

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

Факультет харчових технологій та біотехнологій

Кафедра технології молока і молочних продуктів

До захисту допущено

Завідувач кафедри

Орися ЦІСАРИК

(підпис)

(ім'я та прізвище)

«___» _____ 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня магістра

зі спеціальності 181 Харчові технології

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

на тему: «РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ
ПАРАМЕТРІВ ФЕРМЕНТАЦІЇ У ТЕХНОЛОГІЇ СИРКОВИХ ПАСТ
ЗБАГАЧЕНИХ РОСЛИННИМИ ІНГРЕДІЄНТАМИ»

Виконавець:

здобувач Дропа Богдан Михайлович

Керівник:

Сливка Ірина Миколаївна

Рецензент:

Сімонова Ірина Іллівна

Львів – 2024

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

<u>Орися ЦІСАРИК</u> (підпис)	(ім'я та прізвище)
«___» _____	2024 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу здобувача вищої освіти

Дропі Богдану Михайловичу

(прізвище, ім'я, по-батькові)

1. Тема роботи: «РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ФЕРМЕНТАЦІЇ У ТЕХНОЛОГІЇ СИРКОВИХ ПАСТ ЗБАГАЧЕНИХ РОСЛИННИМИ ІНГРЕДІЄНТАМИ»

Керівник роботи:

Сливка Ірина Миколаївна, к.с.-г.н., доцент

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від «___» «_____» 2024 року №__

2. Строк подання здобувачем роботи

3. Вихідні дані до роботи: ДСТУ 4395:2005 Сири м'які. Загальні технічні умови; ДСТУ 4554:2006 Сир кисломолочний. Технічні умови.

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

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

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1,2,3	Сливка І.М.		
4			

7. Дата видачі завдання: «___»_____ 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
	Вступ	травень-вересень 2024 р.	
1.	Огляд літератури	травень-вересень 2024 р.	
2.	Матеріали та методи дослідження	травень-вересень 2024 р.	
3.	Результати власних досліджень та їх обговорення	жовтень-листопад 2024 р.	
4.	Економічна та соціальна ефективність від впровадження розробки	листопад 2024 р.	
	Висновки та рекомендації виробництву	листопад 2024 р.	

Здобувач _____ **Богдан ДРОПА**
(підпис) (ім'я та прізвище)

Керівник роботи _____ **Ірина СЛИВКА**
(підпис) (ім'я та прізвище)

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	5
ВСТУП	7
1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	
Роль молока в харчуванні людини та його біологічна цінність	9
Процеси та коагуляції білків	18
Заквашувальні препарати для виробництва сиру	25
Обґрунтування вибору гречаного борошна, як рослинного інгредієнта для використання в технології сиру	31
2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	
Опис сировини	34
Методи дослідження	36
3. РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ	
Підбір параметрів ферментації та обґрунтування дози наповнювача	40
Зміни концентрації мікроорганізмів під час виробництва сиру	41
Вивчення органолептичних та фізико-хімічних показників сиру	44
4. ЕКОНОМІЧНА ТА СОЦІАЛЬНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВІД ВПРОВАДЖЕННЯ РОЗРОБКИ	55
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	58
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	59

АНОТАЦІЯ

У сучасних умовах життя за наявності багатьох факторів, що підвищують рівень ризику захворюваності людини значна увага приділяється створенню продуктів функціональної дії. Корекція раціону людини відповідно до науково-обґрунтованих вимог теорії збалансованого та раціонального харчування та з врахуванням фізіологічних особливостей організму є пріоритетним напрямком у вирішенні проблеми забезпечення повноцінними продуктами харчування різних вікових груп населення.

В даний час є актуальним комбінування молочних продуктів та рослинних компонентів. Перспективним у цьому відношенні є злакові культури та їх похідні, які є джерелом надходження в організм вітамінів, мінеральних речовин, харчових волокон та інших біологічно активних речовин. Поряд з освоєнням нової технології велика увага приділяється виробництву продукції на молочній основі, що має пробіотичні властивості. Це дозволяє не тільки забезпечувати потреби людини в основних поживних речовинах та енергії, а й проявляти профілактичні та лікувальні властивості.

Таким чином, проведені дослідження щодо розроблення технології молочно-рослинного продукту (сиркової пасти з гречаним борошном), яка може бути рекомендована для функціонального та дієтичного харчування, а також для дітей шкільного віку. Встановлено оптимальне співвідношення гречаного борошна у технології сиркової пасти для забезпечення ферментативного процесу та активність молочнокислої мікрофлори під час виробництва продукту. Досліджено комплекс властивостей готового продукту щодо органолептичних, фізико-хімічних та мікробіологічних властивостей.

