

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
Кафедра технологій та безпеки харчових продуктів

До захисту
допускається

Завідувач кафедри
технологій та безпеки
харчових продуктів
Марина САМІЛИК

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за другим рівнем вищої освіти

На тему: **«Удосконалення технології сирів на основі вторинної сировини»**

Виконала		Любов БАРАБАНОВА
	(підпис)	(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Група ХТ 2301м

Науковий керівник		Тетяна СИНЕНКО
	(підпис)	(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Суми – 2024 року

АНОТАЦІЯ

Барабанова Л. П. Удосконалення технології сирів на основі вторинної сировини.

Кваліфікаційну роботу присвячено науковому обґрунтуванню та удосконаленню технології сирів на основі вторинної сировини.

У першому розділі систематизовано дані інформаційних джерел щодо функціональних властивостей сироватки молочної і перспективності її використання у технології сирних продуктів. Сироваткові сири по типу «Брюност» мають загальний вміст сухої речовини близько 80% після значного випаровування вологи. Даний тип сирів вважається енергоємними, оскільки необхідно довготривалий час піддавати сировину тепловій обробці. Відповідно виникає необхідність удосконалення технологій із використанням раціональних способів обробки сировини. Варіантом вирішення даної проблеми є використання концентрованої сироватки, отриманої шляхом видалення вологи методом мембранного розподілу на установці нанофільтраційного типу АВ (Automatic Basic).

У другому розділі сформульовано програму та етапи експериментальних досліджень. Визначено об'єкт і предмети досліджень, розписано постановку експериментів. Здійснено підбір методів досліджень, необхідних для визначення хімічних, фізико-хімічних, органолептичних та мікробіологічних показників, планування експерименту та обробки експериментальних результатів з використанням сучасних комп'ютерних програм, що забезпечує високий рівень вірогідності результатів досліджень.

У третьому розділі обґрунтовано вибір сировини для використання у технології сирів на основі вторинної сировини, а саме сироватки згущеної (вміст сухих речовин 20%). Обґрунтовано доцільність використання у технології сирів на основі вторинної сировини ферментного препарату лактаза. За допомогою багатофакторного експерименту оптимізовано параметри термічної обробки

суміші, а саме температура – $(97 \pm 1)^\circ\text{C}$, тривалість – $(240 \dots 270)$ хв. Розроблено рецептуру та технологічну схему сиру «Caramel cheese» на основі вторинної сировини. Отримано комплекс даних, що характеризує якість розроблених сирів, доведено їх харчову та біологічну цінність.

У четвертому розділі з урахуванням принципів HACCP здійснено опис розроблених сирів на основі вторинної сировини, складено блок-схему виробництва, проаналізовано небезпечні фактори та серйозність їх наслідків. Визначені критичні точки контролю на етапах виробництва сирів, критичні межі, з урахуванням чого складено план HACCP.

У п'ятому розділі виконано розрахунки економічної ефективності від проведених досліджень. Оцінка собівартості і планування прибутку від реалізації показали, 1 кг сиру «Caramel cheese» складає 347,66 грн.

Ключові слова: сир, молочна сироватка, вторинна сировина, безлактозні продукти, реакція Майяра.

ABSTRACTS

Barabanova L. Improving the technology of cheeses based on secondary raw materials.

The qualification work is devoted to the scientific substantiation and improvement of the technology of cheeses based on recycled raw materials.

The first section systematizes the data from information sources on the functional properties of whey and the prospects for its use in the technology of cheese products. Whey cheeses of the Brunost type have a total dry matter content of about 80% after significant moisture evaporation. This type of cheese is considered to be energy-intensive, as it requires a long period of heat treatment. Accordingly, there is a need to improve technologies using rational methods of raw material processing. A solution to this problem is to use concentrated whey obtained by removing moisture using a membrane separation method in an AB (Automatic Basic) nanofiltration unit.

The second section formulates the program and stages of experimental research. The object and subjects of study are defined, and the experiments are described. The selection of research methods necessary for determining chemical, physicochemical, organoleptic, and microbiological parameters, planning the experiment, and processing the experimental results using modern computer programs, ensuring a high-reliability level of the research results, is carried out.

The third section substantiates the choice of raw materials for use in the technology of cheeses based on recycled raw materials, namely condensed whey (20% solids content). The practicality of using the enzyme preparation lactase in the technology of cheeses based on recycled raw materials is substantiated. Using a multifactorial experiment, the parameters of heat treatment of the mixture were optimized, namely temperature - $(97 \pm 1)^{\circ}\text{C}$, duration - (240...270) min. Develops the recipe and technological scheme of 'Caramel cheese' cheese based on recycled raw materials. A set of data characterizing the quality of the developed cheeses was obtained, and their nutritional and biological value was proved.

In the fourth section, taking into account the principles of HACCP, the developed cheeses based on recycled raw materials are described, a production flow chart is drawn up, and hazardous factors and the severity of their consequences are analyzed. Critical control points at the stages of cheese production and critical limits are identified, and a HACCP plan is drawn up.

In the fifth section, the economic efficiency of the research is calculated. Estimating the cost price and planning profit from sales showed that 1 kg of Caramel cheese is 347.66 UAH.

Keywords: cheese, whey, secondary raw materials, lactose-free products, Maillard reaction.

ЗМІСТ

ВСТУП	10
РОЗДІЛ I ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА ОБРАНОЮ ТЕМАТИКОЮ	13
1.1 Сирний ринок України та сироварні тенденції.....	13
1.2 Сироваткові сири	19
1.3 Сироваткові сири – особливості виробництва.....	22
Висновки за розділом 1	27
РОЗДІЛ II ОРГАНІЗАЦІЯ, ОБ'ЄКТ, ПРЕДМЕТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	28
2.1 Об'єкти і предмети дослідження	28
2.3 Методи досліджень	30
Висновки за розділом 2	34
РОЗДІЛ III РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ, ОБҐРУНТУВАННЯ СКЛАДУ ПРОДУКТУ, ТЕХНОЛОГІЇ, ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ОТРИМАННЯ СІРІВ НА ОСНОВІ ВТОРИННОЇ СІРОВИНИ	35
3.1 Обґрунтування вибору сировини	35
3.1.1 Оцінка якості молочної сироватки згущеної	35
3.1.2 Обґрунтування доцільності та вибір параметрів ферментолізу лактози сироватки молочної згущеної.....	37
3.2 Підбір параметрів технологічного процесу виробництва сирів на основі вторинної сировини	38
3.3 Оптимізація технологічних параметрів технологічного процесу виробництва сирів на основі вторинної сировини	43
3.4 Визначення впливу прийнятих оптимальних технологічних параметрів виробництва сирів на його вихід та загальні споживчі вподобання	48
3.5 Розробка рецептури та обґрунтування технологічні параметрів	50

3.6 Визначення показників якості	54
Висновки за розділом 3	57
РОЗДІЛ IV АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ВИЗНАЧЕННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ЧИННИКІВ ВИРОБНИЦТВА СИРІВ НА ОСНОВІ ВТОРИННОЇ СИРОВИНИ	58
Висновки за розділом 4	65
РОЗДІЛ V РОЗРАХУНОК ОЧІКУВАНОГО ЕКОНОМІЧНОГО ЕФЕКТУ ВІД ВПРОВАДЖЕННЯ СИРІВ НА ОСНОВІ ВТОРИННОЇ СИРОВИНИ	66
5.1 Оцінка собівартості розробленого продукту	66
5.2 Планування прибутку та показників ефективності впровадження нового продукту	68
Висновки за розділом 5	69
ВИСНОВКИ.....	70
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	73
ДОДАТОК А.....	76

ВСТУП

Актуальність теми. В усьому світі розглядається перспектива виробництва сироваткових сирів. Традиційно це розглядається як екологічний спосіб повторного використання та переробки основного побічного продукту сироваріння – молочної сироватки. Відповідно виробництво сироваткових сирів має позитивний, соціальний, економічний та екологічний вплив з точки зору підтримки місцевих виробників, виробництва доступних поживних продуктів та безвідходного виробництва [11].

Виробництво сиру має довгу історію як сталий метод використання сироватки, що утворюється після згортання молока. Існує велика різноманітність у використовуваних технологіях, типах використовуваної сироватки, а отже, її складі та властивостях. У будь-якому випадку, використання сироватки у виробництві сиру має багато практичних та економічних переваг.

Сир Брюност (норвезькою «Brunost») – коричневий сироватковий сир, який отримують шляхом теплового випарювання сироватки, змішаної з молоком і вершками. Кількість молока та вершків зазвичай становить приблизно 40% від загальної кількості використаної сироватки. Завдяки високому вмісту лактози, цей сир зазвичай набуває коричневого кольору під час переробки і має солодкий, варений і карамельний смак. Традиційна технологія є високо затратною через енерговитрати пов'язані із довготривалим нагріванням (уварюванням) молочної суміші (сироватка з додаванням вершків з/без знежиреного молока).

Відповідно, актуальним є дослідження можливості використання концентрованої солодкої сироватки отриманої мембранним обробленням (нанофільтрацією) із гідролізованою лактозою, як основу сировини для виробництва «коричневих» сирів.

Мета та завдання дослідження. Метою роботи є технології сирів на основі вторинної сировини.

Для досягнення поставленої мети було сформовано наступні завдання:

- обґрунтувати технологічну доцільність використання молочної

сироватки солодкої та сироватки згущеної (вміст сухих речовин 20%) у технології сирів;

- обґрунтувати технологічні параметри виробництва технології сирів на основі вторинної сировини.;

- удосконалити технологію сирів на основі вторинної сировини., комплексно дослідити якість розробленого продукту, а також їх зміни в процесі зберігання;

- оцінити соціальну і економічну ефективність наукової розробки.

Об'єктом дослідження є технологія сирів на основі вторинної сировини.

Предмети дослідження – основна сировина для виробництва сирів (молочна сироватка солодка та сироватка згущена (вміст сухих речовин 20%)), параметри термічної обробки, якісні параметри сирів.

Методи дослідження – стандартні загальноприйняті та спеціальні фізико-хімічні, органолептичні, мікробіологічні, структурно-механічні, кваліметричні, системного аналізу, моделювання, математично-статистичні методи обробки експериментальних даних з використанням сучасних комп'ютерних програм.

Наукова новизна одержаних результатів. На основі теоретичних і експериментальних досліджень сформульовано й доведено науково-практичну гіпотезу – використання сироватки згущеної (вміст сухих речовин 20%) обробленої ферментним препаратом лактаза у технології сирів з метою прискорення процесу утворення продукту з характерними показниками сиру Брюност, що дасть змогу зменшити втрати біологічної цінності продукту під час довготривалого нагрівання і енерговитрати на виробництво.

Уперше:

- розроблено рецептуру сирів з використанням сироватки згущеної (вміст сухих речовин 20%) обробленої ферментним препаратом лактаза;

- розроблено технологічну схему виробництва сиру на основі вторинної сировини;

- досліджено взаємозв'язок рецептурних компонентів та теплової обробки;

- отримано комплекс даних, що характеризує якість розроблених виробів,

доведено їх підвищену харчову та біологічну цінність.

Апробація результатів дослідження. Основні результати досліджень обговорювалися і здобули позитивні оцінки на IV міжнародній науково-практичній конференції молодих учених «Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі».

Публікації. За результатами досліджень опубліковано 2 наукові праці, у тому числі: 1 стаття у затвердженому фаховому виданні України.

Список робіт здобувача:

1. Барабанова Л. Аналіз використання сироватки для альбумінових сирів. IV Міжнародна науково-практична конференція молодих учених «Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі» URL: <https://sites.google.com/tsatu.edu.ua/etsm-stud-conf-4/materialy>

2. Синенко Т. П., Барабанова Л. П. Розробка сиру із концентрованої молочної сироватки. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Механізація та автоматизація виробничих процесів. 2024. № 4. С. – .

РОЗДІЛ I

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА ОБРАНОЮ ТЕМАТИКОЮ

1.1 Сирний ринок України та сироварні тенденції

Молочна промисловість – це важливий сегмент світового продовольчого ринку, який виготовляє широкий спектр продуктів харчування. Молочна промисловість відіграє ключову роль в АПК України, забезпечуючи продовольчу безпеку країни у сфері молочних продуктів. Ще до початку російської агресії в Україні розпочалися структурні зміни в секторі молочного скотарства. Війна лише прискорила ці процеси, призвівши до значних деформацій в цій галузі.

В Україні протягом останніх років спостерігається стійка тенденція до концентрації молочних ферм. Це зумовлено тим, що утримання більшої кількості корів стає економічно вигіднішим. Внаслідок збройної агресії РФ на території України пришвидшився процес створення спеціалізованих молочних ферм зі збільшенням поголів'я корів, яких вони утримують, так як багато поголів'я було знищено. Протягом 2010-2021 років їх кількість зменшилась у 2,2 рази з 3741 до 1686 од., але у 2022 році цей показник знизився ще на 14,5% до 1440 од., у порівнянні до 2021 року. Згідно аналітичного дослідження [1], було зазначено що тенденція до зменшення кількості сільгоспприємств, які утримують корів, триватиме й надалі. Аналітики вважають, що масштабування виробництва може призвести до зниження цін на молоко, підвищення його якості, а також до впровадження сучасних технологій виробництва та переробки молока, що вимагає значних інвестицій, які доступні лише великим фермам. Концентрація молочних ферм може мати як позитивні, так і негативні наслідки. Зростання масштабів виробництва дозволить мати кращі можливості для дотримання санітарно-гігієнічних норм та впровадження нових технологій. А зменшення кількості дрібних ферм може призвести до втрати робочих місць та зблизнення сільської місцевості.

Україна посідає 32-е місце у світовому рейтингу за обсягами виробництва молока. Саме дефіцит молочної сировини стримує розвиток галузі. Наразі поголів'я дійних корів в Україні становить 1,28 млн, з яких: 890 тис. знаходяться у населення; 390 тис. - у господарствах. Варто зазначити, що дані щодо поголів'я у населення є доволі сумнівними, адже робота Держпродспоживслужби з ідентифікації поголів'я досі не завершена. Близько 400 тис. т молока в перерахунку на сировину експортується, а 40% – переробляється. Новою тенденцією на ринку стало те, що ціни на молоко від сільськогосподарських підприємств вже дорівнюють цінам країн ЄС.

Внаслідок жорстокої агресії росії проти України молочна галузь країни зазнала значних втрат. За майже два роки війни 39 підприємств у Харківській, Луганській, Донецькій, Херсонській, Миколаївській, Сумській та Запорізькій областях припинили свою роботу. Два великих заводи, «Баштанський сирзавод» на Миколаївщині та «Куп'янський МКК» на Харківщині, були зруйновані. Багато інших підприємств змушені були зупинити роботу через проблеми, пов'язані з воєнними діями. Знищення та вимушені зупинки молокопереробних підприємств негативно впливають не лише на економіку, але й на продовольчу безпеку країни [2].

Українська молочна промисловість протягом останніх двох років стикається з низкою серйозних викликів: збільшення фальсифікату на молочному ринку, ускладнення та здорожчення логістики (закриття портів, через які раніше здійснювалися поставки, розрив старих логістичних ланцюжків, виникнення проблем на західних кордонах, зокрема на польському та словацькому).

Станом за 2021 рік виробництвом сирів займалося лише 150 підприємств на території України, з яких 2/3 виробляли тверді сичужні сири, а 1/3 – м'які та плавлені. Це становило 11% від загальної кількості молочної продукції. Наразі на українському продовольчому ринку спостерігається не лише жорстка конкуренція, але й активна консолідація. Це зумовлено нестачею коштів у невеликих підприємств для модернізації та вдосконалення виробництва. Ринок

переповнений твердими сирами, а частка м'яких сирів є незначною. Внаслідок цього кожне виробництво намагається розширити асортимент продукції, пропонуючи сири з підвищеною харчовою цінністю.

Дані аналізу сирної промисловості українського ринку зазначені на рис. 1.1

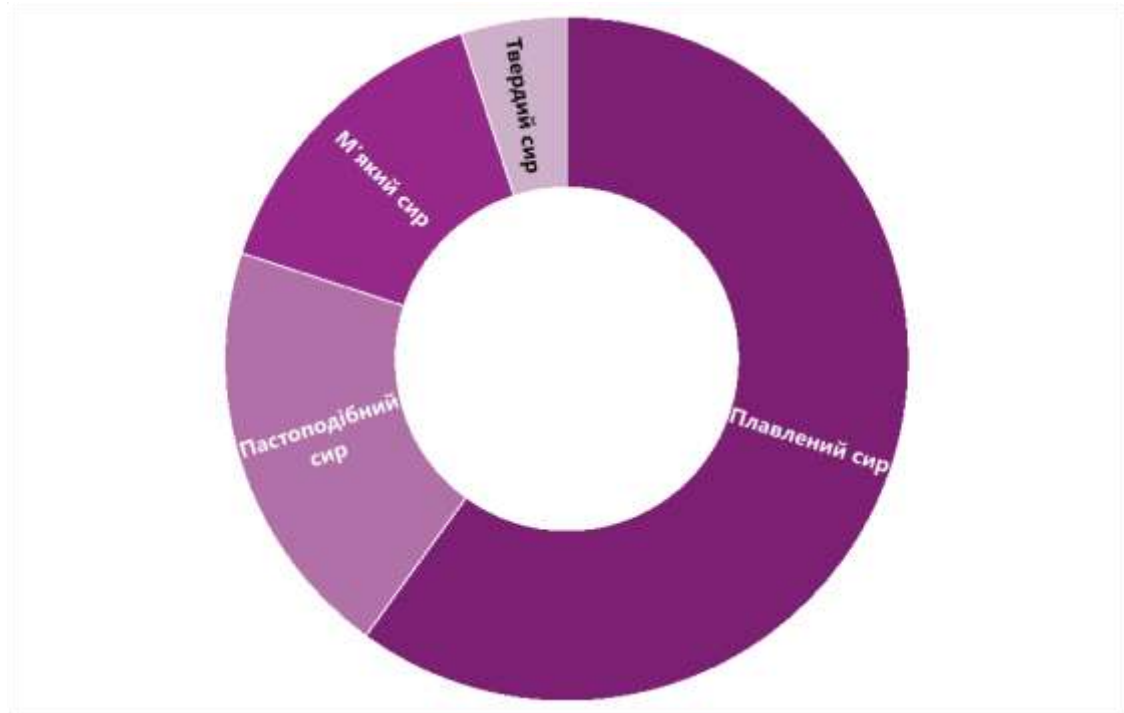


Рис. 1.1. Аналіз ринку за видом сирної промисловості продовольчого ринку України (розроблено автором за джерелом [3]).

