

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**Інститут (факультет) Навчально-науковий інститут харчових
технологій**

Кафедра технології молока і молочних продуктів

«До захисту в ЕК»

Директор інституту(декан факультету)

Оксана КОЧУБЕЙ-ЛИТВИНЕНКО
(підпис) (ім'я, прізвище)

«__» грудня 2025 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

Галина ПОЛІЩУК
(підпис) (ім'я, прізвище)

«__» грудня 2025 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

зі спеціальності 181 «Харчові технології»

(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми Технології зберігання, консервування та
переробки молока

на тему: Удосконалення технології сиру Філадельфія

Виконав: здобувач 2 курсу, групи МО-2-2М

Терещук Максим Вадимович

(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

(підпис)

Керівник Поліщук Галина Євгеніївна

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

(підпис)

Консультанти

(ім'я та прізвище)

(підпис)

(ім'я та прізвище)

(підпис)

(ім'я та прізвище)

(підпис)

Рецензент Вишневська Наталія Іванівна

(ім'я та прізвище)

(підпис)

Я як здобувач(ка) Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав(-ла) і не одержував(-ла) незарядженої допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Здобувач

(підпис)

Київ – 2025 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) Навчально-науковий інститут харчових технологій

Кафедра технології молока і молочних продуктів

Освітній ступінь магістр

Спеціальність 181 «Харчові технології»

(код і назва)

Освітньо-професійна програма Технології зберігання, консервування та переробки молока

(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри технології молока і молочних продуктів

Галина ПОЛІЩУК

« 10 » жовтня 2025 року

З А В Д А Н Н Я НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Терещук Максима Вадимовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення технології сиру Філадельфія

керівник роботи Поліщук Галина Євгенівна, д.т.н., професор

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «10» жовтня 2025 року № 832-кв

2. Строк подання здобувачем роботи 01.12.2025 р.

3. Вихідні дані до роботи: асортимент: крем-сир Філадельфія

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Анотація; Вступ; 1. Літературний огляд; 1.1. Основні аспекти виробництва крем-сиру; 1.2. Аналіз впливу технологічних параметрів на властивості крем-сиру; 1.3. Використання харчових добавок у виробництві крем-сиру; 1.4. Дослідження фізико-хімічних, реологічних та мікроструктурних властивостей крем-сиру; 1.5. Сенсорна оцінка якості крем-сиру; 1.6. Сучасні тренди та актуальні напрями розвитку технології крем-сиру; Висновки до розділу 1; 2. Організація проведення дослідження; 2.1. Схема проведення наукового дослідження; 2.2. Сировина та матеріали; 2.3. Методи дослідження; 2.4. Математично-статистичне оброблення результатів дослідження; Висновки до розділу 2; 3. Результати дослідження; 3.1. Обґрунтування доцільності удосконалення технології крем-сиру Філадельфія з наповнювачем какао; 3.2. Дослідження впливу рецептурного складу на формування показників якості крем-сиру Філадельфія; 3.3. Дослідження динаміки зміни показників якості крем-сиру шоколадного впродовж; 3.4. Розрахунок харчової цінності крем-сиру; 3.5. Обґрунтування очікуваного соціально-економічного ефекту від впровадження наукової розробки; Висновки до розділу 3; 4. План НАССР, обґрунтування контрольно-критичних точок технологічної схеми розробленого продукту; 4.1. Технологічна схема виробництва крем-сиру та її опис; 4.2. «Дерево рішень» для встановлення ОПП та КТК; Висновки до розділу 4; Список використаних джерел; Додатки

5. Перелік графічного матеріалу Апаратурно-технологічна схема виробництва продуктів;

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Ім'я, прізвище та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Наукова частина. Літературний огляд. Мета, об'єкт, предмет та методики досліджень. Результати досліджень та їх обговорення	Галина ПОЛІЩУК		
Проектна частина. Техніко-економічне обґрунтування асортименту з урахуванням наукової розробки. Розрахунок продуктів. Вибір та обґрунтування технологічних процесів і режимів	Галина ПОЛІЩУК		
План НАССР, обґрунтування контрольно-критичних точок (ККТ) технологічної схеми обраного молочного або молоковмісного продукту	Галина ПОЛІЩУК		
Підбір технологічного обладнання. Сучасні способи миття технологічного обладнання. Розрахунок площ	Галина ПОЛІЩУК		

7. Дата видачі завдання 10.10.2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Титульний аркуш, завдання, анотація, зміст, вступ	10.10.2025	
2.	Літературний огляд	14.10.2025	
3.	Мета, об'єкт, предмет та методики досліджень	21.10.2025	
4.	Результати досліджень та їх обговорення	25.10.2025	
5.	Схема проведення наукового дослідження	26.10.2025	
6.	Сировина для проведення досліджень	29.10.2025	
7.	Матеріали та обладнання для проведення досліджень	04.11.2025	
8.	Методи дослідження	06.11.2025	
9.	Результати досліджень, обґрунтування доцільності удосконалення технології крем-сиру Філадельфія з наповнювачем какао	08.11.2025	
10.	Дослідження впливу рецептурного складу на формування показників якості крем-сиру Філадельфія	12.11.2025	
11.	Розрахунок харчової цінності крем-сиру та дослідження динаміки зміни показників якості крем-сиру шоколадного впродовж зберігання	20.11.2025	
12.	План НАССР, обґрунтування контрольно-критичних точок технологічної схеми розробленого продукту	21.11.2025	
13.	Висновки, оформлення графічного матеріалу та пояснювальної записки	25.11.2025	
14.	Здача роботи керівникові. Допуск до захисту	05.12.2025	

Здобувач _____

Максим Терещук

(підпис)

(ім'я та прізвище)

Керівник роботи _____

Галина Поліщук

(підпис)

(ім'я та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота на тему: «Удосконалення технології сиру Філадельфія» викладена на 106 сторінках, містить 25 таблиць, 13 рисунків, додатки та графічну частину.

У вступі та першому розділі наведено аналітичний огляд літератури за обраною темою, сформульовано мету і завдання, обрано об'єкт і предмет дослідження. Доведено доцільність удосконалення технології виробництва крем-сиру Філадельфія шляхом використання какао-порошку як наповнювача. Наприкінці першого розділу сформульовано висновки щодо доцільності розроблення нового виду десертного крем-сиру з шоколадним смаком.

У другому розділі наведено схему проведення досліджень, що складається з теоретичного та експериментального етапів. Описано сировину, матеріали, обладнання та методи для проведення дослідження.

У третьому розділі наведено результати досліджень та їх обговорення. Основним результатом проведеного дослідження є науково обґрунтована рецептура крем-сиру десертного шоколадного на основі кисломолочного сиру з варійованою дозою какао-порошку. Розроблено технологічну схему виробництва нового виду крем-сиру з вмістом какао 3 %, що забезпечує відмінні органолептичні показники та термін придатності – до 21 доби.

У четвертому розділі проведено розрахунки, обрано та обґрунтовано технологічні процеси і режими виробництва десертного крем-сиру, розроблено апаратурно-технологічну схему. Наведено операційні програми передумови та план НАССР виробництва крем-сиру з наповнювачем «какао».

Ключові слова: крем-сир; десертний крем-сир; какао-порошок; кисломолочний сир; термомеханічна обробка; якість; термін придатності; НАССР.

ANNOTATION

The qualification work on the topic: "Improvement of Philadelphia cheese technology" is set out on 106 pages, contains 25 tables, 13 figures, appendices and a graphic part.

The introduction and the first section provide an analytical review of modern scientific literature on the production of Philadelphia-type cream cheese, substantiate the choice of a resource-saving technology without whey separation, formulate the goal and objectives, select the object and subject of the research. At the end of the first section, conclusions are drawn on the feasibility of improving Philadelphia cheese technology using domestic raw materials and cocoa powder as a flavor filler.

The second section presents the research scheme consisting of theoretical and experimental stages. Raw materials, equipment (Thermomix TM6) and quality assessment methods are described.

The third section presents the results of experimental studies and their discussion. Model samples of Philadelphia cheese with varying content of alkalized cocoa powder (0 %, 3 %, 5 %, 7 %) were developed and manufactured. Based on a set of organoleptic, physicochemical, rheological and microstructural indicators, the optimal formulation with 3 % cocoa powder was scientifically substantiated, which has an excellent creamy texture, harmonious creamy-chocolate taste and a shelf life of 21 days at 4 ± 2 °C.

In the fourth section, technical and economic calculations were carried out, a hardware-technological scheme for the production of improved Philadelphia cheese with cocoa was developed, a food safety management system based on HACCP principles (with identification of CCPs and OPRPs), as well as cost, profitability and equipment payback period were calculated.

Key words: Philadelphia cheese, cream cheese, cocoa powder, resource-saving technology, quality, shelf life, HACCP, economic efficiency.

ЗМІСТ

Вступ.....	7
РОЗДІЛ 1. ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД.....	10
1.1. Основні аспекти виробництва крем-сиру.....	10
1.2. Аналіз впливу технологічних параметрів на властивості крем-сиру.....	13
1.3. Використання харчових добавок у виробництві крем-сиру.....	15
1.4. Дослідження фізико-хімічних, реологічних та мікроструктурних властивостей крем-сиру.....	16
1.5. Сенсорна оцінка якості крем-сиру.....	18
1.6. Сучасні тренди та актуальні напрями розвитку технології крем-сиру.....	21
Висновки до розділу 1.....	23
РОЗДІЛ 2 ОРГАНІЗАЦІЯ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	25
2.1. Схема проведення наукового дослідження.....	26
2.2. Сировина та матеріали.....	27
2.3. Методи дослідження.....	34
2.4. Математично-статистичне оброблення результатів дослідження.....	39
Висновки до розділу 2.....	39
РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	40
3.1. Обґрунтування доцільності удосконалення технології крем-сиру Філадельфія з наповнювачем какао.....	40
3.2. Дослідження впливу рецептурного складу на формування показників якості крем-сиру Філадельфія.....	42
3.3. Дослідження динаміки зміни показників якості крем-сиру шоколадного впродовж зберігання.....	54
3.4. Розрахунок харчової цінності крем-сиру.....	55
3.5. Обґрунтування очікуваного соціально-економічного ефекту від впровадження наукової розробки.....	59
Висновки до розділу 3.....	62
РОЗДІЛ 4 ПЛАН НАССР, ОБҐРУНТУВАННЯ КОНТРОЛЬНО-КРИТИЧНИХ ТОЧОК ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ РОЗРОБЛЕНОГО ПРОДУКТУ.....	64
4.1. Технологічна схема виробництва крем-сиру та її опис.....	64
4.2. «Дерево рішень» для встановлення ОПП та КТК.....	79
Висновки до розділу 4.....	89
ВИСНОВКИ.....	90
Список використаних джерел.....	92
ДОДАТКИ.....	98

ВСТУП

Крем-сир є популярним продуктом у багатьох країнах світу. В Україні асортимент цього продукту поки що доволі обмежений, але з кожним роком обсяги його виробництва збільшуються та розширюється коло його споживачів. Крем-сир виготовляють принципово різними способами – від термокислотного до кислотно-сичужного зсідання вершків з подальшим тривалим самопресуванням [1; 2]. Але найбільш ресурсозаощаджувачим способом є технологія крем-сиру Філадельфія, яка передбачає попереднє складання рецептури на основі сиру кисломолочного з додаванням молочного жиру, масла, стабілізаторів та смако-ароматичних добавок (за необхідності). Саме такий спосіб виробництва крем-сиру не потребує тривалого самопресування згустку, дозволяє різноманітиту рецептури, суттєво зменшувати втрати сировини, подовжувати термін зберігання продукту [3]. Однак, впровадження такої технології та розширення асортименту крем-сиру цієї групи вимагає проведення додаткового наукового дослідження з метою адаптації вітчизняної сировинної бази і технічного оснащення підприємств до існуючих вимог щодо формування унормованих показників якості готового продукту.

Метою даного дослідження є наукове обґрунтування рецептури крем-сиру Філадельфія десертного призначення, вивчення його показників якості та розроблення технологічної схеми виробництва нового продукту.

Об'єктом дослідження є технологія крем-сиру Філадельфія.

Предмет дослідження – модельні зразки крем-сиру Філадельфія, крем-сир з варійованим вмістом какао-порошку, його показники якості.

Завдання дослідження:

- провести порівняльний теоретичний аналіз різних способів виробництва крем-сиру та обрати найбільш економічно доцільний;
- проаналізувати стандартний хімічний склад крем-сиру Філадельфія і вимоги до його якості як бази порівняння, а також обґрунтувати вибір наповнювача для адаптованої рецептури крем-сиру;
- обрати та опанувати методи дослідження показників якості крем-сиру;

- дослідити показники якості типової рецептури крем-сиру, що містить сир кисломолочний 5% як молочно-білкову основу;
- за комплексом показників якості обґрунтувати оригінальну рецептуру крем-сиру з наповнювачем на основі обраної типової рецептури;
- уточнити технологічні режими виробництва крем-сиру шоколадного по типу Філадельфія;
- дослідити динаміку зміни показників якості крем-сиру з наповнювачем впродовж зберігання та визначити рекомендований строк придатності продукту до споживання;
- розрахувати харчову цінність нового виду крем-сиру Філадельфія;
- розробити апаратурно-технологічну і параметричну схеми виробництва крем-сиру з наповнювачем;
- оцінити соціально-економічний ефект від впровадження наукової розробки.

Наукова новизна результатів дослідження:

- науково обґрунтовано рецептурний склад крем-сиру шоколадного і доведено, що вміст какао-порошку не повинен перевищувати 5 % для запобігання порушення характерної для продукту білкової матриці, а також для забезпечення належних органолептичних показників якості;
- доведено, що какао-порошок у складі крем-сиру Філадельфія у кількості 3-7 % виявляє стабілізаційний ефект впродовж зберігання продукту до 28-ми діб, що пояснюється буферними властивостями цього наповнювача.

Практична значимість результатів дослідження полягає у розробленні нові рецептури крем-сиру шоколадного та апаратурно-технологічної схеми його виробництва.

Очікуваний соціально-економічний ефект від впровадження:

- собівартість базової рецептури крем-сиру без наповнювачем какао, порівняно з рецептурою класичною, вища на 7-12%. Собівартість крем-сиру шоколадного з 3% какао-порошку зменшується, оскільки вміст жиру та білку суттєво зменшується, за рахунок зниження дозування масла вершкового та сиру кисломолочного, що є найдорожчими компонентами рецептури;

- соціальний ефект полягає у розробленні продукту високої харчової цінності, що сприятиме покращанню структури харчування вітчизняних споживачів.

За результатами проведеного наукового дослідження опубліковано 3 тези доповіді:

- Терещук М.В., Поліщук Г.Є. Актуальні напрями розвитку технології крем-сиру. Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті євроінтеграції : Програма та тези матеріалів XIV Міжнародної науково-технічної конференції, 25 листопада 2025 р., м. Київ. К.: НУХТ, 2025 р. С. 181-182;
- Терещук М.В., Поліщук Г.Є. Аналіз чинників впливу на формування показників якості крем-сиру. Молочна промисловість від виробника до споживача: сучасні тренди та орієнтири: програма та матеріали II Всеукраїнської науково-практичної конференції, 27 травня 2025 р., м. Київ. К.: НУХТ, 2025 р. с. 108-109.
- Терещук М.В., Поліщук Г.Є. Актуальні напрями розвитку технології крем-сиру. Порівняльний аналіз способів вилучення сироваткових білків з молочної сироватки за допомогою полісахаридів. Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті євроінтеграції : Програма та тези матеріалів XIV Міжнародної науково-технічної конференції, 25 листопада 2025 р., м. Київ. – К.: НУХТ, 2025. С. 181-182.

Підготовлено до друку статтю «Сучасні тренди у виробництві крем-сиру», яка пройшла рецензування в журналі «Харчова промисловість» і буде опублікована у 1-му номері цього видання (лютий-березень 2026 р.)

Кваліфікаційна магістерська робота містить анотацію, вступ, 4 розділи, список літератури з 48 найменувань, 2 додатки, лист креслення (апаратурно-технологічну схему. Робота містить 25 таблиць і 14 рисунків.

РОЗДІЛ 1. ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

1.1. Основні аспекти виробництва крем-сиру

Технологія крем-сиру виникла вже доволі давно на території країн Західної Європи. Виробництво різних видів цього продукту суттєво відрізняється і постійно вдосконалюється, залежно від географічного регіону. Класична технологія виробництва такого сиру базується на одержанні відвареної сирної маси, що утворюється після кислотного зсідання молока або вершків з подальшим тепловим обробленням вершкового згустку. Традиційна технологія є спрощеним способом одержання вершкового згустку шляхом нагрівання молока, вершків або їх суміші до заданої температури з подальшим додаванням лимонної або оцтової кислоти для проведення термокислотного зсідання білка. Сироватку відділяють від згустку за допомогою фільтрувальної тканини [4].

Сучасні способи виробництва крем-сиру у виробничих умовах включають і класичний спосіб гарячого оброблення сирної маси, і холодне пакування продукту. Технологічний процес починається зі стандартизації вихідної сировини за вмістом жиру і білка. Потім молочну сировину піддають гомогенізації для зменшення розмірів жирових кульок та пастеризують для забезпечення належних мікробіологічних показників готового продукту. В підготовлені молочні або вершкові суміші вносять мезофільні закваски молочнокислих бактерій для їхньої ферментації, яка викликає гідроліз лактози з утворенням молочної кислоти та відповідним кислотним зсіданням молочних білків [4]. Від одержаного вершкового згустку відділяють сироватку за допомогою різних способів, залежно від технічних можливостей виробництва – або з використанням спеціальних лавсанових мішечків, або сепараторів. У зневоднену сирну масу додають сіль і стабілізатори для покращення текстури та запобігання синерезису, після чого вершковий продукт охолоджують та упаковують [5]. В сучасних технологічних лініях для концентрування білкового згустку і досягнення бажаної консистенції кінцевого продукту часто використовують ультрафільтрацію [6].

Сучасні технології дозволяють не лише виробляти крем-сир у великих обсягах, але й забезпечувати високий рівень контролю якості та отримувати безпечний продукт із заданими характеристиками.

Якість кінцевого продукту значною мірою залежить від характеристик вихідної сировини, зокрема від вмісту жиру в молоці та вершках [7]. Крем-сир традиційно виготовляють з їх суміші, і саме вміст жиру є одним з ключових факторів, що визначає текстуру та сенсорні властивості готового продукту [8]. Таким чином, унормування вмісту жиру у вихідній сировині дозволяє одержувати крем-сир з різним хімічним складом і характеристиками.

Крем-сир за вмістом жиру та вологи, відповідно до вимог USDA (Міністерства сільського господарства США), поділяють на такі види [7]:

- звичайний крем-сир (мінімальний вміст жиру 33%, а максимальний вміст вологи – не більше 55%);
- сир "Нефшатель" (20-33% жиру та менше 65% вологи);
- сир зі зниженим вмістом жиру (16,5-20% жиру та менше 70% вологи);
- легкий крем-сир (не більше 16,5% жиру та максимум 70% вологи).

Дослідження показують, що співвідношення білка до вологи (p/m) також є важливим показником, що корелює з фізичними та структурними властивостями комерційних зразків крем-сиру. Зокрема, вищий показник p/m пов'язаний з більш щільним розподілом жирових глобул, оточених білками, та з вищими значеннями міцності на розрив і модуля пружності. Доведено, що значні відмінності у властивостях комерційних зразків залежать як від вмісту жиру, так і від співвідношення білка до вологи. Крім того, використання не ультрапастеризованого молока може впливати на процеси дозрівання та кінцеву консистенцію сиру [4]. Отже, склад вихідної сировини, особливо вміст жиру та співвідношення білок/волога, є визначальними чинниками впливу на формування текстури, консистенції та пружності крем-сиру. Також доведено вплив рецептурного складу на фізичні та структурні властивості комерційних крем-сирів [8].

Важливу роль у процесі виробництва крем-сиру відіграють заквасочні культури, зокрема мезофільні молочнокислі бактерії (*Lactococcus*, *Leuconostoc*), які забезпечують кислотне зсідання білків молока або вершків. Різні штами

заквасочних культур можуть по-різному впливати на смак та аромат кінцевого продукту, зокрема на утворення діацетилу, що надає крем-сиру характерного маслянистого аромату [9]. На ринку існують різні типи заквасок, призначені для виробництва крем-сиру, які можуть забезпечувати різноманітні смакові профілі, – від класичного, злегка кислуватого, до більш м'якого та солодкуватого, характерного для французького стилю [10]. У домашніх умовах для приготування крем-сиру можуть використовуватися як спеціалізовані закваски, так і звичайне кисле молоко, що містить необхідні молочнокислі бактерії [4]. Таким чином, заквасочні культури є невід'ємним елементом технології виробництва крем-сиру, що забезпечує не лише процес зсідання білка, але й формування унікальних смакових та ароматичних характеристик готового продукту.

Узагальнений аналіз основних способів одержання крем-сиру дозволяє виокремити:

- кислотну/кисотно-сичужну ферментацію (класична технологія, що передбачає холодне фасування кислого згустку після самопресування) [11];
- термокислотну коагуляцію (зсідання білка під дією кислого агента і високої температури з подальшим самопресуванням згустку) [12];
- пряме змішування (термомеханічне оброблення суміші, складеної за рецептурою, з подальшим гарячим фасуванням) [13];
- ультрафільтрацію [14].

Кожен з наведених вище способів має свої переваги і недоліки. Зокрема, перші два способи одержання крем-сиру шляхом кислотної та кисотно-сичужної коагуляції білків молочних і вершкових сумішей характеризуються найнижчим виходом готового продукту внаслідок суттєвих втрат білка з сироваткою, а також найдовшим технологічним циклом. Однак, ці способи дозволяють одержувати вершковий сир з яскраво вираженими органолептичними показниками без застосування спеціального обладнання. Термокислотна коагуляція є найдешевшим способом одержання крем-сиру (по типу Маскарпоне), який відрізняється ніжною консистенцією та приємним вершковим, але прісним смаком [15]. Пряме змішування (сир по типу Філадельфія) є високоефективною технологією з дуже низькими втратами, яка дозволяє регулювати консистенцію і смак продукту за

рахунок застосованих рецептурних інгредієнтів. Для проведення прямого змішування у технології сиру Філадельфія застосовують котли-плавители по типу Штефан [16]. Ультрафільтрація відрізняється найвищим виходом готового продукту і передбачає культивування концентрованої суміші (ретентату) молочнокислими бактеріями з подальшим додаванням перед пакуванням рецептурних інгредієнтів додаються перед упаковкою. Цей спосіб реалізують за допомогою високовартісного обладнання [17].

1.2 Аналіз впливу технологічних параметрів на властивості крем-сиру

Одним з ключових етапів у виробництві крем-сиру є гомогенізація молочної сировини – молока або вершків. Цей процес спрямований на зменшення розміру жирових глобул, що призводить до збільшення їх загальної поверхні. Збільшення площі поверхні жирових глобул сприяє інтенсивнішій взаємодії між ними та білковою матрицею під час коагуляції білка, що, в свою чергу, зміцнює структуру кінцевого продукту. Відомо, що зі збільшенням тиску гомогенізації підвищуються значення таких важливих характеристик крем-сиру, як твердість, модуль пружності (G') та модуль втрат (G'') [2]. Встановлено, що значення тиску гомогенізації близько 20 МПа може бути своєрідною межею, що розділяє здатність вершкових систем утворювати різні типи структури крем-сиру. Однак, гомогенізація може не тільки підвищувати твердість натуральних сирів, але й призводити до зниження їхньої здатності до плавлення та виділення жиру. Оптимальні параметри гомогенізації дозволяють одержувати бажану текстуру кислотних гелів та крем-сиру [11]. Отже, гомогенізація є одним з найважливіших технологічних факторів, що визначають реологічні властивості крем-сиру. Тому регулювання параметрів цього процесу є ефективним способом контролю текстури та реологічних властивостей крем-сиру шляхом впливу на розмір жирових глобул та характер їх взаємодії з білковою основою.

