне зерно у бринзі з використанням протеїну щільне, пружне; в процесі пресування легше формується брусок сиру.

На якість згустку також впливає і активність ферменту, яка залежить від його концентрації, температури і тривалості дії. Недостатня кількість ферменту або невідповідний температурний режим можуть спричинити неповну коагуляцію, що призводить до отримання слабкого згустку. І навпаки, надмірна кількість ферменту здатна викликати утворення надто щільного згустку, який важко розрізати і обробляти.

Кислотність молока є ще одним критично важливим фактором. У процесі ферментації закваски молочнокислих бактерій знижують рН молока, що сприяє денатурації білків і формуванню згустку. Оптимальна кислотність повинна бути досягнута до моменту розрізання згустку. Якщо кислотність

занадто низька, згусток буде слабким і нестабільним, що ускладнює відділення сироватки. У разі надмірної кислотності згусток стає ламким, зернистим і має борошнисту консистенцію. Важливо враховувати цей фактор при плануванні часу ферментації, оскільки швидкість утворення кислотності залежить від активності закваски, температури і складу молока.

Температура є одним із ключових технологічних параметрів, що впливають на якість згустку. Процес коагуляції зазвичай проводять при температурі 32–34 °С, яка сприяє оптимальній активності ферменту та молочнокислих бактерій. При зниженій температурі коагуляція проходить повільніше, а згусток може вийти недостатньо міцним. Навпаки, при підвищеній температурі згусток формується швидше, але може бути менш еластичним і однорідним. Крім того, температурні коливання під час ферментації негативно позначаються на структурі згустку.

Закваски молочнокислих бактерій відіграють ключову роль у формуванні смакових і текстурних характеристик сирного згустку. Вони забезпечують необхідний рівень кислотності та сприяють створенню стабільної структури білків. Вибір штамів бактерій впливає на швидкість ферментації, розвиток смаку і аромату продукту. Неякісна або неправильно підібрана закваска може призвести до утворення згустку з дефектами, такими як надмірна ламкість, неоднорідна структура або неприємний запах.

Додатково важливим фактором є час ферментації. Тривалість процесу залежить від температури, активності закваски та ферменту, а також від складу молока. Надмірно тривалий процес може спричинити надмірну кислотність, тоді як занадто короткий – недостатню коагуляцію. Оптимальний час підбирають емпірично, враховуючи властивості сировини та вимоги до готового продукту.

Взаємодія цих факторів визначає остаточну якість сирного згустку. Контроль кожного з них дозволяє отримати згусток із бажаними характеристиками: щільною текстурою, стабільною структурою та хорошим

відокремленням сироватки. Це, у свою чергу, забезпечує якість кінцевого продукту, незалежно від його виду чи призначення.

Вихід сиру після пресування

Враховуючи хімічний склад коров'ячого молока та особливості розробленої технології бринзи з протеїном, можемо обчислити вихід продукту до моменту засолювання. Стандартним є співвідношення кількості сировини до готового продукту як 7:1, тобто з 7 літрів молока повинно вийти приблизно 1 кг сиру. У таблиці 6 представлено результати зважування сирного згустку після самопресування.

Таблиця 6

Вихід сиру з 1 кг молочної суміші

Показник	Контроль	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3
Сир до засолювання, г	136,9	169,6	183,5	200,6

З даних таблиці видно, що результатом використання протеїну у технології бринзи стало підвищення виходу сиру у 1,5 рази.

Наступним етапом виготовлення бринзи є соління. Процес соління бринзи у розсолі є одним із ключових етапів у технології її виробництва, який суттєво впливає на формування смаку, текстури та збереження продукту. Соління виконує декілька важливих функцій: надання характерного солоного смаку, покращення консистенції, збільшення терміну придатності та запобігання розвитку небажаної мікрофлори. Цей етап є особливо важливим для бринзи, оскільки саме розсіл забезпечує рівномірний розподіл солі у продукті, що неможливо досягти іншими способами.

Перш за все, підготовка розсолу є критично важливим кроком. Для соління бринзи використовують водний розчин кухонної солі з концентрацією 18–20%. Такий рівень солоності є оптимальним для забезпечення належного консервуючого ефекту, одночасно не погіршуючи

органолептичні показники сиру. Розсіл повинен бути чистим і стерильним, без сторонніх запахів або домішок. Для підвищення якості розсолу його часто фільтрують та кип'ятять, після чого охолоджують до температури 8–10 °C. Вода для розсолу має бути м'якою, оскільки тверда вода з високим вмістом мінералів може негативно впливати на текстуру сиру.