Військова агресія росії завдає удару по українській сирній промисловості. Військові дії, розпочаті росією, суттєво вплинули на виробництво сиру в Україні. Найважчими місяцями стали березень та квітень 2022 року, коли майже всі підприємства змушені були зупинити роботу. Внаслідок цього річне виробництво сиру в країні скоротилося вдвічі. Сироробні підприємства на окупованих територіях були пошкоджені або зруйновані, що потребуватиме значного часу та ресурсів для їх відновлення. Крім того, війна призвела до проблем з дистрибуцією та логістикою сирної продукції. Діяльність ритейлу на прикордонних територіях значно обмежена. Ці фактори негативно впливають не лише на сироробну промисловість, але й на продовольчу безпеку країни.

Вітчизняний ринок стикається з витіснення вітчизняного сиру імпортованим європейським. Це зумовлено високою ціною закупівельного українського молока (не дозволяє вітчизняним виробникам знизити вартість сировини та зробити свою продукцію більш конкурентною), обвал курсу гривні у зв'язку з війною (призвело до того, що мінімальна собівартість європейського сиру, враховуючи доставку та розмитнення складає 250 грн./кг, а український - не менше 320 грн/кг). Це робить український сир менш доступним для споживачів, що призводить до втрати ринкових позицій вітчизняними виробниками. Крім того, війна негативно вплинула на логістику та дистрибуцію української сирної продукції, що також погіршує її конкурентоспроможність.

Рівень споживання сиру в Україні залишається значно нижчим, ніж у країнах Європейського Союзу. Згідно з даними SEEDS, середньостатистичний українець споживає лише 4,66 кг сиру на рік. Це вчетверо менше, ніж у ЄС, де цей показник складає 18,6 кг на душу населення. За обсягами вживання сиру на душу населення Україна посідає останнє місце в Європі.

Проаналізуємо основні показники вітчизняного молокопереробного сектору, що наведені в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Основні показники вітчизняного молокопереробного сектору (розроблено автором за джерелом [5])

Показники	1990	2003	2020	2021	2022	2023
Кількість молокопереробних підприємств, од.	643	441	192	178	120	112
Виробництво молока, млн. т.	24,5	13,67	9,8	8,7	7,64	7,36
Перероблено молока, млн. т.	18	4,5	3,5	3,2	2,72	2,96
Продукція з незбираного молока, тис. т.	6430	1230	1010	1046	771	820
Вершкове масло, тис. т.	441,1	145,3	87,5	77,2	70,6	68,3
Сир, тис. т.	183,8	167,8	115,8	111,2	89	88,4
Сухе молоко, тис. т.	61,1	19,8	29,4	34,1	34	29,7
Згущене молоко, тис. т.	166	101,4	74,5	75,8	60	62
Споживання молока на душу населення, кг	373	240	221	198	-	-

Дані табл. 1.1 свідчать про те, що молокопереробний сектор України зазнав значних змін з 1990 до 2023 року. Зменшення кількості молокопереробних

підприємств, обсягів виробництва та переробки молока, а також зміна структури виробництва та зниження споживання на душу населення свідчать про складне становище в цій галузі. Скорочення кількості підприємств (в 5,7 разів) може бути пов'язано з низкою факторів, таких як конкуренція з боку імпоротної продукції, зростання цін на сировину, складні економічні умови та інші фактори. Зниження виробництва молока (в 3,3 разів) та його переробки (в 6,1 разів) може бути пов'язано зі скороченням поголів'я корів, зниженням продуктивності тварин, несприятливими погодними умовами, змінами в споживчих уподобаннях та іншими факторами. Зміна структури виробництва молокопереробної продукції може бути пов'язана зі змінами споживчих уподобань, динамікою цін на різні види продукції, а також з технологічними інноваціями. Зниження споживання молока на душу населення (в 1,9 разів) може бути пов'язано зі зниженням доходів населення, зростанням цін на молоко та молокопродукти, змінами в структурі харчування та іншими факторами. Важливо стимулювати виробництво молока, підтримувати молокопереробні підприємства, стимулювати попит на молоко та молокопродукти, а також вдосконалювати технології виробництва та переробки молока. Це допоможе зробити молокопереробний сектор України більш конкурентоспроможним та забезпечити українських споживачів якісною та доступною продукцією

Проаналізуємо виробництво вітчизняних сирів за період 2020 – 2022 рр., що наведено в табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Виробництво вітчизняних сирів за період 2020 – 2022 рр., тис. т. (розроблено автором за джерелом [6])

Найменування сировини	2020 рік	2021 рік	2022 рік	2022 у % до 2020 р.
Неферментований сир	64,1	79,4	85,3	133,0
Твердий сир	86,1	81,7	70,1	81,4
М'який сир	4,8	5,8	-	
Розсільний сир	3,0	3,0	-	
Плавлений сир	29,5	30,7	28,1	95,3

Дані табл. 1.2 свідчать про те, що протягом 2020-2022 років виробництво вітчизняних сирів в Україні демонструвало нестабільну динаміку. Загальне

виробництво сирів зросло з 2020 до 2021 року на 23,7%, але потім знизилося на 11,5% з 2021 до 2022 року. Структура виробництва сирів також зазнала значних змін. Найбільш помітним стало зростання виробництва неферментованого сиру, яке збільшилося на 133% з 2020 до 2022 року. Це призвело до того, що неферментований сир став домінуючою категорією, зайнявши 43,8% від загального виробництва сирів у 2022 році. Натомість, виробництво твердого сиру, яке становило 39,8% від загального виробництва у 2020 році, значно скоротилося протягом 2020-2022 років, знизившись до 36,4% у 2022 році. Дані щодо виробництва м'якого та розсільного сирів за 2022 рік відсутні, що ускладнює аналіз динаміки цих категорій. Виробництво плавленого сиру залишалося стабільним протягом 2020-2022 років, з незначним зниженням на 4,7% з 2020 до 2022 року. Зміна структури виробництва сирів на користь неферментованого сиру може бути пов'язана з його доступністю, корисними властивостями та універсальністю у використанні. Зниження виробництва твердого сиру може мати різні причини, такі як зростання цін на сировину, зміна споживчих уподобань або конкурентний тиск з боку імпортової продукції. Нестабільність загального виробництва сирів протягом 2020-2022 років може бути пов'язана з впливом зовнішніх факторів, таких як пандемія COVID-19, війна в Україні та інші економічні та політичні фактори.

З середини літа 2022 року експорт сиру з України значно зріс, що стало можливим завдяки сприятливим змінам, введеним Єврокомісією. Ці зміни стосувалися квот та мит на українські товари при імпорті до Європейського Союзу. До цих змін основними напрямками експорту українського сиру були Молдова та Казахстан. Проте, вже в останні місяці 2022 року спостерігається динамічне зростання експорту до країн ЄС, де більше половини українського сиру знаходить нових покупців. Польща стала лідером з імпорту української сирної продукції, за нею йдуть країни Балтії та Балканського регіону. Цей значний ріст експорту відкриває нові можливості для українських виробників сиру, адже доступ до ринку ЄС з його значним потенціалом та платоспроможними споживачами може стати потужним драйвером для розвитку

вітчизняної сирної галузі. Важливо зазначити, що успішне закріплення на ринках ЄС потребуватиме від українських виробників постійної роботи над якістю продукції, відповідністю європейським стандартам та диверсифікацією асортименту. Зростання експорту сиру є позитивним сигналом для української економіки, адже воно свідчить про підвищення конкурентоспроможності вітчизняної продукції на світовому ринку та сприяє розвитку агропромислового комплексу країни [5, 6].

У жовтні 2022 року Україна експортувала 1,1 тис. тон твердого сиру, що свідчить про значне зростання цього сегмента агропромислового комплексу. Варто зазначити, що експорт твердого сиру з України перевищує імпорт. В середньому за місяць наша країна отримує 0,8 тис. тонн твердого сиру, що робить її нетто-експортером цього продукту. Цей позитивний тренд підкреслюється й тим, що українські компанії вже почали виробляти "кальят" (сирне зерно) для європейських сироварів. У жовтні 2022 року експорт кальяти склав 118 тон, що свідчить про зростання попиту на цю сировину з боку європейських виробників. Водночас, імпорт категорій "білих" сирів в Україну все ще залишається значним, перевищуючи 1 тис. тон/міс. Незважаючи на це, суттєве падіння імпорту протягом останніх років свідчить про зростання конкурентоспроможності українського твердого сиру на вітчизняному ринку. Загалом, динаміка експорту твердого сиру з України є позитивною. Зростання експорту, розширення виробництва кальяти та падіння імпорту "білих" сирів свідчать про те, що український сирний ринок стає більш самодостатнім та конкурентоспроможним на світовому рівні. Це відкриває нові можливості для розвитку вітчизняної сирної галузі, стимулює інвестиції та сприяє створенню нових робочих місць.

1.2 Сироваткові сири

На даний момент не існує єдиної універсальної класифікації сирів, яка б визнавалася на міжнародному рівні. Це пов'язано з тим, що історично в різних країнах сири, які виробляються за схожими технологіями, отримували різні назви. Навіть однакові назви сирів не завжди відповідають однаковим

технологічним характеристикам. Так, класифікація за Корольовим О. М. поділяє сири на 5 груп: тверді сичужні сири (Швейцарський, Голландський, Чеддер), м'які сири (Делікатесний, Рокфор, Мединський, Гарцський), розсольні сири (Бринза, Чанах, Сулугуні, Чечіль); перероблені сири (Плавлені, Вершкові), горшочні та бурдючні сири. Недоліком цієї класифікації є те, що вона ґрунтується на неоднорідних ознаках: консистенції, умови визрівання, зберігання та способу оброблення сирної маси [7].

Існують й інші класифікації сирів, які поділяються за: вмістом води: тверді сири (до 44%), напівтверді сири (45-55%), м'які сири (понад 55%); за вмістом жиру: жирні (понад 45%), напівжирні (30-45%), не жирні (до 30%); за способом обробки сирної маси (сичужні, кисломолочні, перероблені); за використанням молока (коров'ячі, козячі, овечі, буйволячі сири).

Також виділяють класифікацію сирів за Діланян З. Х., що представляє собою поділ сирів на класи та підкласи (табл. 1.3).

Таблиця 1.3 – Класифікація сирів (розроблено автором за джерелом [7])

1-й клас сичужні сири	
1.1 підклас. Тверді сири	
З високотемпературним обробленням сирного зерна (пресовані, самопресовані з плавленням та чеддеризацією сирного зерна)	З низькотемпературним обробленням сирного зерна (пресовані, пресовані з повною або частковою чеддеризацією, свіжі самопресовані, самопресовані із шорстквою поверхнею)
1.2 підклас. Напівтверді сири (самопресовані)	
1.3 підклас. М'які сири	
сири, які визрівають під впливом лугоутворювальних бактерій;	сири, які визрівають під впливом молочнокислих бактерій (пліснява на поверхні сиру, пліснява в середині сиру)
2-й клас Казеїнові сири	
2.1 Підклас. Свіжі сири	2.2 Підклас. Витримані сири
2-й клас Перероблені сири	
2.1 Підклас. Плавлені сири	2.1 Підклас. Інші сири (у т. ч. сироватковий)

Гудков А. В. та його співавтори запропонували класифікувати сири, ґрунтуючись на факторах, що впливають на їхні органолептичні властивості та харчову цінність. Ця класифікація включає наступні аспекти [8]:

- тип сировини (вид молока: коров'яче, козяче, овече, буйволяче, або суміш різних видів; вміст жиру: цільне, знежирене, частково знежирене; обробка молока: пастеризоване, сире);
- спосіб одержання згустку молока (сичужний: з використанням сичужного ферменту або пепсину; кисломолочний: з використанням заквасок молочнокислих бактерій; кислото-сичужний: поєднання обох методів);
- мікрофлора, що використовується у виробництві сиру (види мікроорганізмів: молочнокислі бактерії, пропіоновокислі бактерії, цвілеві гриби; активність мікрофлори (впливає на смак, аромат, текстуру та інші характеристики сиру);
- хімічний склад: вміст білків, жирів, вуглеводів, мінеральних речовин: впливає на харчову цінність сиру; вміст вологи: впливає на текстуру та термін зберігання сиру; кислотність: впливає на смак та аромат сиру;
- принципові особливості технології: температура та тривалість сквашування: впливають на активність мікрофлори та формування згустку.; пресування: впливає на вологість та текстуру сиру; дозрівання: впливає на смак, аромат, текстуру та інші характеристики сиру.

Дана класифікація дозволяє чітко окреслити різні групи сирів та зрозуміти, як різні фактори впливають на їхні властивості.

Сироваткові сири не належать до жодної з основних груп класифікації сирів, які описувалися вище. Це пов'язано з тим, що класифікації сирів, які використовуються в основному, ґрунтуються на характеристиках сиру, який виготовляється з молока. Сироваткові ж сири виготовляються з сироватки, яка залишається після виробництва сиру з молока. Тому вони мають ряд особливостей, які не дозволяють їм бути включеними до жодної з існуючих груп. Деякі класифікації сирів виділяють сироваткові сири як окрему групу. Наприклад, у товарознавчій класифікації О. М. Корольова сироваткові сири не

належать до жодної з п'яти груп, а описуються окремо, як "сири з сироватки". Інші класифікації сирів можуть включати сироваткові сири до групи "м'які сири" або "перероблені сири". Однак, ці класифікації не є загальноприйнятими, і сироваткові сири часто виділяють як окрему категорію.

1.3 Сироваткові сири – особливості виробництва

Сироватка – це побічний продукт переробки молока, яку отримують після кислотної, теплової або сичужної коагуляції білка. Це непрозора рідина зеленувато-жовтого кольору із загальним вмістом твердих речовин в межах 6,0-6,5% (маса/об'єм).

Сироватка широко застосовується у харчовій промисловості. З неї виготовляють сироваткові порошки, концентрати та ізоляти сироваткових білків, напої на основі сироватки та функціональні продукти харчування. Ці продукти багаті на білок, мають високу харчову цінність та використовуються у виробництві дитячого харчування і спортивного харчування, кондитерських виробів та інших продуктів харчування.

Склад сироватки залежить від типу сиру, який виробляється. На нього впливають такі фактори: технологічний процес, тип та кількість використовуваних молочнокислих культур, вид сичужного ферменту. Існує два основних типи сироватки: солодка та кисла. Солодка сироватка утворюється при виробництві м'яких, твердих та напівтвердих сирів з використанням сичужного ферменту. Вона має нейтральний рН та містить білки, лактозу та мінерали. Кисла сироватка утворюється як побічний продукт при виробництві свіжого сиру. Вона має кислий рН та містить менше білків та лактози, порівняно з солодкою сироваткою. Кисла сироватка не використовується у виробництві альбумінних сирів, на відміну від солодкої сироватки.

Хімічний склад сироватки в залежності від джерела походження наведений в табл. 1.4.

Таблиця 1.4 - Хімічний склад сироватки в залежності від джерела походження (розроблено автором за джерелом [9])

Назва нутрієнтів	Корови		Вівці	Кози
	Солодка	Кисла	Солодка	Кисла
Кислотність, рН	6,3	5,7	6,3	5,9
Сухий залишок (г/л)	70,84	65,76	83,84	62,91
Білок (г/л)	9,24	7,8	18,71	9,35
Азот (г/л)	1,45	1,22	2,93	1,47
Небілковий азот (г/л)	0,37	0,54	0,8	0,67
Азот амонію (г/л)	0,04	0,14	0,13	0,18
Жир (г/л)	5,06	0,85	6,46	0,4
Лактоза (г/л)	51,81	45,25	50,98	39,18
Зола (г/л)	5,25	7,56	5,65	8,36
Кальцій (г/л)	0,47	1,25	0,49	1,35

Дані табл. 1.4 свідчать про те, що хімічний склад сироватки може відрізнятися та залежити від сиру, який попередньо виробляється та виду молока (коров'яче, козяче, овече), що впливає на хімічний склад кінцевого продукту – сироватки.

Сироватка, яка утворюється при виробництві сиру, знаходить застосування не лише у виробництві твердих сирів, але й інших молочних продуктів. Її висока біологічна та поживна цінність робить сироватку все більш затребуваною у харчовій промисловості. На жаль, лише половина (54%) виробленої сироватки використовується повторно, а решта (46%) здебільшого викидається в навколишнє середовище без належної обробки. Це не лише шкодить екосистемі, але й створює додаткові витрати для молочних підприємств, особливо невеликих, адже вони не мають ресурсів для належної утилізації сироватки. Одним із ключових завдань, які сьогодні стоять перед молочною промисловістю, є пошук ефективних методів переробки молочної сироватки.