Термічне оброблення, зокрема пастеризація, є невід'ємним етапом виробництва крем-сиру, спрямованим на забезпечення його мікробіологічної безпеки шляхом знищення потенційно патогенних мікроорганізмів [18]. Однак вплив термічного оброблення не обмежується лише цим аспектом. Дослідження

показують, що тривалість процесу пастеризації може суттєво впливати на вихід готового крем-сиру. Це пов'язано з тепловою денатурацією сироваткових білків, які можуть включатися до складу казеїнової матриці, тим самим збільшуючи її здатність утримувати вологу [19]. Крім того, інтенсивність термічного оброблення, що визначається комбінацією температури та часом експозиції, може моделювати вплив попередньо проведеної гомогенізації на кінцеву твердість крем-сиру [20].

Таким чином, термічне оброблення є ключовим чинником не лише для одержання безпечного за мікробіологічними показниками продукту, але й може впливати на його вихід і текстурні характеристики, причому цей вплив може бути опосередкований взаємодією з іншими технологічними параметрами, зокрема, з гомогенізацією.

Значний вплив на властивості крем-сиру має рівень активної кислотності (рН) на різних етапах його виробництва. Контроль рН гелю, що утворюється на початкових стадіях зсідання білка, є надзвичайно важливим, оскільки саме цей параметр суттєво впливає на стан білків сиру, їх вторинну структуру та, як наслідок, на характеристики кінцевого продукту [11]. Дослідження показують, що зниження значень рН від 5,0 до 4,3 призводить до формування більш щільної мікроструктури та підвищення твердості крем-сиру [21]. Водночас, зміна рН в діапазоні від 5,2 до 4,9 незначно впливає на реологічні властивості сиру, проте є важливим чинником, що визначає сенсорне сприйняття продукту, особливо його зовнішнього вигляду, зокрема яскравості та відтінку [20]. Важливо зазначити, що занадто високий рівень рН (>4,7) може призвести до отримання крем-сиру з м'якою та позбавленою вираженого смаку текстурою, тоді як надмірно низький рН (<4,6) може зробити його текстуру зернистою, а смак – надмірно кислим [9]. Отже, точне регулювання рН на різних етапах виробництва є критично важливим для забезпечення бажаних фізико-хімічних та сенсорних характеристик крем-сиру.

Методи охолодження та пакування також відіграють важливу роль у формуванні кінцевих властивостей крем-сиру. Традиційно використовується гаряче фасування продукту при температурі 65-70°C з подальшим охолодженням упакованого сиру в повітряному тунелі. Такий підхід дозволяє отримати бажану структуру та мінімізувати механічні впливи на продукт під час охолодження. Проте,

з економічної точки зору, холодне фасування сиру може бути більш вигідним. Дослідження показують, що крем-сир, отриманий методом холодного фасування, має меншу твердість та відрізняється за профілем текстури від продукту, фасованого у гарячому стані, зокрема, нижчим модулем Юнга, але вищою початковою напругою зсуву та уявною в'язкістю. Швидке охолодження сирної маси може призвести до формування м'якшого сиру зі слабшою структурною організацією. Цікаво, що додавання стабілізаторів, таких як карагенан і пектин, може допомогти відновити бажану твердість сиру при застосуванні холодного фасування [19].

Таким чином, вибір методів охолодження та фасування має значний вплив на кінцеву текстуру та реологічні властивості крем-сиру, а також визначається економічними міркуваннями виробників.

1.3 Використання харчових добавок у виробництві крем-сиру

У виробництві крем-сиру широко застосовуються харчові добавки, зокрема стабілізатори, основною функцією яких є запобігання синерезису – відділенню сироватки під час зберігання готового продукту [22].

. Серед найпоширеніших стабілізаторів, що використовуються в цій галузі, слід відзначити ксантанову камедь (XG), карбоксиметилцелюлозу (СМС), гуарову камедь (GG) і камедь ріжкового дерева (LBG), а також карагенан та пектин [11]. Використання XG та СМС є досить поширеним у виробництві крем-сиру, при цьому збільшення концентрації цих камедей може призводити до зменшення вмісту сухої речовини в кінцевому продукті [3]. Цікаво, що комбінація різних стабілізаторів, наприклад, ксантанової, гуарової камедей та камеді ріжкового дерева може виявляти синергетичний ефект, формуючи більш міцний та термооборотний гель. Крем-сири, стабілізовані такою комбінацією, можуть мати вищу твердість порівняно з продуктами, де використовуються окремі стабілізатори. Ксантанова камедь завдяки термічній стабільності, здатна забезпечувати вищу еластичність крем-сиру при підвищених температурах, тоді як розчини гуарової камеді та камеді ріжкового дерева виявляють властивості полімерних систем, утворених переплетеними між собою макромолекулами [10]. Окрім традиційних

стабілізаторів, у виробництві крем-сиру можуть використовуватися й інші добавки, наприклад, порошок моркви, який є джерелом клітковини та β -каротину. Його додавання покращує мінеральний склад, антиоксидантні властивості, колір, вологоутримуючу здатність та в'язкість крем-сиру, а також підвищує життєздатність пробіотичних бактерій. У низькожирних варіантах крем-сиру камеді можуть виконувати функцію заміників жиру шляхом формування бажаної консистенції. Ксантанова камедь також може використовуватися для покращення консистенції сиру та зменшення відділення сироватки [19]. Загалом, наукові дослідження підтверджують, що використання стабілізаторів суттєво впливає на текстурні, реологічні та сенсорні властивості крем-сиру [11].

Окрім стабілізаторів, у виробництві крем-сиру можуть застосовуватися й інші технологічні добавки. Наприклад, деякі рецептури передбачають використання емульгуючих солей, таких як цитрати та фосфати, для покращення стабільності емульсії, особливо у випадку виробництва плавлених крем-сирів. Хлорид кальцію додають для покращення процесу коагуляції молока, особливо у разі використання пастеризованої сировини [9]. Як підкислювач також використовують глюконодельта-лактон (GDL), який забезпечує контрольоване зниження рН [8]. Всі ці допоміжні засоби можуть бути використані для оптимізації різних аспектів виробництва та покращення якості кінцевого крем-сиру, впливаючи на його стабільність, текстуру та процес зсідання білка.

Також слід відзначити, що крем-сир має ідеальну білкову матрицю для додавання та утримування ароматизаторів, волокон, трав, приправ [23], пюре з плодів [24], овочів [25], цедри цитрусових [26] або для збагачення пробіотиками, зокрема *Bifidobacterium animalis subsp. lactis* DSM 10140 або *Lactobacillus reuteri* DSM 20016 та пребіотиками — інуліном, лактулозою, фруктоолігосахаридами [27]. Таким чином, шляхом варіювання рецептурним складом та видом закваски крем-сиру можна формувати органолептичні властивості готового продукту у широкому діапазоні сенсорного сприйняття, залежно від вподобань споживачів.

1.4 Дослідження фізико-хімічних, реологічних та мікроструктурних властивостей крем-сиру

Реологічні дослідження є важливим інструментом для кількісної оцінки в'язко-пружних властивостей крем-сиру. Крем-сир за своєю природою є м'яким напівтвердим матеріалом. Методом динамічного частотного сканування можна ефективно порівнювати твердість та еластичність різних видів крем-сиру. При цьому модуль пружності (G') зазвичай перевищує модуль втрат (G'') у досліджуваному діапазоні частот, що свідчить про переважно твердоподібну структуру крем-сиру при низьких температурах. Напруга плинності є критичним параметром, що визначає текучість та намазуваність крем-сиру [28]. Цікавим є те, що холодне фасування призводить до вищої уявної в'язкості крем-сиру порівняно з гарячим фасуванням [19]. Аналіз комерційних зразків крем-сиру з різним вмістом жиру показав, що більшість повножирних сирів характеризуються значно вищими значеннями G' при температурах нижче 25°C . Таким чином, реологічні дослідження надають цінну інформацію для розуміння умов формування текстурних властивостей крем-сиру та залежності їх рівня від хімічного складу продукту та застосованих технологічних процесів.

Текстурні характеристики крем-сиру, такі як твердість, пружність, адгезивність та когезія, активно досліджуються як інструментальними, так і сенсорними методами. Для інструментальної оцінки часто використовують текстурний профільний аналіз (ТРА), який дозволяє визначити такі параметри, як твердість (пікове зусилля при першому стисканні), пружність (здатність відновлювати форму), адгезивність (сила, необхідна для подолання прилипання до поверхні) та інші [8]. Дослідження показують, що зниження рН коагуляції призводить до збільшення твердості крем-сиру, так само як і підвищення температури коагуляції. Вміст жиру також є важливим чинником впливу на твердість продукту: повножирні крем-сири, як правило, є твердішими за сири зі зниженим вмістом жиру. Додавання стабілізаторів також може сприяти підвищенню твердості. Метод фасування (холодне чи гаряче) також впливає на твердість: холодне фасування зазвичай призводить до меншої твердості порівняно з гарячим [19]. Результати сенсорного аналізу, проведеного за участю спеціально

навчених дегустаторів, часто підтверджують дані, отримані за допомогою інструментальних методів оцінки твердості. Крім того, встановлено, що співвідношення між білком та вологою у крем-сирі має сильну кореляцію з його твердістю та пружністю [2]. Таким чином, текстура крем-сиру є складним комплексом характеристик, на який впливає велика кількість чинників, у тому числі його хімічний склад, технологічні умови виробництва та використання харчових добавок.

Вивчення мікроструктури крем-сиру є важливим для розуміння його структурно-механічних характеристик. Для цих цілей використовуються різні методи мікроскопії, такі як скануюча та трансмісійна електронна мікроскопія [7]. Мікроструктура крем-сиру зазвичай описується як мережа компактних агрегатів жирових глобул та білків, між якими знаходяться великі чарунки, заповнені сироваткою [10]. Процес гомогенізації молока суттєво впливає на мікроструктуру сиру, сприяючи утворенню більшої кількості дрібних жирових глобул, які оточені білками. Взаємодії між білковими молекулами та жировими глобулами є основними структурними елементами, що визначають фізичні властивості крем-сиру. У крем-сирах з вищим вмістом жиру спостерігається щільніший розподіл більших за розміром жирових глобул, вкритих білками. Використання різних камедей (стабілізаторів) також може впливати на мікроструктуру крем-сиру, зокрема, вони здатні зв'язувати воду, що призводить до змін його реологічних властивостей [29]. Отже, мікроструктура крем-сиру є ключовим фактором, що визначає його макроскопічні характеристики, такі як текстура та реологія, а на її формування значно впливають технологічні процеси та склад продукту.

1.5 Сенсорна оцінка якості крем-сиру

Сенсорна оцінка є важливим етапом у визначенні якості крем-сиру. Ключовими сенсорними показниками є смак, запах, колір та консистенція, які тісно пов'язані з унормованими фізико-хімічними характеристиками продукту.

Якісний крем-сир повинен мати однорідний білий або світло-кремовий колір, а також легкий молочнокислий та характерний діацетиловий смак та аромат. Його текстура має бути гладкою, без грудочок або відчуття зернистості. Продукт не

повинен мати ознак розтріскування або відділення сироватки [1]. Важливими сенсорними атрибутами також є такі характеристики, як намазуваність, твердість, пружність, адгезивність, когезія, а також консистенція, яка може бути кремовою, гладкою або додатково містити повітряні бульбашки. Смакові якості крем-сиру включають відчуття кислотності, солоності, солодкості та гірчинки. Таким чином, сенсорна оцінка є невід'ємною частиною контролю якості крем-сиру і дозволяє визначити його споживчу привабливість та своєчасно виявити можливі вади.

Органолептичні властивості крем-сиру значною мірою залежать від його рецептури та особливостей технології. Встановлено, що саме вміст жиру в продукті суттєво впливає на його сенсорні атрибути, зокрема на текстуру та смак [8]. Дослідження показують, що також і вміст солі та лактози в сироватці, а також типи використовуваних мікроорганізмів можуть впливати на утворення, вивільнення та сприйняття ароматичних сполук, що визначають смак та запах продукту [30]. Підвищення температури ферментації може призвести до зниження сенсорно сприйманої твердості крем-сиру. Важливим фактором є також кінцевий рівень рН, який значно впливає на сенсорні характеристики, особливо на зовнішній вигляд продукту [20]. Заміна молочного жиру на рослинну олію у рецептурі може негативно позначитися на смакових якостях кінцевого продукту [31]. Отже, ретельний підбір інгредієнтів та оптимізація технологічних параметрів є ключовими для отримання крем-сиру з бажаними органолептичними властивостями, що відповідають вимогам споживачів.

До текстурних вад відносять зернисту, піщану (gritty texture) і крейдяну текстуру, які особливо часто зустрічаються в низькожирних видах сиру. Тектурні вади є наслідком агломерації білкових частинок за високої температури пастеризації, надлишку кальцієвих солей, недостатнього перемішування. Для запобігання цим вадам необхідно дотримуватись режимів пастеризації, коригувати сольовий склад, контролювати мікроструктуру [13].

Надмірно щільна чи гумова текстура у сирі вершковому виникає внаслідок пересушування згустку, низького вмісту жиру, високої частки білка, тривалого зберігання [8]. Для запобігання цій ваді слід регулювати вміст вологи (55-60%) і білка, уникати тривалого зберігання. Рідка, нестабільна консистенція сиру виникає

внаслідок недостатнього кислототворення, надлишку жиру, низької температури ферментації [11]. Тому важливо коригувати склад заквасок, підвищувати вміст сухих речовин, збільшувати час ферментації.

Під зберігання від сиру може відокремлюватися сироватка (whey separation, syneresis), що може бути викликано надмірною кислотністю, недостатньою гомогенізацією, нестабільною білково-жировою емульсією, багатократним заморожуванням–розморожуванням. Тому важливо підтримувати рН на рівні 4.4–4.8, проводити інтенсивне перемішування під час складання суміші, застосовувати стабілізатори (гуарова камедь, карагенан та ін.), уникати температурних коливань [32].

Серед вад смаку і запаху виокремлюють гіркий, сірчистий, дріжджовий або неприродний смак чи запах, відсутність характерного смаку, надмірно кислий смак, а також наявність сторонніх присмаків, наприклад, кормового або металевого. Смакові та запахові вади можуть бути наслідком використання неякісної сировини, забруднення продукту небажаними мікроорганізмами, неправильного використання заквасочних культур, а також неоптимального рівня рН або недостатнього чи надмірного засолювання [9].

Газоутворення (late blowing) може призводити до появи тріщин на поверхні сиру та здуття споживчої тари. Причиною цього є розвиток анаеробних клостридій, коліформ, гетероферментативних лактобацил, тому для запобігання утворенню цієї вади необхідно проводити суворий санітарний контроль молока-сировини, дотримуватися прийнятих режимів пастеризації, для профілактики застосовувати нізин або сорбат калію [33].

Зміна кольору (пожовтіння, позеленіння, потемніння) може бути наслідком окиснення жиру, контамінації мікрофлорою (*Pseudomonas*, *Penicillium*), тому зберігати продукт слід у темному місці, варто застосовувати антиоксиданти та мікробіологічно чисту упаковку [34].

Загалом, запобігання виникненню вад крем-сиру вимагає ретельного контролю на всіх етапах його виробництва – від вибору якісної сировини і до умов зберігання готового продукту, а також суворого дотримання гігієнічних норм на виробництві та оптимізації всіх технологічних параметрів.

1.6 Сучасні тренди та актуальні напрями розвитку технології крем-сиру

Аналіз науково-технічної літератури свідчить про те, що сучасні тренди у виробництві крем-сиру зосереджені на кількох ключових напрямках. Значна увага науковців спрямована на оптимізацію основних технологічних процесів (гомогенізації, термічного оброблення, ферментації), контролювання рН, зниження вмісту жиру, застосування заміників молочного жиру, нових молокозсідальних ензимів, мікроінкапсульованих ароматизаторів та інше з метою покращення якості та стабільності готового продукту.

Так, відомо, що застосування високого тиску (НРР) для оброблення молочної основи зменшує мікробне навантаження й подовжує термін придатності крем-сирів без значної втрати текстури та аромату [35]. Високий тиск за зменшення термічного впливу на молочну сировину сприяє максимальному збереженню характерного смаку сиру [36, 37].

Окремо слід відзначити значний інтерес науковців до розроблення низькожирних варіантів крем-сиру та сиру з жирами немолочного походження з привабливими для споживачів текстурними та сенсорними властивостями, сформованими за рахунок використання харчових добавок і технологічних прийомів. Зокрема, розроблено нові види низькожирних крем-сирів з характерною кремовою текстурою, харчовими волокнами, інкапсульованими леткими ароматизаторами і пробіотиками, а також сирів із заміниками молочного жиру, диспергованими у формі стабілізованих емульсій, що суттєво розширює асортимент низькожирних, функціональних продуктів та веган-продуктів [38]. Розроблено альтернативні крем-сиру продукти на основі сумішей молочного та рослинного жиру (cocoa butter substitute fat) [39].

Особливий інтерес серед інновацій у технології крем-сирів викликає застосування натуральних (clean-label) стабілізаторів та рослинних (plant-based) текстурованих основ [40], а також комплексних гелеподібних матриць [41]. Паралельно ведуться дослідження щодо покращання органолептичних характеристик plant-based альтернатив [42]. Підтверджено, що споживачі готові сприймати рослинні аналоги крем-сирів, що відкриває нові торговельні можливості,

але вимагає проведення спеціальних досліджень локальних смакових переваг [43,44]. Для створення веганського сиру науковцями запропоновано застосувати білки бобових, білки з псевдозерен, порошок з білком хлорелли. Для поліпшення текстури і наближення сенсорних властивостей альтернативного продукту з рослинними білками до молочного крем-сиру створені спеціальні білково-полісахаридні системи [45].

Одним з перспективних напрямків є розроблення нових високоефективних систем стабілізації на основі натуральних полісахаридів, які забезпечують високу якість продукту та відповідають зростаючому попиту споживачів на натуральні харчові продукти. Науковці підтвердили сумісність харчових полісахаридів, білкових комплексів і комбінацій натуральних емульгаторів зі смаковими та текстурними характеристиками крем-сиру [40]. Розроблено нові види пробіотичних/функціональних крем-сирів, до складу яких передбачено вносити білково-полісахаридні матриці [24]. Для одержання згустків крем-сиру з високою вологоутримуючою здатністю доведено доцільність застосування суміші бромеліну та сичужного ферменту [46], а також коагулянта рослинного походження [47].

Отже, не зважаючи на значну кількість наукових розробок щодо технології крем-сиру, залишаються певні прогалини у знаннях, вирішення яких може стати об'єктом майбутніх наукових досліджень прикладного характеру. Зокрема, недостатньо вивчено вплив комбінації різних технологічних параметрів, таких як гомогенізація, термічне оброблення і рН, на показники якості крем-сирів. Також необхідно розширити подальші дослідження в галузі сенсорного аналізу крем-сирів для більш глибокого розуміння споживчих переваг та розроблення об'єктивних методів прогнозування якості на основі інструментальних вимірювань. Слід відмітити й недостатню кількість наукових досліджень, присвячених вивченню причин виникнення вад крем-сиру та розробленню цілеспрямованих методів їх запобігання.

Найбільш перспективним напрямом подальшого розвитку технології крем-сиру є спосіб виробництва, що передбачає термомеханічне оброблення суміші з подальшим гарячим пакуванням готового продукту, характерний для виробництва сиру Філадельфія. Перевагами цієї технології є можливість суттєвого зниження

виробничих, втрат, застосування широкого спектру функціонально-технологічних інгредієнтів, цілеспрямованого формування заданих показників якості готового продукту, подовження строків його зберігання. У той же час вказана технологія сиру Філадельфія потребує удосконалення рецептурного складу, зокрема уточнення складу і раціонального вмісту сучасних стабілізаторів та композиційних стабілізуючих систем, а також дослідження можливості застосування нових смако-ароматичних інгредієнтів для формування унормованих показників якості сиру вершкового, його збагачення та запобігання виникненню вад консистенції, смаку і запаху під час зберігання продукту. Саме цей напрям буде обрано для проведення науково-дослідної роботи прикладного характеру.

Висновки до розділу 1

Аналіз науково-технічної літератури показав, що крем-сир є технологічно гнучким молочним продуктом, якість, текстура, реологічні та сенсорні властивості якого значною мірою визначаються сукупною дією хімічного складу сировини (вміст жиру, білка, співвідношення білок/волога), параметрів ключових технологічних операцій (гомогенізація, термічне оброблення, рівень рН ферментації, спосіб відділення сироватки, метод фасування) та застосуванням харчових добавок, насамперед стабілізаторів.

Встановлено, що найбільш суттєвий вплив на формування ніжної кремової консистенції, намазуваність, твердість та стабільність крем-сиру мають:

- тиск і ефективність гомогенізації (зменшення розміру жирових глобул та їх інтеграція в білкову матрицю);
- інтенсивність термічного оброблення (денатурація сироваткових білків та їх включення до структури);
- кінцевий рівень рН (4,4–4,8), що впливає на щільність білкової мережі та сенсорно сприйману кислотність;
- наявність і тип стабілізуючих систем (ксантанова, гуарова, камедь ріжкового дерева, карагенан, пектин та їх синергетичні комбінації).

Серед сучасних технологій виробництва крем-сиру найбільшу перспективу має спосіб з термомеханічним обробленням нормалізованої суміші та гарячим

фасуванням, характерний для сиру Філадельфія, який забезпечує мінімальні втрати сухих речовин, високу продуктивність, широкі можливості цілеспрямованого формування фізико-хімічних, реологічних та органолептичних показників, а також подовження термінів зберігання продукту.

Разом з тим виявлено недостатню вивченість комплексного впливу комбінацій технологічних параметрів і сучасних стабілізуючих систем на запобігання основним вадам крем-сиру (синерезис, зернистість, надмірна кислотність, відокремлення сироватки під час зберігання), а також на формування стабільної консистенції та бажаного сенсорного профілю при використанні гарячого фасування.

Таким чином, подальші дослідження доцільно спрямувати на розроблення та вдосконалення рецептурно-технологічних рішень для виробництва крем-сиру Філадельфія методом термомеханічного оброблення з гарячим фасуванням з використанням сучасних композиційних стабілізаторів та функціональних інгредієнтів з метою отримання продукту з високими та стабільними споживчими характеристиками і запобігання виникненню технологічних вад протягом усього терміну придатності.

РОЗДІЛ 2

Організація проведення дослідження

Науково-дослідну роботу було виконано в умовах навчальної лабораторії кафедри технології молока і молочних продуктів НУХТ.

Метою наукового дослідження є адаптація технології і рецептури крем-сиру по типу Філадельфія до вітчизняної сировинної і технічної бази.

Для досягнення мети наукового дослідження було сформульовано наступні завдання:

- провести порівняльний аналіз різних способів виробництва крем-сиру та обрати найбільш економічно доцільний;
- проаналізувати стандартний хімічний склад крем-сиру Філадельфія і вимоги до його якості як базу порівняння для розроблення нової типової рецептури, а також обґрунтувати вибір наповнювача для адаптованої рецептури крем-сиру;
- обрати та опанувати методи дослідження показників якості крем-сиру, модифікувати окремі методи;
- дослідити показники якості типової рецептури крем-сиру Філадельфія з метою застосування сиру кисломолочного 5% як молочно-білкової основи;
- за комплексом показників якості обґрунтувати оригінальну рецептуру крем-сиру з наповнювачем на основі обраної типової рецептури;
- уточнити технологічні режими виробництва крем-сиру з наповнювачем;
- дослідити динаміку зміни показників якості крем-сиру з наповнювачем впродовж зберігання та визначити рекомендований строк придатності продукту до споживання;
- розробити апаратурно-технологічну і параметричну схеми виробництва крем-сиру Філадельфія з наповнювачем, оцінити соціально-економічного ефекту від впровадження наукової розробки.