Готові сирні головки, сформовані після етапу пресування, поміщали у підготовлений розсіл. Температура розсолу відіграє важливу роль у забезпеченні рівномірного проникнення солі в сир. Якщо температура буде занадто високою, процес соління стане нерівномірним, а зовнішній шар сиру може стати надто твердим і щільним, що ускладнить дифузію солі в сир. Навпаки, надто холодний розсіл сповільнить процес дифузії, через що сир залишиться недостатньо просоленим. Тому температурний режим у межах 8–10 °C є оптимальним для цього процесу.

Тривалість соління залежить від розміру брусків сиру та бажаного рівня солоності. Тривалість соління становив 4 години. Менші за розміром бруски потребують меншого часу для засолювання. У процесі соління важливо забезпечити рівномірний контакт усіх частин сиру з розсолом. Для цього сирні головки періодично перевертали

Під час соління відбувається дифузія солі через поверхню сиру в його внутрішні шари. На початкових етапах цього процесу сіль активно проникає в зовнішній шар, що спричиняє зневоднення поверхневих білків і формування тонкої кірки. Ця кірка виконує захисну функцію, запобігаючи надмірному розм'якшенню бринзи та забезпечуючи стабільність її структури під час зберігання. У подальшому сіль поступово поширюється всередину сиру, сприяючи рівномірному формуванню смаку і текстури. Дифузія солі відбувається під впливом осмотичного тиску, тому концентрація розсолу повинна залишатися стабільною протягом усього процесу. Якщо концентрація солі у розсолі знизиться через розчинення білкових або жирних часток із сиру, це може призвести до нерівномірного соління та втрати консервуючих властивостей.

Окрім соління, під час перебування бринзи в розсолі відбувається часткове дозрівання продукту. Сіль впливає на білкову матрицю сиру, підвищуючи її щільність та еластичність. Це особливо важливо для бринзи, яка має бути водночас пружною і легкою в нарізанні. Рівномірний розподіл солі запобігає надмірному розм'якшенню або утворенню пустот у структурі продукту. Також сіль нейтралізує активність залишкових ферментів і молочнокислих бактерій, стабілізуючи смак і аромат сиру.

Після завершення соління сирні бруски витягували із розсолу, дозволивши стекти залишкам розсолу, а потім поміщали у пластикові контейнери з ізотонічним розчином (розсолом такої ж концентрації кухонної солі, що і в сирі). Це забезпечує тривале збереження бринзи та стабільність її смакових характеристик. Температура зберігання бринзи після соління становила 4–6 °С, що запобігає розвитку небажаної мікрофлори та подовжує термін придатності продукту.

Таким чином, соління бринзи у розсолі є багатогранним процесом, що поєднує у собі надання продукту бажаних органолептичних властивостей і забезпечення його довговічності. Ретельне дотримання технологічних параметрів на цьому етапі є запорукою отримання високоякісного продукту з приємним смаком, пружною текстурою та тривалим терміном зберігання.

Динаміка процесу засолювання сиру представлена у таблиці 7.

Таблиця 7

Динаміка процесу засолювання сиру

Години засолювання	Зразки бринзи			
	Контроль	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3
1	1,1	0,8	0,9	0,8
2	2,3	2,1	2,1	2,0
3	3,24	2,9	3,0	3,0
4	4,1	3,8	3,76	3,71
5	-	4,11	4,10	4,0

Таким чином, процес засолювання сиру для контрольного зразку завершили на 1 годину раніше, оскільки цей зразок мав нижчу щільність, менше сухих речовин, тому просоловався швидше. Дослідні зразки характеризувалися більшою густиною, вищим вмістом сухих речовин за рахунок додавання протеїну, тому їм знадобилося більше часу на досягнення вмісту солі в товщі сиру – 4,1%. Ми обрали мінімальне значення вмісту кухонної солі, передбачене Стандартом (від 4 до 7%), оскільки ми виготовляли продукт, який буде мати підвищену харчову і поживну цінність і буде безпечним з точки зору споживання кухонної солі.

Враховуючи вищевказане, можемо вважати вміст кухонної солі у бринзі 4,1%.

Органолептичні показники бринзи з протеїном представлено у таблиці 8.