Ключові слова: ферментація, сир, пробіотики, гречане борошно, рослинні інгредієнти.

ANNOTATION

In modern living conditions, with many factors that increase the risk of human morbidity, significant attention is paid to the creation of functional products that have the ability to stimulate the human immune system and are used for the treatment and prevention of a number of diseases. Correction of the human diet in accordance with the scientifically substantiated requirements of the theory of balanced and rational nutrition and taking into account the physiological characteristics of the body is a priority area in solving the problem of providing various age groups with complete food.

Currently, the combination of dairy products and plant components is relevant. Promising in this regard are cereals and their derivatives, which are a source of vitamins, minerals, dietary fiber and other biologically active substances entering the body. Along with the development of new technology, much attention is paid to the production of dairy-based products with probiotic properties. This allows not only to meet human needs for basic nutrients and energy, but also to exhibit preventive and therapeutic properties.

Thus, research was conducted to develop the technology of a dairy-vegetable product (curd paste with buckwheat flour), which can be recommended for functional and dietary nutrition, as well as for school-age children.

The optimal ratio of buckwheat flour in the technology of cottage cheese paste to ensure the enzymatic process and the activity of lactic acid microflora during the production of the product was established. The complex of properties of the finished product in terms of organoleptic, physicochemical and microbiological properties was studied.

Key words: fermentation, cheese, probiotics, buckwheat flour, plant ingredients.

ВСТУП

В останні роки в харчовій промисловості відмічається тенденція розробки та впровадження продуктів функціонального та спеціального призначення, які спрямовані на підвищення біологічної та харчової цінності [16].

Перспективною сировиною для виробництва таких продуктів можуть бути компоненти рослинного походження, теоретичне обґрунтування яких базується на вивченні хімічного складу, біологічної цінності, функціональних властивостей, гігієнічної безпеки, впливу на них різних технологічних факторів та формування збалансованого амінокислотного, жирнокислотного, мінерального та вітамінного складу, що особливо важливо при створенні нових видів продуктів для харчування людини, а особливо дітей [46].

Оскільки, не існує продуктів харчування, що містять в собі всі необхідні компоненти, для забезпечення особливо, зростаючого організму білками, жирами, вуглеводами і мікронутрієнтами, потрібно розробляти технології комбінованих і спеціалізованих харчових продуктів, які збагачені біологічно активними і поживними речовинами до рівня фізіологічних потреб організму людини та дітей шкільного віку [16].

Ключовими аспектами у вирішенні проблеми є науково обґрунтований пошук і підбір перспективних джерел сировини з високими санітарно-гігієнічними та медико-біологічними показниками, а також застосування сучасних біотехнологічних прийомів, що дозволяють істотно впливати не тільки на органолептичні та фізико-хімічні показники сировини та готової продукції, але і підвищувати їхню харчову цінність і надавати їм функціональні властивості [16].

Таким чином, розробка технологій молочно-рослинних продуктів функціонального призначення є актуальним напрямом наукових досліджень.

У зв'язку з цим **метою роботи** було розроблення технології сиркових паст з рослинними інгредієнтами, дослідження процесу ферментації молочно-рослинної основи та виявлення взаємозв'язку між активністю пробіотичних мікроорганізмів та кількістю внесеного рослинного інгредієнта.

У ролі рослинного інгредієнта було використано гречане борошно.

Слід зазначити, що гречане борошно, що використовується як рослинний компонент, має цінний хімічний склад і містить поліненасичені жирні кислоти, харчові волокна, вітаміни (С, Е, каротин та групи В), у тому числі антиоксиданти (Е, β -каротин), олігосахариди та мінеральні речовини. Крім того, гречане борошно має пребіотичний ефект за рахунок вмісту в його складі вітамінів групи В, харчових волокон, які є стимуляторами росту молочнокислих бактерій [46].

Для надання молочно-рослинному пробіотичних властивостей використано молочнокислі ліофілізовані DVS культури, що містять мезофільні гомоферментативні штами *Lactococcus lactis subsp. cremoris* та *Lactococcus lactis subsp. lactis*, біфідобактерії *Bifidobacterium bifidum* штам ВВ-12.

Для виконання поставленої мети визначені наступні завдання:

- - провести конструювання молочно-рослинної основи продукту за біологічною цінністю та відмінними споживними властивостями;
- дослідити процес коагуляції та ферментації молочно-рослинної основи продукту;
- розробити технологію для виробництва сиркової пасты з гречаним борошном.