Відповідно до завдань наукового дослідження було розроблено схему (програму) з вказанням окремих етапів роботи, наведену у п.п. 2.1. У цьому ж розділі також наведено перелік сировини та матеріалів, методи визначення показників якості сировини, модельних систем та готового продукту, а також методи математично-статистичного оброблення результатів дослідження.

2.1 Схема проведення наукового дослідження

Проведення експерименту передбачає застосування методологічного підходу до послідовного виконання окремих його етапів, які підпорядковані меті дослідження. Для проведення дослідження, відповідно до сформульованих у вступі завдань, було розроблено схему, наведену на рис. 2.1.

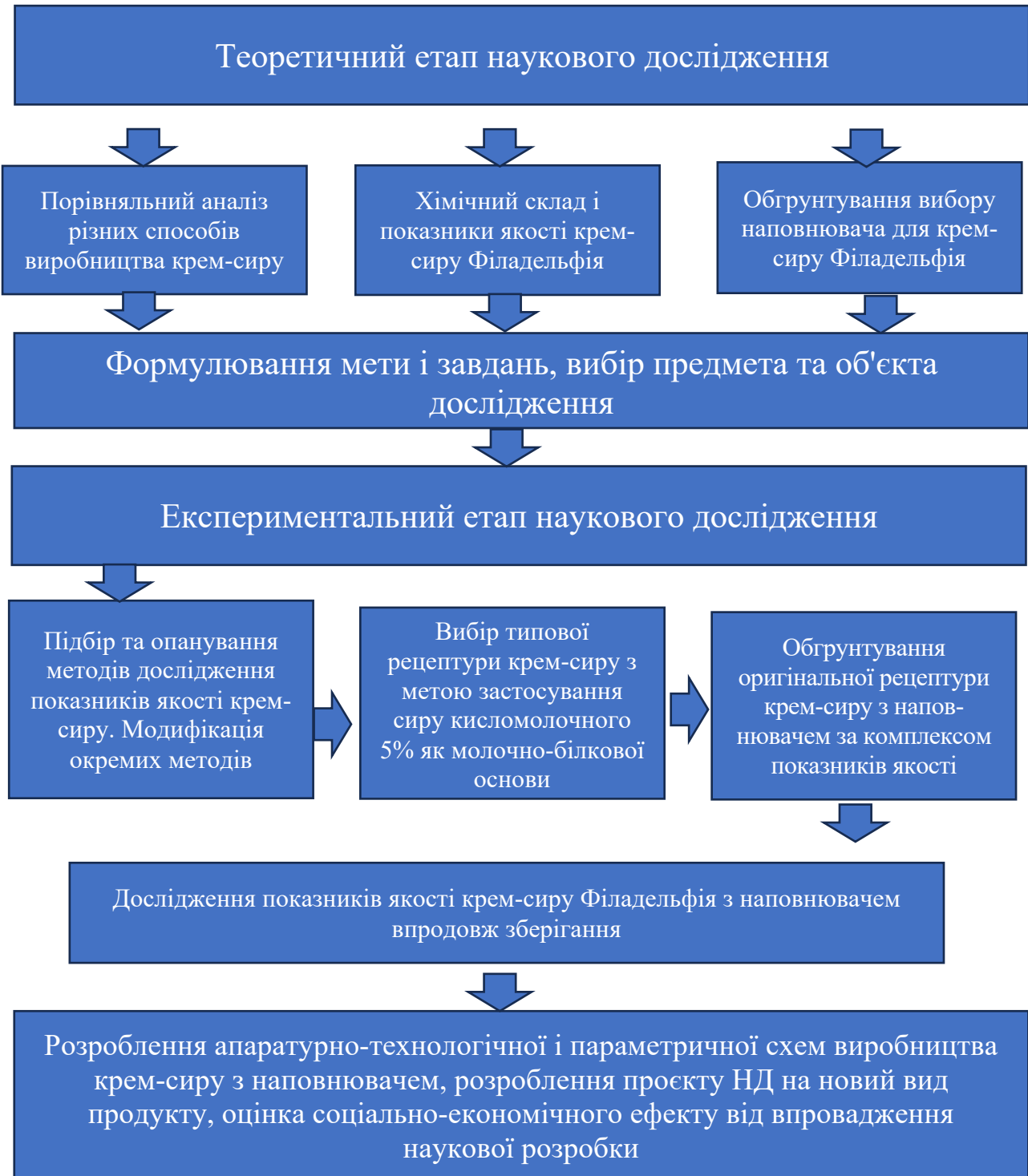


Рисунок 2.1 – Схема проведення наукового дослідження

Етапи, вказані на схемі, співзвучні сформульованим завданням і передбачають виконання експерименту, який починається з аналізу сучасного стану та обґрунтування актуальності обраного напрямку наукової роботи, продовжується безпосереднім виконанням наукового дослідження та обговоренням одержаних результатів і закінчується аналізом соціально-економічного ефекту результатів прикладного дослідження.

2.2 Сировина та матеріали

Для проведення дослідження було використано наступні види сировини:

- сир кисломолочний 5% жиру згідно ДСТУ 4554:2006
- сухе знежирене молоко згідно з ДСТУ 4273:2006
- масло вершкове згідно ДСТУ 4399:2005
- геланова камідь згідно ДСТУ EN 12847 / Codex Alimentarius E418
- карбоксиметилцелюлоза згідно ДСТУ EN 12844 / Codex Alimentarius E466
- какао-порошок згідно ДСТУ 3961:2009.

Вимоги до сиру кисломолочного згідно з ДСТУ 4554:2006, застосовано для одержання контрольного зразку, наведено у табл. 2.1, табл. 2.2 і табл. 2.3.

Таблиця 2.1 – Органолептичні показники сиру кисломолочного

Назва показника	Характеристика
Консистенція та зовнішній вигляд	М'яка, мазка. Дозволене незначне виділення сироватки
Смак та запах	Характерний кисломолочний, без сторонніх присмаків та запахів

Таблиця 2.2 – Фізико-хімічні показники сиру кисломолочного

Назва показника	Норма
Масова частка жиру, %	5
Масова частка білка, %, не менше ніж	14
Масова частка вологи, %	Від 65 до 80
Кислотність титрована, °Т, в межах	Від 170 до 250
Фосфатаза	Не дозволено
Температура під час випуску з підприємства-виробника, °С, не вище	4±2

Таблиця 2.3 – Мікробіологічні показники сиру кисломолочного за ДСТУ 4554:2006

Назва показника	Норма
Кількість молочнокислих бактерій, КУО в 1г продукту, не менше	1*10 ⁶
Бактерії групи кишкової палички (коліформи) в 0,01 г продукту з терміном зберігання понад 72 год	Не дозволено
Кількість дріжджів, КУО в 1 г продукту, не більше	100
Патогенні мікроорганізми, зокрема <i>Salmonella</i> , в 25 продукту	Не дозволено
<i>Staphylococcus aureus</i> , в 0,01 г продукту	Не дозволено

Мікробіологічні показники молока сухого знежиреного згідно з ДСТУ 4273:2006, наведено у табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Мікробіологічні показники сухих молочних продуктів

Назва показника	Норма					
	молоко знежирене сухе		молоко незбиране сухе		вершки сухі	
	в споживчій тарі	в транспортній тарі	вищій гатунок	перший гатунок	вищій гатунок	перший гатунок
Кількість мезофільних і факультативно анаеробних						
мікроорганізмів, КУО в 1 г продукту, не більше	$1,0 \times 10^5$	$5,0 \times 10^4$	$5,0 \times 10^4$	$7,0 \times 10^4$	$5,0 \times 10^4$	$7,0 \times 10^4$
Бактерії групи кишкових паличок (коліформи) в 0,1 г продукту	Не допускається					
Патогенні мікроорганізми, в т.ч. бактерії роду Сальмонела, в 25 г продукту	Не допускається					
<i>S. aureus</i> , в 1 г продукту	Не допускається					

Фізико-хімічні показники сухого знежиреного молока наведено у табл. 2.5.

Таблиця 2.5 – Фізико-хімічні показники сухого знежиреного молока

Назва показника	Норма		Метод контролювання
	В спожитковій тарі	В транспортній тарі	
Масова частка вологи, не більше, % - молока розпилювального - молока плівкового	4,0 -	5,0 5,0	ГОСТ 29246
Масова частка жиру, не більше, %	1,5	1,5	ГОСТ 29247
Масова частка білка, не менше, %	32,0		ГОСТ 25179
Масова частка лактози, не менше, %	50,0	0,4	ГОСТ 29248
Індекс розчинності сирого осаду, не більше, см ³ : - молока розпилювального - молока плівкового	0,2 -	1,5	ГОСТ 30305.4
Кислотність, не більше, °Т, не більше	20,0	21,0	ГОСТ 30305.3
Чистота, не нижче, група	I	II	ГОСТ 29245

Мікробіологічні показники масла вершкового згідно з ДСТУ 4399:2005, наведено у табл. 2.6.

Таблиця 2.6 – Мікробіологічні показники масла вершкового

№ п/п	Показник	Норма для гатунків	
		Екстра, вищий	Перший
1	Кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів (КМАФАнМ), КУО в 1 г, не більше	1×10^5	5×10^5
2	Бактерії групи кишкових паличок (коліформи) в 0,001 г продукту	не допускаються	не допускаються
3	<i>S. aureus</i> в 0,01 г продукту	не допускаються	не допускаються
4	Патогенні мікроорганізми, в тому числі бактерії роду <i>Salmonella</i> , в 25 г продукту	не допускаються	не допускаються
5	Лістерії (<i>L. monocytogenes</i>) в 25 г продукту	не допускаються	не допускаються
6	Дріжджі та плісняви разом, в 1 г, не більше	100	200

Фізико-хімічні показники масла вершкового наведено у табл. 2.7.

Таблиця 2.7 – Фізико-хімічні показники масла вершкового

№ п/п	Показник	Норма для гатунків		
		Екстра	Вищий	Перший
1	Масова частка жиру, %, не менше	82,5	80,0	72,5
2	Масова частка вологи, %, не більше	16,0	16,0	18,0

№ п/п	Показник	Норма для гатунків		
		Екстра	Вищий	Перший
3	Масова частка сухого знежиреного молочного залишку, %, не більше	2,0	2,0	8,0
4	Масова частка кухонної солі (для солоного масла), %	1,0–1,5	1,0–1,5	1,0–1,5
5	Кислотність жирової фази, °К (градуси Кетшторфера), не більше	2,5	3,0	3,5
6	Кислотність плазми, °Т (градуси Тернера), не більше	20	22	26
7	Температура плавлення молочного жиру, °С	28–35	28–35	28–35
8	Ступінь очищення (група чистоти)	I	I	I або II
9	Термостійкість при 25 °С (для масла, що зберігається при плюсових температурах)	витримує випробування	витримує випробування	—

На рис 2.2 наведено документ-специфікацію на обраний вид низькоацетильованої геланової камеді.

Специфікація Gellan Gum LR 100

Вступ

Геланова камедь — це високомолекулярний позаклітинний мікробний полісахарид, отриманий шляхом аеробної ферментації чистої культури *Sphingomonas elodea*. Геланова камедь LR 100 є очищеною низькоацетильованою формою. Як желювальний агент та покращувач текстури, LR 100 здебільшого застосовується у водних желе, кондитерських виробках, джемах, фруктових наповнювачах, харчових продуктах для людей похилого віку, вегетаріанських стравах, кормах для тварин та інших гелевих продуктах.

У напоях з суспензією її можна використовувати як у безперервній фазі, так і у вигляді зважених гелевих частинок. У безперервній фазі утворює кристально прозорі, високо псевдопластичні «рідкі гелі», що забезпечують чудову стабілізацію суспензії, приємне відчуття в роті та ефективне вивільнення смакових речовин.

У водних желе та інших гелевих продуктах геланова камедь LR 100 демонструє добру термостійкість і широкий спектр унікальних текстур, що залежать від рівня використання та складу рецептури. Рекомендована норма використання:

- **0,10%–1,00%** у гелевих застосуваннях
- **0,01%–0,03%** у напоях із суспензією

Геланова камедь LR 100 є універсальною та може комбінуватись з іншими гідроколідами, емульгаторами, мінеральними солями, жирами та целюлозними похідними для досягнення бажаних текстур, смаку та інших властивостей продукту.

Характеристики та переваги

	Характеристика	Переваги
A	Сильні желювальні властивості при низькому дозуванні	Утворює міцні ламкі гелі з високою водоутримувальною здатністю та інтенсивним вивільненням смаку
B	Висока прозорість	Забезпечує привабливий зовнішній вигляд продукту
C	Висока псевдопластичність	Добра здатність до суспендування, «тане в роті», зручність у виробництві
D	Висока температура плавлення	Формує термостійкі гелі
E	Кислотостійкість	Мінімальна деградація при низькому pH і високих температурах

Рисунок 2.2 – Специфікація низькоацетильованої геланової камеді LR 100 від виробника GBH-Bioscience

2.3 Методи дослідження

Органолептичну оцінку крем-сиру проводили в добре освітленому, провітрюваному приміщенні без сторонніх запахів відповідно до ДСТУ 5538:2008 (ISO 22935:2009) «Молоко та молочні продукти. Органолептична оцінка» та ДСТУ 4554:2006 «Сири м'які. Загальні технічні умови».

Для визначення запаху відбирали 30–40 г крем-сиру в чисту суху колбу ємністю 100 см³ з притертою скляною пробкою, попередньо дезодоровану шляхом нагрівання в сушильній шафі при температурі (100 ± 5) °С протягом не менше 30 хв з подальшим охолодженням до кімнатної температури. Колбу щільно закривали, витримували 10–15 хв при температурі (20 ± 2) °С, після чого швидко відкривали і одразу визначали характер та інтенсивність запаху.

Смак і післясмак оцінювали при температурі продукту $(18–20)$ °С. Для цього 10–15 г крем-сиру набирали одноразовою пластиковою або скляною ложечкою, розподіляли по всій поверхні ротової порожнини і утримували 8–10 секунд. Після кожної проби ротову порожнину прополіскували теплою $(35–40)$ °С дистильованою або питною водою без газу не менше 3 разів.

Колір визначали візуально при денному розсіяному світлі або при люмінесцентному освітленні з кольоровою температурою 6500 К у чистому посуді з безбарвного скла чи на білій керамічній пластинці. Оцінювали однорідність і характерний відтінок поверхні та на зрізі (розрізі).

Консистенцію і зовнішній вигляд оцінювали при температурі (20 ± 2) °С. Продукт перемішували скляною або пластиковою паличкою (20–25 обертів) і візуально визначали ступінь однорідності, блискучість, наявність або відсутність сироватки на поверхні, здатність тримати форму при намазуванні на поверхню.

Загальну органолептичну оцінку проводили п'ятьма підготовленими дегустаторами (членами атестованої дегустаційної комісії) за 10 бальною шкалою IDF (з урахуванням коефіцієнтів вагомості окремих показників), адаптованою для м'яких сирів (табл. 2.8).

Таблиця 2.8 – Органолептична оцінка якості крем-сиру

№п/п	Характеристика показників	Зниження балів	Якість, бали
1. Колір і зовнішній вигляд (1,5 бали)			
1.1	Білий або кремовий, однорідний по всій масі, блискучий на розрізі	–	1,5 (відмінний)
1.2	Ледь жовтуватий або матовий	0,5	1,0 (добрий)
1.3	Сіруватий, з плямами, тьмянний	1,0	0,5 (задовільний)
1.4	Сторонні відтінки, значна неоднорідність	1,5	0 (незадовільний)
2. Консистенція (4 бали)			
2.1	Однорідна, ніжна, кремова, легко намазувана, без крупинок і грудочок	–	4 (відмінна)
2.2	Достатньо однорідна, незначні грудочки або слабе відділення сироватки	0,5–1,0	3–3,5 (добра)
2.3	Зерниста, пісочна, значне відділення сироватки	1,5–2,0	2–2,5 (задовільна)
2.4	Рідка, тягуча, з великою кількістю сироватки або дуже щільна, крошлилива	3,0–4,0	0–1 (незадовільна)
3. Запах (2 бали)			
3.1	Чистий, ніжний кисломолочний, приємний	–	2 (відмінний)
3.2	Слабко виражений або надмірно кислий	0,5	1,5 (добрий)

№п/п	Характеристика показників	Зниження балів	Якість, бали
3.3	Дріжджовий, оцтовий, сторонній	1,0–1,5	0,5–1 (задовільний)
3.4	Гнилий, пліснявий, запах пакувального матеріалу	2,0	0 (незадовільний)
4. Смак (3,5 бали)			
4.1	Чистий, ніжний кисломолочний, приємний, злегка солонуватий (для солоних варіантів)	–	3,5 (відмінний)
4.2	Слабко виражений або надмірно кислий/солоний	0,5	3,0 (добрий)
4.3	Гіркий, металевий, дріжджовий	1,0	2,5 (задовільний)
4.4	Пліснявий, прогірклий, з різким стороннім присмаком	2,0–3,5	0–1,5 (незадовільний)
Загальний бал (сума)	Рівень якості	Висновок щодо реалізації	
9,0 – 10,0	Відмінний	Вищий ґатунок, преміум-якість	
7,0 – 8,9	Добрий	Перший ґатунок, повна відповідність стандарту	
4,0 – 6,9	Задовільний	Допускається до реалізації	
0 – 3,9	Неприйнятний (брак)	Реалізація заборонена, продукт підлягає переробці або утилізації	

Визначення термостійкості крем-сиру

З витриманих впродовж доби при 4-6°C зразків сиру вирізають циліндри висотою 20 мм та діаметром 20 мм і обережно розміщують їх на скляній пластинці (з номерами зразків) на відстані 2-3 см один від іншого. Потім пластинку із зразками поміщають до повітряного термостату з температурою в ньому 30°C, де витримують 2 години.

По закінченню витримки пластинки із зразками обережно дістають із термостата, кладуть на міліметровий папір і вимірюють діаметр основи кожного циліндрика. Якщо основа має еліпсоподібну форму, то вимірюють максимальний та мінімальний діаметри і вираховують середнє значення. Показником термостійкості (К) є відношення початкового діаметру (D_0) основи циліндрика до його діаметру після термостатування (D)

$$K = \frac{D_0}{D} \quad (2.1)$$

Величина показника термостійкості (К), яка близька до одиниці характеризує високу термостійкість, а інші величини цього показника – знижену.

Шкалу для оцінки термостійкості масла наведено у табл. 2.9.

Таблиця 2.9 - Шкала для оцінки термостійкості масла

Характеристика масла	Показник термостійкості
Добра	1,0 – 0,86
Задовільна	0,85 – 0,7
Незадовільна	нижче 0,7

Визначення вмісту вологи у крем-сирі шляхом висушування зразків

Масову частку вологи в крем-сирі визначали арбітражним методом висушування до постійної маси згідно з ДСТУ 8550:2015. Для цього порожню бюксу з кришкою висушували при (102 ± 2) °С, охолоджували в ексікаторі й зважували (m_0), після чого швидко вносили 3–5 г добре перемішаного крем-сиру й зважували знову (m_1). Відкриту бюксу разом із кришкою розміщували в сушильній шафі при (102 ± 2) °С, висушували 3 години, закривали кришкою, охолоджували в ексікаторі 25–30 хв і зважували (m_2). Висушування повторювали по 1 годині до досягнення постійної маси (різниця між зважуваннями $\leq 0,0005$ г). Масову частку вологи (W, %) розраховували за формулою:

$$W = (m_1 - m_2) / (m_1 - m_0) \times 100, \quad (2.2)$$

Проводили два паралельні визначення й брали середнє значення з точністю до 0,01 %.

Визначення мікроструктури крем-сиру за допомогою мікроскопа

Мікроструктуру зразків крем-сиру вивчали методом світлової мікроскопії. Невелику кількість добре перемішаного продукту наносили тонким шаром на предметне скло, накривали покривним скельцем і розглядали препарат при збільшенні $\times 150$. Оцінювали однорідність білкової матриці, розміри та рівномірність розподілу жирових глобул, наявність порожнин, грудочок або ознак синерезису. Мікрофотографії отриманих зразків наводили в розділі результатів для наочної ілюстрації впливу технологічних режимів на формування структури крем-сиру.

Визначення активної кислотності крем-сиру

Активну кислотність крем-сиру визначали потенціометричним методом за допомогою рН-метр,а відповідно до ДСТУ 8550.

Визначення вмісту білку та жиру розрахунковим методом

Масову частку жиру та білка в крем-сирі визначали розрахунковим методом на основі відомого хімічного складу вихідної сировини.

Вміст жиру (Ж, %) розраховували за формулою:

$$Ж = (M_1 \times Ж_1 + M_2 \times Ж_2) / 100, \quad (2.3)$$

де M_1 та M_2 — частка масла та сиру кисломолочного, % до загальної маси; $Ж_1$ та $Ж_2$ — масова частка жиру в маслі та сиру кисломолочному відповідно (за даними лабораторного аналізу сировини), %.

Вміст білка (Б, %) розраховували аналогічно:

$$Б = (M_1 \times Б_1 + M_2 \times Б_2) / 100, \quad (2.4)$$

де $Б_1$ та $Б_2$ — масова частка білка в сухому знежиреному молоці та сирі кисломолочному відповідно, %.

2.4 Математично-статистичне оброблення результатів дослідження

Повторюваність досліджень – 3-5 кратна при заданій довірчій ймовірності $P \geq 0,95$. Математичну обробку результатів проводили за допомогою комп'ютерної програми Microsoft Excel.

Визначали такі основні статистичні показники: середнє арифметичне вимірювальної величини (x); відхилення від середньої величини дисперсію (S^2), середнє квадратичне відхилення \bar{S} ; похибку середнього арифметичного значення $S_{\bar{x}}$; довірчі границі (верхню та нижню $\bar{x} \pm \varepsilon_p$).

Висновки до розділу 2

1. У ході планування наукового дослідження було розроблено схему його проведення, яка передбачає окремі етапи і підетапи, спрямовані на досягнення сформульованої мети науково-дослідної роботи.
2. Надано інформацію щодо основної та допоміжної сировини, яка використовувалася при проведенні серії експериментів, передбачених схемою проведення наукової роботи.
3. Наведено основні методи досліджень сировини і готової продукції, з посиланнями на відповідну чинну нормативну документацію. Описано основні методики визначення органолептичних та фізико-хімічних показників досліджуваної сировини та готової продукції. Методи математично-статистичного оброблення результатів дослідження.

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1. Обґрунтування доцільності удосконалення технології крем-сиру Філадельфія з наповнювачем какао

Крем-сир є одним із найпопулярніших м'яких сирів у світі та в Україні завдяки універсальності застосування: як намазка на хліб, основа для чізкейків і кремів, десертна складова, начинка кондитерських виробів та самостійний десерт при додаванні солодких наповнювачів. Особливо швидко зростає сегмент крем-сирів із солодкими смаками, серед яких шоколадний (з какао) посідає провідне місце поряд із ванільним і карамельним. Такий продукт сприймається споживачами як більш здорова альтернатива класичним шоколадним пастам типу «Nutella», оскільки містить значно менше цукру та пальмової олії, а також є джерелом молочного білка й кальцію.

На ринку України шоколадний крем-сир представлений переважно імпортними брендами (Philadelphia, Almette, President, VioLife тощо). Основними недоліками наявних технологій при введенні какао-порошку є:

- нерівномірний розподіл какао-частинок і поява темних вкраплень;
- швидке осідання какао в тарі під час зберігання;
- значне потовщення консистенції через високу водо- і жиропоглинальну здатність какао;
- погіршення намазувальних властивостей;
- можливе посилення гіркуватого присмаку та зниження загальної сенсорної привабливості.