Виробництво сирів з сироватки сягає коріння самих ранніх етапів сироваріння, що стало способом раціонального використання сироватки,

основного побічного продукту виробництва сиру. Сироваткові (альбумінові) сири виробляються по всьому світу в невеликих масштабах. До традиційних сирів з сироватки, що виготовляються за схожими технологіями, належать: Італія: Рікотта, Рікотта салата або Рікоттоне, Рікотта фреска; Греція: Антотирос, Міздра, Манурі, Ксиноміздра; Сербія, Румунія та інші країни, зокрема Ізраїль: Урда; Туреччина: Лор; Кіпр: Анарі; Хорватія та Сербія: Скута; Норвегія: Gjetost та Brunost; Швеція: Mesost та Messmör; Ісландія: Mysuostur; Данія: Myseost; Португалія: Requeijão; Іспанія та Мексика: Quesón

Ці сири мають різні назви залежно від країни та регіону, з яких вони походять. В європейських країнах сироваткові сири виробляються в основному з овечої сироватки, яка характеризується високим вмістом білку. Нижчий вміст білку в коров'ячій і козячій сироватках призводить до меншого виходу сироваткових сирів. Виробництво сирів з сироватки ґрунтується на денатурації білків сироватки шляхом нагрівання до 88–92 °С. Для сирів сироватку можна використовувати як в чистому вигляді, так із додаванням невеликої частки молока або вершків.

Коричневий сироватковий сир (Brunost) – це твердий сир, який отримують шляхом випаровування сироватки з додаванням молока та вершків. Сир має тверду текстуру, коричневий колір та солодкий смак з відтінком карамелі. Існує декілька різновидів цього сиру, що відрізняються ступенем рум'яності, вмістом жиру та джерелом молока (коров'яче або козяче). Також є варіант сиру, який можна намазувати. Виробництво цього сиру зосереджене переважно в Норвегії та Швеції. Традиційно бурий сироватковий сир готували у казанах, проте сьогодні виробництво є високоіндустріалізованим. Більшість сиру виробляється на безперервних лініях, де казани замінено багатоступеневими теплообмінниками зі скребками. Кристалізація лактози під час охолодження негативно впливає на якість сиру. Розмір кристалів повинен бути меншим за 30 мкм, інакше сир матиме піщану неприємну текстуру.

В Норвегії сироватковий сир виготовляється зі свіжої солодкої козячої або коров'ячої сироватки з додаванням вершків. Сироватковий сир виготовлений

лише з козячої сироватки характеризується грубою текстурою темно-коричневого кольору. Вміст лактози в цьому сирі складає 40% мас./об. Додавання вершків до козячої сироватки поліпшує структуру продукту. Сир набуває світло-коричневого кольору, з гладкою, кремовою консистенцією, де кристали лактози ледь помітні. Його смак нагадує злегка підсолоджену вершкову карамель. Також відомий спосіб отримання сироваткового сиру, який отримують із суміші 88% козячої сироватки та 12% коров'ячого молока. Недостатню кількість жирів компенсують вершками, що складає 3% від загальної маси свіжої солодкої сироватки [8, 9].

В промислових масштабах коричневий сир виробляється з сироватки, що залишається після виробництва білого сиру. На відміну від інших сирів із сироватки, таких як рікотта, де відділяють сироватковий білок від рідини, бурий сир виробляють шляхом випаровування рідини. Таким чином, коричневий сир містить усі компоненти сироватки і має високий вміст лактози (35–47%).

Для виготовлення сироваткового сиру Brunost, сироватку фільтрують та змішують з вершкам та молоком. Далі суміш закачують у двоступеневу випарну ванну з нержавіючої сталі та концентрують до вмісту сухих речовин (50 – 60)% за зниженого тиску при температурі (60 – 70)°C. Потім в'язку масу виливають у пластинчастий теплообмінник і концентрують до вмісту сухих речовин (80-82)% при температурі (80-105) °C. Тривалість кип'ятіння сироватки впливає на ступінь карамелізації лактози. Чим довше кип'ятити сироватку, тим темніший колір та більш карамельний смак матиме Брюност.

В'язку масу перекачують в ємність з мішалкою та вимішують з швидким охолодженням. Швидке охолодження забезпечує утворення дрібних кристалів лактози, що є важливим для забезпечення гладкої текстури кінцевого продукту. Без перемішування кристали лактози можуть збільшитися до розмірів 200 мкм, що призведе до утворення крихкої структури сиру. Тому постійне перемішування на цьому етапі запобігає утворенню великих кристалів лактози.

Охолоджену масу (75-80) °С розливають у тару вагою 0,25, 0,5, 2,5 та 4,5 кг з наступним підсушуванням та солінням. Готовий сир Брюност зберігає при температурі (10-12) °С протягом (4..6) міс.

Відмінністю коричневого сиру від інших видів сирів є те, що він не проходить жодного процесу дозрівання і зберігається в холодильнику кілька місяців. Коричневий сир Брюност характеризується насиченим смаком та карамельним присмаком. Ця різноманітність обумовлюється тривалістю та інтенсивністю термічної обробки сироватки, що впливає на ступінь карамелізації лактози. Сири, які піддавалися більш тривалому нагріванню, мають більш темний колір та більш насичений карамельний смак. Сири з вищим вмістом жиру характеризуються більш вершковим смаком та кремовою текстурою. Коров'яче молоко надає сиру більш насичений та виражений смак, порівняно з козячим молоком. Окрім цих основних факторів, на різноманітність коричневих сирних сирів можуть впливати й інші фактори, такі як: різні типи заквасок які впливають на смакові властивості сироватки; зі збільш'енням тривалості зберігання краще виражається смак та аромат сиру; деякі коричневі сири можуть містити додаткові інгредієнти, такі як спеції, трави або горіхи, які надають їм унікальний характер [9].

Проаналізуємо хімічний склад сироваткового сиру Брюност, що наведено в табл. 1.6

Таблиця 1.6 – Хімічний склад сироваткового сиру Брюност (розроблено автором за джерелом [10])

Назва нутрієнтів	Вміст в 100 г продукту
Білки, г	10
Жири, г	28
(у т. ч. НЖК)	19
Вуглеводи, г	35
Енергетична цінність, ккал	432
Кальцій, мг	460
Фосфор, мг	510
Магній, мг	71
Вітамін А, мкг	254
Вітамін В12, мкг	1,3

Дані табл. 1.6 свідчать про те, що сироватковий сир Брюност містить: 10 г білків на 100 г продукту, що робить його хорошим джерелом білка для людей, які дотримуються вегетаріанської дієти; 28 г жирів на 100 г продукту, з яких 19 г - це насичені жири; 35 г вуглеводів на 100 г продукту, з яких більшість - це лактоза; 432 ккал на 100 г продукту, що робить його калорійним продуктом. Сир Брюност багатий на кальцій (460 мг на 100 г), фосфор (510 мг на 100 г) та магній (71 мг на 100 г), вітамін А (254 мкг на 100 г), рибофлавін (1,1 мкг на 100 г) та вітамін В12 (1,3 мкг на 100 г). Ці вітаміни важливі для різних функцій організму, таких як зір, здоров'я шкіри, виробництво енергії та функція нервової системи.

Таким чином, сироватковий сир це поживний продукт, багатий на білки, жири, вуглеводи, кальцій, фосфор, магній, вітамін А, рибофлавін та вітамін В12.

Висновки за розділом 1

Таким чином, на основі аналітичного огляду літературних та патентних джерел досліджено сучасний стан сироробної галузі України та визначено перспективи розширення ринку сирних продуктів.

Виробництво сироваткових сирів має довгу історію як сталий метод утилізації сироватки, яка утворюється після згортання молока. Сирна сироватка виробляється і споживається в усьому світі завдяки своїй високій поживній цінності та прийнятним смаковим якостям. Існують значні відмінності у використуванні технології, типі використуваної сироватки, а отже, у складі та властивостях, притаманних різним типам сирів. У будь-якому випадку, використання сироватки у виробництві сиру має багато практичних та економічних переваг.

Коричневий сироватковий сир (норвезькою "Brunost") – це твердий сир, який отримують шляхом теплового випарювання сироватки, змішаної з молоком і вершками. Кількість молока та вершків зазвичай становить приблизно 40% від загальної кількості використаної сироватки. Завдяки високому вмісту лактози, цей сир зазвичай набуває коричневого кольору під час переробки і має солодкий, варений і карамельний смак. Сироваткові сири характеризуються високою харчовою цінністю, а саме вмістом повноцінних білків та низького вмісту жиру.

РОЗДІЛ II

ОРГАНІЗАЦІЯ, ОБ'ЄКТ, ПРЕДМЕТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Об'єкти і предмети дослідження

При виконанні кваліфікаційної роботи теоретичні та експериментальні дослідження щодо наукового обґрунтування та удосконалення технології сирів на основі вторинної сировини проводили з урахуванням системного підходу.

Методологія системного підходу при вирішенні завдань кваліфікаційної роботи зводиться до розкриття інтегративних якостей об'єкту дослідження, виявлення різноманітних зв'язків і механізмів, що забезпечують взаємозв'язок та взаємозалежність отриманих результатів.

Для досягнення мети дослідження реалізований поетапний механізм вирішення проблеми, що припускає підпорядкування єдиній меті взаємозалежних складових: I – теоретичного (аналіз) та II, III – експериментального етапів (синтез), IV- оцінки ефективності – покладених в основу програми теоретичних і експериментальних досліджень (рис. 2.1).

Цей підхід став основою для формулювання мети, визначення основних напрямів, конкретних завдань і методів проведення подальших досліджень.

Реалізацію програми наукових досліджень, здійснювали в науково-дослідних лабораторіях Сумського національного аграрного університету, а саме, лабораторіях кафедр технологій та безпечності харчових продуктів, технології харчування.

Об'єктом дослідження є технологія сирів на основі вторинної сировини.

Предмети дослідження – основна сировина для виробництва сирів (молочна сироватка солодка та сироватка згущена (вміст сухих речовин 20%)), параметри термічної обробки, якісні параметри сирів.

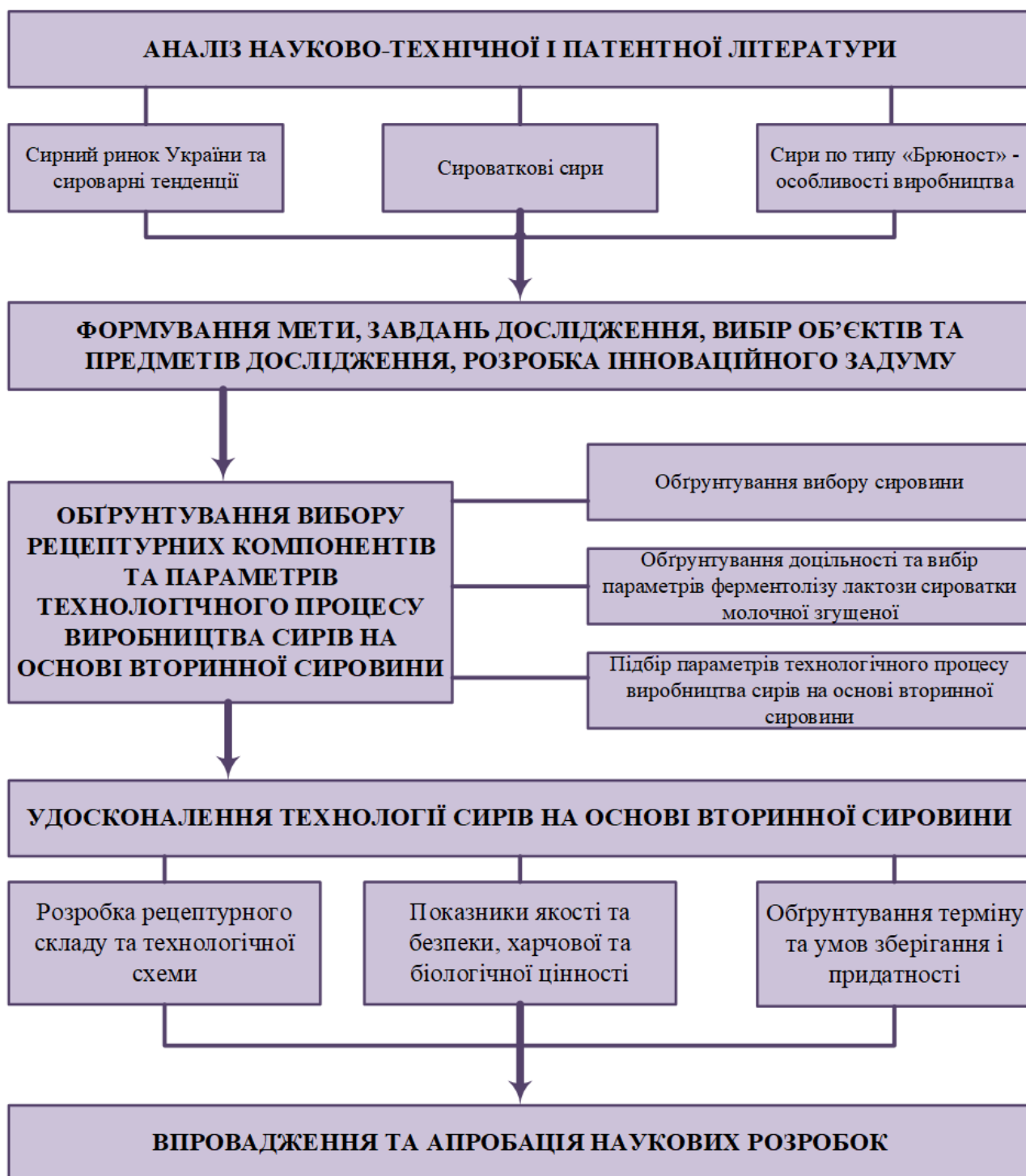


Рис. 2.1. Програма досліджень

Сировина та матеріали, що використовувались при проведенні досліджень (табл. 2.1), відповідали вимогам діючої в Україні нормативної документації або сертифікату відповідності фірми-виробника.

Таблиця 2.1 – Сировина та матеріали

Найменування	Діючий нормативний документ	Виробник	Нормативний документ виробника
Молоко-сировина	ДСТУ 3662:2018	Дослідне господарство Інституту сільського господарства Північного Сходу Національної академії аграрних наук України» (Сумська область, Україна)	-
Вершки-сировина	ДСТУ 8131:2015	Отримані лабораторних умовах, сепаруванням молоко-сировини	-
Сироватка молочна солодка	ДСТУ 7515:2014	ТОВ «Богодухівський молзавод»	-
Сироватка молочна згущена (20% сухих речовин, демінералізована)	-	ТОВ «Богодухівський молзавод»	ТУ У 10.5-36537542-004:2016
Фермент лактаза NOLA Fit 5500	-	Chr. Hansen (Данія)	-

Зразки сиру по типу «Брюност» виготовляли із суміші сироватки, вершків та молока. В якості контрольного зразка використано рецептуру класичного сиру «Брюност» наведену в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Рецептuru сиру класичного «Брюност» та розробленого сиру

Сировина	Класичний сир «Брюност»		Дослідні зразки сиру	
	%	кг, 10 кг	%	кг, 10 кг
Сироватка молочна	71,43	10,00	-	-
Сироватка молочна згущена	-	-	71,43	10,00
Знежирене молоко	19,29	2,70	19,29	2,70
Вершки	9,29	1,30	9,29	1,30
Всього	100,00	14,00	100,00	14,00

2.3 Методи досліджень

Для визначення хімічного складу, фізико-хімічних і мікробіологічних показників і безпеки досліджуваних об'єктів використовували методи, наведені в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Методи досліджень, що використовувались при проведенні експериментів

Досліджувані показники	Метод дослідження	Нормативно-технічний документ, джерело методики
Титрована кислотність	Титрування лугом у присутності індикатора	ДСТУ 4957:2008
Активна кислотність	Потенціометричний метод з використанням рН-метру	ДСТУ 8550:2015
Густина	- За допомогою ареометра -	ДСТУ 6082:2009
Масову частку води	Висушування при температурі 105°C до постійної ваги	ДСТУ 4910:2008 ДСТУ ISO 6496:2005
Вміст сухих речовин	- Висушування при температурі 105 °C до постійної ваги; - рефрактометричний метод	ДСТУ ISO 2173:2007 ДСТУ 8402:2015,
Загальний вміст білка	Метод К'ельдаля	ДСТУ ISO 8968-1:200
Вміст жиру	— Бутиметричний (метод Гербера, кислотний) — екстракційно-ваговий метод (за Сокслетом)	ДСТУ 7208:2002, ДСТУ 5060:2008, ДСТУ 7577:2014
Вміст вуглеводів (вміст цукрів)	— Перманганатний метод (за Бертраном); — спектрометричним методом	ДСТУ 5059:2008 ДСТУ 8059:2015
Вміст золи	Гравіметричний метод після спалювання проби в муфельній печі при 500...600 °C	ДСТУ ISO 5984-2004
Оптична щільність	Спектрофотометричний метод при довжині променів 420нм (A420)	Згідно з методикою [12]
Сенсорний аналіз	— Описовий методом; — сенсорно-профільний метод; — метод парного порівняння	ДСТУ ISO 6658:2005 ДСТУ ISO 6564:2005 ДСТУ ISO 5495:2005 ДСТУ ISO 11035:2005 ДСТУ ISO 11036:2017
Визначення КМАФАнМ	Посів на агаризовані поживні середовища для визначення КМАФАнМ	ДСТУ 8446:2015
Бактерії групи кишкової палички	Посів на рідке середовище Кесслера	ДСТУ 7357:2013
Патогенні мікроорганізми, у тому числі Salmonella	Посів у середовище Плоскірева	ДСТУ ГОСТ 30726-2002
Кількість дріжджів та плісень	Посів у живильне середовище з антибактеріальним антибіотиком	ДСТУ 8447:2015

Енергетична цінність виражену в ккал і кДж, розраховували відповідно до методики [13].

Біологічна цінність харчового продукту характеризує корисність білка продукту і ступінь збалансованості цього білка за амінокислотним складом [14].

За методикою Всесвітньої організації охорони здоров'я (ФАО/ВООЗ) біологічну цінність харчового продукту визначають за *амінокислотним скором* (АС).