Таблиця 8

Органолептичні показники бринзи з коров'ячого молока з протеїном

Зразок	Смак і аромат	Консистенція і текстура	Рисунок	Колір	Зовнішній вигляд
Контроль	Чистий кисломолочний, в міру солоний, без сторонніх присмаків та запахів	Однорідна, ламка, але не крихка.	З поодинокими вічками неправильної форми.	Білий, однорідний за всією масою.	Поверхня чиста, з відбитками серветки. Кірка відсутня. Незначна деформація головки.
Зразок 1	Чистий кисломолочний, в міру солоний, з горіховим присмаком, властивим кунжуту	Однорідна, в міру щільна, ламка, але не крихка.	З поодинокими вічками неправильної форми.	Кремовий, однорідний за всією масою.	Поверхня чиста, з відбитками серветки. Кірка відсутня. Незначна деформація

					голівки.
Зразок 2	Чистий кисломолочн ий, в міру солоний, з приємним горіховим присмаком, властивим кунжуту	Однорідна, щільна, ламка, але не крихка.	З поодинокими вічками неправильної форми.	Кремовий, однорідний за всією масою.	Поверхня чиста, з відбитками серветки. Кірка відсутня. Незначна деформація голівки.
Зразок 3	Чистий кисломолочн ий, в міру солоний, з чітко вираженим горіховим присмаком, властивим кунжуту	Однорідна, дуже щільна, ламка, але не крихка.	З поодинокими вічками неправильної форми.	Світло- жовтий, однорідний за всією масою.	Поверхня чиста, з відбитками серветки. Кірка відсутня. Незначна деформація голівки.

З таблиці видно, що органолептичні показники бринзи з білковим концентратом з кунжуту характеризуються специфічними смаковими, ароматичними, текстурними та візуальними особливостями, які надають цьому продукту унікальності.

Смак і аромат. Бринза з білковим концентратом з кунжуту має приємний солонуватий смак, типовий для традиційної бринзи, з характерними горіховими нотками, властивими кунжуту. Завдяки використанню білкового концентрату, смак стає більш насиченим, а післясмак включає легку кремову та маслянисту ноту. Аромат продукту ніжний і збалансований, що гармонійно поєднується з молочними нотками.

Консистенція і текстура. Консистенція бринзи є щільною, але водночас еластичною, з характерною для цього виду сиру пружністю. Включення білкового концентрату додає структурі додаткової однорідності,

що забезпечує легкість нарізання. На зрізі сир має однорідну текстуру, без порожнин чи тріщин.

Зовнішній вигляд. Зовнішній вигляд бринзи з білковим концентратом з кунжуту характеризується рівномірним білим або кремовим кольором. Кунжутний компонент надає легкого жовтуватого відтінку, який сприймається як природний і естетично привабливий. Поверхня сиру рівна, чиста, без сторонніх домішок чи дефектів.

Відчуття при споживанні. На смак продукт має ніжну, водночас злегка маслянисту текстуру, яка тане в роті. Вміст білкового концентрату забезпечує тривале відчуття ситості після споживання.

Загалом, органолептичні властивості цієї бринзи вирізняють її серед традиційних сирів, надаючи їй оригінальності та підвищуючи харчову цінність завдяки використанню білкового концентрату з кунжуту.

Результати бальної оцінки бринзи з протеїном представлено у таблиці 9

Таблиця 9

Балова оцінка зразків бринзи з протеїном

Показник	Максимальна кількість балів	Контроль	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3
Смак і аромат	25	24	25	25	25
Консистенція і текстура	25	23	25	24	24
Рисунок	15	15	15	15	14
Колір	15	15	15	15	15
Зовнішній вигляд	20	19	20	20	19
Разом	100	96	100	99	97

Підсумувавши кількість балів, яку отримала бринза в результаті органолептичної оцінки, слід відзначити зразки з використанням білкового

концентрату. Вони відзначалися вищими балами у порівнянні з контролем. Контрольний зразок характеризувався м'якішою консистенцією і більш рихлим згустком. Дослідний зразок 3 характеризувався найщільнішою структурою, оскільки тут додано найбільше білкового концентрату – 9 г/л.

У таблиці 10 представлено результати фізико-хімічних показників бринзи з білковим концентратом.

Таблиця 10

Фізико-хімічні показники бринзи з білковим концентратом

Показник	Контроль	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3
Масова частка білку, г/100 г продукту	20,4	20,9	23,2	27,4
Масова частка вологи, %	64	62	56	53
Вміст NaCl, %	4,1	4,11	4,10	4,0
Активна кислотність, од.рН	4,8	4,88	4,84	4,84

Найбільш важливим фізико-хімічним показником у бринзі з білковим концентратом є вміст вологи. Цей показник визначає текстуру, смак, тривалість зберігання та якість продукту.