Водночас використання технології термомеханічного оброблення суміші з гарячим фасуванням (по типу «Філадельфія») відкриває принципово нові можливості для введення какао-порошку:

- какао вводиться на етапі внесення усіх сухих компонентів разом із цукром-піском або глюкозно-фруктозним сиропом, що забезпечує повне диспергування частинок і запобігає їх осіданню;

- інтенсивне механічне перемішування в котлах-плавителях типу Stephan або аналогах дозволяє отримати гомогенну шоколадно-молочну емульсію;
- гаряче фасування при 75-85 °С та підбір стабілізаторів фіксує однорідність структури та подовжує термін зберігання без синерезису.

Така технологія дає змогу виробляти крем-сир із вмістом какао-порошку 3,0–7 %, при цьому зберігаючи ніжну кремову консистенцію, високу намазуваність і стабільність протягом усього терміну придатності (до 90–120 діб при +2...+6 °С).

Використання натуральних какао-продуктів (алкалізований або натуральний какао-порошок жирністю 10–12 % або 20–22 %) не лише надає продукту привабливий шоколадний смак і колір, а й збагачує його поліфенолами, теоброміном та магнієм, що дозволяє позиціонувати крем-сир як функціональний продукт із антиоксидантними властивостями.

Таким чином, удосконалення технології крем-сиру з наповнювачем «какао» за способом термомеханічного оброблення з гарячим фасуванням є економічно й технологічно доцільним, оскільки дозволяє:

- створити вітчизняний продукт преміум-класу, що конкурує з імпортними аналогами;
- отримати стабільну однорідну консистенцію та інтенсивний шоколадний смак без гіркоти;
- розширити асортимент десертних крем-сирів українського виробництва;
- задовольнити зростаючий попит на натуральні молочно-шоколадні продукти з високою поживною цінністю та привабливою сенсорикою.

В інформаційному просторі наукові статті щодо обґрунтування рецептурного складу шоколадного крем-сиру відсутні, а в широкому доступі наявна лише науково-популярна інформація, яка стосується виготовлення крем-сиру у домашніх умовах і в умовах закладів ресторанного господарства. Тому розроблення нової рецептури шоколадного крем-сиру і розроблення технологічної схеми його виробництва в промислових умовах є актуальним науковим напрямом дослідження.

3.2. Дослідження впливу рецептурного складу на формування показників якості крем-сиру

На першому етапі експерименту було проаналізовано найважливіші чинники впливу на якісні показники крем-сиру.

До таких чинників можна віднести хімічний склад продукту, зокрема:

- вміст (дозування) стабілізаторів структури;
- вміст основних рецептурних компонентів (сир кисломолочний, масло вершкове, сухе знежирене молоко, цукор);
- вміст вологи в продукті;
- вміст какао-порошку в продукті.

З перелічених вище показників хімічного складу крем-сиру у даній науковій роботі будуть враховані:

- вміст вологи в продукті;
- вміст какао-порошку в продукті.

До другої групи чинників впливу на формування показників якості крем-сиру можна віднести:

- технологічні параметри технологічного процесу виробництва – температуру, тривалість термомеханічного оброблення, частоту обертів мішалки.

У якості **контрольного зразка** без наповнювача було обрано класичну рецептуру крем-сиру, в основі якої було застосовано сир кисломолочний, масло вершкове, сухе знежирене молоко, воду, сіль кухонну та суміш стабілізаторів.

Рецептуру контрольного зразка у кг на 1000 кг без врахування втрат наведено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 - Рецептатура контрольного зразка крем-сиру Філадельфія

Рецептурні компоненти	Маса, кг/1000 кг
Масло вершкове з м.ч.ж. 83,5%	287,5
Сир кисломолочний з м.ч.ж. 5%	230,0
Сухе знежирене молоко	68,5
Стабілізатор LA Gellan Gum (LR 100)	3,0
Стабілізатор GELCARIN CH 7345	3,0
Вода	400,0
Сіль	80,0
Всього	1000,0

Технологічний процес виробництва крем-сиру був реалізований із застосуванням комбайна Thermomix TM6 (Vorwerk, Німечина) (рис. 3.1.) відповідно до наступних послідовних етапів:

- розтоплення вершкового масла;
- внесення у чашу Thermomix TM6 відваженої кількості сиру кисломолочного, суміш сухих інгредієнтів та 50% води;
- перемішування суміші без підігріву на середній швидкості впродовж 40 с;
- перемішування суміші без підігріву на максимальній швидкості впродовж 30 с;
- внесення залишку рецептурної води та перемішування на максимальній швидкості без підігріву впродовж 1,5 хв;
- підігрів до 95 °С з перемішуванням на середній швидкості;
- перемішування на максимальній швидкості при 95 °С впродовж 1 хв;
- фасування.



Рисунок 3.1 – Обладнання марки Thermomix TM6 (Vorwerk, Німечина)

Зовнішній вигляд контрольного зразка сиру після охолодження наведено на рис. 3.2.



Рисунок 3.2 – Зовнішній вигляд контрольного зразка крем-сиру.

Органолептичні та фізико-хімічні показники зразку крем-сиру Філадельфія класичного складу наведені у табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Органолептичні та фізико-хімічні показники контрольного зразку

Показник	Характеристика
Смак і запах	Приємний, вершковий, без сторонніх присмаків і запахів
Зовнішній вигляд і консистенція	Однорідний, пастоподібний згусток. Злегка ламкий
Колір	Білий, рівномірний за всією масою
Вміст вологи в готовому продукті, %	57±1
Масова частка жиру в сухій речовині, %	66±1
Масова абсолютного жиру, %	25±1
Масова частка білку, %	5±0,5

Відповідно до табл. 3.2, слід відзначити, що контрольний зразок характеризується більшою щільністю за рахунок меншого вмісту вологи, оскільки при використанні Thermomix TM6 втрата вологи становить в середньому до 5-10 %. Це обумовлено негерметичністю обладнання, оскільки при нагріві до 95 °C частина вологи випаровується, і, відповідно, втрачається.

На наступному етапі дослідження були розроблені рецептури та виготовлені дослідні зразки крем-сиру з варійованим вмістом какао-порошку. Базовий рецептурний вміст сиру кисломолочного, вершкового масла, сухого знежиреного молока, стабілізаторів та цукру залишалися незмінними відносно контрольного зразка.

Така стабільність рецептурного складу була свідомим рішенням, що дало можливість чітко відокремити та оцінити виключно вплив какао-порошку на органолептичні, фізико-хімічні та мікроструктурні показники готового продукту без додаткових змінних. При цьому в процесі розрахунку рецептур змінювали лише

дозування какао-порошку (3 %, 5 % та 7 %) і відповідну кількість води, необхідну для балансування кінцевого вмісту вологи в межах 53–58 %.

Водночас отримані дані відкривають перспективну можливість для подальшого промислового вдосконалення технології: оскільки какао-порошок (особливо жирністю 10–12 %) вносить власний білок (\approx 19–22 %) і жир, то в майбутньому з'являється реальна можливість частково замінити найдорожчі молочні компоненти (сир кисломолочний і сухе знежирене молоко) без погіршення консистенції та смаку. Таке заміщення може знизити собівартість готового десертного крем-сиру на 7–12 % залежно від ринкових цін на сировину, що має важливе економічне значення та може стати предметом наступного етапу досліджень.

Також незмінним залишався технологічний процес (температурні режими, час витримки, частота обертів тощо) та послідовність виконання дій.

Рецептури крем-сиру Філадельфія з різним вмістом наповнювача какао наведені в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Рецептури дослідних зразків крем-сиру з наповнювачем какао

Рецептурні компоненти	Номер зразка		
	1	2	3
Масло вершкове з м.ч.ж. 73%	167,0	167,0	167,0
Сир кисломолочний з м.ч.ж. 5%	117,0	117,0	117,0
Сухе знежирене молоко	58,0	58,0	58,0
Стабілізатор LA Gellan Gum	4,0	4,0	4,0

Стабілізатор GELCARIN CH 7345	4,0	4,0	4,0
Какао-порошок	30,0	50,0	70,0
Вода	420,0	406,0	380,4
Цукор	200,0	200,0	200,0
Всього	1000,0	1000,0	1000,0

На рис. 3.3 наведено зовнішній вигляд дослідних зразків крем-сиру в порівнянні з контрольним зразком.



Зразок 3

Зразок 2

Зразок 1

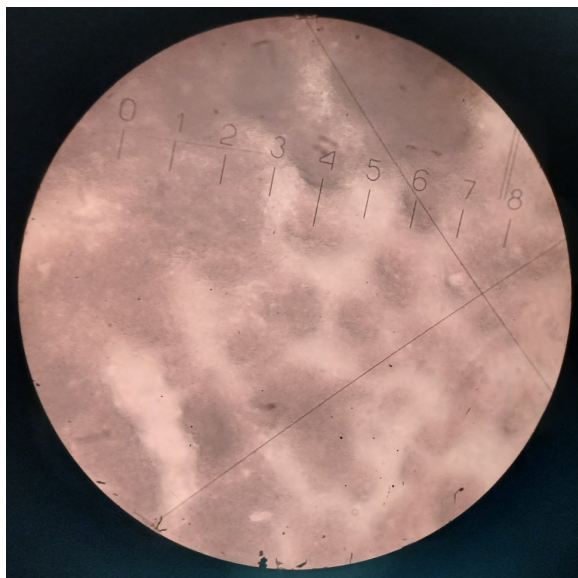
Контрольний зразок

Рисунок 3.3 – Дослідні зразки крем-сиру з наповнювачем какао

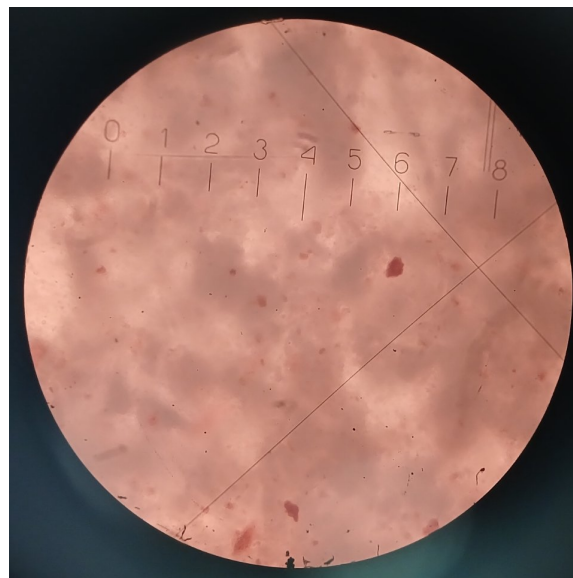
Відповідно до візуального аналізу 3-х зразків крем-сиру з наповнювачем какао, отриманих шляхом інтенсивного термомеханічного оброблення сумішей, можна зробити висновок, що досліджувані зразки мають пряму залежність за кольором та інтенсивністю забарвлення від вмісту в рецептурах какао-порошку.

Для усіх зразків характерна глясувата поверхня.

Також було проведено мікроструктурний аналіз усіх зразків крем-сиру з наповнювачем какао (рис. 3.4).



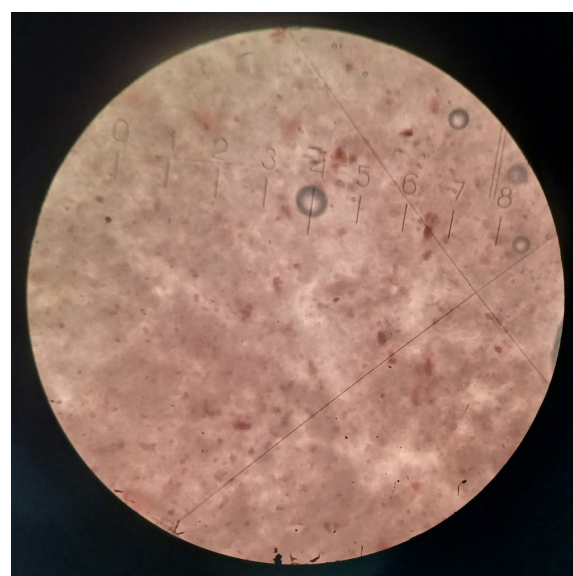
Контроль



Зразок 1



Зразок 2



Зразок 3

Рисунок 3.4 – Мікроструктура зразків крем-сиру з наповнювачем какао за збільшення 10x15

За результатами мікроструктурного аналізу зразків крем-сиру з наповнювачем какао можна зробити наступні висновки:

- **контрольний зразок** характеризується наявністю гідратованих білкових згустків з чітко вираженими водними прошарками доволі великих розмірів;

- **зразок 1** (масова частка какао-порошку 3 %) характеризується більш однорідною і компактною білковою матрицею, порожнини і білкові агрегати мають менші розміри, жирові глобулі дрібні, майже не візуалізуються, часточки

какао-порошку наявні у вигляді дрібних темно-коричневих вкраплень, добре диспергованих в об'ємі продукту;

- **зразок 2** (масова частка какао-порошку 5 %) містить більше частинок какао-порошку, білкова матриця в цілому залишається суцільною, але в ній наявні невеликі порожнини та ділянки з ослабленою структурою. Жирові глобули ідентифікуються як світлі, з легкою зернистістю фрагменти, які заповнюють порожнини білкової матриці, що може призводити до зниження мазких властивостей крем-сиру;

- **зразок 3** (масова частка какао-порошку 7%) містить більше дрібних частинок какао-порошку, структура згустку явно неоднорідна і ослаблена за відсутності характерних білкових згустків, їхні окремі ділянки виглядають «розрідженими» за наявності чисельних порожнин та тріщин, в білковій матриці наявні повітряні бульбашки, утворені внаслідок термомеханічного оброблення суміші. Така мікроструктура свідчить про порушення цілісності гелю, можливе зниження вологоутримувальної здатності та погіршення консистенції (продукт стає більш щільним, «пісочним», втрачає кремовість).

Таким чином, відповідно до результатів мікроструктурного аналізу, можна зробити висновок, що перевищення 5 %-вого вмісту какао-порошку спричинює порушення типової структури крем-сиру, що може призвести до виникнення нехарактерних для цього продукту органолептичних характеристик та/або виникнення вад консистенції.

Органолептичні та фізико-хімічні показники дослідних зразків крем-сиру представлені у табл. 3.4.

Таблиця 3.4 - Органолептичні та фізико-хімічні показники дослідних зразків крем-сиру

Показник	Номер зразка		
	1	2	3
Органолептичні показники			
Зовнішній вигляд і колір	Однорідна маса з глянсуватою поверхнею, колір привабливий світло-шоколадний, рівномірний за всім об'ємом	Однорідна маса глянсуватою поверхнею, колір виражений шоколадний, рівномірний за всім об'ємом	Однорідна маса з менш вираженою глянсуватістю, колір темний, шоколадно-коричневий, рівномірний за всім об'ємом
Консистенція	Ніжна, кремова, гладка, пластична, легко намазувана ложкою та ножем, не липне до поверхні, без крупинок і грудочок	Кремова, помітно густіша, добре намазувана, але з більшим опором, без крупинок	Густіша, пастоподібна, відчувається легка зернистість і «піщанистість», важче намазувати, залишає сліди на ножі
Запах	Чистий, добре виражений вершково-шоколадний аромат, приємні	Інтенсивний аромат какао з вираженими вершковими нотами	Дуже інтенсивний, домінуючий запах какао, з'являються легкі терпкі та гіркуваті ноти

Показник	Номер зразка		
	1	2	3
	молочні та шоколадні ноти, без сторонніх запахів		
Смак	Гармонійний, ніжний вершково-шоколадний, приємна солодкість, легка молочна кислотність, тривалий приємний післясмак	Насичений шоколадний смак, виражена солодкість, з'являється легка приємна, притаманна шоколаду гіркуватість у післясмаку	Інтенсивний шоколадний, відчутна терпкість і гіркота, що перекриває молочні ноти, післясмак тривалий, з вираженою гіркуватістю
Загальна бальна оцінка (за 10-бальною шкалою, n=5)	9,85 ± 0,40	9,50 ± 0,35	8,20 ± 0,28
Характеристика якості	Відмінна	Відмінна	Добра
Фізико-хімічні показники			
Масова частка вологи, %	55,6	54,2	53,0
Масова частка жиру	13,0	13,29	13,5

Показник	Номер зразка		
	1	2	3
(абсолютного), %			
Масова частка білка, %	4,13	4,56	5,05
Масова частка сухих речовин, %	44,4	45,8	47,0

Відповідно до проведеної органолептичної оцінки, найвищий рівень якості отримав зразок 1, хоча зразок 2, не зважаючи на занадто яскравий шоколадний колір і присмак також може бути рекомендований до промислового впровадження.

Додатково було визначено термостійкість крем-сиру шляхом витримування сформованих за допомогою маслопробного щупу зразків висотою 20 мм та діаметром 20 мм у термостатній камері за температури 30 °С з витримуванням впродовж 2-х годин.

На рис 3.5 наведено зовнішній вигляд дослідних зразків крем-сиру до та після термостатування.

Тест на термостабільність зразків крем-сиру з наповнювачем какао та контрольного зразка свідчить про стабільність усіх зразків при перепадах температури. Жоден із зразків не змінив структуру, не виявив ознак синерезису тощо.

Це обумовлено правильним вибором технологічно ефективного стабілізатору – низькоацетильованої геланової камеді.

Даний гідроколоїд надає яскраво виражені термостабільні властивості готовому продукті, має широкий спектр функціонально-технологічних властивостей.

У розділі 2 наведено специфікацію для цього виду гідроколоїду.



а



б

Рисунок 3.5 – Структура зразків крем-сиру з наповнювачем какао: а – крем-сир до термічного тесту; б – крем-сир після термічного тесту

3.3. Визначення раціональної тривалості термомеханічного оброблення вершково-шоколадної суміші

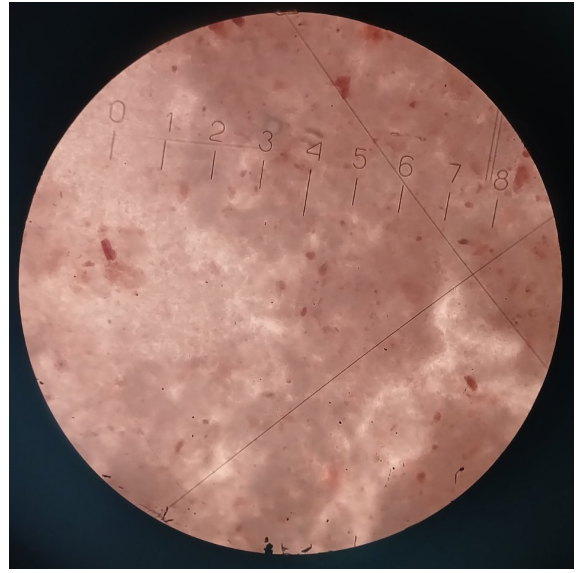
Визначення раціональної тривалості термомеханічного оброблення вершково-шоколадної сирної суміші за допомогою комбайну Thermomix TM6 проводили на прикладі зразка 2 з середнім вмістом какао-порошку 5 %.

Перемішування вершково-шоколадної сирної суміші проводили на максимальній швидкості при 95 °С впродовж 0,5, 1,0, 1,5 і 2,0 хв.

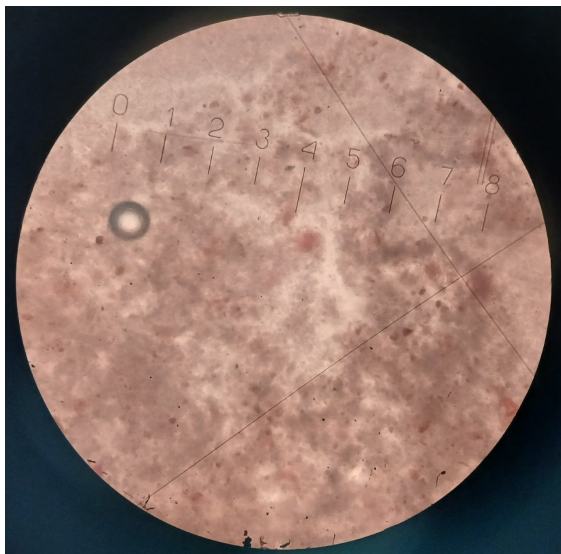
Оцінювали органолептичне сприйняття готового продукту, а також мікроструктуру зразка (рис. 3.6).



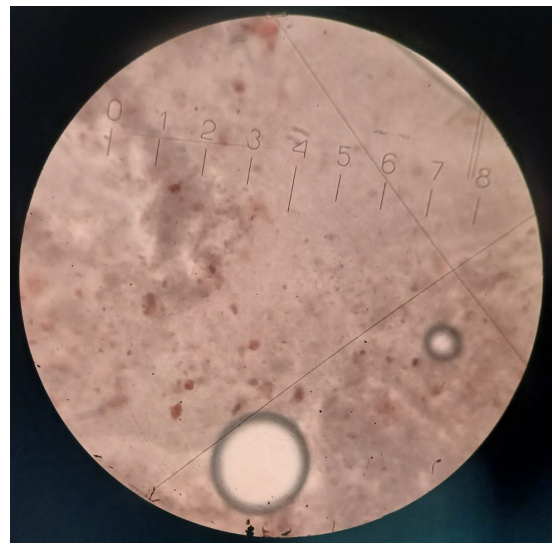
0,5 хв



1,0 хв



1,5 хв



2,0 хв

Рисунок 3.6 – Мікроструктура зразків крем-сиру з масовою часткою какао-порошку 5 % за різної тривалості термомеханічного оброблення

На рис. 3.7 наведено зовнішній вигляд поверхні крем-сиру, одержаного за різної тривалості термомеханічного оброблення.

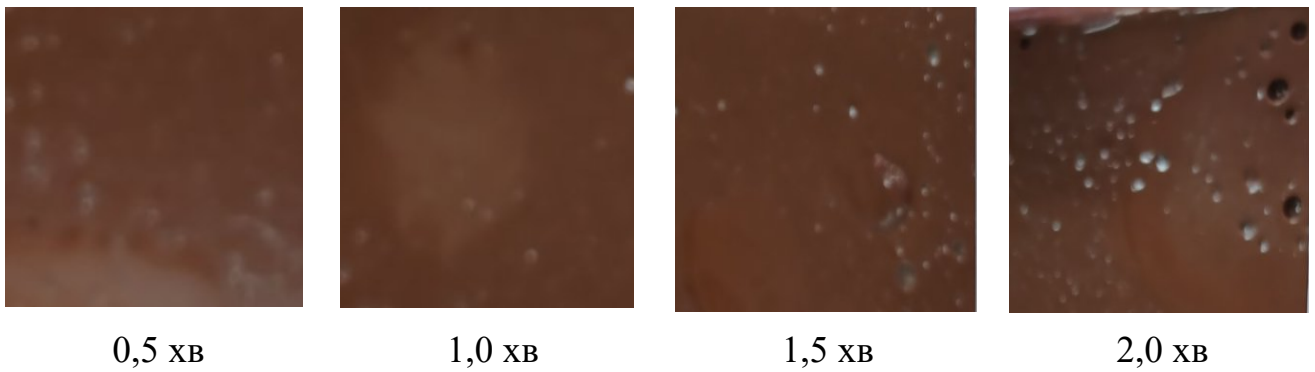


Рисунок 3.7 – Зовнішній вигляд поверхні крем-сиру, одержаного за різної тривалості термомеханічного оброблення

З рис. 3.7 видно, що перевищення тривалості термомеханічного оброблення сумішей більше 1 хв за температури 95 °С призводило до руйнування цілісності структури крем-сиру і до насиченості його повітрям, що особливо виражено для зразка, який обробляли впродовж 2-х хвилин.

Органолептична оцінка зразків також підтвердила порушення цілісності структури для цього зразка. Найкраще загальне сприйняття крем-сиру було виявлено для зразків, які оброблювали не довше 1 хв. Саме таку тривалість термомеханічного оброблення було обрано як рекомендовану для застосування у технологічній схемі виробництва крем-сиру Філадельфія з какао.