АС – це відношення кількості незамінної амінокислоти в досліджуваному білку до її вмісту в «ідеальному білку», виражається у % і розраховується за формулою (2.1).

$$AC_k = \frac{\text{гНАК}_k \text{ в } 100 \text{ г оцінюваного білка}}{\text{гНАК}_e \text{ в } 100 \text{ г ідеального білка}} \quad (2.1)$$

де гНАК_к в 100 г оцінюваного білка – вміст певної амінокислоти в 100 г білка даного продукту, г;

гНАК_е в 100 г ідеального білка – вміст відповідної амінокислоти в 100 г «ідеального білка», г.

Сенсорний профільний аналіз. Оцінку смаку і запаху дослідних зразків проміжних і готових продуктів здійснювали за допомогою сенсорного профільного методу згідно ДСТУ ISO 6658:2005. Цей метод застосовується при визначенні впливу різних факторів на показники якості досліджуваного продукту, при характеристиці різниці між декількома подібними продуктами, при моніторингу зміни якості продукту при зберіганні.

Для проведення профільної оцінки смаку і запаху експертна комісія складалася з 5 осіб. Попередньо проводилася підготовка експертів та тестування на здатність розрізняти та запам'ятовувати запахи, ідентифікувалися пороги їх чутливості та сенсорна нюхова пам'ять згідно ДСТУ ISO 6658-2016. Підготовка також передбачала знайомство з термінологією проведення сенсорного аналізу для забезпечення відтворюваності результатів дослідження.

На першому етапі група експертів визначала основні характерні дескриптори смаку і запаху досліджуваних зразків продукту та еталонні зразки, які викликають схожі відчуття.

На наступному етапі експерти визначали послідовність прояву

характерних дескрипторів смаку і запаху та оцінювали інтенсивність кожного з них. На цьому етапі експерти проводили оцінку індивідуальним методом.

Інтенсивність кожного дескриптора та загальне враження визначали за допомогою 5-бальної шкали:

0,0...0,9	ознака відсутня
1,0...1,9	ознака лише упізнається або відчувається
2,0...2,9	слабка інтенсивність
3,0...3,9	помірна інтенсивність
4,0...4,9	сильна інтенсивність
5,0	дуже сильна інтенсивність прояву ознаки

Досліджувані зразки оцінювали тричі. Результати заносили до дегустаційного листа. Отримані дані статистично оброблялися та інтерпретувалися графічно у вигляді пелюсткової діаграми (профілограми).

2.4 Математико-статистичні методи обробки результатів досліджень

Статистичну обробку результатів досліджень проводили із застосуванням стандартного пакета *Microsoft Excel*, методом кореляційно-регресивного аналізу, загальноприйнятим методом із визначенням середньоарифметичного та середньоквадратичного відхилення окремого результату (стандартне відхилення). Точність вимірювань визначали з рівнем надійності (довірчої ймовірності) ($P \geq 0,95$).

З метою дослідження впливу взаємозалежності технологічних параметрів, встановлення оптимальних параметрів дослідних технологічних процесів, підтвердження отриманих експериментальних даних використано метод математичного моделювання, а саме, методологію поверхні відклику. Використано дробово-факторний експеримент (за допомогою пакета *Statistica 10* (StatSoft, Inc.)).

Загальна схема математико-статистичної моделі, теоретичні зв'язки між керуючими і контрольними параметрами процесів, зображують у вигляді параметричної схеми («чорний ящик»).

Досліджувані математичні моделі описуються рівнянням регресії (2.3):

$$Y = b_0 + b_1 \cdot f_1 + b_{11} \cdot f_1^2 + b_2 \cdot f_2 + b_{22} \cdot f_2^2 + \dots + b_n \cdot f_n + b_{nn} \cdot f_n^2 \quad (2.3)$$

де Y – контрольний параметр (критерій оптимізації);

$b_0, b_1, b_{11}, b_2, b_{22}, b_n, b_{nn}$ – коефіцієнти при змінних;

f_1, f_2, f_n – керуючі (вхідні) фактори.

Моделювання та обробку експериментальних даних виконували за допомогою пакета *Statistica 10*, а саме побудову матриці планування експерименту у вигляді таблиці, знаходження функцій відклику, регресійний і дисперсійний аналіз моделей.

Адекватність розроблених моделей перевіряли методом дисперсійного аналізу. Для адекватності моделей рівень значущості втрати узгодженості для моделей має складати $p \leq 0,05$ і значення коефіцієнтів детермізації (R^2, R^2_{adj}) має бути близьким до одиниці, розрахований критерій Фішера ($F_{розр.}$) більшим за табличний ($F_{таб.}$).

Висновки за розділом 2

1. Охарактеризовано об'єкт та предмет досліджень. Наведено характеристику сировини та добавок, що використовуються в дослідженнях.
2. Розроблено план теоретичних та експериментальних робіт з обґрунтування та розробки технології сирів.
3. Підібрано методики для дослідження фізико-хімічних, органолептичних, мікробіологічних показників сировини та готової продукції.
4. Підібрано сучасні математично-статистичні методи обробки результатів експериментальних досліджень і графічного представлення результатів.

РОЗДІЛ III

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ, ОБҐРУНТУВАННЯ СКЛАДУ ПРОДУКТУ, ТЕХНОЛОГІЇ, ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ОТРИМАННЯ СИРІВ НА ОСНОВІ ВТОРИННОЇ СИРОВИНИ

3.1 Обґрунтування вибору сировини

3.1.1 Оцінка якості молочної сироватки згущеної

При створенні сирів на основі вторинної сировини, необхідно враховувати не лише товарні властивості та показники безпеки, а й задоволення потреб організму людини у певних кількостях та співвідношенні харчових речовин.

В роботі розглядається удосконалення технології сиру типу «Брюност», який виробляють шляхом теплової обробки (уварювання) – випарювання вологи із молочної суміші (сироватки, молоко і вершки) до загального вмісту сухих речовин близько 80%. Під час уварювання відбувається зміна кольору від світло-коричневого до темно-коричневого (карамельного). Після сир охолоджують до температури близько $(78 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ і розливають у роздрібну упаковку, далі доохолоджують при температурі $(4 \pm 1)^{\circ}\text{C}$.

На першому етапі досліджень обґрунтовано доцільність використання сировини, зокрема сироватки молочної згущеної (вміст сухих речовин 20%), отриманої шляхом видалення вологи (концентрації та часткової демінералізації) методом мембранного розподілу на установці нанофільтраційного типу АВ (Automatic Basic).

Результати визначення показників якості дослідних зразків молочної сироватки згущеної (вміст сухих речовин 20%) і порівнянні із нативною сироваткою солодкою (до процесу нанофільтрації) представлено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Якісні показники зразків молочної сироватки

(n=3, P≥0,95)

Найменування показника	Значення	
	сироватка молочна солодка	сироватка молочна згущена
1	2	3
<i>Органолептичні характеристики</i>		
Зовнішній вигляд	Однорідна рідина, із незначним білковим осадом	Густа текуча однорідна рідина
Колір	Жовто-зелений	Світло-жовтого, рівномірний по всій масі
Запах	Чистий, притаманний сироватці сирній, без сторонніх запахів	Чистий, притаманний сироватці, без сторонніх запахів
Смак	Кисло-солодкий, без сторонніх присмаків	Солодко-кислуватий, без сторонніх присмаків
<i>Фізико-хімічні показники</i>		
Активна кислотність, рН од.	4,95 ±0,01	5,67 ±0,01
Густина, кг/м ³	1020,0 ±0,1	1085,0 ±0,1
В'язкість, Па·с (10 ⁻³)	1,57 ±0,01	
Вміст сухих речовин, %	6,68 ±0,15	22,2 ±0,15
Вміст білка, %	1,12 ±0,01	4,01 ±0,02
Вміст жиру, %	0,02 ±0,01	0,05 ±0,01
Вміст вуглеводів, % в тому числі цукри:	4,55 ±0,15	17,01±0,15
Лактоза	4,31 ±0,05	16,50 ±0,05
Вміст золи, %	0,75 ±0,08	1,25 ±0,08

Згідно отриманих результатів (табл. 3.1) в сироватці згущеній вміст сухих речовин в 3,3 рази більший ніж в нативній сироватці. Основним компонентом дослідних зразків сироватки є лактоза, вміст якої досягає 4,3 % в сироватці нативній, до 16,5 % в сироватці згущеній.

Таким чином, дослідження якісних показників сироватки згущеної дозволять вважати її перспективною для використання в технології сирів типу «Брюност». Оскільки використання концентрованої (згущеної) сироватки дозволяє припустити, що тривалість термічної обробки (уварювання) скоротиться, а отже дозволить зберегти максимальну кількість корисних компонентів (білкових речовин, вітамінів тощо).

3.1.2 Обґрунтування доцільності та вибір параметрів ферментолізу лактози сироватки молочної згущеної

В сироватці молочній згущеній (табл. 3.1) міститься до 16,5% лактози. Відомо, що присутність даного типу цукру в продуктах викликає алергію в окремих категорій населення – лактозна непереносимість.

Класична технологія виробництва сиру «Брюност» передбачає використання сироватки як основної сировини. Відповідно, отриманий продукт має обмеження до споживання категорії населення із лактазною непереносимістю.

Унікальною характеристикою сиру типу «Брюност» є забарвлення від світло-коричневого до темно-коричневого (другою назвою таких сирів є «*коричневий сир*») і приємний солонувато-карамельний смак і аромат. Дані сенсорні дескриптори виникають під час довготривалої термічної обробки молочної суміші (уварювання при високих температурах (90...100 °C)). Під час цього процесу протікає реакція Майяра – молочний цукор (лактоза) вступає в реакцію з сироватковими білками [15, 16]. Кінцевими продуктами реакції є речовини, які впливають за смак, аромат і колір. Однак при довготривалій термічній обробці зменшується біологічна цінність продукту. В дослідженні [16] показано, що лактоза меш реакційний тип цукру порівняно з глюкозою.

Водночас, відомі технології «коричневого сиру», коли до згущеної молочної суміші з метою прискорення процесу утворення забарвлення та карамельного присмаку додають глюкозу [17].

Для розширення кола споживачів – виготовлення безлактозного продукту, і скорочення тривалості теплової обробки (уварювання), а саме пришвидшення утворення характерних сенсорних показників «коричневого сиру», нами запропоновано попередній ферментоліз лактози сироватки молочної згущеної. Гідроліз лактази призведе до утворення цукрів глюкози та галактози, які відповідно є більш реакційними цукрами в реакції Майяра [16].

Задля досягнення цілі – зменшення вмісту лактози в сироватці згущеній, підібрано ферментний препарат лактаза NOLA Fit 5500 (Chr. Hansen (Данія)).

Для визначення оптимальної кількості ферменту і тривалості процесу ферментолізу виконано дослідження, в якому в сироватку згущену при температурі $(40 \pm 1)^\circ\text{C}$ вносили лактазу в кількості 0,5%, 1,0% і 1,5%. Ферментативний гідроліз проводили при температурі $(40 \pm 1)^\circ\text{C}$ протягом 180 хв (3 год). Під час процесу кожні 15 хв контролювали вміст лактози.

Результати впливу концентрації лактази на тривалість гідролізу лактози представлену на рис. 3.1.

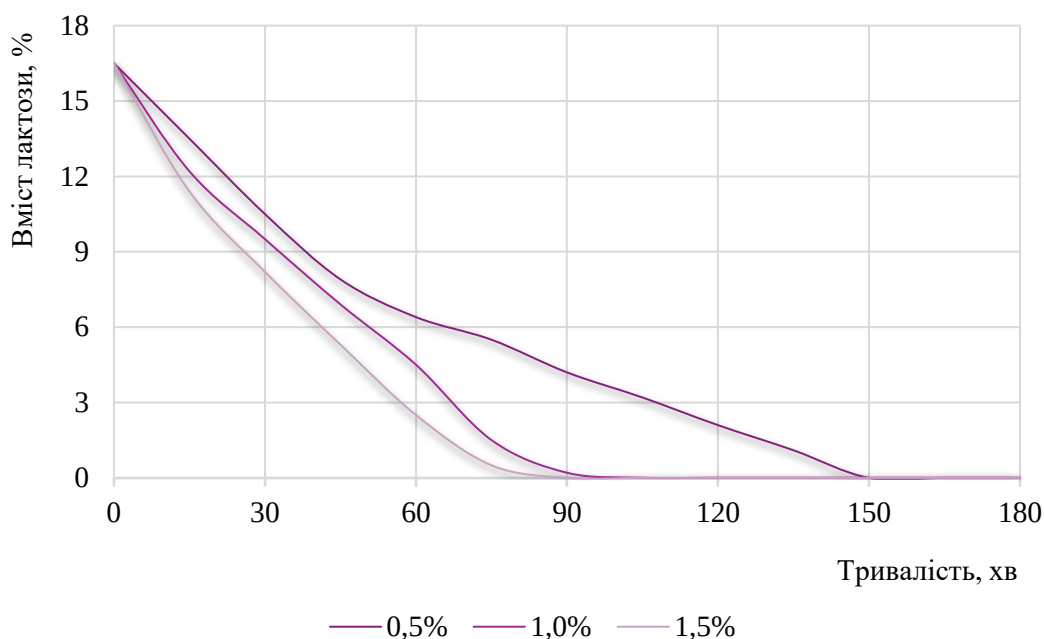


Рис. 3.1. Динаміка вмісту лактози при ферментолізі сироватки згущеної

Дані представлені на рис. 3.1 показують, що при збільшенні концентрації ферменту лактази процес ферментолізу прискорюється – вміст лактози в зразку сироватки згущеної зменшуються швидше. Відповідно при концентрації 1,0% ферменту лактаза процес ферментолізу триває 90 хв, при 1,5% – 75 хв. Оптимальним вмістом ферменту лактаза NOLA Fit 5500 (Chr. Hansen (Данія)) є 1,0% від маси молочної суміші.

3.2 Підбір параметрів технологічного процесу виробництва сирів на основі вторинної сировини

Наступним етапом визначено оптимальні параметри технологічного

процесу виробництва сирів на основі вторинної сировини, саме параметрів теплової обробки (уварювання).

Відповідальним етапом технології «коричневих сирів» є утворення характерного забарвлення, смаку та аромату сиру при теплової обробки (уварювання) – випарювання вологи та згущення суміші.

На інтенсивність утворення смако-ароматичних речовин, забарвлення та вмісту сухих речовин в суміші впливають такі технологічні параметри теплової обробки (уварювання), як температура і тривалість. Зазначені параметри дозволяють контролювати вихід та якість кінцевого продукту.

В роботі досліджувалися вплив параметрів теплової обробки (уварювання) молочної суміші:

- температура – (90...100)°C;
- тривалість – 1...5 год.

За контрольні параметри оцінювання впливу теплової обробки (уварювання) вибрано: вміст сухих речовин, зміна/поява забарвлення (оптична щільність), зміна/поява дескрипторів смаку і аромату.

На першому етапі визначалися вплив температурних режимів і тривалості обробки на вміст сухих речовин. Результати представлено на рис. 3.2.

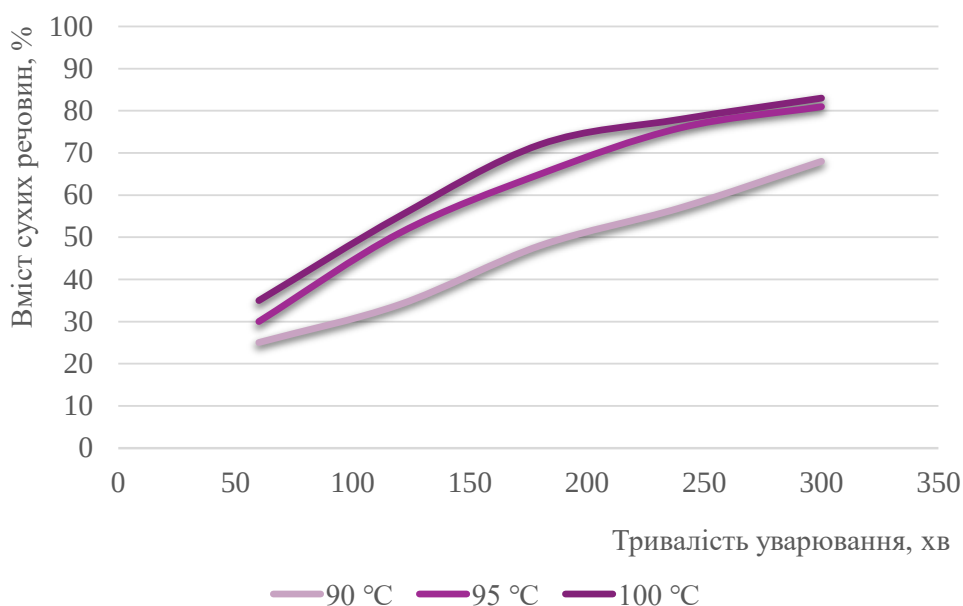


Рис. 3.2. Динаміка вмісту сухих речовин при тепловій обробці (уварювання) молочної суміші

Дані представлені на рис. 3.2 показують, що при збільшенні тривалості теплової обробки вміст сухих речовин в молочній суміші зменшуються за всіх дослідних температурних режимах.

Дослідження зміни інтенсивності забарвлення дозволяє визначити на якій стадії знаходиться реакція Майяра, адже потемніння суміші говорить про утворення кінцевих продуктів реакції (меланоїдинів). Останні в свою чергу є не бажаними, оскільки втрачається біологічна і харчова цінність. Інтенсивність зміни забарвлення досліджували визначенням оптичної щільності зразків при довжині проміння світла 420н (A420). На рис. 3.3 систематизовано результати досліджень оптичної щільності суміші від тривалості теплової обробки (уварювання) та температурних режимів.