Текстура і консистенція. Вологість безпосередньо впливає на структуру бринзи. Занадто високий вміст вологи може зробити сир надмірно м'яким, крихким або водянистим, що ускладнює нарізання та знижує органолептичну привабливість. Навпаки, низький рівень вологи спричиняє надмірну щільність, яка робить продукт менш приємним на смак.

Смакові характеристики. Оптимальний рівень вологи сприяє рівномірному розподілу солі в продукті, що забезпечує гармонійний

солонуватий смак. Надмірно волога бринза може мати слабший смак через розбавлення концентрації солі, тоді як пересушена втрачає властиву ніжність.

Зберігання і мікробіологічна стабільність. Вміст води впливає на стійкість продукту до псування. При високій вологості створюються сприятливі умови для росту небажаних мікроорганізмів, що скорочує термін зберігання. Натомість, контрольований рівень води у поєднанні з правильним солінням запобігає розвитку мікробної активності.

Взаємодія з білковим концентратом. У бринзі з білковим концентратом вміст води має вирішальне значення для забезпечення однорідної текстури. Білковий концентрат має здатність поглинати воду, формуючи стійку структуру. Якщо води недостатньо, сир може стати ламким, а надлишок води порушує зв'язки між білковими структурами.

Таким чином, оптимальний вміст води у бринзі з білковим концентратом є основою для досягнення високої якості продукту, збереження його харчової цінності та привабливих органолептичних властивостей.

Найбільший вміст води спостерігали у контрольному зразку – 64%, відповідно в дослідних зразках: 62% у зразку 1; 56% у зразку 2 та 53% у зразку 3.

Масова частка солі була практично на однаковому рівні у всіх зразках.

Щодо показників кислотності, то найвищою кислотністю характеризувався контрольний зразок, а найменшою – зразок 3 із найвищою концентрацією протеїну – 9 г. Очевидно, що у дослідних зразках бринзи відбувається активніший протеоліз.

У зв'язку з тим, що попередніми дослідженнями підтверджено оптимальну дозу додавання білкового концентрату з масовою часткою білку 60%, то дослідження мікробіологічних показників проводили на дослідному зразку 2. Ці дослідження дозволять встановити термін зберігання продукту.

Дослідження мікробіологічних показників бринзи з додаванням білкового концентрату (масова частка білка 60%) є важливим аспектом, який визначає її безпечність, якість і термін придатності.

Мікробіологічні показники контролюються відповідно до встановлених санітарних норм і регламентів для розсільних сирів. У процесі зберігання бринзи оцінюються кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів (КМАФАнМ), наявність бактерій групи кишкових паличок (БГКП), коагулазопозитивних стафілококів, сальмонел і дріжджів та плісняви.

У свіжоприготованій бринзі рівень КМАФАнМ має бути в межах допустимих значень, зазвичай до 1×10^4 КУО/г. Відсутність БГКП у 0,1 г продукту свідчить про дотримання санітарних умов виробництва. Коагулазопозитивні стафілококи й сальмонели також не виявлені. Дріжджі та пліснява перебувають на мінімальному рівні або зовсім відсутні.

Зміни мікробіологічних показників протягом зберігання:

1. *Розвиток мезофільних мікроорганізмів (КМАФАнМ).* Залежно від умов зберігання (температура 4–6 °С, наявність розсолу) зростання КМАФАнМ відбувається повільно. Проте при порушенні температурного режиму або зниженні концентрації солі в розсолі мікробна кількість може значно збільшуватись, перевищуючи допустимі рівні.

2. *Дріжджі та пліснява.* В умовах підвищеної вологості та недотримання герметичності упаковки дріжджі та пліснява можуть активно розмножуватись на поверхні бринзи, що призводить до зміни смаку, запаху і зовнішнього вигляду.

3. *Бактерії групи кишкових паличок (БГКП).* У разі порушення санітарних норм виробництва або вторинного забруднення під час пакування чи зберігання можлива поява БГКП. Їх наявність є недопустимою, адже вони свідчать про фекальне забруднення продукту.

4. *Сальмонели і коагулазопозитивні стафілококи.* Ці патогени зазвичай не розвиваються в умовах правильної технології виготовлення та зберігання.