3.4. Дослідження динаміки зміни показників якості крем-сиру шоколадного впродовж зберігання

Дослідні зразки вершкового сиру зберігали при температурі холодильної камери $4\pm 1^\circ\text{C}$ впродовж 21 доби. Через кожні 7 діб визначали активну і титровану кислотність, а також органолептичні показники.

Результати дослідження наведено на рис. 3.8.

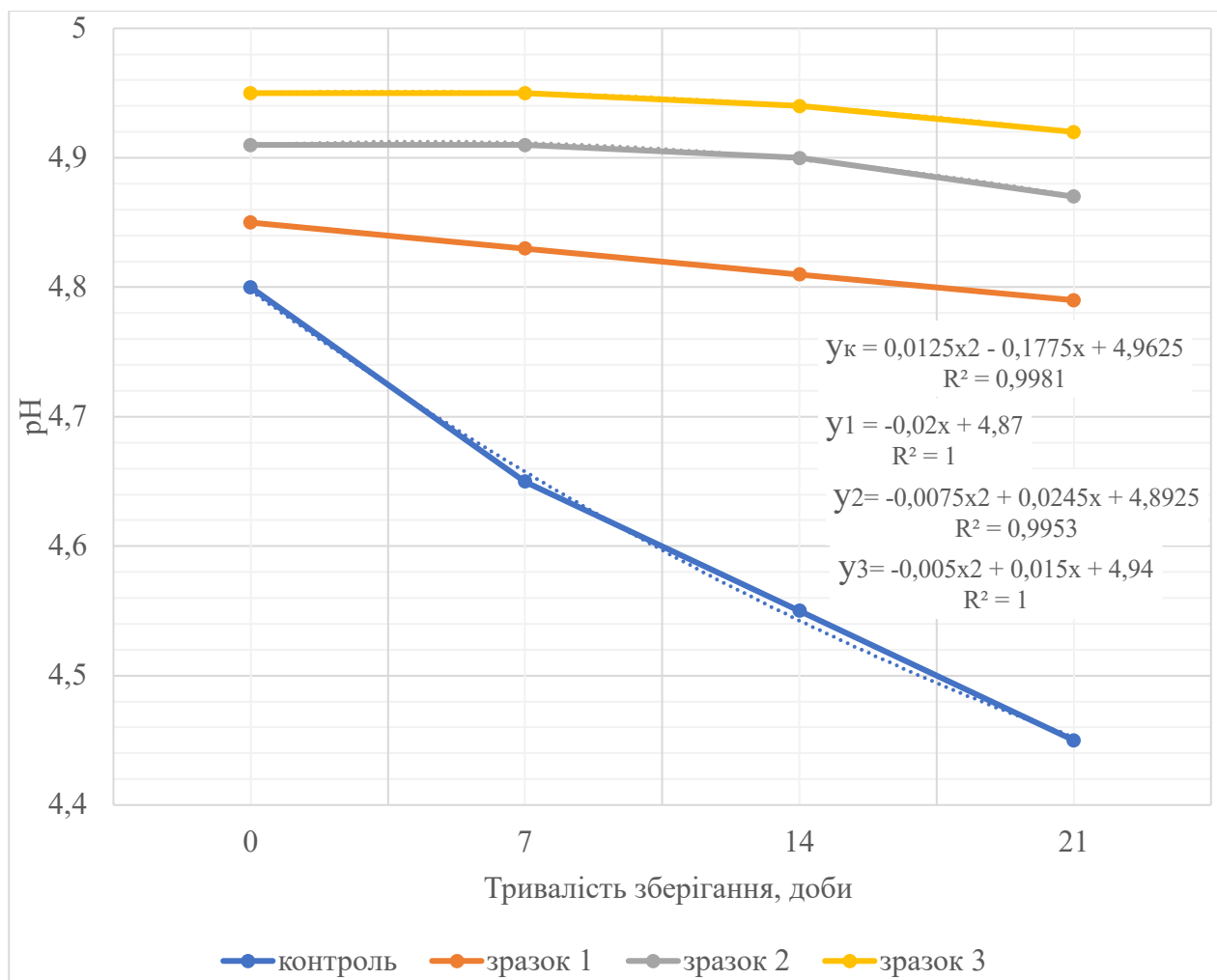


Рисунок 3.8 – Динаміка зміни активної кислотності зразків крем-сиру впродовж зберігання

Згідно даним рис. 3.8, підвищення вмісту у крем-сирі какао-порошку від 3 до 7% відповідно підвищувало активну кислотність зразків крем-сиру на 0,05–0,15 од. рН, бо какао має вищий рН. Зокрема, більшість натуральних какао-порошків має рН ≈ 5.2 – 6.0 . Оскільки какао є слабким буфером і слабокислим продуктом, то воно якби «розбавляє» кислотність крем-сиру. Какао-порошок містить поліфеноли, жир (10–20 %), білки і клітковину. Впродовж зберігання какао-порошок дещо стримувало подальше зниження активної кислотності, що пояснюється буферним ефектом, який виявляють білки какао. Цей ефект був також встановлений Quiroz-Eraso S. et al. [48].

Завдяки вказаному буферному ефекту впродовж зберігання спостерігалось дуже незначне зниження рН усіх зразків – на рівні від 0,05-0,1 од рН до 0,2-0,35 од. рН. Стабілізація мікробного фону продукту також пов'язана з високотемпературним

обробленням сирної маси перед фасуванням продукту на рівні 95 °С, а також із застосуванням технологічно ефективних стабілізаторів структури, які зв'язують вільну вологу і знижують мікробну активність залишкової мікрофлори.

Отже, рН крем-сиру з какао відрізняється високою стабільністю впродовж усього терміну зберігання, при цьому зменшується ризик виникнення надмірної кислотності продукту. Цікавим є також те, що синерезису у зразках з какао-порошком не було виявлено навіть наприкінці зберігання, що підтверджує високу технологічну активність застосованого стабілізатора. У межах заданого вмісту какао-порошку динаміка зміни показників якості була доволі наближена для усіх зразків.

Впродовж усього терміну зберігання значних змін органолептичних показників не було виявлено. Відповідно до результатів проведеного дослідження, впродовж 21 доби показники якості усіх зразків були відносно стабільними. Для прийняття остаточного рішення щодо строків придатності крем-сиру до споживання, у перспективі необхідно буде провести мікробіологічні дослідження усіх зразків. Але на даному етапі дослідження, за відсутності ідентифікації наявності мікроорганізмів у зразках крем-сиру, можна попередньо встановити строк придатності продукту до споживання – до 21 доби.

3.5. Розрахунок харчової цінності крем-сиру

Розрахунок проводили за офіційною методикою (коефіцієнти засвоюваності: білок – 84,5 %, жир – 94 %, вуглеводи – 95,6 %; енергетичні коефіцієнти: білок і вуглеводи – 4 ккал/г, жир – 9 ккал/г).

Контрольний зразок (без какао)

Вихідні дані: волога 57,0 % → сухі речовини 43,0 % жир 25,15 % білок 5,15 %
% вуглеводи (за різницею + зола та добавки) ≈ 9,8 % (табл. 3.5)

Таблиця 3.5 – Розрахунок харчової цінності контрольного зразка

Компонент	Вміст, г/100 г	Коеф. засвоюваності	Засвоюється, г	Енергія, ккал
Білок	5,15	0,845	4,35	17,4
Жир	25,15	0,94	23,64	212,8
Вуглеводи	9,80	0,956	9,37	37,5
**Всього ккал				267,7 ≈ 272 ккал/100 г
кДж				1138

Зразок 1 (какао 3 %)

Волога 55,6 % → сухі речовини 44,4 % жир 13,00 % білок 4,13 %
вуглеводи (цукор + какао) 22,5 %(табл. 3.6)

Таблиця 3.6 – Розрахунок харчової цінності зразку 1

Компонент	Вміст, г/100 г	Коеф. засвоюваності	Засвоюється, г	Енергія, ккал
Білок	4,13	0,845	3,49	14,0
Жир	13,00	0,94	12,22	110,0
Вуглеводи	22,50	0,956	21,51	86,0
**Всього ккал				210,0 ≈ 214 ккал/100 г
кДж				896

Зразок 2 (какао 5 %)

Волога 58,0 % → сухі речовини 42,0 % жир 13,29 % білок 4,56 %
вуглеводи 22,3 % (табл. 3.7).

Таблиця 3.7 – Розрахунок харчової цінності зразку 2

Компонент	Вміст, г/100 г	Коеф. засвоюваності	Засвоюється, г	Енергія, ккал
Білок	4,56	0,845	3,85	15,4
Жир	13,29	0,94	12,49	112,4
Вуглеводи	22,30	0,956	21,32	85,3
**Всього ккал →				213,1 ≈ 218 ккал/100 г
кДж				912

Зразок 3 (какао 7 %)

Волога 53,0 % → сухі речовини 47,0 % жир 13,50 % білок 5,05 %
вуглеводи 22,1 % (табл. 3.8)

Таблиця 3.8 – Розрахунок харчової цінності зразку 3

Компонент	Вміст, г/100 г	Коеф. засвоюваності	Засвоюється, г	Енергія, ккал
Білок	5,05	0,845	4,27	17,1
Жир	13,50	0,94	12,69	114,2
Вуглеводи	22,10	0,956	21,13	84,5
**Всього ккал →				215,8 ≈ 222 ккал/100 г
кДж				928

У таблиці 3.9 наведені результати розрахунку для проведення порівняльної оцінки характеристик досліджуваних зразків крем-сиру

Таблиця 3.9 – Зведена таблиця результатів розрахунку харчової цінності зразків крем-сиру

Показник	Контрольний зразок	Зразок 1 (какао 3 %)	Зразок 2 (какао 5 %)	Зразок 3 (какао 7 %)
Білки, г	5,15	4,13	4,56	5,05
Жири, г	25,15	13,00	13,29	13,50
Вуглеводи, г	9,8	22,5	22,3	22,1
Енергетична цінність, ккал	272	214	218	222
Енергетична цінність, кДж	1138	896	912	928

Проведений розрахунок харчової та енергетичної цінності дослідних зразків крем-сиру з наповнювачем «какао» показав, що введення какао-порошку та цукру суттєво змінює харчовий профіль продукту порівняно з контрольним зразком без наповнювача.

Контрольний зразок крем-сиру характеризується високою жирністю (25,15 %) і найбільшою енергетичною цінністю – 272 ккал/100 г, що відповідає класичному повножирному крем-сиру.

Дослідні зразки з какао мають значно нижчу калорійність (214–222 ккал/100 г), що зумовлено зменшенням масової частки жиру майже вдвічі (13,00–13,50 %) та збільшенням вмісту вуглеводів (22,1–22,5 г/100 г) за рахунок додавання цукру й какао-порошку.

Найнижчу енергетичну цінність – 214 ккал (896 кДж) на 100 г продукту – має зразок із вмістом какао-порошку 3 %, який водночас отримав найвищу органолептичну оцінку (9,85 бала). Збільшення дози какао до 5 % і 7 % призводить до незначного зростання калорійності (до 218 і 222 ккал відповідно) за рахунок підвищення вмісту білка та жирів какао, однак супроводжується погіршенням сенсорних властивостей.

Отже, крем-сир з 3 % какао-порошку є найкращим за комплексом показників: він має привабливий вершково-шоколадний смак і ніжну консистенцію, помірну калорійність і може позиціонуватися як десертний продукт преміум-класу з покращеним харчовим профілем для споживачів, які віддають перевагу смачним і водночас менш калорійним молочним десертам.

3.6. Обґрунтування очікуваного соціально-економічного ефекту від впровадження наукової розробки

Розроблена технологія та рецептура десертного крем-сиру з 3 % какао-порошку (оптимальний зразок 1) повністю готова до промислового впровадження на підприємствах молокопереробної промисловості.

Таблиця 3.10 – Розрахунок собівартості 1 готового продукту

Компонент	Кількість на 1 т, кг	Ціна, грн/кг	Вартість, грн
Сир кисломолочний 5 % жиру	117,0	200,00	23 400
Масло вершкове 73 %	167,0	540,00	90 180
Молоко сухе знежирене	58,0	450,00	26 100
Цукор-пісок	200,0	34,00	6 800
Какао-порошок алкалізований 10–12 %	30,0	620,00	18 600
Стабілізатори (LA Gellan Gum + GELCARIN)	8,0	2 000,00	16 000
Вода питна	420,0	0,025	10,5
Разом сировина та матеріали	–	–	181 091
Пакувальні матеріали (5 556 стаканів 180 г)	–	3,50 грн/шт	19 446
Енергія, зарплата, амортизація, транспорт (10 %)	–	–	18 109
Загальна собівартість 1 т	–	–	218 646 грн
Собівартість 1 кг	–	–	218,65 грн

Таблиця 3.11 – Економічні показники при випуску 300т/рік

Показник	Значення
Оптова відпускна ціна	300 грн/кг
Виручка з 1 т	300 000 грн
Валовий прибуток	81 354 грн/т
Загальне податкове навантаження (ЄСВ 22 %, ПДФО 18 %, військовий збір 5 %, податок на прибуток 18 % та ін.)	45 % від валового прибутку
Податки з 1 т	36 609 грн
Чистий прибуток після всіх податків	44 745 грн/т (44,75 грн/кг)
Рентабельність продажів	14,9 %
Річний чистий прибуток	13,42 млн грн
Вартість нової лінії (200–300 кг/змін + фасування)	5,0–5,5 млн грн
Термін окупності капіталовкладень	4,5–5 місяців

Соціально-економічний ефект

- Створення 8–12 нових робочих місць.
- Додаткова переробка 420–450 т молока на рік.
- Зниження імпортозалежності в сегменті десертних крем-сирів (> 70 % — імпорт).
- Надходження до бюджетів усіх рівнів \approx 11 млн грн/рік.
- Роздрібна ціна 70–78 грн за 180 г — на 20–30 % нижче імпортних аналогів.

Отже, розроблений десертний крем-сир Філадельфія, що містить 3 % какао, має собівартість 218,7 грн/кг, забезпечує чистий прибуток 44,75 грн/кг навіть за податкового навантаження 45 %, рентабельність 14,9 % та окупність нового обладнання менш ніж за 5 місяців при випуску 300 т/рік. Продукт є високорентабельним, соціально значущим і повністю готовим до промислового впровадження на молокопереробних підприємствах.

3.7. Апаратурно-технологічна схема виробництва нового виду крем-сиру Філадельфія

Апаратурно-технологічну схему виробництва крем-сиру Філадельфія шоколадного наведено на рис 3.9.

Опис апаратурно-технологічної схеми. Для виробництва крем-сиру основу (масло та сир к/м) з ящиків (поз. 1) переносять на ваги (поз. 2), зважують, переносять у візок (поз. 3), який, за допомогою піднімаючого пристрою (поз. 4), поміщає сировину в котел-плавитель (поз. 5). Суміш піддають механічній дії при 1500 об/хв, без нагрівання, протягом 5...10 хв.

Геланову камідь, стабілізаційну систему та сіль у мішках попередньо зважують (поз. 6), просіюють через просіювач з вбудованим металошукачем (поз. 7).

При досягненні однорідної пастоподібної консистенції суміші в котел (поз. 5) додають підготовлені сухі рецептурні компоненти.

Суміш перемішується при 1500 об/хв, підігрівається до 50°C, потім до 85°C при 3500 об/хв з витримкою 5...7 хв. За необхідності додається сіль-коректор, для регулювання рівня рН 4.8...5.1.

Замішана суміш з котла (поз. 5) подається на гомогенізатор (поз. 8). Тиск гомогенізації 180...200 бар, температура 80°C.

Після гомогенізації суміш, через проміжну ємність (поз. 9) потрапляє у фасувально-пакувальний автомат (поз. 10), куди також подають тару. Готовий продукт витримують 2...3 години на ротаційних візках (поз. 11) за кімнатної температури в цеху, для запобігання утворення конденсату.

Охолоджені ванночки з крем-сиром поміщають у холодильну камеру за температури 2...6°C з наступним відвантаженням та реалізацією. На підприємстві термін зберігання крем-сиру до відвантаження становить 24...36 годин.

Висновки до розділу 3

1. Контрольний зразок крем-сиру без наповнювача характеризується високими органолептичними показниками (ніжна кремова консистенція, чистий кисломолочний смак і аромат) та фізико-хімічними параметрами (масова частка вологи 57 %, жиру 25,15 %, білка 5,15 %), що відповідають нормам ДСТУ 8550:2015 для м'яких сирів. Втрати вологи під час термомеханічної обробки на обладнанні Thermomix TM6 становлять 5–10 %, що призводить до підвищеної щільності продукту.
2. Введення какао-порошку в дозах 3 %, 5 % та 7 % не порушує загальної стабільності рецептур, але впливає на консистенцію, колір, аромат і смак. Оптимальною є доза 3 %: зразок має однорідну кремову консистенцію, привабливий світло-шоколадний колір, гармонійний вершково-шоколадний смак без гіркоти (загальна оцінка 9,85 бала – відмінна якість) та фізико-хімічні показники (волога 55,6 %, жир 13,0 %, білок 4,13 %).
3. Збільшення вмісту какао-порошку до 5 % і особливо до 7 % призводить до погіршення органолептичних властивостей (зниження загальної оцінки до 9,50 та 8,80 бала відповідно через посилення гіркуватості, згущення консистенції та появу зернистості), хоча підвищує вміст білка (до 5,05 %) та сухих речовин (до 47,0 %).
4. Технологія термомеханічного оброблення на Thermomix TM6 з нагрівом до 95 °C та послідовним змішуванням на середній і максимальній швидкостях (не довше 1 хв) забезпечує гомогенність продукту, повне диспергування какао-частинок і стабільність емульсії без перевищення дозування стабілізаторів понад 0,3 %. Процес є простим, енергоефективним і придатним для масштабування.
5. Розрахована харчова та енергетична цінність підтверджує, що зразок з 3 % какао має помірну калорійність (214 ккал/100 г), що робить його привабливим для функціонального харчування з антиоксидантними властивостями від какао.
6. Розроблений десертний крем-сир з 3 % какао має собівартість 218,7 грн/кг, забезпечує чистий прибуток 44,75 грн/кг навіть за податкового навантаження 45 %, рентабельність 14,9 % та окупність нового обладнання менш ніж за 5 місяців при випуску 300 т/рік. Продукт є високорентабельним і соціально значущим.

РОЗДІЛ 4.

ПЛАН НАССР, ОБГРУНТУВАННЯ КОНТРОЛЬНО-КРИТИЧНИХ ТОЧОК ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ РОЗРОБЛЕНОГО ПРОДУКТУ

4.1. Технологічна схема виробництва крем-сиру та її опис

Замішана суміш Система НАССР (англ. Hazard Analysis and Critical Control Point) — це ефективний інструмент управління безпекою харчових продуктів, що базується на аналізі ризиків і контролі на критичних етапах виробництва.

Основне її призначення — виявлення, оцінка та контроль факторів, які можуть загрожувати безпечності їжі. Цю систему застосовують на всіх етапах виробничо-збутового ланцюга з метою гарантування безпечності харчової продукції.

Закон України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів» (стаття 20) зобов'язує всіх операторів ринку впроваджувати та підтримувати постійно діючі процедури, засновані на принципах цієї системи.

НАССР враховує потенційні небезпеки біологічного, хімічного, фізичного походження, а також алергени, які можуть потрапити до продукту через властивості сировини, зовнішнє середовище або помилки в технології.

Система НАССР складається з наступних семи принципів:

Принцип 1: Проведення аналізу небезпек.

Принцип 2: Визначення критичних контрольних точок (ККТ).

Принцип 3: Встановлення критичних меж.

Принцип 4: Створення системи моніторингу контролю ККТ.

Принцип 5: Визначення коригувальних дій, які необхідно вжити, коли моніторинг показує, що певна ККТ не перебуває під контролем.

Принцип 6: Встановлення процедур перевірок для підтвердження ефективності роботи системи НАССР.

Принцип 7: Створення документації щодо всіх процедур та записів, що відповідають цим принципам та їх застосуванню.

Регулювання та сталий розвиток системи НАССР вимагають ведення документації на всіх підприємствах, включаючи письмовий план НАССР, аналіз небезпечних факторів, а також запис моніторингу ККТ, контрольних заходів, критичних меж та коригувальних дій у разі відхилень.

Наразі розробляються сучасні технології для НАССР та безпечності продукції, включаючи легкі технології, нові методи охолодження, ШІ, автоматизацію для легкого виявлення/контролю забруднювачів.

Відповідно до вимог інтегрованої системи управління якості на підприємстві опис готового сиркового виробу наведено в табл. 4.1.