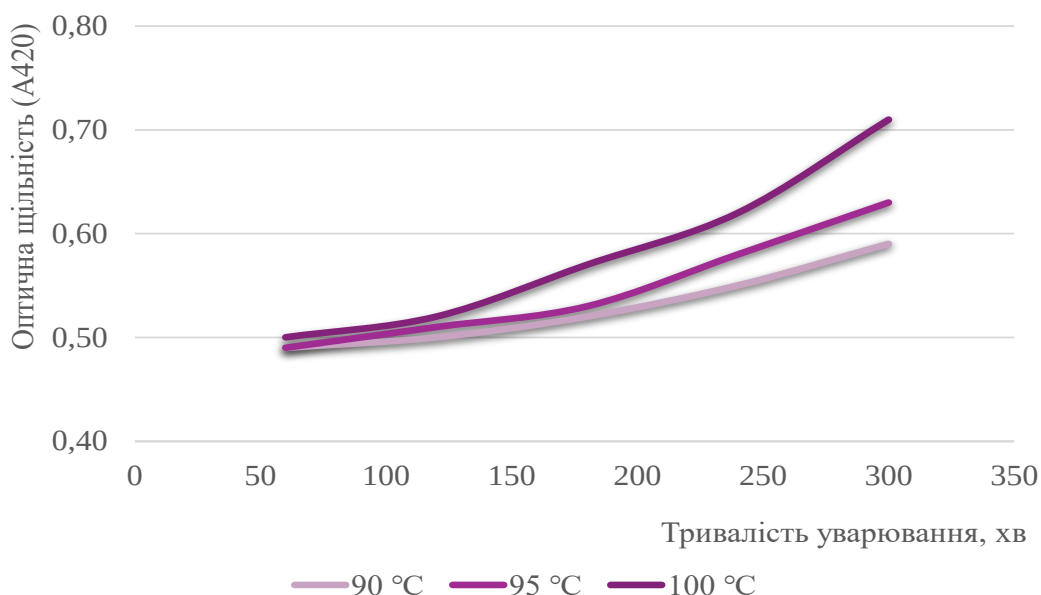


Рис. 3.3. Динаміка оптичної щільності (A420) при тепловій обробці (уварювання) молочної суміші

Значення оптичної щільності (рис. 3.3) при температурі 90°C змінюється плавно, більш помітно починає змінюватися із 180 хв теплової обробки за температури 95°C, із 150 хв – при 100°C.

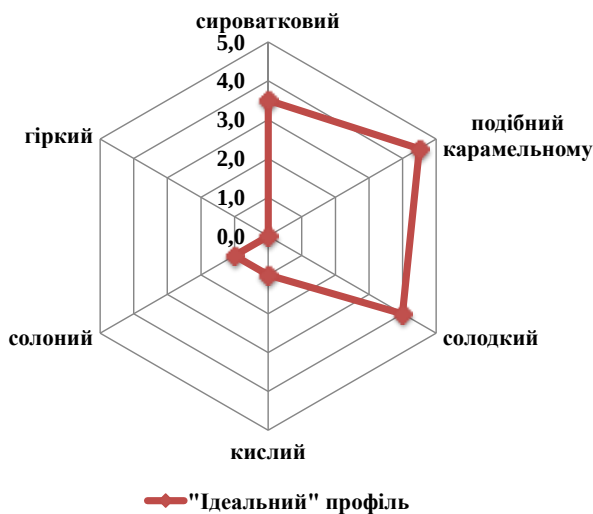
Високі показники оптичної щільності в зразках оброблених протягом 200...250 хв при температурі 100°C, вказують на початок процесу карамелізації (утворення меланоїдинів).

Відповідно до результатів вмісту сухих речовин та оптичної щільності, для подальшого сенсорного аналізу відібрано наступні технологічні параметри уварювання: температура (90...100)°С, тривалість (180...300) хв.

Сенсорним аналізом за обраними дескрипторами встановлювали зміну при тепловій обробці (уварювання) характеристик смаку та аромату від бажаних до неприємних. Оцінку запаху і смаку сирів здійснювали за допомогою сенсорного профільного методу. При проведенні сенсорного аналізу комісією експертів було визначено наступні дескриптори:

- смаку: солодкий, кислий, солоний, гіркий;
- аромату: подібний карамельному, сироватковий, пригорілий.

Для проведення сенсорного аналізу побудовано бажаний («ідеальний») профіль сиру (рис. 3.4). Побудовані профілі запаху і смаку сирів отриманих за різних параметрів теплової обробки представлено на рис. 3.4.



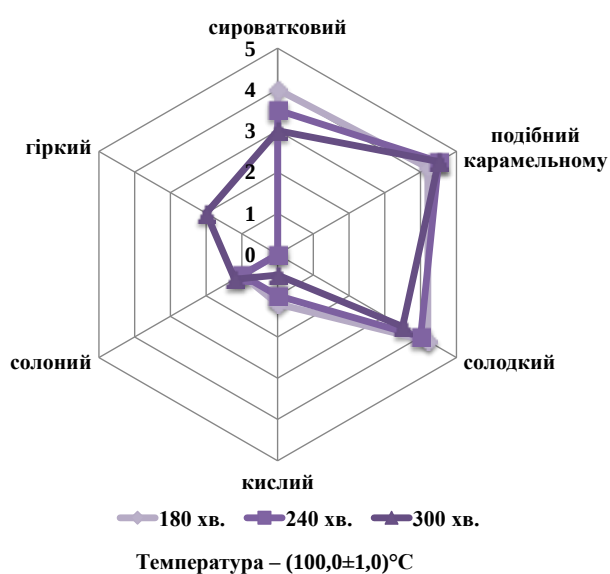
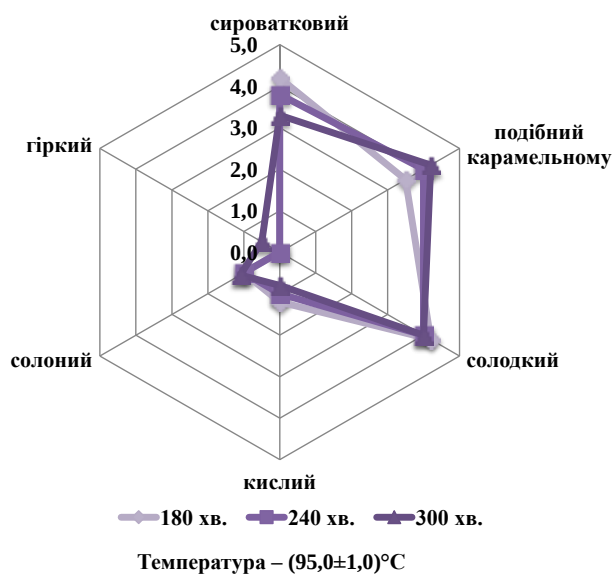
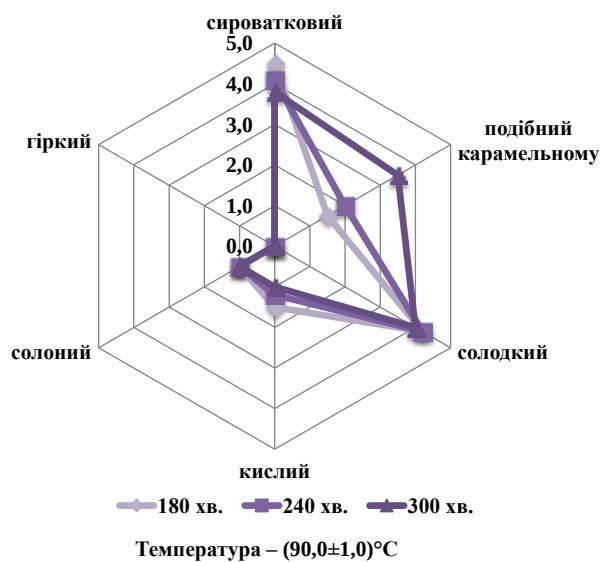


Рис. 3.5. Сенсорні профілі запаху і смаку сирів при різних параметрах теплової обробки (уварювання)

Отримані дані (рис. 3.4) показують, що при тепловій обробці (уварювання) за температури $(95 \dots 100)^\circ\text{C}$ і тривалості $240 \dots 300$ хв, сенсорний профіль запаху і смаку сирів максимально наближений до «ідеального» профілю.

Таким чином, по результатах дослідження утворення характерних особливостей сиру по типу «Брюност» встановлені такі раціональні параметри теплової обробки: температура – $(95,0 \dots 100,0 \pm 1,0)^\circ\text{C}$; тривалість – $240 \dots 300$ хв.

3.3 Оптимізація технологічних параметрів технологічного процесу виробництва сирів на основі вторинної сировини

Знаходження оптимальних параметрів теплової обробки (уварювання) молочної суміші здійснено дисперсійно-регресійним аналізом математичної моделі повно-факторного експерименту (ПФЕ).

Дієві зв'язки між керуючими факторами і контрольними параметрами теплової обробки (уварювання) молочної суміші представлено у вигляді функціональної схеми (рис. 3.5).

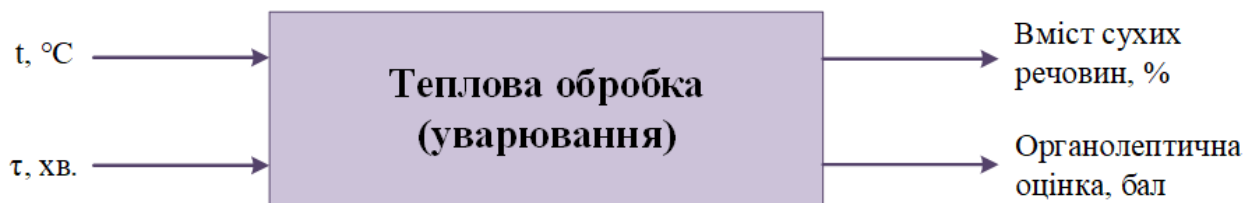


Рис. 3.5. Параметрична схема функціональних зв'язків в системі теплової обробки (уварювання) молочної суміші

До керуючих факторів відносяться:

- температура ($t, ^\circ\text{C}$);
- тривалість нагрівання ($\tau, \text{хв.}$).

За контрольний параметр вибрано вміст сухих речовин (ВСР, %) в суміші, органолептична оцінка (ОО, бал).

Досліджувана модель технологічного процесу теплової обробки (уварювання) молочної суміші описується рівнянням (3.1):

$$BAA = b_0 + b_1 \cdot \tau + b_{11} \cdot \tau^2 + b_2 \cdot t + b_{22} \cdot t^2 \quad (3.1)$$

де $b_0, b_1, b_{11}, b_2, b_{22}$ – коефіцієнти при змінних;

t – температура, °C;

τ – тривалість гідролізу, хв.

Матрицю планування експерименту, обробка експериментальних даних, із проведенням дисперсійного та регресивного аналізу, значення функцій відклику здійснювалося в середовищі програми *Statistica 10*.

Для створення матриці планування експерименту плануємо зміну керуючих факторів на трьох рівнях: $X_0, -X; +X$, із кроком варіювання $\pm\Delta$. Рівні варіювання керуючих факторів ПФЕ представлені в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Рівні варіювання керуючих факторів

Операція	Позначення	Керуючі параметри	
		t	τ , хв
Інтервал варіювання	$\pm\Delta$	5	60
Рівні:			
нульовий	0	95	180
нижній	-1	90	60
верхній	+1	100	300

Оскільки в плануванні ПФЕ створюється матриця з двох керуючих факторів (t, τ), на трьох рівнях змін ($X_0, -X; +X$), експеримент здійснюватиметься за числом достатніх дослідів, які розраховуються за рівнянням: $N = 3^n = 3^2 = 9$. Отже, 9 дослідів достатньо для реалізації всіх можливих комбінацій зміни керуючих факторів.

Матриця-план ПФЕ зображена в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Матриця-план ПФЕ

№ досліду	Позначення рівня зміни факторів		Спільна дія керуючих факторів	
	t, °C	τ, хв.	t, °C	τ, хв
1	-1	-1	90	60
2	-1	0	90	180
3	-1	1	90	300
4	0	-1	95	60
5	0	0	95	180
6	0	1	95	300
7	1	-1	100	60
8	1	0	100	180
9	1	1	100	300

З метою уникнення систематичних помилок при проведенні дослідження, експерименти проводилися у випадковому порядку (рандомізовано). Кожну лінійку дослідів (N=9) повторювали по 3 рази. Усереднені результати ВСР, ОО наведені в табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Усереднені результати дослідження впливу керуючих факторів на контрольні параметри

№ досліду	Спільна дія керуючих факторів		Контрольні параметри	
	t, °C	τ, хв	Вміст сухих речовин, %	Органолептична оцінка, бал
1	90	60	25,2	1,5
2	90	180	48,1	2,0
3	90	300	68,5	3,2
4	95	60	30,5	1,6
5	95	180	65,2	3,6
6	95	300	81,3	4,9
7	100	60	35,4	1,9
8	100	180	72,5	4,1
9	100	300	83,1	4,0

Дисперсійний аналіз впливу керуючих факторів на контрольні параметри представлено в табл. 3.5. Дисперсійним аналізом підтверджено значущість обраних керуючих факторів за критерієм Фішера.

Таблиця 3.5 – Дисперсійний аналіз матмоделі

Контрольний параметр	Сума квадратів, SS	Ступінь свободи, df	Середнє значення квадрата, MS	Критерій Фішера	
				F _{розр.}	F _{розр.}
Вміст сухих речовин, %					
Температура (L)	400,167	1	400,167	25,543	4,57
Температура (K)	24,500	1	24,500	5,564	4,57
Тривалість, хв (L)	3360,667	1	3360,667	214,514	4,57
Тривалість, хв (K)	128,00	1	128,00	8,170	4,57
Чиста похибка	62,667	4	15,667		
Загальна сума квадратів, SS	3976,000	8			
Коефіцієнт детермізації (R ²)	0,984				
Органолептична оцінка, бал					
Температура (L)	1,815	1	1,815	5,026	4,57
Температура (K)	1,681	1	1,681	4,885	4,57
Тривалість, хв (L)	8,402	1	8,402	23,266	4,57
Тривалість, хв (K)	1,293	1	1,293	4,814	4,57
Чиста похибка	1,444	4	0,361		
Загальна сума квадратів, SS	14,444	8			
Коефіцієнт детермізації (R ²)	0,886				

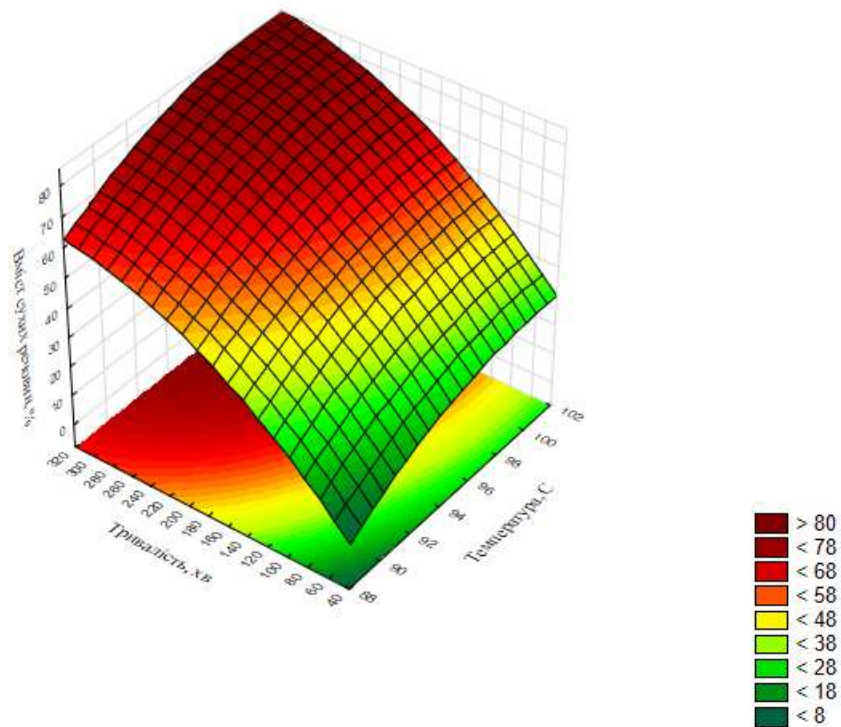
Перевірка адекватності математичних моделей з реальним зв'язком параметрів в експерименті здійснювалося за критерієм детермінантності R², значення якого повинно бути максимально наближено до одиниці. Для матмоделі залежності контрольного параметра (ВСР, %, ОО, бал) від керуючих факторів R² становить 0,996 і 0,998. Коефіцієнт детермізації (R²) в матмоделях максимально наближений до одиниці, отже досліджувані матмоделі адекватні і придатні для розрахунку оптимальних значень керуючих факторів.