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1. Роль молока в харчуванні людини та його біологічна цінність

Коров'яче молоко має складну структуру і включає всі необхідні поживні речовини для підтримки життєдіяльності людини. Вміст молочного білка коливається від 2,6 до 5,3%. Основними білковими фракціями є β -казеїн, κ -казеїн та сиворо-точні білки (імуноглобуліни, α -лактальбумін, β -лактоглобулін, лактоферин та трансферрин).

Біологічна цінність молочних білків залежить від того, що вони містять повний спектр незамінних амінокислот. Так, всі білки коров'ячого молока є багатим джерелом лізину, а для казеїну також характерний високий вміст проліну.

Основним джерелом енергії в молоці є молочний жир, вміст якого досягає 4,5%. У переважній більшості він представлений гліцеридами, ліпоїдами (фосфатиди та стерини) та вільними жирними кислотами, серед яких переважають насичені жирні кислоти (до 65 %) [7].

Вуглеводи в молоці представлені лактозою, яка, як і жир, використовується організмом як джерело енергії. Вона є єдиним джерелом галактози, яка входить до складу коензимів, які беруть участь у синтезі білків, жирів, вуглеводів, вітамінів, ферментів, і має важливе значення для обмінних процесів в організмі людини.

Мінеральні речовини в коров'ячому молоці представлені солями неорганічних і органічних кислот, які містяться в легкозасвоюваній формі, що є важливим фактором для нормального росту та розвитку організму. Загалом у молоці виявлено до 80 елементів, з яких переважають кальцій, калій, фосфор, натрій, магній та залізо. У коров'ячому молоці знаходяться майже всі жиророзчинні та водорозчинні вітаміни.

Харчування є одним з найважливіших факторів, що визначають здоров'я людини. Для забезпечення процесів обміну речовин людині необхідні всі біохімічні компоненти харчових продуктів. Коров'яче молоко

є одним із найбільш повноцінних харчових продуктів у раціоні людини.

Молоко є біологічною рідиною складного хімічного складу. Його висока харчова цінність пояснюється унікальним хімічним складом, який сприяє оптимальному травленню та засвоєнню його людиною.

Вміст в молоці різноманітних речовин при збалансованості їх і найкращому співвідношенні зумовлює високу поживну цінність цього продукту. Калорійність 1 кг молока середнього хімічного складу дорівнює $2720 \cdot 10^3$ Дж/кг (650 ккал). В 1 кг молока міститься 33 г білка, 38 г жиру та 47 г молочного цукру.

Харчова цінність молока визначається його енергетичною цінністю, збалансованістю білків, жирів та вуглеводів, перетравлюваністю, засвоюваністю та біологічними властивостями. Харчова цінність відображає повноту корисних властивостей продукту, що забезпечують фізіологічні потреби людини в основних нутрієнтах та енергії, що визначається хімічним складом продукту з урахуванням його споживання у загальноприйнятих кількостях [9].

За останні десятиліття поява нових технологічних можливостей більш глибокого вивчення біохімічних властивостей молока і молочних продуктів, а також генетичних особливостей великої рогатої худоби дозволило отримати велику кількість даних, що розширюють уявлення про молоко і його виробництво.

У коров'ячому молоці можна виділити наступні складові частини: вода, сухі речовини і газ. Суха речовина являє собою загальну масу речовин, отриманих після висихання молока при температурі 102-105° С, в нього входять жир, білок, молочний цукор (лактоза), мікро- і макроелементи, вітаміни, ферменти та ін.

Молочний жир. Молоко є складною системою, яка являє собою стійку емульсію жиру у воді, з вмістом жиру від 2,8 до 4,5%. Більше 95% ліпідів молока знаходяться у вигляді жирових глобул діаметром 0,5-15 мкм,

оточених мембраною. Компоненти мембрани жирових глобул – білки та фосфоліпіди, макро- та мікроелементи, цереброзиди, холестерин та інші жиророзчинні біологічно активні речовини, що стабілізують поверхню глобул [9].

В складі молочного жиру міститься близько 140 вільних жирних кислот, проте тільки 13 головних кислот з парним числом атомів вуглецю зустрічаються в молочному жирі в кількості більше 1% кожна, інші відносяться до міnorних (менше 1% і у вигляді слідів) [7].

У молочному жирі переважають насичені жирні кислоти (в середньому 65%): олійна, капронова, пальмітинова, мірістинова, стеаринова та інші. Вміст ненасичених кислот в середньому дорівнює 35%: олеїнова, миристолеїнова, пальмітоленова та ін. не синтезуються організмом. Зміст в молоці ненасичених жирних кислот на оптимальному рівні (38-47%) впливає на температуру плавлення жиру, знижуючи її, а отже, підвищуючи засвоєння молочного жиру організмом [7].