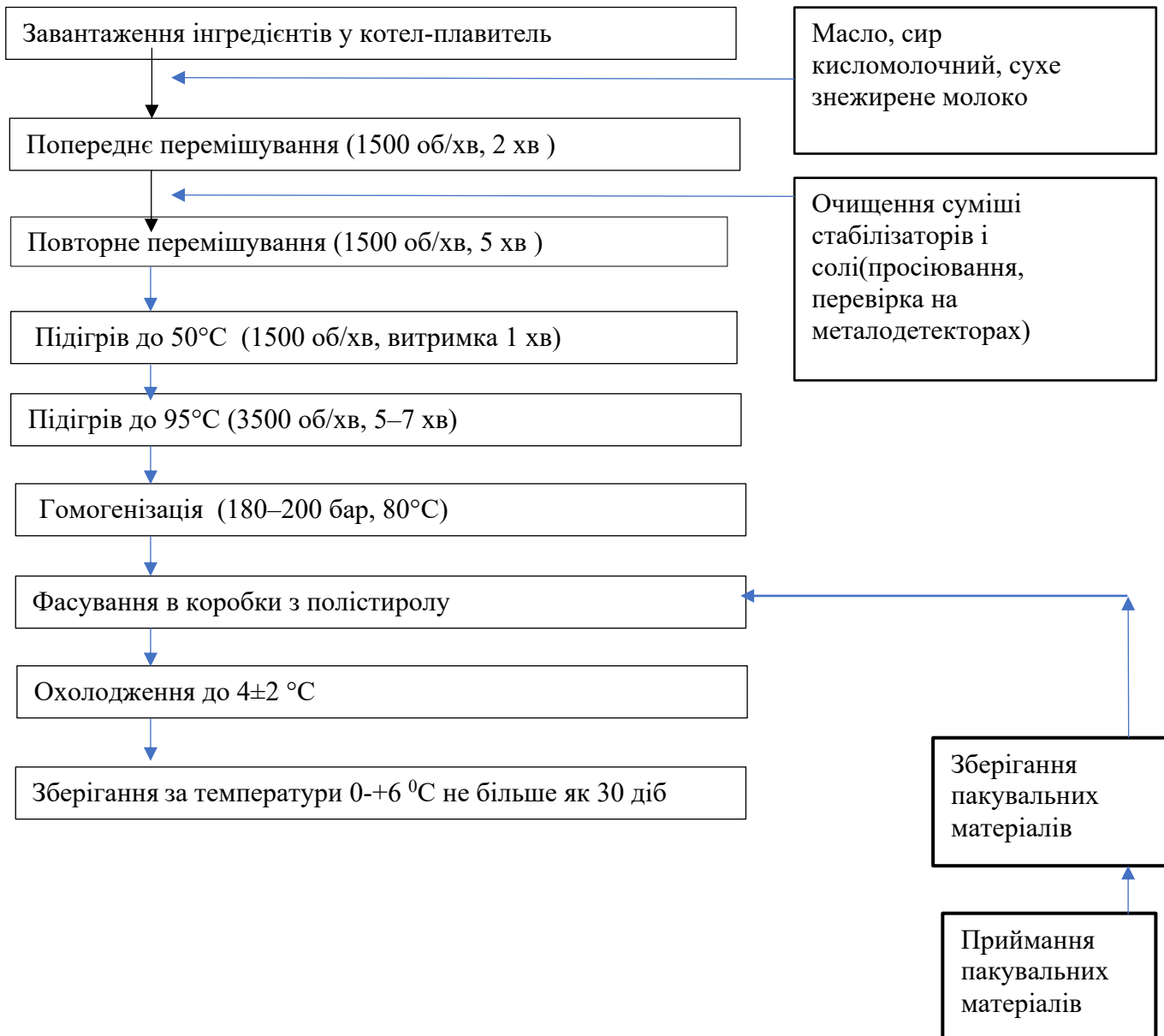
Таблиця 4.1 – Опис готового харчового продукту

Вид та офіційна назва продукції	Крем-сир
Категорія продукції	Кисломолочні продукти. Кисломолочні пастоподібні вироби
Позначення та назва законодавчих норм, документів, які встановлюють вимоги до безпечності продукції	ТУ У 10.5-33548609-018:2021 «Крем-сири. Технічні умови» Закон №2639 «Про інформацію для споживачів щодо харчових продуктів». Закон №771 «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів» Закон України «Про інформацію для споживачів щодо харчових продуктів»
Склад продукту	Сир кисломолочний, вершки, зневоднений молочний жир; геланова камідь; каррагінан; карбоксиметилцелюлоза (СМС); сіль
Алергени і речовини, що викликають непереносимість	Сир кисломолочний, вершки (лактоза)
Біологічні характеристики, які стосуються безпечності продукту	Кількість молочнокислих бактерій, КУО в 1 г продукту – не менше ніж $1 \cdot 10^6$; Бактерії групи кишкової палички (коліформи), в 0,01 г – не дозволено; Кількість дріжджів, КУО в 1 г продукту – не більше 100;

	<p>Патогенні мікроорганізми в 25 г продукту, в т.ч. <i>Salmonella</i> і <i>L.monocytogenes</i> – не дозволено;</p> <p><i>Staphylococcus aureus</i> в 0,01 г продукту – не дозволено.</p>
Органолептичні показники продукту	<p>Консистенція: однорідна, ніжна, мазка. Дозволено наявність, м'якої сирної крупки, легка борошністість;</p> <p>Смак та запах: характерний кисломолочний, в міру солодкий; Колір: білий або з кремовим відтінком, рівномірний за всією масою</p>
Хімічні та фізичні характеристики, які стосуються безпечності продукту	<p>Активна кислотність – 4,8...5,1 од. рН</p> <p>Вміст вологи – не більше 65%</p> <p>Температура відпуску - 4 ± 2 °С</p> <p>Фосфатаза – не дозволена</p> <p>Уміст антибіотиків та гормонів не повинен перевищувати норм передбачених ТУ У 10.5-33548609-018:2021</p>
Показники безпечності продукту	<p>Токсичні елементи, мг/кг, не більше ніж: свинець - 0,3, ртуть - 0,02, кадмій – 0,2, мідь – 4, миш'як – 0,2, цинк – 50,0</p> <p>Мікотоксини, мг/кг, не більше ніж: афлатоксин В₁ – 0,001, афлатоксин М₁ – 0,0005</p> <p>Антибіотики, од./г, не більше ніж: тетрациклінової групи – 0,01, пеніцилін – 0,01, стрептоміцин – 0,5</p> <p>Пестициди, мг/кг, не більше ніж: гексахлоран – 1,25, ГХЦГ (гама-ізомер) – 1,25, ДДТ – 1</p> <p>Радіонукліди, Бк/кг, не більше: цезій-137 – 100; стронцій-90 – 20</p>
Строк придатності до споживання	<p>До 30 діб у герметичному споживчому пакуванні.</p> <p>Після відкриття упаковки не більше 72 годин</p>
Умови зберігання	<p>Зберігати за температури 6 ± 2 °С</p>
Пакування	<p>У полістиролові коробочки по 200 г згідно з чинними нормативними документами або закордонного</p>

	виробництва, що дозволені для пакування молочних продуктів Міністерством охорони здоров'я України та забезпечують якість продукту під час зберігання, транспортування та реалізації.
Маркування стосовно безпечності продукту	<p>Назва продукту;</p> <p>Масова частка жиру сиру кисломолочного;</p> <p>Назва, повна адреса і номер телефону підприємства виробника;</p> <p>Товарний знак виробника;</p> <p>Маса нетто одиниці пакування;</p> <p>Склад продукту в порядку переваги складників;</p> <p>Алергени або продукти, що викликають непереносимість;</p> <p>Харчова цінність, калорійність;</p> <p>Кінцева дата споживання або дата виробництва;</p> <p>Умови зберігання;</p> <p>Номер партії;</p> <p>Позначення нормативного стандарту;</p> <p>Штриховий код EAN.</p>
Методи розповсюдження (реалізації) продукції	<p>Оптова та роздрібна мережа, заклади харчування.</p> <p>Крем-сири перевозяться усіма видами транспорту відповідно до правил перевезень швидкопсувних вантажів</p>
Використання за призначенням	Для безпосереднього вживання, у якості складника до страв або кондитерських виробів
Передбачувані споживачі	Споживання всіма категоріями споживачів, крім уразливих
Уразливі групи споживачів	Особи з непереносимістю лактози, особи з ожирінням або цукровим діабетом; діти до 1 року; хворі на алергію до білків коров'ячого молока

Блок – схема технологічного процесу виробництва



Опис сировини, інгредієнтів та матеріалів, що контактують з продуктом наведено в табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Опис сировини та матеріалів, що контактують з продуктом

Назва	Назва та позначення НД за яким їх виробляють	Хімічні (Х), біологічні (Б) та фізичні (Ф) характеристики	Склад, зокрема добавки	Походження	Способи виробництва	Методи пакування та транспортування	Умови зберігання та терміни придатності	Критерії прийнятності
Сир кисломолочний 5% жиру	ДСТ У 4554:2006	(Х) – Токсичні елементи, мг/кг, не більше ніж: свинець - 0,3, ртуть – 0,02, кадмій – 0,2, миш'як – 0,2. – Мікотоксини, мг/кг, не більше ніж: афлатоксин В ₁ – 0,001, афлатоксин М ₁ – 0,0005, – Антибіотики, од/г, не більше ніж: тетрациклінової групи – 0,01,	Продукт ферментації молока заквашуваними препаратами. Вміст жиру від 0,5 до 18%. Продукт	Продукт тваринного походження, натуральний	Термічна обробкою отримано згустку для відділення	Кисломолочний сир пакують у спожиткову тару масою нетто від 100 г до 1000 г: пергамен, кашировану алюмінієву	Кисломолочний сир зберігають у холодильниках або холодильних камерах за темпе	Цілісність пакування; м'яка, мазка або розсипчаста. Дозволено незначне виділення сироватки Смак та запах характерні

	<p>пеніцилін – 0,01, стрептоміцин – 0,5.</p> <p>– Пестициди, мг/кг, не більше ніж: гексахлоран – 1,25, ГХЦГ (гама-ізомер) – 1,25.</p> <p>– Гормональні препарати, мг/кг, не більше: діетилстильбестрол – не допуск, естрадіол – 0,0002</p> <p>– Радіонукліди, Бк/кг, не більше: цезій-137–100, стронцій-90– 20.</p> <p>(Ф) Сторонні механічні домішки не допускаються.</p> <p>(Б) – Молочнокислі бактері, КУО в 1 г, не менше –10⁶.</p>	<p>насичений вітамінами, мінералами.</p> <p>Високобілковий продукт</p>		<p>сироватки і вилучення частини її відпресовуванням білкової маси</p>	<p>фольгу, поліетиленову плівку, станчаники з полімерного або комбінованого матеріалу.</p> <p>Сир дозволено перевозити всіма видами транспорту в критичних транспортних засобах або</p>	<p>ратури не вищій ніж 6°C; Морозильних камерах за температури не вищій ніж мінус 18°C.</p>	<p>кисломолочні, без сторонніх присмаків і запахів</p> <p>Колір білий або з кремовим відтінком, рівномірний.</p>
--	--	--	--	--	---	---	--

		<p>– БГКП – не дозволено.</p> <p>Кількість пліснявих грибів, КУО в 1 г, не більше - 50.</p> <p>Кількість дріжджів, КУО в 1 г продукту, не більше – 100.</p> <p><i>Salmonella</i>, в 25 г, <i>Staphylococcus aureus</i> в 0,01 г – не дозволено.</p>				авторефрижераторах.		
Сухе знежирене молоко	ДСТ У 4273:2003	<p>(X) – Токсичні елементи, мг/кг, не більше ніж: свинець - 0,1, ртуть - 0,005, кадмій – 0,03, мідь – 1,0, миш'як – 0,05, цинк – 5,0. – Мікотоксини, мг/кг, не більше ніж: афлатоксин В1 – 0,001, афлатоксин М1– 0,0005. –</p>	Продукт, отриманий в процесі сушіння молока, не містить жиру. В своєму	Продукт тваринного походження,	Сепарування, випарювання, сушіння	Мішки з поліетиленовим вкладишем Мішки багатощарові ламіновані	12-24 місяці t = 0...10 °С, вологість ≤ 65 %	Цілісність пакування, однорідна консистенція, білого кольору, без

	<p>Антибіотики, од./г, не більше: тетрациклінової групи – 0,01, пеніцилін – 0,01, стрептоміцин – 0,5. – Пестициди, мг/кг, не більше ніж: гексахлоран – 0,05, ГХЦГ (гама-ізомер) – 0,05. – Нітрати, мг/кг, не більше – 10 – Гормональні препарати, мг/кг, не більше:</p> <p>діетилстильбестрол – не допускається, естрадіол – 0,0002. – Радіонукліди, Бк/кг, не більше: цезій-137 – 100; стронцій-90 – 20</p> <p>(Ф) Група чистоти за еталоном- I. сторонні механічні домішки не допускаються</p>	<p>складі поєднує білки, вуглеводи та амінокислоти, в тому числі незамінні.</p>	<p>натуральний</p>		<p>Пластикові контейнери</p>	<p>сторонніх запахів і смаків</p>
--	--	---	--------------------	--	------------------------------	-----------------------------------

		<p>(Б) – КМАФАНМ, тис. КУО/г: вищий - ≤ 50; перший - ≤ 70.</p> <p>Кількість соматичних клітин, тис./г - вищий - ≤ 400; перший - ≤ 500.</p>						
М асло верш кове	ДСТ У 4399:2005	<p>(Х) – Токсичні елементи, мг/кг, не більше ніж: свинець - 0,1, ртуть - 0,005, кадмій – 0,03, мідь – 1,0, миш'як – 0,05, цинк – 5,0.</p> <p>– Мікотоксини, мг/кг, не більше ніж: афлатоксин В1 – 0,001, афлатоксин М1– 0,0005.</p> <p>– Антибіотики, од./г, не більше: тетрациклінової</p>	Верш ки або масло ко- ров'ячого молока	Пр одукт тваринн ого по- ход- ження, нату- ральний продукт	Перет ворення високожи рних вершків	Бочки з харчового алюмінію, мішки- вкладиші, герметичні пакети	До 30 діб за температ ури не вище +6 °С	Цілісніс ть паку- вання, однорідна консистен- ція, жовтого кольору, без сторонніх за- пахів і смаків

	<p>групи – 0,01, пеніцилін – 0,01, стрептоміцин – 0,5.</p> <p>– Пестициди, мг/кг, не більше ніж: гексахлоран – 0,05, ГХЦГ (гама-ізомер) – 0,05.</p> <p>– Нітрати, мг/кг, не більше – 10</p> <p>– Гормональні препарати, мг/кг, не більше:</p> <p>діетилстильбестрол – не допускається, естрадіол – 0,0002.</p> <p>– Радіонукліди, Бк/кг, не більше: цезій-137 – 100; стронцій-90 – 20</p> <p>(Ф) Група чистоти за еталоном- I. сторонні</p>						
--	--	--	--	--	--	--	--

		<p>механічні домішки не допускаються</p> <p>(Б) – КМАФАНМ, тис. КУО/см³: екстра - ≤ 100; вищий - ≤ 300; перший - ≤ 500.</p> <p>- Кількість соматичних клітин, тис./см³ - екстра, вищий - ≤ 400; перший - ≤ 500.</p>						
Г елано ва камід ь	<p>ДСТ У EN 12847 / Codex Alimentari us E418</p>	<p>(Х) – Токсичні елементи, мг/кг, не більше: свинець – 2,0, миш'як – 3,0, ртуть – 1,0, кадмій – 1,0.</p> <p>(Б) – МАФАНМ, КУО в 1 г не більше – 5·10³, <i>Salmonella</i> – відсутні у 25 г <i>E. coli</i> – відсутні у 1 г.</p>	<p>Прод укт бактеріаль ного бродіння (штами Sphingomo nas elodea)</p>	<p>Пр одукт мікробі ологіч ного синтезу</p>	<p>Фер- ментація, осад- ження, сушіння, подріб- нення</p>	<p>Бага- тошарові мішки з поліетиле- новим вкла- дишем або герметичні контейнери</p>	<p>До 2 років у сухому прохо- лодному місці при темпера- турі до 25 °С</p>	<p>Цілісніс ть пакування, відповідний зовнішній вигляд</p>

К арбок - симет илцел юлоза	ДСТ У EN 12844 / Codex Alimentari us E466	(X) – Токсичні елементи, мг/кг, не більше: свинець – 2,0, миш'як – 3,0, ртуть – 1,0, кадмій – 1,0. (Б) – КМАФАНМ, КУО в 1 г не більше – $5 \cdot 10^3$, <i>Salmonella</i> – відсутні у 25 г <i>E. coli</i> – відсутні у 1 г.	Очищ ена целюлоза рослинног о походжен ня	Пр одукт хімічної мо- дифікац ії при- родної целю- лози	Етери фікація целюлози монохлор оцтовою кислотою, сушіння, подрібнен ня	Багато шарові паперові мішки з поліетилен овим вкладишем або герметичні контейнери	До 2 років у сухому прохо- лодному місці при темпера- турі до 25 °С	Цілісніс ть пакування, відповідний зовнішній вигляд
С іль ку- хонна хар- чова	ДСТ У 3583:2015	(X) – Токсичні елементи, мг/кг, не більше: свинець – 2,0, кадмій – 0,5, миш'як – 0,5, ртуть – 0,1.	При- родна або очищена кам'яна/м орська сіль	Мі не- ральне (оса- дове або випа- рене) поход- ження	Дроб- лення, очищення, сушіння	Поліе- тиленові пакети, мішки, кон- тейнери з внутрішнім вкладишем	Не- обмеже- ний (за умови су- хого зберіганн я); для йодова- ної – до 12 міс.	Цілісніс ть транспорт ної тари, на- явність су- провідної документації

<p>С</p> <p>та- кан- чики із комбі нова- ного ма- теріа лу</p>	<p>Згідн о з чинною нормативн ою документа цією</p>	<p>(X) – Токсичні еле- менти, мг/кг не більше: свинець – 0,03, мідь – 1,0, кадмій –0,001, цинк – 1,0, фор- мальдегід – 0,1, етилацетат – 0,1, ацетон – 0,1, гептан – 0,1, метиловий спирт – 0,2, пропіловий спирт – 0,1, ізопропіловий спирт – 0,1, ізобутиловий спирт – 0,5, вінілацетат – 0,2.</p>	<p>Не регламен- тує ться</p>	<p>От римані шляхом хімічно го синтезу</p>	<p>Виго- товлені з полімеру – про- дукту хімічного синтезу</p>	<p>Кар- тонні ко- робки по 500...900 шт.</p>	<p>Збер ігати в сухому, прохо- лодному місці, віддале- ному від нагріваль- них при- ладів та попа- дання прямих сонячних променів при тем- пературі 25°C.</p>	<p>Цілісніс ть транспорт ної тари та дата виго- товлення, на- явність су- провідної документації</p>
--	---	--	--------------------------------------	--	--	--	---	--

Оцінювання ступеня виникнення небезпечного чинника здійснюється за зробленою матрицею оцінювання (рис. 4.1). Відносно даної системи для кожного ідентифікованого небезпечного чинника, членами групи безпеки визначаються значення (бали) та здійснюється визначення ступеню ризику небезпечного чинника за формулою: $CP = B \times Y$,

де: CP – ступінь ризику, бал;

B – важкість наслідків, бал;

Y – ймовірність виникнення, бал

Рисунок 4.1 – Матриця оцінювання небезпечного чинника

Важкість наслідків \ Ймовірність виникнення	Незначні 1 бал	Середньої важкості 2 бали	Критичні 3 бали
Дуже малоімовірно (Від одного разу на рік і рідше) – 1 бал	1 нехтуємо	2 припустимий	3 помірний
Малоімовірно (Від декількох разів на рік до одного разу на місяць) – 2 бали	2	4	6 значний
Ймовірно (Від декількох разів на місяць) – 3 бали	3	6	9 неприпустимий

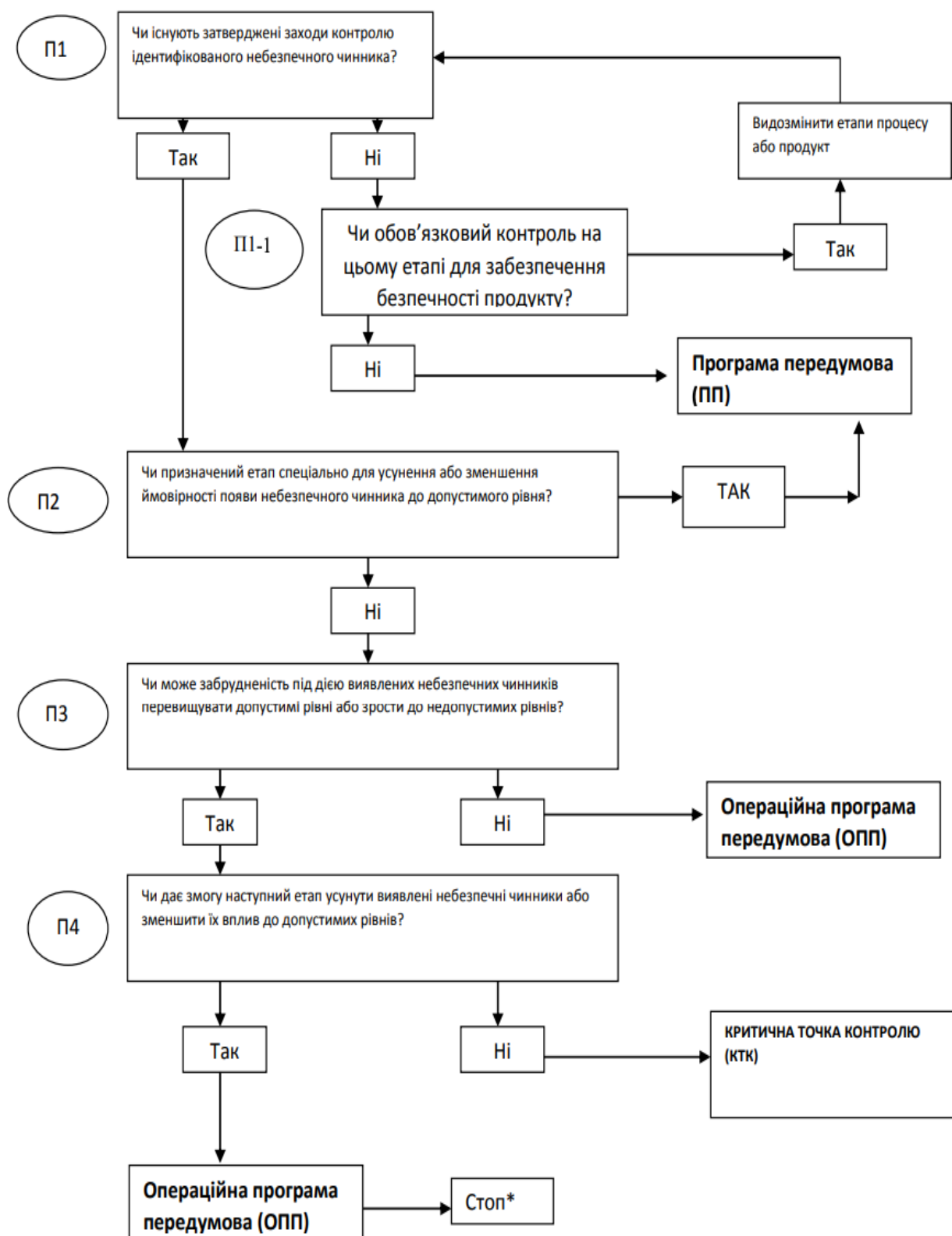
Примітка до рисунку – при значеннях ступеню ризику:

- 1 – нехтуємо – достатньо базової програми-передумови (НС);
- 2 – припустимий – достатньо базової програми-передумови (ПС);
- 3...4 – помірний – достатньо програми-передумови (СС);
- 6 – значний – необхідна операційна програма-передумова (ЗС);
- 9 – неприпустимий – необхідний план НАССР (встановлення КТК) (Р).

4.2. «Дерево рішень» для встановлення ОПП і КТК

Дерево рішень НАССР – це блок-схема з низкою питань, що допомагають визначити ККТ. ККТ також можна визначити на основі досвіду та суджень, проте дерево рішень може допомогти у їх виявленні. Кількість ККТ у процесі залежить від самого процесу та його складності. На рис. 4.2 наведено «дерево рішень».

Рисунок 4.2 – «Дерево рішень» для встановлення ОПП і КТК



У табл. 4.3 наведено робочий лист НАССР щодо оцінювання небезпечних чинників, а також визначення критичних контрольних точок на всіх етапах технології.