Регресійним аналізом виконаним в програмі Statistica в матмоделях теплової обробки (уварювання) молочної суміші розраховано коефіцієнти при змінних рівняння регресії і встановлення їх значущості. В результаті регресійного аналізу визначено коефіцієнти при керуючих параметрах рівняння регресії. Таким чином, отримане рівняння (3.1) з розрахованими коефіцієнтами при керуючих факторах має вигляд:

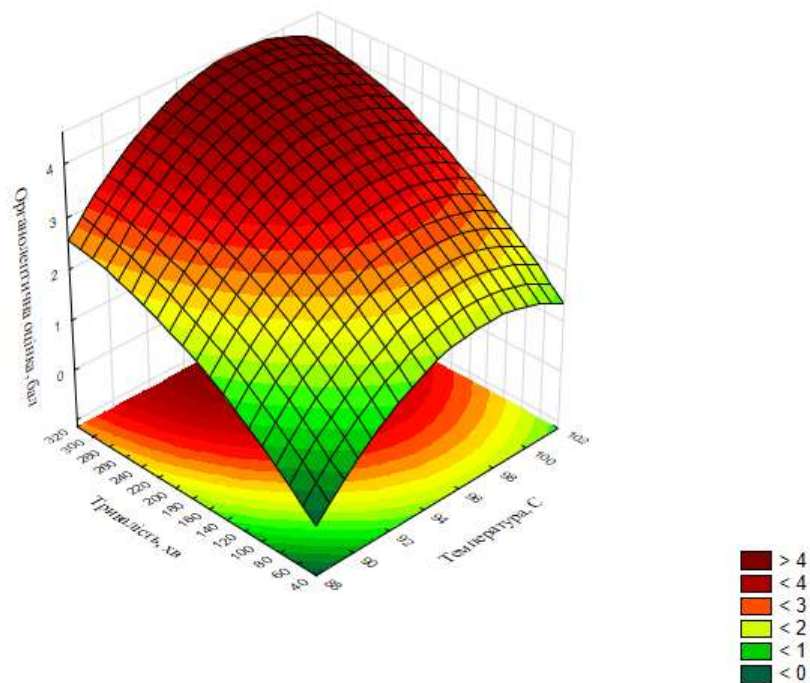
$$\text{ВСР} = -1408,17 + 28,23 \cdot t - 0,14 \cdot t^2 + 0,40 \cdot \tau - 0,01 \cdot \tau^2 \quad (3.2)$$

$$OO = -220,05 + 4,54 \cdot t - 0,02 \cdot t^2 + 0,02 \cdot \tau - 0,01 \cdot \tau^2 \quad (3.3)$$

Вплив взаємодії керуючих параметрів на функцію відклику представлено в графічному вигляді (рис. 3.6).



а



б

Рис. 3.6. Вплив керуючих факторів
теплової обробки (уварювання) молочної суміші на
а) вміст сухих речовин, %; б) органолептичну оцінку, бал

Аналіз поверхонь відклику дії керуючих факторів показав, що на вміст сухих речовин суттєво впливає тривалість нагрівання, тоді як на органолептичні показники – температура уварювання.

Таким чином, дисперсійно-регресійним аналізом знайдено оптимальні значення технологічних параметрів теплової обробки (уварювання) молочної суміші при виробництві сиру:

- температура – $(97 \pm 1)^\circ\text{C}$
- тривалість – $(240 \dots 270)$ хв.

3.4 Визначення впливу прийнятих оптимальних технологічних параметрів виробництва сирів на його вихід та загальні споживчі вподобання

Після визначення та прийняття оптимальних значення технологічних параметрів теплової обробки (уварювання) молочної суміші при виробництві сиру визначено вихід продукту. Результати представлено на рис. 3.7.

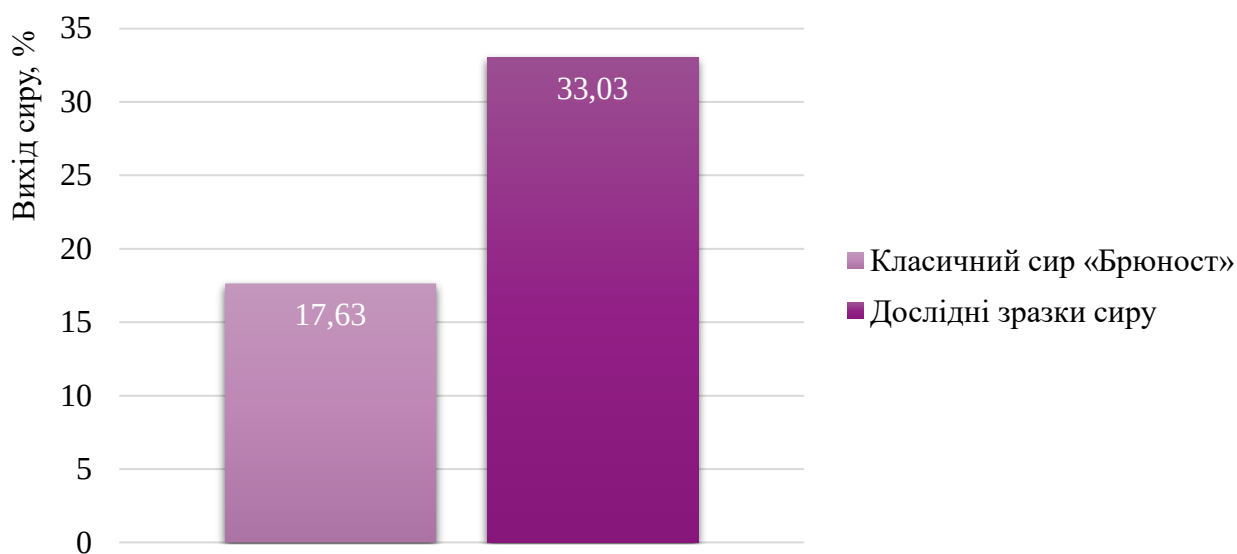


Рис. 3.7. Вихід сиру

Згідно отриманих експериментальних досліджень, використання тієї ж кількості сироватки згущеної в рецептурі сиру по типу «Брюност» за класичною рецептурою (табл. 2.2) сприяє збільшенню виходу сиру в 1,87 рази. Це пояснюється більшим значення вмісту сухих речовин в сироватці згущеній

порівняно з нативною сироваткою (табл. 3.1).

На рис. 3.8 представлено зовнішній вигляд сирів на основі вторинної сировини.



Рис. 3.8. Зовнішній вигляд сирів:

а) класичний «Брюност», б) розроблений дослідний сир

Згідно сенсорних показників (рис. 3.8) розроблений «коричневий сир» характеризується більш щільнішою структурою після повного охолодження, що робить сир зручнішим для споживання. Оскільки основним недоліком сиру класичного споживачі відмічають мазку, пластичну консистенцію яку не зручно пропорційно подавати. Відповідно, розроблений сир має структуру більш прийнятною для споживачів. За кольором дослідні зразки сирів майже не відрізняються, що забезпечує правильно підібрані технологічні параметри теплової обробки (уварювання) і постійних їх контроль в ході виробництва. Однак відзначено, що смак розроблено сиру є більш солодким з приємним карамельним відтінком, що пояснюється попереднім гідролізом лактози до глюкози, яка має більший солодкий індекс.

3.5 Розробка рецептури та обґрунтування технологічних параметрів

За проведеними дослідженнями, розроблено рецептуру сирів на основі вторинної сировини (табл. 3.6).

Таблиця 3.6 – Рецептурна композиція сирів на основі молочної сироватки

Сировина	Класичний сир «Брюност»		Розроблений сир «Caramel cheese»	
	%	кг	%	кг
Сироватка молочно	71,43	1000,0	-	-
Сироватка молочно згущена	-	-	71,43	1000,0
Знежирене молоко	19,29	270,0	19,29	270,0
Вершки	9,29	130,0	9,29	130,0
Ферментний препарат НА-Lactase 2100	1,0	10,0	1,0	10,0
Всього	100,00	1400,0	100,00	1400,0

На основі класичної технології виготовлення сирів «Брюност» було розроблено технологію сирів на основі вторинної сировини «Caramel cheese». Існує два варіанти виробництва сиру: крафтовий (для міні-виробництва) і промисловий (для сучасних сироробних підприємств). Останні у виробничому процесі використовують спеціалізоване обладнання – випарні циркуляційні апарати з падаючою плівкою.

Запропонована принципово-технологічна схема на рис. 3.9. Дана технологія не вимагає придбання дороговартісного обладнання, відповідно дозволяє впровадження виробництва сиру в будь-які технологічні умови.

Технологічна схема виробництва сирів на основі вторинної сировини «Caramel cheese» складається з наступних операцій:

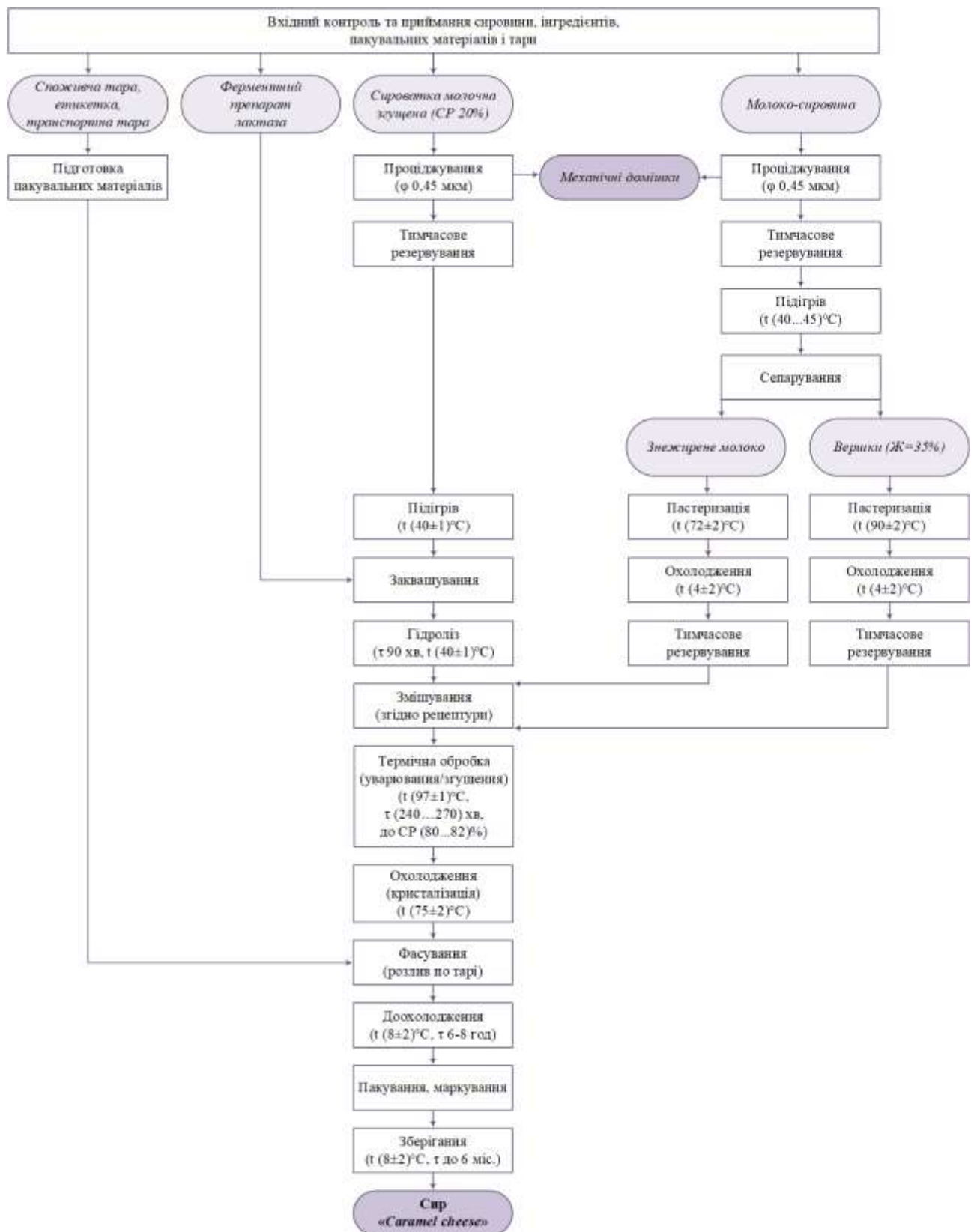


Рис. 3.9. Принципово-технологічна схема виробництва сирів на основі вторинної сировини «Caramel cheese»

1. Приймання і оцінка якості сировини

Кожна партія сировини та матеріалів, що надходить на виробництво, повинна супроводжуватись документом про якість та декларацією виробника встановленої форми із зазначенням показників безпеки. Для визначання відповідності якості продукції (сировини) та матеріалів, призначених для виробництва харчових продуктів, проводять вхідний контроль сировини згідно діючих стандартів.

Основною сировиною для виробництва сирів «*Caramel cheese*» є:

- сироватка молочна солодка згущена (20% сухих речовин, демінералізована) згідно ТУ У 10.5-36537542-004:2016;
- молоко-сировина згідно ДСТУ 3662:2018;
- вершки-сировина згідно ДСТУ 8131:2015;
- ферментний препарат лактаза згідно діючих нормативних документів.

Оцінку якості молока-сировини проводять в лабораторії приймального відділення підприємства, з метою встановлення відповідності сировини діючому стандарту.

3. Проміжне зберігання

Сировину направляють на зберігання при температурі $(4 \pm 2) ^\circ\text{C}$. Тривалість зберігання повинна не перевищувати 6 год для збереження показників якості.

4. Підготовка сировини

Молоко-сировину підігрівають до температури $(40 \dots 45) ^\circ\text{C}$, далі направляють на сепарування. Розділені вершки (масова частка жиру 35%) і знежирене молоко пастеризують і направляють далі на проміжне зберігання.

Сироватку підігрівають до температури $(40 \pm 1) ^\circ\text{C}$.

6. Змішування компонентів

У підігріту сироватку вносять ферментний препарат лактаза в кількості 1,0% і перемішують протягом 5-10 хв.

7. Гідроліз

Гідроліз лактози, що міститься в сироватці, проводять при температурі $(40 \pm 1) ^\circ\text{C}$ протягом 90 хв.

8. Змішування компонентів

Після гідролізу, до сироватки вносять вершками і знежирене молоко згідно рецептури (табл. 4.1). Суміш перемішують протягом 5-10 хв.

9. Термічна обробка

Далі суміш нагрівається до температури $(97 \pm 1)^\circ\text{C}$ і повільно перемішується. Перший етап уварювання (згущення) триває до досягнення масової частки сухих речовин 50...55%. Далі суміш починають ретельно перемішувати, щоб не дати підгоріти. Закінчують нагрівання при досягненні вмісту сухих речовин 80...82% і утворення світло-коричневого забарвлення і появи характерного смаку і запаху. Загальний час уварювання триває (240...290) хв.

10. Охолодження

Далі суміш охолоджують до температури $(75 \pm 2)^\circ\text{C}$, під час цього суміш помітно стає в'язкою – відбувається кристалізація цукрів.

В'язкість збільшується, але сир повинен залишатися все ще рідким, до моменту поки його не розлють у роздрібну упаковку.

11. Фасування

Готовий продукт розливається у підготовлену тару різної конфігурації, але з пакувального матеріалу, який складається із шарів паперу, ламінованого поліетиленом і алюмінієвою фольгою. В спеціальній тарі сир набуде остаточної і твердої консистенції під час подальшого охолодження.

12. Доохолодження

Розфасований сир подається в камеру на доохолодження до температури $(8 \pm 2)^\circ\text{C}$.

13. Пакування, маркування

Маркування наноситься згідно вимог зазначеного стандарту. Продукт пакується в транспорту тару.

14. Зберігання і реалізація

Завдяки високій температурній обробці, «коричневий сир» практично стерильний під час пакування, низькому вмісту вологи 18..20%, сир має

надзвичайно довгий термін зберігання, оскільки умови для росту мікробів обмежені.

Готовий продукт зберігають при температурі $(8 \pm 2) ^\circ\text{C}$ має термін реалізації не більше 6 місяців в упаковці. Після відкриття – термін зберігання не більше 10 діб.

Розроблена технологія сирів на основі вторинної сировини «*Caramel cheese*» може бути впроваджена на молокопереробному підприємстві, де налагоджено випуск сирів. При встановленні мембранної установки нанофільтраційного типу стає можливим переробляти власну вторинну сировину – сироватку молочну. Як результат, отримувати додатковий прибуток від виробництва.

3.6 Визначення показників якості

Дослідження показників якості розробленого сиру «*Caramel cheese*» проводили в порівнянні з традиційним сиром «Брюност».

У сирах визначали органолептичні, фізико-хімічні і мікробіологічні показники. Результати представлені в табл. 3.7.

Таблиця 3.7 – Якісна характеристики сирів

Найменування показника	Характеристика	
	Сир «Брюност»	Сир « <i>Caramel cheese</i> »
1	2	3
Зовнішній вигляд	В міру щільний, гладенький, тримає форму, без сторонніх домішок	В міру щільний, гладенький, тримає форму, без сторонніх домішок
Смак і запах	Ніжний, солодкуватий з приємним карамельним ароматом, в якому відчутна легка кислинка, і солонуватий післясмак	Ніжний, солодкуватий із виражений карамельний смаком і ароматом, із солонуватий післясмаком
Колір	Рівномірний коричневий колір без сторонніх плям	Рівномірний світло-коричневий колір без сторонніх плям
Текстура	В міру щільна, мазка, гладенька, легко нарізується за допомогою сирорізки, легко тане в ротовій порожнині, без відчутних кристалів цукрів	В міру щільна, гладенька, легко нарізується за допомогою сирорізки, легко тане в ротовій порожнині, без відчутних кристалів цукрів

Закінчення таблиці 3.7

1	2	3
Малюнок на розрізі	Відсутній	Відсутній
Активна кислотність, од.рН	5,5±0,1	5,3±0,1
Вміст вологи, %	16,8±1,2	18,5±1,0
Вміст жиру, %	32,0±1,5	32,5±1,5
БГКП (коліформи)	Не виявлено	Не виявлено
<i>L. monocytogenes</i>	Не виявлено	Не виявлено
Патогенні (в т.ч. бактерії роду <i>Salmonella</i>)	Не виявлено	Не виявлено
Дріжджі, КУО/см ³	Не виявлено	Не виявлено
Плісневі гриби, КУО/см ³	Не виявлено	Не виявлено

Встановлено, що розроблений сир на основі вторинної сировини «*Caramel cheese*» не поступається за якість традиційному і відповідає нормативним вимогам.

Харчові продукти являють собою цілий комплекс речовин, до складу яких входять білки, жири, вуглеводи, які виконують певні функції в процесі життєдіяльності. Аналіз цих хімічних компонентів необхідний при визначенні потенційної можливості продукту харчування в задоволенні фізіологічних потреб організму в них.