За хімічною будовою молочний жир нічим не відрізняється від інших жирів. Склад жирних кислот молочного жиру не постійний, і вміст окремих жирних кислот в ньому може змінюватися, на це може впливати раціон молочних корів, сезонність, порода тварини, період лактації та ін. Молочний жир є концентрованим джерелом енергії. Жирні кислоти нормалізують жировий обмін, перешкоджають розвитку атеросклерозу, надають еластичність судин, беруть участь у побудові клітин різних тканин, підвищують стійкість до інфекційних захворювань і радіації. Молоко також є джерелом поліненасичених жирних кислот, що володіють антиканцерогенними та антиоксидантними властивостями. Проте науковці стверджують, що молоко і молочні продукти є одними з основних атерогенних харчових факторів у харчуванні людини, а також підвищують ризик розвитку тромбозів [11].

Молочний білок. Білки молока та продукти їхнього гідролізу характеризуються високим рівнем біологічної активності. Основними білковими фракціями молока є казеїн і сироваткові білки, які включають імуноглобуліни, α -лактальбумін, β -лактоглобулін, лактоферин і трансферин. Білки молока містять повний спектр незамінних амінокислот. Вміст білка в молоці коливається від 26 до 53%.

Казеїн становить 78% всіх білків молока, а вміст казеїну в молоці коливається від 22 до 36%. Казеїн є фос-фатсодержащим білок, для якого характерна низька розчинність при рН 4,6; він пов'язаний з кальцієм завдяки наявності фосфорсериль-них груп. Існує п'ять основних казеїнових фракцій: α s1-казеїн, α s2-казеїн, β -казеїн, γ -казеїн та κ -казеїн. Основна частина (близько 95%) знаходиться у вигляді міцелл, що являють собою комплекси фракцій казеїну з колоїдним фосфатом кальцію [1-5].

Казеїн має широке застосування: від основного компонента сиру до використання як харчової добавки. Він є джерелом амінокислот, вуглеводів та незамінних елементів (кальцію та фосфору). Під дією кислот і ферментів казеїн коагулює і утворює білковий згусток, що використовується у виробництві кисломолочних продуктів, сирів, сиру [3].

На частку β -казеїну, що містить 209 незамінних амінокислот, припадає 35% казеїнів у коров'ячому молоці. β -казеїн виявляє амфіфільні властивості, а також сильно залежить від температури. β -казеїн є високополіморфним геном молочного білка з 12 відомими варіантами, з яких A1 і A2 є найбільш вивченими. Молоко A1 відрізняється від варіанта A2 тим, що містить амінокислоту гістидин у положенні 67, тоді як A2 має пролін в аналогічному положенні. Цей поліморфізм призводить до конформаційних змін вторинної структури білка і впливає на фізичні властивості міцел казеїну [5].

У своєму дослідженні Т. Asledottir зі співавторами показали, що в результаті метаболічних процесів у шлунково-кишковому тракті з β -казеїну

A1 вивільняється велика кількість біоактивного опіоїдного пептиду – β -казоморфіна-7, який, як передбачається, є дієтичним фактором ризику серцево-судинних захворювань, діабету 1-го типу та неврологічних розладів. Недавні дослідження також показали, що β -казоморфін-7 може вивільнятися з β -казеїну A2, але в значно менших кількостях [2,5]. Також S. Jianqin та співавтори вивчили вплив «молока A2» на фізіологію шлунково-кишкового тракту та симптоми дискомфорту у людей. У процесі перетравлення молока, що містить β -казеїн типу A1, у шлунково-кишковому тракті людини утворюється пептид β -казоморфін-7, який пов'язаний з несприятливими шлунково-кишковими ефектами, частково нагадують симптоми при непереносимості лактози. Видалення β -казеїну A1 послаблює ці ефекти, тому передбачається, що деякі симптоми непереносимості лактози можуть бути пов'язані із запаленням, викликаним β -казоморфіном-7 [10]. β -казеїн A1 був виявлений лише у великої рогатої худоби європейського походження. Чистокровна азіатська та африканська худоба виробляє молоко, що містить тільки β -казеїн типу A2 [5].