Таблиця 4.3 – Робочий лист НАССР. Ідентифікація та оцінювання небезпечних чинників при виробництві крем-сиру

Етап процесу	Небезпечні чинники	Причини або можливість появи небезпечних чинників	Ймовірність	Важкість	Й*В	Ступінь ризику	Контроль запобіжних чинників Запобіжні заходи щодо появи небезпечних чинників	П1	П2	П3	П4	ПП	ОПП	КТК
1. Змішування основної сировини в кутері	Б: потрапляння патогенних мікроорганізмів	Через інгредієнти, руки персоналу, обладнання	1	2	2	ПС	Утримання допоміжного обладнання в належному стані, дотримання правил особистої гігієни	Так	Так	-	-	✓	-	-
	Ф: потрапляння сторонніх предметів	Металеві частинки, пластик, уламки обладнання	2	2	4	СС	Дотримання санітарних правил, правил особистої гігієни персоналом, утримання робочого середовища в належному стані	Так	Так	-	-	✓	-	-
	Х: залишки мийних або дезінфікуючих засобів	Недотримання інструкції по миттю пресів	2	2	4	СС	Дотримання графіків ППР, періодичний огляд	Так	Так	-	-	✓	-	-
2. Повторне перемішування	Б: мікробіологічне забруднення	Забруднення стабілізаторів/сухих компонентів, вторинне забруднення через обладнання або персонал	1	2	2	ПС	Утримання допоміжного обладнання в належному стані, дотримання правил особистої гігієни	Так	Так	-	-	✓	-	-
	Ф: потрапляння сторонніх тіл з сухих інгредієнтів	Порушення підготовки інгредієнтів,	2	2	4	СС	Дотримання санітарних правил, правил особистої	Так	Так	-	-	-	ОПП -1Ф	-

	(пластик, металеві частки)	погане просіювання					гігієни персоналом, утримання робочого середовища в належному стані								
	Х: небезпечні домішки в стабілізаторах або помилки дозування солі (понад норму)	Порушення рецептури, контамінація	2	2	4	СС	Дотримання графіків ППР, періодичний огляд	Так	Так	-	-	✓	-	-	
3. Підігрів до 50°C	Б: недостатнє зниження кількості мікроорганізмів	Надто короткий час/недостатня температура	2	2	4	СС	Утримання допоміжного обладнання в належному стані, дотримання правил особистої гігієни	Так	Так	-	-	✓	-	-	
	Х: реакція нестабільності інгредієнтів при перегріві	Перегрів вище норми	1	2	2	ПС	Дотримання графіків ППР, періодичний огляд	Так	Так	-	-	✓	-	-	
4. Підігрів до 85°C	Б: виживання патогенів (<i>Listeria</i> , <i>Salmonella</i> тощо)	Недотримання температури чи часу нагріву	3	3	9	Р	Дотримання: технологічних інструкцій по виробництву продукції, інструкції по мікробіологічному контролю, контроль температури пастеризації по термограмах, ефективності пастеризації, контроль режиму роботи ПОУ, (відмітка в журналах),	Так	Ні	Так	Ні	-	-		КТК - 1Б

							використання повірених ЗВТ									
	Ф: потрапляння сторонніх тіл під час перемішування на високих обертах	Недоліки конструкції кутера, знос обладнання	1	2	2	ПС	Дотримання інструкції по миттю ПОУ (відмітка в журналах), додаткове навчання персоналу	Так	Так	-	-	✓	-	-		
	Х: можливі зміни властивостей емульгаторів/солі при надмірному нагріванні	Перевищення температурного режиму	1	2	2	ПС	Дотримання інструкції по миттю та обслуговуванню ПОУ (відмітка в журналах), додаткове навчання персоналу	Так	Так	-	-	✓	-	-		
5. Гомогенізація	Ф: потрапляння сторонніх тіл (частини обладнання, ущільнювачі, метал)	Знос гомогенізатора, вібрація, відсутність обслуговування	2	2	4	СС	Дотримання: інструкції по миттю та дезінфекції обладнання (відмітка в журналах), правил особистої гігієни персоналом	Так	Так	-	-	✓	-	-		
	Х: забруднення через залишки мастил або мийних речовин	Недотримання процедур мийки, порушення герметичності	1	2	2	ПС	Дотримання графіків ППР, періодичний огляд	Так	Так	-	-	✓	-	-		
	Б: контамінація при неправильному режимі (недостатня температура/тиск)	Несправність гомогенізатора або людський фактор	1	2	2	ПС	Утримання допоміжного обладнання в належному стані, дотримання правил особистої гігієни	Так	Так	-	-	✓	-	-		

6. Фасування в коробки з полістиролу	Б: контамінація при фасуванні з повітря або інвентарю	Відкрите середовище, порушення санітарного режиму	1	2	2	ПС	Дотримання: інструкції по миттю та дезінфекції обладнання (відмітка в журналах), правил особистої гігієни персоналом. Вхідний лабораторний контроль	Так	Так	-	-	-	-	-
	Х: міграція шкідливих речовин із нехарчової або несертифікованої тари	Використання нехарчового полістиролу	1	2	2	ПС	Закупівля якісної тари, перевірка сертифікатів виробника	Так	Так	-	-	-	-	-
	Ф: потрапляння сторонніх тіл (частки пакування, волосся)	Недотримання гігієни, механічне ушкодження тари	2	2	4	СС	Дотримання правил особистої гігієни персоналом, перевірка тари перед пакуванням	Так	Так	-	-	-	-	-
7. Охолодження	Б: розмноження мікроорганізмів при недостатньому охолодженні	Перевищення допустимої температури, затримка охолодження	3	3	7	Р	Дотримання: технологічних інструкцій по виробництву продукції, інструкції по мікробіологічному контролю, контроль температури по термограмах, контроль режиму роботи, (відмітка в журналах), використання повірених ЗВТ	Так	Ні	Так	Ні	-	-	КТК - 2Б

	Ф: конденсат на тарі	Порушення вологості в камері	1	2	2	ПС	Перевірка параметрів гігрометром (запис у журналі)	Так	Так	-	-	✓	-	-
8. Зберігання	Б: мікрофлори	рост при плісняві порушених температурних режимах	2	2	4	СС	Дотримання санітарних температурних правил	Так	Так	-	-	✓	-	-

У табл. 4.4 наведено план НАССР щодо розробки операційних програм-передумов.

Таблиця 4.4 – Операційні програми передумови (ОПП) при виробництві крем-сиру

Етап виробничого процесу	Небезпечний чинник	ОПП №	Критерії для дії	Моніторинг					Коригувальна дія/ Відповідальна особа	Записи (документи)
				Що?	Де?	Як?	Коли?	Хто?		
Повторне перемішування	Ф	ФІ-ПШО	Відсутність домішок	Цілісність сита, розміри отворів (Ø2...2,5 мм) та наявність сторонніх включень, металомагнітної домішки	У просіювачі, металодетекторі	Візуально	Після кожного просіювання	Оператор процесу просіювання	Якщо цілісність сита порушена, або наявні домішки, в т.ч. металомагнітні, тоді сита замінюють, проводять їх очистку, а сировину повторно просіюють через справні сита. Відповідальний майстер зміни. Роботу виконує інженер з обладнання	1) Журнал технічного обслуговування просіювачів. 2) Протокол заміни сит. 3) Акт реєстрації наявних сторонніх домішок. 4) Звіт про повторне просіювання. 5) Журнал коригувальних дій

У табл. 4.5 наведено план НАССР щодо обґрунтування критично-контрольних точок.

Таблиця 4.5 – План НАССР виробництва крем-сиру

Етап виробничого процесу	Небезпечний чинник	КТК №	Критичні межі показників в КТК	Моніторинг					Коригувальна дія/ Відповідальна особа	Протокол НАССР (документи)
				Що?	Де?	Як?	Коли?	Хто?		
Підігрів до 85°C	Б	КТК-1Б	85°C, витримка не менше 5 хв	Температура термізації	Температурний датчик	Автоматична фіксація + журнал	Постійно	Оператор процесу	При недостатній температурі: повернення на підігрів, перевірка приладів/ Змінний технолог	Журнал температур, карта технологічного процесу
Охолодження крем-сиру	Б	КТК-2Б	2...6 °C, не більше 2...3 год до стабілізації	Температура охолодження	Температура в холодильній камері	Візуально (екран термодатчика) + журнал	Постійно + кожну партію	Оператор процесу	При відхиленні температури >6 °C: продукт відбраковується або направляється на повторне дослідження. Повідомити начальника зміни / технолога. Встановити причину збою та усунути: технічна перевірка камери, інструктаж персоналу. Відповідальний – змінний майстер	Ідентифікована термограма / журнал температур / записи оператора. Інструкції з охолодження. Журнал санітарного стану камери

Висновки до розділу 4

1. На підставі аналізу технологічного процесу виробництва крем-сиру ідентифіковано потенційні небезпечні чинники біологічного, хімічного та фізичного походження на всіх етапах – від приймання сировини до фасування та зберігання готового продукту.
2. За результатами оцінювання ступеня ризику за матрицею «важливість × ймовірність» встановлено значущі небезпеки, що потребують обов'язкового контролю (мікробіологічне забруднення молока та сиру кисломолочного, залишки мийних засобів, сторонні метали вклучення).
3. Визначено критичні контрольні точки (ККТ): термічна обробка суміші при 95 °С, контроль металодетектором, контроль температури зберігання готового продукту (0–6 °С).
4. Розроблено операційні програми-передумови (ОПП) для контролю помірних ризиків.
5. Сформовано повний план HACCP, робочі листи, матрицю ризиків та дерево рішень, що відповідає семи принципам HACCP та вимогам ДСТУ ISO 22000:2019.
6. Розроблена система HACCP забезпечує безпечність крем-сиру протягом усього терміну придатності та дозволяє підприємству отримати відповідний сертифікат.

- дослідити показники якості типової рецептури крем-сиру, що містить сир кисломолочний 5% як молочно-білкову основу;
- за комплексом показників якості обґрунтувати оригінальну рецептуру крем-сиру з наповнювачем на основі обраної типової рецептури;
- уточнити технологічні режими виробництва крем-сиру шоколадного по типу Філадельфія;
- дослідити динаміку зміни показників якості крем-сиру з наповнювачем впродовж зберігання та визначити рекомендований строк придатності продукту до споживання;
- розрахувати харчову цінність нового виду крем-сиру Філадельфія;
- розробити апаратурно-технологічну і параметричну схеми виробництва крем-сиру з наповнювачем;
- оцінити соціально-економічний ефект від впровадження наукової розробки.

ВИСНОВКИ

Проведене комплексне дослідження дозволило досягти поставленої мети та вирішити всі завдання магістерської роботи. Основні результати та висновки такі:

1. На основі теоретичного аналізу обґрунтовано доцільність використання ресурсозберігаючої технології крем-сиру по типу Філадельфія (змішування кисломолочного сиру, вершкового масла, сухого знежиреного молока та стабілізаторів з подальшою термомеханічною обробкою), що не потребує тривалого сепарування сироватки та забезпечує мінімальні втрати сировини.

2. Розроблено чотири модельні рецептури десертного крем-сиру Філадельфія з вмістом алкалізованого какао-порошку 3 %, 5 % та 7 %. Усі рецептури виготовлені на обладнанні Thermomix TM6 за єдиним технологічним режимом.

3. За комплексом органолептичних, фізико-хімічних, реологічних та мікроструктурних показників зразок з вмістом 3 % какао-порошку отримав найвищий загальний бал – 9,85 (відмінна якість) і відрізнявся привабливим світло-шоколадним кольором, ніжною кремовою консистенцією, гармонійним вершково-шоколадним смаком без гіркоти. Хімічний склад зразка: м.ч. вологи – 55,6 %, жиру – 13,0 %, білку – 4,13 %, енергетична цінність становить 214 ккал/100 г.

4. Збільшення дози какао до 5 % і особливо до 7 % призводить до відчутного погіршення консистенції (згущення, зернистість), посилення гіркуватого післясмаку та зниження загальної оцінки до 9,50 та 8,80 бала відповідно.

5. Доведено, що при зберіганні за температури 4 ± 2 °C протягом 21 діб розроблений крем-сир Філадельфія з 3 % какао зберігає відмінні органолептичні показники, титровану кислотність та мікробіологічну безпечність. Рекомендований термін придатності становить 21 добу.

6. Розроблено систему управління безпечністю на основі принципів НАССР для виробництва крем-сиру. Визначено три критичні контрольні точки (термічна обробка 95 °C, металодетекція, холодове зберігання), розроблено

операційні програми-передумови та повний пакет документації відповідно до ДСТУ ISO 22000:2019.

7. Розраховано, що собівартість 1 кг готового десертного крем-сиру Філадельфія з 3 % какао становить 218,7 грн (станом на листопад 2025 р.). За оптоварної оптової ціни 300 грн/кг (без ПДВ) чистий прибуток після всіх податків (45 %) становить 44,75 грн/кг, рентабельність продажів – 14,9 %. При випуску 300 т/рік нове обладнання окупається за 4,5–5 місяців.

8. Впровадження розробленої технології та рецептури дозволить: – розширити асортимент вітчизняної преміум-продукції; – знизити залежність від імпорту десертних крем-сирів (понад 70 % ринку); – створити додаткові робочі місця та забезпечити додаткові надходження до бюджету.

Список використаних джерел

1. Farkye, N. Y. (2017). Acid-Heat Coagulated Cheeses. In Cheese (4th ed., pp. 837–850). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-417012-4.00044-2>
2. Natrella, R., Faccia, M., Di Criscio, T., & Di Luccia, A. (2020). Production of soft unripened cheeses using acidic and salty coagulants: Investigation of technological and sensory characteristics. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44(5), e14405. <https://doi.org/10.1111/jfpp.14405>
3. Ningtyas, D. W., Bhandari, B., Bansal, N., & Prakash, S. (2021). The viscosity, microstructure and physicochemical characteristics of cream cheese made from a blended milk fat system. *International Dairy Journal*, 116, 105000. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2021.105000>
4. Zulqarnain, M., Hamza, M., Mughal, M. et al. (2023). Development of Cheese Analogue using Olive Oil and Lactobacillus Bulgaricus. *Journal of Survey in Fisheries Sciences*. 10. <http://doi.org/10.53555/sfs.v10i3.1751>.
5. Tetra Pak. (n.d.). Spreadable or cream cheese production solutions. <https://www.tetrapak.com/en-ua/solutions/categories/cheese-whey>.
6. Gavazzi-April, C., Benoit, S., Doyen, A., Britten, M., Pouliot, Y. (2018). Preparation of milk protein concentrates by ultrafiltration and continuous diafiltration: Effect of process design on overall efficiency. *Journal of Dairy Science*. 101. [10.3168/jds.2018-14430](https://doi.org/10.3168/jds.2018-14430).
7. Salama, H., Eldeeb, A., Baker, E., Elwahsh, N. (2022). A study on the use of carrot and probiotic bacteria in making functional cream cheese. *Egyptian Journal of Food Science*. <http://doi.org/10.21608/ejfs.2022.176889.1148>.
8. Kim, J., Watkinson, P., Lad, M., Matia-Merino, L., Smith, J., Golding, M. (2022). Effect of process and formulation variables on the structural and physical properties in cream cheese using GDL acidulant. *Food Biophysics*. 17(2). 273-287. <http://doi.org/10.1007/s11483-022-09719-w>.

9. Seon-Suk, J., Seung-Joo, L., Palanivel, G., Hae-Soo, K. (2012). Comparative study of flavor, texture, and sensory in cream cheese and cholesterol-removed cream cheese. *Food Science and Biotechnology*. 21. <http://doi.org/10.1007/s10068-012-0020-6>.
10. Kaláb, M., Modler, H. W. (1985). Development of microstructure in a cream cheese based on Queso Blanco cheese. *Food Microstructure*. 4. 89-98.
11. Coutouly, A., Riaublanc, A., Axelos, M., Gaucher, I. (2014). Effect of heat treatment, final pH of acidification, and homogenization pressure on the texture properties of cream cheese. *Dairy Science & Technology*. 94. <http://doi.org/10.1007/s13594-013-0148-z>.
12. Capozzi, V., Lonzarich, V., Khomenko, I., Cappellin, L., Navarini, L., & Biasioli, F. (2020). Unveiling the Molecular Basis of Mascarpone Cheese Aroma: VOCs analysis by SPME-GC/MS and PTR-ToF-MS. *Molecules*. 25(5). 1242. <https://doi.org/10.3390/molecules25051242>.
13. Sainani, M.R. & Vyas, Harit & Tong, Phillip. (2004). Characterization of Particles in Cream Cheese. *Journal of dairy science*. 87(9). 2854-2863. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73414-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73414-1).
14. Covacevich, H., Kosikowski, F. (2006). Cream cheese by ultrafiltration. *Journal of Food Science*. 42. 1362-1364. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1977.tb14498>.
15. Munieweg, R.F., Gaviao, R.E., Czarnobay, M., Dilda, A., Lenita, S., Cassia, N. (2020). Mascarpone cheese from sheep's milk - a new option for the consumer. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 41. <https://doi.org/10.1590/fst.32420>.
16. Wolfschoon-Pombo, A.F. (2021). Cream cheese: Historical, manufacturing, and physico-chemical aspects, *International Dairy Journal*. 117. 104948. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2020.104948>.
17. Wu, Q., Ong, L., Aldalur, A., Nie, S., Kentish, S.E., Gras, S.L. (2024). Modulation of cream cheese physicochemical and functional properties with ultrafiltration and calcium reduction. *Food Chemistry*. 457. 140010.
18. Speranza, B., Campaniello, D., Monacis, N., Bevilacqua, A., Sinigaglia, M., Corbo, MR. (2018). Functional cream cheese supplemented with *Bifidobacterium animalis*

- subsp. lactis DSM 10140 and *Lactobacillus reuteri* DSM 20016 and prebiotics. *Food Microbiology*. 72.16-22. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2017.11.001>.
19. Ogunleye, A. O., Akinwale, T. (1999). Selection of starters and a starter-mediated novel procedure for production of wara, a West African soft cheese. *International Journal of Food Science and Technology*. 34(4). 325–329.
20. Sanchez, J.-L., Beauregard, M.-H., Chassagne, J.-J., Bimbenet, J. (1994). Rheological and textural behaviour of double cream cheese. Part I: Effect of curd homogenization, *Journal of Food Engineering*, 23(4). 579-594. [https://doi.org/10.1016/0260-8774\(94\)90113-9](https://doi.org/10.1016/0260-8774(94)90113-9).
21. Geng, X., Ipsen, R., Liot, F. (2008). Rheological properties of cold and hot filled model cream cheese. *Annual Transactions - The Nordic Rheology Society*. 217-223.
22. Wolfschoon-Pombo, A.F., Dang B.P., Chiriboga B. (2018). Forced syneresis determination results from commercial cream cheese samples. *International Dairy Journal*. 85. 129-136. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2018.05.006>.
23. Hayaloglu, A.A. (2022). Cheese with Herbs, Spices and Condiments. *Encyclopedia of Dairy Sciences (Third edition)*. 137-145. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818766-1.00284-1>.
24. Zhang F., GuY., GuoY., Aaqil M., Huang X., Zheng J., TianY., Zhuang L., Zhao C. (2025). Process optimization and flavor characteristics of cream cheese fermented with avocado co-cultures. *Food Chemistry: X*. 29. 102745. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2025.102745>.
25. Dunchenko, N., Yankovskaya, V., Kuptsova, S. (2023). New Technology for Functional Cream Cheese Fortified with Cryopowders. *Cheese- and buttermaking*. 48-51. <https://doi.org/10.21603/2073-4018-2023-4-15>.
26. Jeong, Y.-S., & Park, S.-Y. (2025). Physicochemical and Sensory Properties of Short-Term Fermented Cream Cheese with Added *Citrus junos* Peel Powder. *Fermentation*, 11(4), 218. <https://doi.org/10.3390/fermentation11040218>.
27. Speranza, B., Campaniello, D., Monacis, N., Bevilacqua, A., Sinigaglia, M., Corbo, MR. (2028). Functional cream cheese supplemented with *Bifidobacterium animalis*

- subsp. *lactis* DSM 10140 and *Lactobacillus reuteri* DSM 20016 and prebiotics. *Food Microbiology*, 72. 16-22. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2017.11.001>.
28. Brighenti, M, Govindasamy-Lucey, S., Lim, K. , Nelson, K., Lucey, JA. (2008). Characterization of the rheological, textural, and sensory properties of samples of commercial US cream cheese with different fat contents. *Journal Dairy Science*. 91(12):4501-17. <http://doi.org/10.3168/jds.2008-1322>.
29. Wendin, K., Langton, M., Caous, L., Hall, G. (2000). Dynamic analyses of sensory and microstructural properties of cream cheese. *Food Chemistry*. 71. 363-378. [http://doi.org/10.1016/S0308-8146\(00\)00200-4](http://doi.org/10.1016/S0308-8146(00)00200-4).
30. Jeon, S.-S., Ganesan, P., Lee, Y.-S., Yoo, S.-H., Kwak, H.-S. (2012). Texture and Sensory Properties of Cream Cheese and Cholesterol-removed Cream Cheese made from Whole Milk Powder. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*. 32. <http://doi.org/10.5851/kosfa.2012.32.1.49>.
31. Bemer, HL., Limbaugh, M., Cramer, ED., Harper, WJ., Maleky, F. (2016). Vegetable organogels incorporation in cream cheese products. *Food Res International*. 85:67-75. doi: 10.1016/j.foodres.2016.04.016.
32. Piyasena, P., Chambers, J., Reekie, J., Feirtag, J., Tung, M.A. (2003). Effect of whey protein dispersions on syneresis of curd. *Milchwissenschaft*. 58. 612-615.
33. Yolmeh, M., Jafari, SM. (2024). Cracking spoilage in jar cream cheese: Introducing, modeling and preventing. *Heliyon*. 10(2). e25259. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e25259>.
34. Ferraz, A. R., Pintado, C. S., & Serralheiro, M. L. (2024). A Global Review of Cheese Colour: Microbial Discolouration and Innovation Opportunities. *Dairy*, 5(4), 768-785. <https://doi.org/10.3390/dairy5040056>.
35. Özge Aslan, Tuğçe Ulutaşdemir, Ilker Yıldız, Arzu Çağrı-Mehmetoğlu (2024). Accelerated Shelf-Life Study of Ultra-High Temperature (UHT) Cream Cheese. *Journal of Food and Nutrition Research*. 12(4):228-235. <https://doi.org/10.12691/jfnr-12-4-7>.

36. Machado F, Duarte RV, Pinto CA, Casal S, Lopes-da-Silva JA, Saraiva JA. (2023). High Pressure and Pasteurization Effects on Dairy Cream. *Foods*. 12(19):3640. doi: 10.3390/foods12193640.
37. Song B., Zhu P., Zhang Y., Ju N., Si X., Pang X., Lv J., Zhang S. (2023). Preparation and quality assessment of processed cream cheese by high hydrostatic pressure combined thermal processing and spore-induced germination. *Journal of Food Engineering*. 341. 111319. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2022.111319>.
38. Gurbuz B, Cayir M, Akdeniz E, Akyıl Öztürk S, Karaman S, Karimidastjerd A, Toker OS, Palabıyık İ, Konar N. (2024). Optimization of citrus fiber-enriched vegan cream cheese alternative and its influence on chemical, physical, and sensory properties. *Food Sci Nutr.*;12(8):5872-5881. <https://doi.org/10.1002/fsn3.4220>.
39. Junaid, M., Rehman, T., Imran, M. *et al.* (2024). Impact on physico-chemical characteristics of cream cheese analogue using blend of dairy and vegetable fat. *Discov Appl Sci* 6, 580. <https://doi.org/10.1007/s42452-024-05862-w>
40. Jin, Y., & Adhikari, A. (2025). Recent Developments and Applications of Food-Based Emulsifiers from Plant and Animal Sources. *Colloids and Interfaces*, 9(5), 61. <https://doi.org/10.3390/colloids9050061>.
41. Shuangqing Zhao, Belay Tilahun Tadesse, Liuyan Gu, Christian Solem (2025). Cheese production revisited – Novel and overlooked strategies for improving efficiency and sustainability of cheese manufacturing, *Trends in Food Science & Technology*, 164. 105213, <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2025.105213>.
42. Junaid, M., Rehman, T., Imran, M. *et al.* (2024). Impact on physico-chemical characteristics of cream cheese analogue using blend of dairy and vegetable fat. *Discov Appl Sci* 6, 580. <https://doi.org/10.1007/s42452-024-05862-w>.
43. Jaeger, S. R., Jin, D., & Roigard, C. M. (2024). Plant-Based Alternatives Need Not Be Inferior: Findings from a Sensory and Consumer Research Case Study with Cream Cheese. *Foods*, 13(4), 567. <https://doi.org/10.3390/foods13040567>.
44. Paiva Silva, Kívea & Galli, Bruno & Alban, Michelle & Baptista, Debora & Nabeshima, Elizabeth & Marfil, Paulo Henrique & Gigante, Mirna. (2024). Sensory profile of cream cheese and plant-based analogues: an approach through flash-

- profile, CATA and RATA tests. *International Journal of Food Science & Technology*. 59. 9084-9095. <https://doi.org/10.1111/ijfs.17484>.
45. Palatzidi A, Nikoloudaki O, Ali Zein Alabiden Tlais, Emanuele Zannini, James A. O'Mahony, Effie Tsakalidou, Marco Gobbetti, Raffaella Di Cagno, (2025). Fermented plant-based cream cheese analogues formulated using legume flours and avocado pulp, *Future Foods*, 11. 100580, <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2025.100580>.
46. Ningrum S., Prayitno S.A., Yahya A.T. (2024). Physicochemical Characteristics of Cream Cheese Based on Different Ratios of Bromelin Enzyme and Rennet Enzyme. *Journal of Tropical Food and Agroindustrial Technology*. 5(02):42-51. <https://doi.org/10.21070/jtfat.v5i02.1627>
47. Gutiérrez-Méndez N., Balderrama-Carmona A., García-Sandoval S.E., Ramírez-Vigil P., Leal-Ramos M.Y., García-Triana A. (2019). Proteolysis and Rheological Properties of Cream Cheese Made with a Plant-Derived Coagulant from *Solanum elaeagnifolium*. *Foods*. 8(2):44. DOI: 10.3390/foods8020044.
48. Quiroz-Eraso S, Rodríguez-Castaño GP, Acosta-González A. Interactions between polyphenols from *Theobroma cacao* and Lactobacillales to evaluate the potential of a combined strategy for intestinal free-fatty acid removal. *Curr Res Food Sci*. 2023 Sep 23;7:100594. doi: 10.1016/j.crfs.2023.100594. PMID: 37790859; PMCID: PMC10543767.