Вплив білкового концентрату на мікробіологічні показники:

Білковий концентрат із масовою часткою білка 60% є багатим на поживні речовини, які можуть створювати сприятливе середовище для росту мікроорганізмів за недотримання санітарних норм. Проте завдяки високій щільності білкової матриці та зниженої активності води у бринзі з білковим концентратом ріст мікрофлори відбувається повільніше порівняно зі звичайною бринзою.

Таким чином, оцінка мікробіологічних показників бринзи з додаванням білкового концентрату протягом зберігання є визначальним чинником для забезпечення її якості та безпеки.

Мікробіологічні дослідження проводили на 10 та 20 добу визрівання бринзи (зрілий сир) (таблиця 11).

Таблиця 11

Мікробіологічні показники бринзи з м.ч. білка у білковому концентраті 60%

Показник	Доба визрівання	
	10 діб	20 діб
Бактерії групи кишкової палички (коліформи), в 0,01 г сиру	відсутні	відсутні
Кількість дріжджів, КУО в 1 г продукту, не більше	100/20	100/90
Патогенні мікроорганізми, в тому числі бактерії роду <i>Salmonella</i> , в 25 г сиру	відсутні	відсутні
Кількість пліснявих грибів, КУО в 1 г продукту, не більше	50/6	50/48

<i>Listeria monocytogenes</i> , в 25 г сиру	відсутні	відсутні
<i>Staphylococcus aureus</i> , в 1 г сиру, не більше ніж	відсутні	відсутні

Дослідження підтверджують, що термін визрівання бринзи становить 20 діб. На кінець терміну визрівання не виявлено патогенної мікрофлори, а дріжджі і плісінь перебувають у межах норми згідно Стандарту.

4 ЕКОНОМІЧНА ТА СОЦІАЛЬНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВІД ВПРОВАДЖЕННЯ РОЗРОБКИ

Розроблення інноваційної технології бринзи з додаванням білкового концентрату відкриває широкі можливості для підвищення економічної ефективності виробництва молочних продуктів, а також має суттєве соціальне значення. Ця технологія сприяє оптимізації витрат, підвищенню прибутковості підприємства та створенню продукту з високими поживними й органолептичними властивостями, який відповідає сучасним потребам споживачів.

Економічна ефективність включає оцінку прямих і непрямих витрат на виробництво, прибуток від реалізації продукції та окупність інвестицій у нову технологію. Соціальна ефективність визначається позитивним впливом на зайнятість, здоров'я споживачів, а також на розвиток сільських територій.

Економічні аспекти впровадження технології

Економічна ефективність розробленої технології визначається через розрахунок ключових фінансових показників, таких як виручка, собівартість, прибуток і рівень рентабельності. Для аналізу були взяті такі основні показники:

- Потужність виробництва: 1 тонна продукції на місяць.
- Собівартість виробництва (сировина, трудові ресурси, енергоносії): 60 000 грн.
- Реалізаційна ціна: 100 грн/кг.
- Додаткові витрати на впровадження технології: 10 000 грн (амортизація обладнання, тестові партії, навчання персоналу).

Формули, які використовуються для розрахунку:

1. Виручка (V):

$$V=Pr\times Q$$

де Pr – ціна реалізації (грн/кг),

Q – обсяг реалізованої продукції (кг).

2. Собівартість (S):

$$S = C_m + C_l + C_o$$

де C_m – витрати на сировину,

C_l – витрати на працю,

C_o – інші витрати.

3. Прибуток (P):

$$P = V - S$$

4. Рентабельність (R):

$$R = P/S \times 100\%$$

Розрахунок економічної ефективності

1. Виручка від продажу:

$$V = 100 \times 1000 = 100000 \text{ грн}$$

2. Собівартість виробництва:

$$S = 60000 + 10000 = 70000 \text{ грн}$$

3. Прибуток:

$$P = 100000 - 70000 = 30000 \text{ грн}$$

4. Рентабельність:

$$R = 30000 / 70000 \times 100\% \approx 24,86\%$$

Таким чином, підприємство отримує прибуток у розмірі 30 000 грн на місяць за рівня рентабельності близько 24%.

Соціальна ефективність

Соціальна ефективність від розроблення технології бринзи з білковим концентратом полягає в:

1. *Забезпеченні робочих місць.* Впровадження нової технології потребує додаткового персоналу для роботи з обладнанням, а також для

контролю якості продукції, проте не потребує технічного переоснащення підприємства. Це сприяє зростанню зайнятості у регіоні.