Розраховані значення харчової та енергетичної цінності розробленого сиру представлено табл. 3.8.

Таблиця 3.8 – Харчова та енергетична цінність сирів

Показника	Добова норма*	Значення, г в 100 г продукту	
		Сир «Брюност»	Сир «Caramel cheese»
<i>Харчова цінність:</i>			
- білки	80/61	9,5	14,3
- жири	81/62	32,0	32,5
- вуглеводи	350/300	35,0	33,0
<i>Енергетична цінність, ккал</i>	2450/2000	466,0	481,7

*Примітка. Згідно Наказу МОЗ України від 03.09.2017 № 1073 Про затвердження Норм фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах і енергії. Дані взяті для I групи населення, значення для чоловіків/жінок віком 18-29 років

Згідно з отриманими даними визначено, що використання сироватки згущеної в рецептурі «коричневого сиру» сприяє збільшенню калорійності продукту за рахунок збільшенню вмісту білка (на 4,8 г/ 100 г).

Біологічна цінність сиру забезпечується за рахунок білка та амінокислот, які містяться у молочній сировині, зокрема в сироватці. Концентрування сироватки за допомогою мембранних систем нанофільтраційного типу сприяє збільшенню концентрації білка у вихідному продукті. Відповідно, можна припустити, що сир «Caramel cheese» має амінокислотний профіль подібний до сироватки молочної згущеної. Однак при тепловій обробці, частина амінокислот може вступати в реакцію з цукрами (реакція Майяра). Підбір оптимальних умов і вчасне закінчення процесу уварювання попереджає значній втраті окремих амінокислот.

Із використанням довідкових даних виконано розрахунок амінокислотного складу та скору білків розроблених сирів. Отримані результати наведені в табл. 3.9.

Таблиця 3.9 – Біологічна цінність сирів

Амінокислота	Рекомендований вміст ФАО/ВООЗ, г/100г білка	Вміст, г/100 г білка / Амінокислотний скор, %	
		Сир «Брюност»	Сир «Caramel cheese»
Лізин	5,5	9,3/169,1	10,9/198,2
Треонін	4,0	6,5/162,5	7,3/182,5
Валін	5,0	6,1/122,0	6,9/138,0
Метіонін+цистин	3,5	5,2/148,6	6,5/185,7
Ізолейцин	4,0	6,9/172,5	7,4/185,0
Лейцин	7,0	9,1/130,0	9,8/140,0
Фенілаланін+тирозин	6,0	8,7/145,0	10,6/176,7

Розрахункові результати (табл. 3.9) показують, що в розробленому сирі відсутні лімітовані амінокислоти за рахунок використання сироватки молочної як основної сировини. Однак це потребує більш детально аналізу із використанням спеціалізованих методів.

Висновки за розділом 3

1. Досліджено, що сироватка молочна згущена (вміст сухих речовин 20%), отримана шляхом видалення вологи (концентрації та часткової демінералізації) методом мембранного розподілу на установці нанофільтраційного типу АВ (Automatic Basic) є перспективною сировиною при виробництві сиру по типу «Брюност».

2. Для розширення кола споживачів – виготовлення безлактозного продукту, і скорочення тривалості теплової обробки (уварювання), а саме пришвидшення утворення характерних сенсорних показників «коричневого сиру», встановлено доцільність попереднього ферментолізу лактози сироватки молочної згущеної. Для розщеплення лактози в сироватці згущеній до цукрів глюкоза та галактоза підібрано ферментний препарат лактаза NOLA Fit 5500 (Chr. Hansen (Данія)). Визначено оптимальну кількість ферменту і тривалість процесу ферментолізу, а внесення 1,0% ферментного препарату, температура $(40 \pm 1)^\circ\text{C}$ протягом 180 хв (3 год).

3. На основі комплексного дослідження обґрунтовано та оптимізовано технологічні параметри технологічного процесу виробництва сирів на основі вторинної сировини. Встановлено, що сир з максимально привабливими сенсорними показниками виготовляється при оптимальних значеннях технологічних параметрів теплової обробки (уварювання) молочної суміші, а саме температура – $(97 \pm 1)^\circ\text{C}$, тривалість – (240...270) хв.

4. Розроблено рецептуру та технологічну схему сирів на основі вторинної сировини «*Caramel cheese*».

5. Отримано комплекс даних, що характеризує якість розроблених сирів, доведено їх високу харчову та біологічну цінність. Визначено, що за вмістом білкових речовин розроблені сири перевищують продукт-аналог.

РОЗДІЛ IV

АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ВИЗНАЧЕННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ЧИННИКІВ ВИРОБНИЦТВА СИРІВ НА ОСНОВІ ВТОРИННОЇ СИРОВИНИ

Важливим критерієм розробки та випуску харчової продукції є її безпечність [18]. Відповідно до вимог українського законодавства всі підприємства, що випускають харчові продукти мають розробити та впровадити у виробництво систему НАССР [19].

Одна з основних переваг концепції НАССР полягає в тому, що вона дозволить компаніям-виробникам молочної продукції відійти від принципів контролю на основі випробовування (тобто випробування на виявлення недоліків) і перейти до профілактичного підходу, при якому визначаються й контролюються потенційні ризики у виробничому оточенні (тобто профілактика недоліків у продукції).

Перевагами впровадження НАССР є також:

1. Зосередження на профілактиці шляхом використання відповідних технічних ресурсів для визначення ризиків під час виробничого процесу.
2. Використання наукових даних і принципів безпеки харчових продуктів.
3. Досвід забезпечення високого рівня безпеки харчової промисловості.
4. Зменшення ролі випробування кінцевої продукції.
5. Обґрунтоване покладання основної відповідальності за безпеку харчових продуктів на підприємства-переробки.
6. Виконання вимог і очікувань споживачів.
7. Використання в якості основи для одержання зовнішньої атестації однієї з схем Світового проекту з безпеки харчових продуктів.
8. Переконавання спеціалістів у тому, що, якщо програма розроблена і впроваджена правильно, то вона буде відповідати урядовим вимогам щодо експлуатації заводів з виробництва харчових продуктів і безпеки харчових продуктів або перевищувати їх.

Система є ефективним інструментом попередження появи небезпечних

чинників та випуску конкурентної продукції. Кінцева мета запровадження системи безпечності полягає у виключенні або мінімізації будь-яких небезпечних ризиків не лише за рахунок контролю, а й за рахунок попередження їх виникнення. Отже, розробка нової рецептури з використанням системи НАССР актуальна та дозволяє виробити стабільно безпечну продукцію.

Однією з цілей проекту є аналіз виробництва розробленого продукту в умовах функціонування системи НАССР.

Враховуючи сім принципів НАССР, було сформульований наступний план роботи:

1. Провести аналіз ризиків, пов'язаних з відбором, сировиною та інгредієнтами, обробкою, виробництвом, збутом.
2. Визначити критичні контрольні точки (ККТ), необхідні для контролю визначених ризиків у процесі.
3. Встановити критичні границі для профілактичних заходів, пов'язаних із кожною визначеною ККТ.
4. Встановити вимоги щодо моніторингу ККТ. Встановити процедури для використання результатів моніторингу з метою регулювання процесу і підтримки контролю.
5. Встановити коригувальні дії, якщо під час моніторингу визначено відхилення від критичної границі.
6. Встановити процедури для перевірки правильності роботи системи НАССР.
7. Створити ефективні системи обліку, які відображають план НАССР у документах.

Для ідентифікації всіх можливих чинників небезпеки, які можуть існувати в сировині, пакувальних матеріалах або під час застосування будь-якої технологічної операції, пов'язаної з виготовленням продукту, необхідно скласти повний опис харчового продукту, включаючи всі інгредієнти, методи їх обробки, пакувальні матеріали та ін., що мають місце у процесі виготовлення продукту [20].

Тому для проведення аналізу загроз і розробки програми управління якістю та безпечністю виготовлення сиру із застосуванням принципів НАССР було складено опис продукту (табл. 4.1), використано перелік сировини та матеріалів (розділ 3) та схему виробництва сиру на основі вторинної сировини «Caramel cheese» (рис. 3.9).

Таблиця 4.1 – Опис (паспорт) продукту

Офіційна назва продукту	Сир на основі вторинної сировини «Caramel cheese»
Нормативний документ за яким виробляється продукт	ДСТУ 4395:2005
Перелік сировини, що використовуються під час виробництва	Сироватка молочна згущена, молоко коров'яче, виршки коров'ячі, ферментний препарат лактаза
Фізико-хімічні характеристики	Активна кислотність, од.рН 5,3±0,1 Вміст води, % 18,5±1,0 Вміст жиру, % 32,5±1,5
Вимоги до безпечності	Згідно ДСТУ 4395:2005 (афлатоксини, мікотоксини, токсичні елементи, мікробіологічні показники)
Споживче пакування	Герметичні пакети, що складаються із шарів паперу, ламінованого поліетилену і алюмінієвої фольги
Транспортне пакування	Коробки
Вимоги до маркування	Згідно ДСТУ 4395:2005
Умови та строк придатності	До 6 місяців при температурі (6±2)°C
Реалізація	У оптовій та роздрібній мережі
Дані про передбачуваного споживача та специфічну групу споживачів	Продукт може споживатися дитячим та дорослим населенням, за виключенням людей хворих на діабет, та з алергією на інгредієнти, які містяться у продукті
Потенційно можливе використання не за призначенням	Не можливо
Спосіб споживання	У готовому вигляді

Перший крок в аналізі безпечності харчового продукту є розробка та перевірка відповідності блок-схеми. Група безпечності після розробки блок-схеми проводить її поетапний аналіз на виробництві та затверджує. Наступний крок – визначення всіх факторів, що впливають на безпечність кінцевого продукту. Виділяють три групи факторів: хімічні, фізичні та біологічні. Користуючись методикою визначення ризиків та деревом рішень група НАССР розглядає кожний технологічний етап блок-схеми й визначає ККТ.

На рис. 4.1 представлено блок-схему виробництва сирів на основі вторинної сировини «Caramel cheese», в табл. 4.2 розписано визначені ККТ.

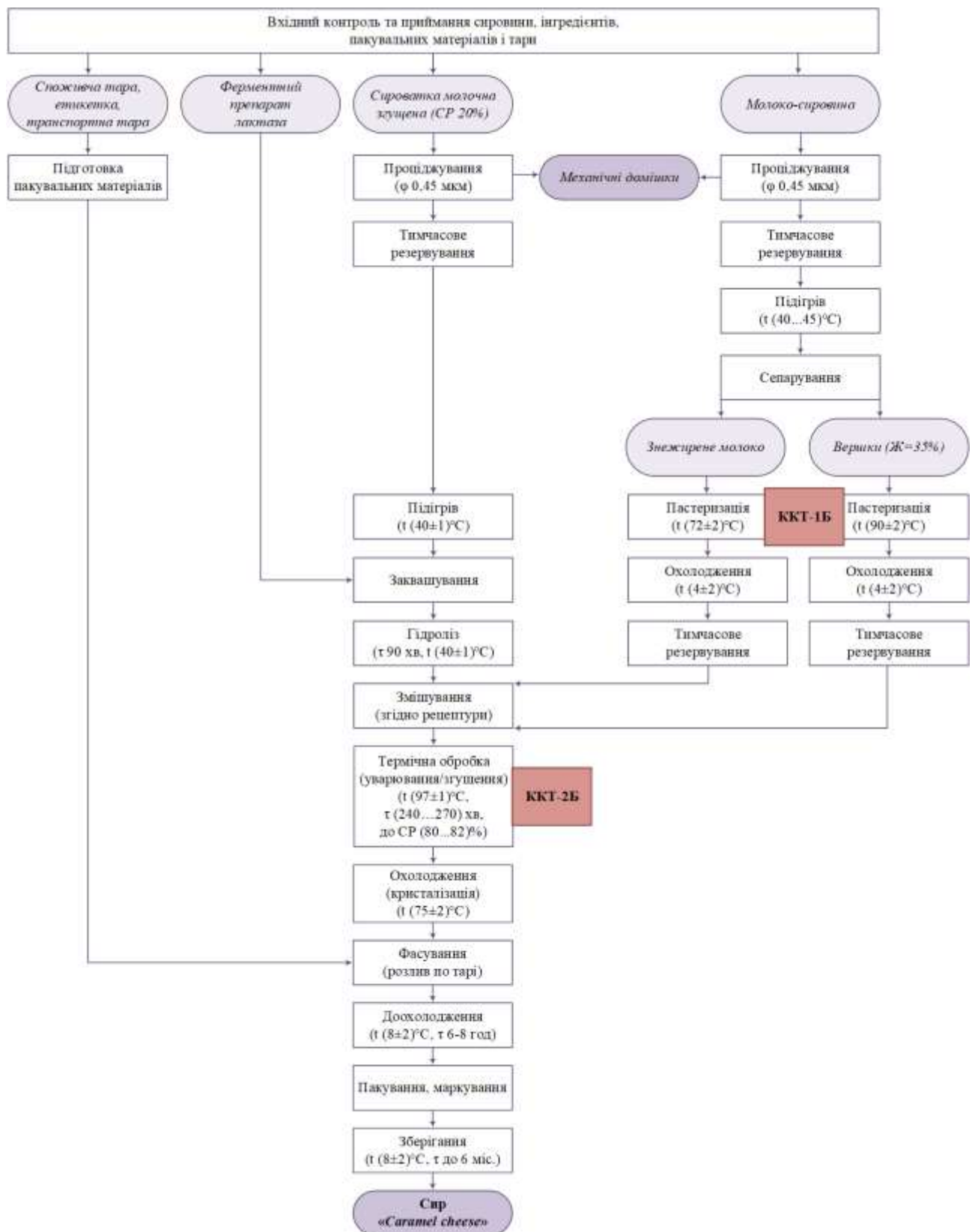


Рис. 4.1. Блок-схема виробництва сирів на основі вторинної сировини «Caramel cheese»

Таблиця 4.2 – Аналіз ризиків при виробництві сирів на основі вторинної сировини «Caramel cheese»

Етап процесу/складник або надходження	Виявіть потенційні ризики: • Біологічні (Б), • Хімічні (Х), • Фізичні (Ф)	П1. Чи достатня ймовірність виникнення визначеного на даному етапі ризику для того, щоб необхідними були заходи з його контролю? • «Так»: перейдіть до П3, • «Ні»: припиніть аналіз та задокументуйте результат згідно з П2	П2. Визначте Програму передумов або етап процедури, які знижують ймовірність виникнення ризику, щоб переконатися, що заходи з контролю на даному етапі не є необхідними	П3-П6. Чи запобігає цей крок виникненню даного ризику, чи усуває або зменшує його до прийняттого рівня? • «Так»: задокументуйте як ККТ, • «Ні»: вкажіть, на якому етапі це станеться
1	2	3	4	5
Приймання пакувального матеріалу	Б – Вегетативні патогени Ф – Сторонні речовини Х – небезпечні речовини	Ні Ні Ні	1. Свідцтво про аналіз/програма гарантій постачальника та програми передумов щодо вхідних матеріалів	
Приймання немолочних складників	Б – Вегетативні патогени Х – Забруднюючі речовини Ф – Сторонні речовини	Ні Ні Ні	1. Свідцтво про аналіз/програма гарантій постачальника та програми передумов щодо очищення обладнання	
Зберігання немолочних складників	Б – Вегетативні патогени	Ні	1. Програми передумов щодо вхідних складників та управління температурою 2. Належні виробничі практики щодо поводження з матеріалами	
Приймання молочних складників	Х – Залишкові домішки лікарських препаратів, хімічних речовин Ф – Сторонні речовини	Так Ні	1. Програми передумов до вхідних складників відповідно до Постанови про пастеризоване молоко 2. Свідцтво про аналіз/програма гарантій постачальника та програми передумов щодо обслуговування обладнання	Так - молоко-сировина не приймається.
Зберігання молочних продуктів	Б – Ріст вегетативних патогенів Х – Утворення токсинів Х – Забруднення залишками очищувальних та гігієнічних засобів	Ні Ні Ні	1. Програми передумов щодо управління температурою 2. Програми передумов щодо управління температурою 3. Програми передумов щодо очистки обладнання	

Закінчення таблиці 4.2

1	2	3	4	5
Сепарування молока-сировини	Б – Вегетативні патогени	Ні	1. Програми передумов щодо очистки обладнання	
Пастеризація (знежирене молоко, вершки)	Б – Вегетативні патогени Х – Домішки у котлі	Так Ні	Немає 1. Програми передумов щодо безпеки води	Так – ККТ для контролю патогенних організмів із попередніх етапів
Ферментація сироватки молочної	Б – Наявність чи розмноження вегетативних патогенів Х – Утворення токсинів Х – Забруднення залишками очищувальних та гігієнічних засобів	Ні Ні Ні	1. Програми передумов щодо очистки обладнання 2. Програми передумов щодо контролю температури 3. Програми передумов щодо очистки обладнання	
Змішування	Б – Вегетативні патогени Ф – Сторонні речовини Х – Залишки очищувальних та гігієнічних засобів	Ні Ні Ні	1. Програми передумов щодо очистки та обслуговування обладнання	
Теплова обробка (уварювання/згущення)	Б – Вегетативні патогени Х – Домішки у котлі	Так Ні	Немає 1. Програми передумов щодо безпеки води	Так – ККТ для контролю патогенних організмів із попередніх етапів
Розлив	Б – Вегетативні патогени Ф – Сторонні речовини	Ні Ні	1. Програми передумов щодо очистки та обслуговування обладнання 2. Належні виробничі практики щодо поводження з матеріалами	
Маркування (нанесення дати та номеру партії)	Відсутні – на даному етапі ризику не виникають			
Груповою упаковка та складання в піддони	Відсутні – на даному етапі ризику не виникають			
Зберігання в холодильнику та збут	Б – Вегетативні патогени Х – Забруднюючі речовини Ф – Сторонні речовини	Ні Ні Ні	Упакований продукт захищений від усіх типових загроз	

Таблиця 4.3 – План НАССР

Процес	КТК	Опис небезпечного чинника	Критичні межі	Моніторинг				Коригувальна дія	Протокол НАССР
				що	як	коли	хто		
Пастеризація (знежирене молоко, вершки)	ККТ-1Б	Наявність залишкової або набутої мікробної забрудненості	≥ 70 $\leq 74^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	Термограма, термометр	Постійно, кожні 5 хв	Технолог	Інформувати керівника, при потребі повторна пастеризація	Термограми. Журнал моніторингу КТК. Журнал пастеризації
			≥ 88 $\leq 92^{\circ}\text{C}$						
Теплова обробка (уварювання/згущення)	ККТ-2Б	Наявність залишкової або набутої мікробної забрудненості	≥ 96 $\leq 98^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	Термограма, термометр	Постійно, кожні 5 хв	Технолог	Інформувати керівника, при потребі повторна пастеризація	Термограми. Журнал моніторингу КТК. Журнал пастеризації

Аналізуючи технологічний процес виробництва розробленої рецептури сиру визначено дві ККТ. Перша ККТ визначена на етапі пастеризації знежиреного молока та вершків та контролює біологічний небезпечний чинник. Друга точка визначена на етапі теплової обробки суміші та визначена біологічним чинником.