Тези конференцій

Міністерство освіти і науки України
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ



**XIV МІЖНАРОДНА
НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ**
"Наукові проблеми харчових технологій та промислової
біотехнології в контексті євроінтеграції"

ПРОГРАМА ТА ТЕЗИ МАТЕРІАЛІВ

25 листопада 2025 р.

КИЇВ НУХТ 2025

6	Данилевич І.О., Пасічний В.М. Цільова ферментація для забезпечення якості м'ясних напівфабрикатів	158
7	Perhat O., Strashynskiy I., Marynin, A. The sensory aspects and challenges of meat analogues	160
8	Тунік О.О., Шевченко І.І. Інноваційні підходи до виробництва ферментованих ковбас із використанням стартових культур та рослинних компонентів	162
9	Сухенко В.Ю., Осипенкова І.І., Куриленко Ю.М., Авдєєва Л.Ю., Сухенко С.В. Використання водного екстракту прополісу як природного консерванта у харчових продуктах	164
10	Pasichnyi V.M., Shubina Ye.A., Maistrenko O.A., Viltsova N.R. The relevance of fermentation in the production of lula kebabs	166
11	Strashynskiy I., Marynin A., Korotchuk O., Bondarenko S. Freezing as one of the most common and effective methods of preserving meat	168
12	Хромова М.В., Паска М.З. Функціонально-технологічні показники сала збагаченого сполуками заліза	170
13	Strashynskiy I., Pasichnyi V., Gamernyk O., Lukianchuk O. Environmentally friendly packaging of meat and fish product	172
14	Поліщук Г.Є., Дмитренко І.Т., Маринін А.І., Іващенко О.М. Реологічні характеристики йогурту з кардамоном	174
15	Бартошак І.В., Поліщук Г.Є., Іващенко О.М. Технологічна ефективність глюконо-дельта-лактону у виробництві вершкового сиру	176
16	Лукашук А.В., Поліщук Г.Є., Маринін А.І. Технологічна ефективність заквашувальної йогуртової культури YO FLEX PREMIUM 5	178
17	Пархомиць П.В., Поліщук Г.Є., Осмак Т.Г. Порівняльний аналіз способів вилучення сироваткових білків з молочної сироватки за допомогою полісахаридів	180
18	Терещук М.В., Поліщук Г.Є. Актуальні напрями розвитку технології крем-сиру	181
19	Сичова О.О., Завгородній М.М., Поліщук Г.Є. рецептурного складу біойогурту з інуліном	183
20	Бондаренко Л.В. Підвищення ефективності заморожування прісноводної креветки шляхом застосування кріопротекторів	185
21	Спасіченко Б., Нагога Р.С., Удимович В.М., Чернюшок О.А. Використання вторинної молочної сировини у м'ясній галузі для ресурсоощадних технологій	188
22	Пасічний В.М., Березюк М.О., Гармаш А.А. Використання природних барвників у виробництві білково-жирових емульсій для м'ясних продуктів	190
23	Rybachuk O.I., Shevchenko I.I. The relevance of the biological hurdle for extending the shelf life of cooked sausages	192

Для практичного застосування або удосконалення існуючих рішень варто зазначити найбільш впливові чинники на ефективність вилучення сироваткових білків з сироватки за допомогою полісахаридів:

- активна кислотність (pH) є основним регулятором процесу комплексоутворення між аніонним полісахаридом (хітозаном) і білком, який повинен бути частково позитивно зарядженим (pH нижче ≈ 5.2);

- іонна сила – високий вміст NaCl екранізує електростатичні взаємодії й може запобігати коацервації або зсунути pH переходів;

- молярне співвідношення «білок:полісахарид», що визначає, чи утворюються розчинні комплекси або осад. Результати даного аналізу будуть застосовані для удосконалення різних способів вилучення сироваткових білків з сироватки за допомогою полісахаридів.

Література.

1. Weinbreck F. et al. (2003). Complex coacervation of whey proteins and gum arabic. *Biomacromolecules*. 4(2):293–303.

2. Casal E., Montilla A., Moreno F.J., Olano A., Corzo N. (2006). Use of chitosan for selective removal of β -lactoglobulin from whey. *J Dairy Sci*. 89(5):1384–1389.

3. Wang X., Lee J., Wang Y.-W., Huang Q. (2007). Composition and rheological properties of β -lactoglobulin/pectin coacervates: effects of salt concentration and initial protein/polysaccharide ratio. *Biomacromolecules*. 8(3):992–997.

4. Liu F, McClements DJ, Ma C, Liu X. (2023). Novel Colloidal Food Ingredients: Protein Complexes and Conjugates. *Annu Rev Food Sci Technol*. 14:35-61.

УДК 637.3.05

18. АКТУАЛЬНІ НАПРЯМИ РОЗВИТКУ ТЕХНОЛОГІЇ КРЕМ-СИРУ

М.В. Терещук, Г.Є. Поліщук

Національний університет харчових технологій

Крем-сир – це м'який свіжий сир, який характеризується високим вмістом жиру та вологи, що зумовлює формування ніжної, кремової текстури та м'якого, злегка кислуватого смаку. Формування вказаних показників якості потребує

дотримання та удосконалення технологічних процесів виробництва крем-сиру, що спрямовує науковців до вивчення впливу різноманітних чинників на фізико-хімічні, реологічні, мікроструктурні та сенсорні властивості цього продукту [1], зокрема: якості вихідної сировини; технологічних параметрів (температури, тиску гомогенізації, тривалості теплового оброблення); функціонально-технологічних властивостей харчових добавок. Сучасні тренди у виробництві крем-сиру зосереджена на оптимізації основних технологічних процесів (гомогенізації, термічного оброблення, ферментації), контролюванні рН, зниженні вмісту жиру, застосуванні жирів немолочного походження, нових ферментних препаратів, мікроінкапсульюваних ароматизаторів та ін. Так, застосування високого тиску (НРР) зменшує мікробне навантаження, подовжує термін придатності і максимально зберігає характерний смак сиру [2]. Застосування жирів немолочного походження з харчовими волокнами суттєво розширює асортимент низькожирних, функціональних продуктів та веган-продуктів [3]. Інноваціями у технології крем-сирів є застосування натуральних (clean-label) стабілізаторів та рослинних (plant-based) текстурованих основ, а також комплексних гелеподібних матриць [4]. Підтверджено сумісність харчових полісахаридів, білкових комплексів і комбінацій натуральних емульгаторів зі смаковими та текстурними характеристиками крем-сиру [1].

Однак, не зважаючи на існуючі наукові розробки щодо технології крем-сиру, залишаються певні невирішені проблеми. Зокрема, недостатньо вивчено вплив комбінації різних технологічних параметрів (гомогенізації, термічного оброблення і активної кислотності) на показники якості крем-сирів. Також необхідно розширити подальші дослідження в галузі сенсорного аналізу крем-сирів для більш глибокого розуміння споживчих переваг та розроблення об'єктивних методів прогнозування якості на основі інструментальних вимірювань. Також практично відсутні дослідження, присвячені вивченню причин виникнення вад крем-сиру та розробленню цілеспрямованих методів їх запобігання.

Найбільш перспективним напрямом подальшого розвитку технології крем-

сиру є спосіб виробництва, що передбачає термомеханічне оброблення суміші з подальшим гарячим пакуванням готового продукту. Перевагами цієї технології є можливість суттєвого зниження виробничих, втрат, застосування широкого спектру функціонально-технологічних інгредієнтів, цілеспрямованого формування заданих показників якості готового продукту, подовження строків його зберігання. Саме це завдання буде реалізоване у подальших наукових дослідженнях.

Література.

1. Kim, J., Watkinson, P., Matia-Merino, L., Smith, J., Golding, M. (2022). Evaluation of formulation design on the physical and structural properties of commercial cream cheeses. *International Journal of Food Science & Technology*, 57.
2. Özge Aslan et al. (2024). Accelerated Shelf-Life Study of Ultra-High Temperature (UHT) Cream Cheese. *Journal of Food and Nutrition Research*, 12(4):228-235.
3. Gurbuz B. et al. (2024). Optimization of citrus fiber-enriched vegan cream cheese alternative and its influence on chemical, physical, and sensory properties. *Food Sci Nutr.*;12(8):5872-5881.
4. Jin, Y., & Adhikari, A. (2025). Recent Developments and Applications of Food-Based Emulsifiers from Plant and Animal Sources. *Colloids and Interfaces*, 9(5), 61.

УДК 637.146.344

19. РОЗРОБЛЕННЯ РЕЦЕПТУРНОГО СКЛАДУ БІОЙОГУРТУ З ІНУЛІНОМ

О. О. Сичова, М.М. Завгородній, Г. С. Поліщук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Функціональні молочні продукти, користуються підвищеним попитом у споживачів, а їх ринок продовжує розширюватися за рахунок використання натуральних інгредієнтів [1]. Функціональні властивості йогурту залежать від його хімічного складу, видового складу та активності закваски, застосованих

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**



ПРОСВІТА І ІННОВАЦІЙНІ
ПРОДУКТИ



Національна асоціація
УКРМОЛПРОМ
молочників України



Асоціація виробників молока



ПРИВАТНЕ АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО
ІЧНЯНСЬКИЙ ЗАВОД
сухого молока та масла

**II ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
У РАМКАХ ВСЕУКРАЇНСЬКОГО ФОРУМУ**

**«МОЛОЧНА ПРОМИСЛОВІСТЬ ВІД ВИРОБНИКА ДО СПОЖИВАЧА:
СУЧАСНІ ТРЕНДИ ТА ОРІЄНТИРИ»**

ПРОГРАМА ТА МАТЕРІАЛИ КОНФЕРЕНЦІЇ

27 травня 2025 р.

КИЇВ

<i>МИХАЛЕВИЧ А., ПОЛИЩУК Г.</i> Вплив ізоляту сироваткових білків на характеристики кольоровості морозива сироваткового	90
<i>МИХАЛЕВИЧ А., САПІГА В.</i> Активізація функціонально-технологічних властивостей білково-вуглеводної сировини	91
<i>НАГОВСЬКА В., МИХАЙЛИЦЬКА О., КОНАШУК Д.</i> Розроблення технології сметанного продукту з використанням олії бразилійського горіха	92
<i>ОСЬМАК А., ПАВЛЮК І., БАНДУРА У.</i> Аналіз розвитку технологій безлактозних молочних продуктів	93
<i>ПАВЛЮК І., БАНДУРА У.</i> Розробка рецептури глазурованих сирків з підвищеною енергетичною цінністю	94
<i>ПАРХОМЕЦЬ П., ОСЬМАК Т., ПОЛИЩУК Г.</i> Альтернативні методи осадження сироваткових білків	95
<i>ПЕТРУША О., ЛОГІНОВА А.</i> Колір молочних продуктів – характеристика якості та сприйняття	96
<i>ПОДОЛЯН З., ТКАЧЕНКО Н.</i> Технологія йогуртового десерту для спортсменів, призначеного для підтримання поточної маси	97
<i>РОЖКО З.</i> Логістичні бар'єри на шляху розвитку молочної галузі України	99
<i>СВАЙКІН О., ТКАЧЕНКО Н.</i> Технологія сухих білкових молочних коктейлів для спортсменів	102
<i>СВЯТНЕНКО Р., ЛІТВИНЧУК С., МАРИНІН А.</i> Аналіз методів виявлення фальсифікації меду	104
<i>СИЧОВА О., ПОЛИЩУК Г.</i> Обґрунтування рецептурного складу йогурту з інуліном і натуральним наповнювачем	105
<i>СКРИПНІЧЕНКО Д., ЛАНЖЕНКО Л., СУХИНА І.</i> Вибір молочної сировини при виробництві сиру моцарелла	106
<i>ТЕРЕЩУК М., ПОЛИЩУК Г.</i> Аналіз чинників впливу на формування показників якості крем-сиру	108
<i>ЦЕСАРИК О., МУСІЙ Л., СЛИВКА І.</i> Розроблення технології кислосвершкового масла з використанням <i>Enterococcus faecium</i> , виділеним із карпатської бринзи	110
<i>ЧЕРНОВА О.</i> Україна у світовій сирній екосистемі: інтеграція та створення власної історії	113
<i>ШАДОРСЬКА А.-А., ПАЛЯНИЦЯ Л.</i> Використання натуральних інгредієнтів у виробництві йогурту	114
<i>ЮДИНА Т., СЕРЕНКО А.</i> Вплив ферментації на харчову цінність низьколактозних йогуртів на основі сколотини	114

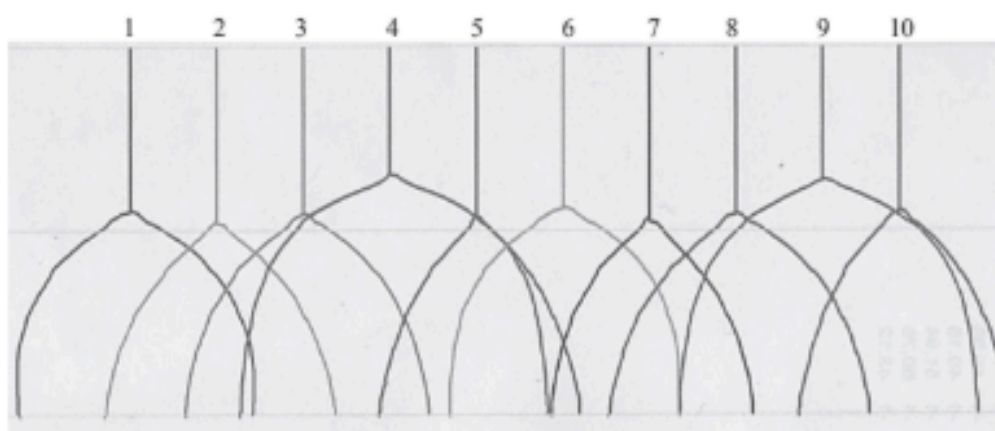


Рисунок 1 – Діаграма коагуляції експериментальних зразків

Висновки: на підставі проведених досліджень визначено, що для виробництва сиру моцарелла доцільніше використовувати суміш коров'ячого та овечого молока у співвідношенні 70 : 30 із застосуванням МФ NaturenStabo, що покладено в основу подальшої розробки сиру моцарелла.

Література

1. Гузєв, Ю. В., Гончаренко І.В. Хімічний склад і технологічні властивості буйволиного молока, коров'ячого, овечого молока та їх сумішей при виробництві сиру бринза // Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Тваринництво. – 2014. – Вип. 2/2 (25). – С.167-172.
2. Цісарик, О. Й. Розроблення технології сиру «Моцарелла» із застосуванням різних молокозсідальних ферментів / О. Й. Цісарик та ін. // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. – 2017. – Т. 19, № 75. – С. 23-27.
3. Власенко, В. В., Власенко І.Г. Удосконалення технології виробництва м'якого сиру функціонального спрямування «Моцарела-Манзар» // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. – 2015. – №1 (89), Т. 1. – С. 88-93.

АНАЛІЗ ЧИННИКІВ ВПЛИВУ НА ФОРМУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ КРЕМ-СИРУ

Максим ТЕРЕЩУК, магістрант, Галина ПОЛЩУК, д.т.н., професор
Національний університет харчових технологій, м. Київ

Крем-сир – це м'який свіжий сир, який відрізняється ніжною кремовою текстурою і злегка кислуватим смаком, що зумовлено високим вмістом жиру та вологи. Цей продукт виробляють кислотним зсіданням молока або вершків з використанням заквасок, що містять мезофільні молочнокислі бактерії [1, 2].

Останнім часом спостерігається стрімке зростання популярності крем-сиру в усьому світі, що зумовлює необхідність оптимізації технологічних процесів його виробництва та покращення якості кінцевого продукту [3]. Сучасні наукові дослідження в цій галузі спрямовані на глибоке вивчення впливу різноманітних чинників, зокрема якості вихідної сировини (молока та вершків), технологічних параметрів (температури, тиску, часу оброблення), харчових добавок (стабілізаторів, емульгаторів) та смако-ароматичних

інгредієнтів на фізико-хімічні, реологічні, мікроструктурні та сенсорні властивості крем-сиру. Особливо актуальним є розроблення нових видів крем-сиру з покращеними функціональними властивостями, наприклад, зі знизеним вмістом жиру або збагаченого натуральними біологічно активними інгредієнтами [4].

Якість кінцевого продукту значною мірою залежить від характеристик вихідної сировини, зокрема від вмісту жиру в молоці та вершках. Крем-сир традиційно виготовляється з їх суміші, і саме вміст жиру є одним з ключових факторів, що визначає його текстуру та сенсорні властивості [5]. Існують різні категорії крем-сиру, які класифікуються відповідно до вимог USDA (Міністерства сільського господарства США) на основі вмісту жиру та вологи. До них належать звичайний крем-сир (мінімум 33% жиру та не більше 55% вологи), сир "Нешатель" (20–33% жиру та менше 65% вологи), сир зі знизеним вмістом жиру (16,5–20% жиру та менше 70% вологи) та легкий крем-сир (не більше 16,5% жиру і максимум 70% вологи).

Дослідження показують, що співвідношення білка до вологи (p/m) також суттєво впливає на фізичні та структурні властивості комерційних зразків крем-сиру. Зокрема, вищий показник p/m пов'язаний з більш щільним розподілом жирових глобул, оточених білками, та з вищими значеннями міцності на розрив та модуля пружності [4].

У виробництві крем-сиру широко застосовуються харчові добавки, зокрема стабілізатори, основною функцією яких є запобігання синерезису — відділенню сироватки під час зберігання готового продукту. Серед найпоширеніших стабілізаторів, що використовуються в цій галузі, слід відзначити ксантанову камедь (XG), карбоксиметилцелюлозу (СМС), гуарову камедь (GG) та камедь ріжкового дерева (LBG), а також карагенан та пектин [5]. Використання саме XG та СМС є досить поширеним у виробництві крем-сиру. При цьому збільшення концентрації цих камедей може призводити до зменшення вмісту сухої речовини в кінцевому продукті.

Цікаво, що комбінація різних стабілізаторів, наприклад, ксантанової, гуарової та ріжкового дерева камеді, може проявляти синергетичний ефект, формуючи більш міцний та термооборотний гель [5]. Крем-сири, стабілізовані такою комбінацією, можуть мати вищу твердість порівняно з продуктами, де використовуються окремі стабілізатори. Ксантанова камедь, завдяки своїй термічній стабільності, здатна забезпечувати вищу еластичність крем-сиру при підвищених температурах, тоді як камеді гуарова та ріжкового дерева утворюють комбіновані полімерні системи.

Крем-сир за своєю природою є м'яким напівтвердим матеріалом і набуває переважно твердоподібну структуру при низьких температурах [5]. Напруга плинності є критичним параметром, що визначає текучість та намазуваність крем-сиру.

Встановлено, що холодне фасування призводить до вищої уявної в'язкості крем-сиру порівняно з гарячим фасуванням [6]. Аналіз комерційних зразків крем-сиру з різним вмістом жиру показав, що більшість повножирних сирів характеризуються значно вищими значеннями модуля пружності при температурах нижче 25°C [7]. Таким чином, реологічні дослідження надають цінну інформацію для розуміння текстурних властивостей крем-сиру та їх залежності від його складу та застосовуваних технологічних процесів.

Так, дослідження показують, що зниження рН коагуляції призводить до збільшення твердості крем-сиру [3], так само як і підвищення температури коагуляції. Вміст жиру також є важливим фактором, що впливає на твердість: повножирні крем-сири, як правило, є твердішими за сири зі знизеним вмістом жиру.

Додавання стабілізаторів також може сприяти підвищенню твердості. Крім того, встановлено, що співвідношення білка до вологи у крем-сирі має сильну кореляцію з його твердістю та пружністю.

Результати сенсорного аналізу часто підтверджують дані, отримані за допомогою інструментальних методів оцінки твердості крем-сиру [8]. Дослідження також показують, що вміст жиру, солі та лактози в сироватці, а також види використовуваних молочнокислих бактерій можуть впливати на утворення, вивільнення та сприйняття ароматичних сполук, що визначають смак та запах продукту. Підвищення температури ферментації може призвести до зниження сенсорно сприйманої твердості крем-сиру.

Важливим фактором є також кінцевий рівень рН, який значно впливає на сенсорні характеристики, особливо на зовнішній вигляд продукту. Заміна молочного жиру на рослинний у рецептурі може негативно позначитися на смакових якостях кінцевого продукту [9], що слід враховувати під час вибору жирових компонентів у складі крем-сиру.

Висновки: Ретельний підбір інгредієнтів та оптимізація технологічних параметрів є ключовими для отримання крем-сиру з бажаними органолептичними властивостями, що відповідають вимогам споживачів.

Література:

1. Phadungath, C. Cream cheese products: A review *Songklanakarin J. Sci. Technol.*, 2005, 27(1) : 191-199.
2. Song, Xiao & Perez-Cueto, Federico & Bredie, Wender. (2018). Sensory-Driven Development of Protein-Enriched Rye Bread and Cream Cheese for the Nutritional Demands of Older Adults. *Nutrients*. 10. 1006.
3. Kim, J., Watkinson, P., Lad, M. *et al.* (2022). Effect of Process and Formulation Variables on the Structural and Physical Properties in Cream Cheese using GDL Acidulant. *Food Biophysics* 17, 273–287.
4. KimJ, WatkinsonP., Matia-MerinoL., SmithJR, GoldingM. (2022). Evaluation of formulation design on the physical and structural properties of commercial cream cheeses, *International Journal of Food Science and Technology*, 57(10). 6422–6434.
5. Brighenti, M. *et al.* (2020). Behavior of stabilizers in acidified solutions and their effect on the textural, rheological, and sensory properties of cream cheese. *Journal of Dairy Science*, 103(3). 2065 – 2076.
6. Geng, X., Ipsen, R., & Liot, F. (2008). Rheological properties of cold and hot filled model cream cheese. <https://nrs.blob.core.windows.net/pdfs/nrspdf-677a0c42-06f9-4cf4-b639-a131f5e360d8.pdf>.
7. Sanchez C., Beauregard J.-L., Chassagne M.-H., Bimbenet J.-J., Hardy J. (1994). Rheological and textural behaviour of double cream cheese. Part I: Effect of curd homogenization, *Journal of Food Engineering*, 23(4). 579-594.
8. Brighenti M, Govindasamy-Lucey S, Jaeggi JJ, Johnson ME, Lucey JA. Effects of processing conditions on the texture and rheological properties of model acid gels and cream cheese. *J Dairy Sci.* 2018 Aug;101(8):6762-6775.

**РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ КИСЛОВЕРШКОВОГО МАСЛА З
ВИКОРИСТАННЯМ *ENTEROCOCCUS FAECIUM*, ВИДЛЕНИМ ІЗ КАРПАТСЬКОЇ
БРИНЗИ**

Орися ЦІСАРИК, завідувач кафедри технології молока і молочних продуктів, д.с-г.н.,
професор, **Любов МУСІЙ**, к.т.н., доцент, **Ірина СЛИВКА**, к.с-г.н., доцент
ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького, м. Львів

Виклад основного матеріалу: Молочна промисловість є однією з ключових галузей України, яка забезпечує сучасне суспільство харчовими продуктами з функціональними властивостями. Серед широкого асортименту молочної продукції провідне місце посідає