2. *Покращенні харчової культури.* Завдяки високому вмісту білка і корисних жирів, продукт сприяє покращенню раціону споживачів, особливо тих, хто потребує високопротеїнового харчування (спортсмени, діти, літні люди).

3. *Розвиток сільських територій.* Підвищення попиту на молочну сировину та білкові концентрати стимулює розвиток фермерських господарств.

4. *Доступність якісного продукту.* Розроблений продукт є доступним за ціною, що дозволяє охопити широку споживчу аудиторію.

5. *Сталий розвиток.* Технологія включає використання ресурсозберігаючих методів, що зменшує екологічний вплив виробництва.

Висновки

Економічна та соціальна ефективність розробленої технології бринзи з білковим концентратом є очевидною. Економічні розрахунки демонструють високу прибутковість розробки, а соціальний ефект сприяє покращенню якості життя населення, створенню робочих місць та розвитку місцевої економіки. Впровадження цієї технології дозволяє не лише підвищити рентабельність підприємства, а й задовольнити потреби сучасного споживача у якісному та доступному продукті.

ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

У результаті виконаних досліджень на тему кваліфікаційної роботи «Розроблення технології розсольного сиру з додаванням білкових концентратів» було досягнуто таких висновків:

1. Проведений аналіз наукової літератури та сучасних технологій виробництва сирів дозволив виявити перспективність використання білкових концентратів як інноваційного інгредієнта для покращення фізико-хімічних та органолептичних характеристик бринзи. Використання білкових концентратів сприяє підвищенню харчової цінності продукту за рахунок збагачення його білками.

2. На основі експериментальних досліджень було розроблено оптимальну рецептуру бринзи, що включає додавання білкових концентратів. У результаті досліджень встановлено оптимальну кількість білкового концентрату 6 г/л (зразок 2), яка забезпечує покращення текстури, консистенції та смаку продукту без негативного впливу на традиційні властивості бринзи.

3. Досліджено вплив білкових концентратів на фізико-хімічні, мікробіологічні та органолептичні показники бринзи. Встановлено, що додавання білкових концентратів сприяє покращенню таких характеристик, як структура, вологоутримувальна здатність, рівень білка та загальна стабільність продукту.

4. Розроблено технологічну схему виробництва бринзи з білковими концентратами, яка передбачає адаптацію традиційних етапів виробництва. Використання білкових концентратів не тільки покращує якість готового продукту, але й сприяє оптимізації процесів ферментації та пресування, що може знизити енерговитрати.

5. Проведено економічний аналіз впровадження нової технології. Результати показали, що використання білкових концентратів є економічно

доцільним за рахунок підвищення виходу готового продукту, скорочення часу виробництва та збільшення ринкової вартості бринзи.

6. Проведені дослідження підтвердили, що розроблена технологія відповідає стандартам безпеки харчових продуктів, а використання білкових концентратів не спричиняє додаткового екологічного навантаження. Завдяки ефективному використанню сировини зменшується кількість відходів.

Рентабельність становить 24%.

Пропозиції виробництву

1. Рекомендується розпочати поетапне впровадження технології виробництва бринзи з використанням білкових концентратів на виробничих потужностях. Це дозволить перевірити адаптацію процесів та забезпечити плавний перехід до масового виробництва.

2. Організувати навчання для технологів і працівників виробництва щодо роботи з новими інгредієнтами та особливостями технологічного процесу.

3. Розробити систему контролю якості на кожному етапі виробництва для забезпечення стабільності характеристик готового продукту.

4. Розробити маркетингову стратегію, що підкреслює переваги продукту з підвищеним вмістом білка, для просування на ринку функціональних харчових продуктів.

5. Встановити довгострокові партнерські відносини з постачальниками білкових концентратів для забезпечення стабільності поставок і оптимальних цінових умов.