Заключним кроком аналізу безпечності виробництва розробленого сиру є план НАССР (табл. 4.3). Таблиця дає можливість аналізувати ККТ на визначених технологічних етапах через детальний опис небезпечного чинника та його критичні межі. Така форма аналізу дозволяє наглядно моніторити небезпечний чинник, визначити форму коригувальної дії. Важливим пунктом плану НАССР є протоколи. Вони не лише забезпечують облік даних, а й дають можливість відслідкувати безпечність продукту на кожному етапі технологічного процесу.

Висновки за розділом 4

В результаті проведених досліджень реалізовані принципи системи НАССР, складено перелік потенційних небезпек і виділені критичні контрольні точки в технології сиру із вторинної сировини, що дозволяє управляти його безпечністю на всіх етапах виробництва.

Таким чином, реалізація плану НАССР при ефективному функціонуванні програм-передумов попередніх заходів дозволить випуск безпечної продукції.

РОЗДІЛ V

РОЗРАХУНОК ОЧІКУВАНОГО ЕКОНОМІЧНОГО ЕФЕКТУ ВІД ВПРОВАДЖЕННЯ СІРІВ НА ОСНОВІ ВТОРИННОЇ СИРОВИНИ

Загальний економічний результат розробки та впровадження нових технологій в існуюче виробництво, як найбільш узагальнений підсумковий показник, полягає в отриманні додаткових вигод за рахунок підвищення якості, збільшення обсягів виробництва або економії сировини, матеріалів, палива, енергії, трудових та інших видів ресурсів у процесі виробництва.

Економічне обґрунтування передбачає, з одного боку, розрахунок необхідних додаткових витрат ресурсів, а з іншого – розрахунок очікуваних результатів від впровадження нової технології. Тому для того, щоб визначити доцільність широкого впровадження технології виробництва сирів на основі вторинної сировини, необхідно порівняти майбутні вигоди та витрати, пов'язані з виробництвом цієї продукції.

5.1 Оцінка собівартості розробленого продукту

Основою оптово-відпускних цін для переробних підприємств є виробнича собівартість. Відправною точкою для визначення виробничої собівартості є розрахунок витрат на сировину та матеріали, що лежать в основі продукту (табл. 5.1). Вартість цієї статті визначається шляхом прямого розрахунку.

Таблиця 5.1 – Калькуляція вартості сировини на виробництво сирів

Найменування інгредієнтів	Сир «Брюност»			Сир «Caramel cheese»		
	Норма на 1 т, кг	Ціна, грн/кг	Вартість, грн	Норма на 1 т, кг	Ціна, грн/кг	Вартість, грн
Сироватка молочна	5672,15	2,5	14180,4	-	-	-
Сироватка молочна згущена	-	-	-	3027,55	26,5	80230,1
Знежирене молоко	1531,79	10,5	16083,8	817,60	10,5	8584,8
Вершки	737,71	165,5	122090,2	393,76	165,5	65166,5
Ферментний препарат НА-Lactase 2100	56,72	997,0	56551,3	30,28	997,0	30184,7
Всього			152354,4			153981,4

Як свідчать дані табл. 5.1, вартість сировини для виробництва Сир «Caramel cheese» є дещо вищою ніж для сиру за традиційною рецептурою.

Вартість сировини і матеріалів є найбільш вагомою складовою собівартості продукції, питома вага якої в аналогічних виробництвах дорівнює 50...60% її загальної величини. У зв'язку з відсутністю чіткої інформації щодо інших елементів витрат: оплати праці, вартості палива та електроенергії для виробничих цілей, амортизаційних відрахувань, витрат з утримання та експлуатації основних засобів, загальновиробничих, загальногосподарських витрат і невиробничих – розрахунки виконано за укрупненими показниками на основі їх рівнів, що склалися на аналогічних виробництвах, по відношенню до вартості сировини і матеріалів. При цьому враховано їх поведінку по відношенню до змін обсягу виробництва та скориговано загальні інші витрати на відмінності у величині релевантних витрат. Розрахунки інших витрат виконано по відношенню до вартості сировини і матеріалів за традиційною технологією.

Оскільки використання висівок конопляних не передбачає принципових змін технології виробництва, то під час розрахунків собівартості за основу прийнято визначені величини постійних і змінних витрат з урахуванням релевантності останніх. Для даної розробки релевантними є витрати сировини і матеріалів.

Таблиця 5.2 – Розрахунок собівартості виробництва сирів

№ статті	Стаття витрат	Сир «Брюност»	Сир «Caramel cheese»
1	Сировина і матеріали	152354,4	153981,4
2	Паливо та енергія на технологічні цілі	3047,09	23097,22
3	Основна та додаткова заробітна плата	670,36	5081,39
4	Відрахування на соціальне страхування	147,48	1117,91
5	Витрати, пов'язані з підготовкою та освоєнням виробництва	7617,72	7699,07
6	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання.	4570,63	4619,44
7	Загальновиробничі витрати	335,18	2540,69
8	Загальногосподарські витрати.	134,07	1016,28
9	Інші виробничі витрати	25331,53	29873,02
	Виробнича собівартість	194208,41	229026,46
10	Позавиробничі витрати	19420,84	22902,65
	Повна собівартість (Виробнича собівартість +Позавиробничі витрати)	213629,25	251929,11

5.2 Планування прибутку та показників ефективності впровадження нового продукту

Більш високі якісні параметри розроблених продуктів порівняно з продуктом-аналогом дозволяють прогнозувати декілька варіантів отримання прибутку залежно від стратегії у сфері цінової політики.

На стадії виведення товарів на ринок з метою його завоювання найбільш прийнятною є агресивна цінова політика, яка зорієнтована на рівень рентабельності, що склався у даному сегменті ринку – 15,0%.

У подальшому, по мірі ознайомлення споживачів із якісними параметрами нових продуктів, ціни можуть бути підвищені до рівня, адекватного більш високим характеристикам якості, що забезпечить більш високий рівень рентабельності та обсяг прибутку. Розрахунок відпускних цін наведено в табл. 5.3.

Таблиця 5.3 – Розрахунок прибутку, оптової ціни, суми ПДВ та оптово-відпускної ціни

Показники	Сир «Брюност»	Сир «Caramel cheese»
Повна собівартість	213629,25	251929,11
Прибуток підприємства (15% від повної собівартості)	32044,39	37789,37
Оптова ціна (Повна собівартість+ Прибуток підприємства)	245673,64	289718,48
ПДВ (у розмірі 20% від оптової ціни підприємства)	49134,73	57943,70
Відпускна ціна 1000 кг (сума оптової ціни+ПДВ)	294808,37	347662,17
Відпускна ціна 1 кг	294,81	347,66

Економічний ефект від реалізації інноваційної продукції за такої цінової політики можуть мати наступні форми:

- збільшення обсягу реалізації сиру «Caramel cheese» в умовах еластичності попиту;
- збільшення виручки від реалізації сиру «Caramel cheese» під впливом цінових факторів;
- збільшення норми прибутку за рахунок збільшення обсягів реалізації продукції (при певному рівні рентабельності);
- вивільнення оборотних коштів, інвестованих у сировину та витратні матеріали.

Висновки за розділом 5

Розрахунки економічної ефективності від проведених досліджень показують, що продукція є висококонкурентною. Порівняно з продукцією-аналогом, вищі якісні параметри виробів підвищують їх цінність для споживача та збільшують обсяги продажу і прибуток від реалізації продукції, як за рахунок якості, так і за рахунок розширення асортименту та вищого рівня цін. Економічні вигоди від впровадження запропонованої технології можуть бути забезпечені як на етапі виведення продукту на ринок, так і на етапі подальшої реалізації.

ВИСНОВКИ

1. Аналіз інформаційних джерел показав, що функціональні властивості сироватки молочної роблять її перспективною сировиною для розробки нових та більш привабливих продуктів на її основі, зокрема сирів. Незважаючи на те, що виробництво сироваткового сиру є одним із екологічно чистих способів використання цінної сироватки, існують також недоліки її використання, зокрема низька концентрація сухих речовин.

Існує технологія сироваткових сирів по типу «Брюност» – «коричневі сири», що включають як основну сировину молочну сироватку. Більшість із цих сирів мають загальний вміст сухої речовини близько 80% після значного випаровування води – уварювання сироватки з/без додаткового молока та/або вершків. «Коричневі сири» мають світлий або темний карамельний вигляд і м'яку вершкову консистенцію і зазвичай не класифікується як сир, а натомість вважається сироподібним продуктом. Даний тип сирів вважається енергоємними, оскільки необхідно довготривалий час піддавати сировину тепловій обробці. Відповідно виникає необхідність удосконалення технологій із використанням раціональних способів обробки сировини. Варіантом вирішення даної проблеми є використання сироватки молочної згущеної (вміст сухих речовин 20%), отриманої шляхом видалення води (концентрації та часткової демінералізації) методом мембранного розподілу на установці нанофільтраційного типу АВ (Automatic Basic).

2. В планувальній частині роботи охарактеризовано об'єкт та предмет досліджень. Наведено характеристику сировини та добавок, що використані в дослідженнях. Розроблено план теоретичних та експериментальних робіт з обґрунтування та розробки технології сирів із вторинної сировини. Підібрано методики для дослідження фізико-хімічних, органолептичних, мікробіологічних показників сировини та готової продукції; сучасні математично-статистичні методи обробки результатів експериментальних досліджень і графічного представлення результатів.

3. В експериментальній частині обґрунтовано, що сироватка молочна

згущена (вміст сухих речовин 20%), отримана шляхом видалення вологи (концентрації та часткової демінералізації) методом мембранного розподілу на установці нанофільтраційного типу АВ (Automatic Basic) є перспективною сировиною при виробництві сиру по типу «Брюност».

Для розширення кола споживачів – виготовлення безлактозного продукту, і скорочення тривалості теплової обробки (уварювання), а саме пришвидшення утворення характерних сенсорних показників «коричневого сиру», встановлено доцільність попереднього ферментолізу лактози сироватки молочної згущеної. Для розщеплення лактози в сироватці згущеній до цукрів глюкоза та галактоза підібрано ферментний препарат лактаза NOLA Fit 5500 (Chr. Hansen (Данія)). Визначено оптимальну кількість ферменту і тривалість процесу ферментолізу, а внесення 1,0% ферментного препарату, температура $(40 \pm 1)^\circ\text{C}$ протягом 180 хв (3 год).

На основі комплексного дослідження обґрунтовано та оптимізовано технологічні параметри технологічного процесу виробництва сирів на основі вторинної сировини. Встановлено, що сир з максимально привабливими сенсорними показниками виготовляється при оптимальних значеннях технологічних параметрів теплової обробки (уварювання) молочної суміші, а саме температура – $(97 \pm 1)^\circ\text{C}$, тривалість – (240...270) хв.

На основі експериментальної частини, розроблено рецептуру та технологічну схему одержання сиру «Caramel cheese». Отримано комплекс даних, що характеризує якість розроблених сирів, доведено їх високу харчову та біологічну цінність. Білок розроблених сирів є більш збалансованим за амінокислотним складом, ніж білок контрольного зразка, не містить лімітуючих амінокислот.

4. З урахуванням принципів НАССР здійснено опис розробленого сиру «Caramel cheese», складено блок-схему виробництва, проаналізовано небезпечні фактори та серйозність їх наслідків. Визначені критичні точки контролю на етапах виробництва сиру, критичні межі, з урахуванням чого складено план НАССР.

5. Розрахунки економічної ефективності від проведених досліджень показують, що продукція є висококонкурентною. Оцінка собівартості і планування прибутку від реалізації показали, що 1 кг сиру «Caramel cheese» складає 347,66 грн. Порівняно з продукцією-аналогом, вищі якісні параметри виробів підвищують їх цінність для споживача та збільшують обсяги продажу і прибуток від реалізації продукції, як за рахунок якості, так і за рахунок розширення асортименту та вищого рівня цін. Економічні вигоди від впровадження запропонованої технології можуть бути забезпечені як на етапі виведення продукту на ринок, так і на етапі подальшої реалізації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бюлетень «Ринок Молока. URL: <https://infagro.com.ua/ua/2023/10/25/leonid-tulush-zaviduvach-viddilu->
2. Яким був 2023 рік для виробників та переробників молока ? URL: <https://latifundist.com/blog/read/3054-tsini-yak-v-yevropi-yakim-buv-2023-rik-dlya-virobnikiv-ta-pererobnikiv-moloka>
3. Актуальні проблеми та перспективи розвитку торгівлі в умовах євроінтеграції. – Київ : ВСП «Київський торговельно-економічний фаховий коледж ДТЕУ», 2023. 207 с.
4. Герасименко А. Молоко та молочні продукти: географія продажів, імпортери, обсяги експорту і виробництва. kurkul.com. URL: <https://kurkul.com/spetsproekty/1179-moloko-ta-molochni-produkti-geografiyaprodajiv-importeri-obsyag-eksportu-i-virobnitstva>
5. В Україні покращилась якість молока, в якому стані сама галузь. Міністерство аграрної політики та продовольства України. URL: <https://minagro.gov.ua/news/v-ukrayini-pokrashchilas-yakist-moloka-v-yakomustani-sama-galuz>
6. Молочнотоварні ферми вийшли на довоєнні рівні виробництва молока в 2023 році. URL: <http://milkua.info/uk/post/molocnotovarni-fermi-vijsli-na-dovoenni-rivni-virobnictva-moloka-v-2023-roci>
7. Поліщук Г.Є., Бовкун А.О., Колесникова С.С. Технологія сиру: Навч. посібник. – К.: НУХТ, 2009. - с.
8. Машкін М.І., Париш Н.М. Технологія виробництва молока і молочних продуктів: Навч. видання.- К.: Вища освіта, 2006 – 351 с.
9. Базова технологія виготовлення деяких видів альбумінових сирів/ URL: http://www.tnvagro.ksauniv.ks.ua/archives/107_2019/30.pdf
10. Сир Брюност. URL: <https://nuts.org.ua/shop/syr-bryunost-gudbrandsdalen-gudbrandsdalen-tine-norway-250-g/>
11. Pappa, E. C., Samelis, J., Kondyli, E., & Pappas, A. C. (2016).

Characterisation of Urda whey cheese: Evolution of main biochemical and microbiological parameters during ripening and vacuum packaged cold storage. *International Dairy Journal*, 58, 54-57.

12. Effect of ultrasound assisted heating on structure and antioxidant activity of whey protein peptide grafted with galactose / L. Liu, et al. *LWT*. 2019. №109. P. 130-136. DOI: 10.1016/j.lwt.2019.04.015.

13. Наукові основи безвідходних технологій консервної промисловості [Електронний ресурс] : лабораторний практикум для студ. освітнього ступеня «магістр» спец. 181 «Харчові технології», освітньо - професійної програми «Технології зберігання, консервування та переробки плодів і овочів» ден. та заоч. форм навч. / уклад.: О. С. Бессараб, В. А. Терлецька, К. В. Рубанка, О. В. Бендерська. К. : НУХТ, 2018. 36 с.

14. Біологічна цінність сухих молочних багатокомпонентних сумішей / А.В. Мінорова та ін.. *Продовольчі ресурси*. 2020. № 14. С. 125–136. DOI: 10.31073/foodresources2020-14-13.

15. Kinetic study on the Maillard reaction. Consideration of sugar reactivity / Laroque D. et al. *Food Chemistry*. 2008. №111(4). P. 1032–1042. DOI: 10.1016/j.foodchem.2008.05.033

16. Синенко Т.П., Фролова Н.Е., Соколенко В.В., Губа С.О. Дослідження впливу типу цукру на реакцію Майяра в модельних системах із гідролізатом сироваткових білків. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*. 2022. № 1. С. 135–146. DOI: <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2022.1.15>

17. Abrahamsen, R.K., Bakkene, G., Gjerde, R., Steinsholt, K., 2008. *Brunosten—en norsk historie [Brown Whey Cheese—A Norwegian Story]*. TUN Forlag, Oslo.

18. Норм фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах і енергії : Наказ; МОЗ України від 03.09.2017 № 1073. База даних «Законодавство України». Верховна Рада України: веб-сайт. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z1206-17> (дата звернення: 18.10.2021)

19. Про затвердження Вимог щодо розробки, впровадження та

застосування постійно діючих процедур, заснованих на принципах Системи управління безпеністю харчових продуктів (НАССР): Наказ; Мінагрополітики України від 01.10.2012 № 590 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z1704-12> (дата звернення: 23.10.2021)

20. Система НАССР. Довідник. Львів, 2003. 218 с.

ДОДАТОК А