Таким чином, розроблена технологія бринзи з використанням білкових концентратів дозволяє отримати високоякісний продукт з покращеними харчовими та технологічними характеристиками. Впровадження цієї технології може сприяти розширенню асортименту сирів на ринку, підвищенню конкурентоспроможності вітчизняної продукції та задоволенню зростаючого попиту на функціональні харчові продукти.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Angevine NC. Keeping quality of cottage cheese. J Dairy Sci. 1959;42:2015 - 2019. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(59)90850-1.
2. Caleja, C., Ribeiro, A., Barros, L., Barreira, J. C. M., Antonio, A. L., Beatriz P.P. Oliveira, M. et. al. (2016). Cottage cheeses functionalized with fennel and chamomile extracts: Comparative performance between free and microencapsulated forms. Food Chemistry, 199, 720–726.
3. Ash R. Mes fromages maison. R. Ash - Paris: Les petits guides rustica, 2010. 127 p.
4. ADSA Cottage cheese score card, rules. In: 83rd Annual Collegiate Dairy Products Evaluation Contest. Committee on Dairy Product Evaluation, American Dairy Science Association. 1111 N. Dunlap Avenue Savoy. IL 61874. 2003. USA. 2004. pp 16.
5. Daly C. Starters: application in the dairy. Proceeding of the XXII International Dairy Congress “Milk - the vital force”. The Hague. 1986. P. 95– 103.
6. Horbatova K. K. pod. red. A. Z. Rubynova. Byokhymia moloka y molochnykh produktov. 3e yzd., pererab. y dop. SPb.: HYORD, 2004. 320 c.
7. Harmon LG, Smith CL. The influence of environment and processing in spoilage organisms in cottage cheese. J Dairy Sci. 1956;19:252–255.
8. Hordofa B. B. Acidification process and properties of soft cheese made from cow milk using different starter cultures. 2018. African Journal of Food Science and Technology, 9(02), 12-18.
9. https://tvoetilo.com.ua/bilkovi_kontsentraty.php (Білкові концентрати).
10. <https://www.ekokom.com/services/zernenyj-tvorog-so-slivkami> (Зернений сир з вершками, компанія Екоком).
11. Johnson P. Cottage cheese: a primer for high quality and long shelf life. Am Dairy Rev. 1979;41:400.
12. Hubbard E. M., Jervis, S. M., & Drake, M. A. The effect of extrinsic attributes on liking of cottage cheese. 2016. Journal of Dairy Science, 99(1), 183-193.

13. Janier C Le fromage. Petite encyclopedie pratique. Chistian Janier. L.: Eitions Stephane Baches. 2008. 195 c
14. Kosikowski FV. Cottage cheese. In: Kosikowski FV, editor. Cheese and fermented milk foods. 2. New York: F. V. Kosikowski and Associates; 1982. pp. 109–143.
15. Makhal S, Kanawjia SK. Preservation of cottage cheese: a review. Indian J Dairy Sci. 2003;56:1–12.
16. Sharma S., Vaidya D., & Chauhan N. Microbiological analysis and nutritional evaluation of cottage cheese produced with kiwifruit enzyme. 2018. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 7(2), 1-7.
17. Josipovic, R., Medverec Knezevic, Z., Frece, J., Markov, K. et. al. (2015). Improved Properties and Microbiological Safety of Novel Cottage Cheese Containing Spices. Food Technology and Biotechnology, 53 (4), 454–462.
18. Rudiuk, V., Pasichnyi, V., Khorunzha, T., & Krasulya, O. Sour milk product with high protein content. Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 21(91), 2019. 79-83. <https://doi.org/10.32718/nvlvet-f9113>
19. Tverdokhleba H.V., Dylalian Z.Kh., Chekulaeva L.V., Shyller H.H.. Tekhnolohyia moloka y molochnykh produktov: Ucheb. dlia vuzov/ M.: Ahropromyzdat, 1991. – 462 c.
20. Soda M. El., Madkor S.A., Tong P.S. Marschall Rhodia International Dairy Science Award Lecture. Adjunct Cultures: Recent Development and Potential Significance to the Cheese Industry. Journal of Dairy Science. 2000. Vol. 83, №5. P. 609-616.
21. Wolfe B.E., Button J.E., Santarelli M., & Dutton R.J. Cheese rind communities provide tractable systems for in situ and in vitro studies of microbial diversity. Cell, 2014. 158: 422–433. doi: 10.1016/j.cell.2014.05.041
22. Zheng X, Shi X, Wang B. A Review on the General Cheese Processing Technology, Flavor Biochemical Pathways and the Influence of Yeasts in

- Cheese. Front Microbiol. 2021 Jul 29;12:703284. doi: 10.3389/fmicb.2021.703284. PMID: 34394049; PMCID: PMC8358398.
23. ДСТУ 6082:2009 Молоко та молочні продукти. Методи визначання густини. Yeresko, H.O., Kihel, N.F., Romanchuk, I.O., Naumenko, O.V., Danylenko, S.H., Orliuk, Yu.T. Instruction on the organization of production microbiological control at dairy enterprises [Instruktsiia shchodo orhanizatsii vyrobnychoho mikrobiolohichnoho kontroliu na pidpriemstvakh molochnoi promyslovosti], NAAN NNTs «IAE». 2014. Kyiv. 372 p.
 24. Власенко В.В., Функціональні харчові продукти з наповнювачами. Наукові праці Національного університету харчових технологій, Том 22 №6-Київ- Україна: 2016. С-228-235.
 25. Галат Б.Ф. Молоко: виробництво та переробка. Харків, 2005. 352 с.
 26. Дідух Н.А. Заквашувальні композиції для виробництва молочних продуктів функціонального призначення. Одеса: Поліграф. 2008. 236 с.
 27. ДСТУ 3662-2018 Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови. Чинний від 01.01.2019. К. Держстандарт України. 2018. 10 с.
 28. ДСТУ 4554:2006. Сир кисломолочний. Технічні умови. 15 с.
 29. ДСТУ 8550:2015 Молоко та молочні продукти. Вимірювання рН потенціометричним методом.
 30. Дідух Г. В. Отримання мікропартикуляту з концентрату білків молочної сироватки. Харчова наука і технологія. 2015. № 2. С. 52-56.
 31. ДСТУ ISO 11870:2007 Молоко і молочні продукти. Визначення масової частки жиру. Загальні рекомендації щодо використання методів із застосуванням жиромірів (ISO 11870:2000, IDT).
 32. Заявка на пат. № UA Україна, (51)МПК . Спосіб виготовлення м'якого сиру функціонального ризначення для діабетичного споживання «Моцарелочка» / Т.В. Семко, І.Г.Власенко, В.В.Власенко, № u 2017 12399 ; Заявл. 19.02.2018; № 4409/ЗУ/18.

33. Калмикова Г.Ф. Розроблення технології сиру термокислотного, збагаченого молочнокислою мікрофлорою. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук, Київ. 2015. 170 с.
34. Козак О.А. Основні тенденції розвитку світового ринку молока та молочної продукції. Економіка АПК. 2019. № 3. С. 149-153.
35. Кручек О. А. Висока ефективність пастеризації – надійний спосіб отримання безпечного пастеризованого молока. Аграрний вісник Причорномор'я. Економічні науки. Вип. 37. Одеса: Імідж Прес. 2007. С. 166–170.
36. Кузнецов В.В. Довідник технолога молочного виробництва. Технології та рецептури Т.3. Сири. СПб.: ГІОРД, 2003. 512 с.
37. Ланженко Л.О. Розробка технології твердого сиру функціонального призначення: Дис. канд. техн. наук. Одеса, 2016. 174 с.
38. Макарец Н.Г. Технологічні основи виробництва та переробки продукції тваринництва: Навчальний посібник. М.: Із МГТУ ім. Баумана, 2003. 808 с.
39. Ножечкіна, Г.М. Вимоги до якості молока в сировиробництві та рекомендації щодо поліпшення його сиропридатності. Молочна промисловість. 2006. № 8 (33). С. 46-49.
40. Рудюк В. П., Пасічний В. М., Хорунжа Т. О., & Красуля О. О. Кисломолочний продукт з підвищеним вмістом білка. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького, 2019. 21 (91 (2)), 79-83. doi: 10.32718/nvlvet-f9113
41. Тележенко Л.М., Дідух Г.В., Капчан В.І. Модифіковані сироваткові білкові концентрати як збагачувачі харчових продуктів. Журнал «Молодий вчений». 2017. № 5 (45). С. 495-500.
42. Поліщук Г. Є., Грек О. В., Скорченко Т.А. та ін. Технологічні розрахунки у молочній промисловості: навч. посіб. К.: НУХТ, 2013. 343 с.

43. Поліщук Г. Є., Грек О. В., Скорченко Т. А. та ін. Технологія молочних продуктів: підручник. К.: НУХТ, 2013. 502 с.
44. Теоретичні та прикладні аспекти оцінки конкурентоспроможності молокопереробних підприємств на молочному ринку України. Соціально-економічні проблеми і держава. 2018. Вип. 2. С. 104-118.
45. Грек О.В., Скорченко Т. А. Технологія сиру кисломолочного та сиркових виробів: навч. посіб. К.: НУХТ, 2009. 235 с.
46. https://sz.lviv.ua/superfudy/protein/protejinkunzhutnyj/?srsltid=AfmBOoqwn-PYwtfNutSksRXVpQFb4VRGBLXZSayVesXEi3ICiQwF-eud&utm_source
47. <https://sz.lviv.ua/superfudy/protein/protejin-kunzhutnyj/>.