κ -казеїн становить близько 13% казеїнів і складається з поліпептидного ланцюга з 169 аміно-кислот, він необхідний для підтримки структури, розміру і стабільності міцел казеїну в молоці. Було виявлено, що κ -казеїн присутній щонайменше 14 алельних варіантах. Найбільш поширені A (еталонний варіант) і B. Варіант E був ідентифікований у деяких північних порід великої рогатої худоби, хоча і з низькою частотою (< 5%). У порівнянні з еталонним варіантом κ -казеїна A варіант B містить 2 заміни (Thr157→Ile, Asp169→Ala), тоді як варіант E відрізняється однією амінокислотою (Ser176→Gly). Алель A сприятливий для надою, але з нижчим вмістом білка, тоді як алель B пов'язаний з більш високим вмістом жиру і білка, але з нижчим удою. Різні генетичні варіанти κ -казеїну можуть призводити до різних технологічних і функціональних властивостей молока (наприклад, розміру міцел і властивостям коагуляції). Також D. Złot-kowska

показала у своєму дослідженні, що серед чотирьох фракцій казеїну κ -казеїн має найменший алергенний потенціал [2-5].

Сироватка молока є побічний молочний продукт, що є відмінним джерелом білка і незамінних амінокислот. Білки, що залишаються в процесі видалення казеїну з молока, є простими, добре розчинними у воді і чутливими до термічної обробки [5].

β -лактоглобулін становить 50% білків-сирово-точних і 12% загального вмісту білка в молоці, являє собою глобулярний білок, що складається з двох поліпептидних ланцюгів, що налічують 162 амінокислотних залишку. β -лактоглобулін виконує транспортування жирних кислот і ретинолу, а також має антиоксидантну дію і стимулює активність ліпази. Молекулярні дослідження вже визначили 15 алелів молочного гена β -лакто-глобуліну, з яких варіанти А та В є найпоширенішими. У великої рогатої худоби варіант В імовірно впливає на склад і якість молока, тоді як варіант А більшою мірою пов'язаний з величиною удоїв. β -лактоглобулін має сенсibiliзуючими властивостями, він не зустрічається природним чином у грудному молоці і може викликати імунні реакції у людини [2].

α -лактальбумін становить 25% сироваткових білків і 5% загального вмісту білка в молоці. Один пептидний ланцюг складається з 123 амінокислотних залишків. Він бере участь у синтезі лактози в секреторних клітинах молочної залози, транспортуванні іонів кальцію, надає імуномодуляторну та анти-канцерогенну дію.

Лактоферин являє собою багатofункціональний глікопротеїн. Лактоферин – це білок, який міститься у багатьох рідинах організму, таких як молозиво, молоко, сльози, виділення з носа, слина та виділення статевих органів. Він також виробляється у великих кількостях нейтрофілами. Складається з одноце-ниркового поліпептиду з двома глобулярними частками та відносно стійкий до протеолізу. Лактоферин має антимікробні

властивості, надає протизапальну і імуностимулюючу дію [2-5].

Склад білків у молоці також непостійний. Так, наприклад, у молоці від корови, хворої на мас-тит, відбувається деградація α -, β - і κ -казеїну і підвищується вміст γ -імуноглобуліну, а також відбувається підвищення вмісту сиво-роткового альбуміну і зниження β -лактоглобуліну і α -лактоальбуміну [2].

Вуглеводи молока представлені в основному лактозою, яка використовується організмом як джерело енергії. Лактоза представляє собою дисахарид, молекула якого утворена з глюкози і галактози. Вони з'єднані β -1-4-глікозидним зв'язком, для гідролізу який потрібний специфічний фермент, лактаза або β -галактозидаза, для подальшого всмоктування моносахаридів у тонкому кишечнику [6].

Наявність лактози в молоці надає йому слабо солодкий смак. У молоці вона знаходиться в розчині у двох формах (а і Р), які мають однакові хімічні, але різні фізичні властивості. Лактоза входить до складу коензимів, що беруть участь у синтезі білків, жирів, вуглеводів, вітамінів, ферментів і має важливе значення для обмінних процесів в організмі. Падіння рівня лактози в молоці може бути спричинене маститом.

Лактоза також є одним із алергенів молока для людей. Цей дефект виникає через відсутність лактази, що виробляється тонкою кишкою. Для людей, які страждають на непереносимість лактози або лактазної недостатності, були розроблені безлактозні молочні продукти [1].

Крім лактози, коров'яче молоко містить глюкозу і галактозу як мінорні компоненти. Глюкоза сприяє засвоєнню кальцію та фосфору з молока [1].

Мінеральні речовини в молоці представлені солями неорганічних і органічних кислот (близько 1%) і містяться в легкозасвоюваній формі. Мінеральні речовини забезпечують побудову кісткової тканини, входять до складу гормонів, ферментів і вітамінів. У молоці виявлено до 80 елементів, з яких переважають кальцій, калій, фосфор, натрій, магній та залізо. Велике

значення для людини, особливо в дитячому віці, мають солі кальцію, що надходять з молока та молочних продуктів. Близько 22 % усієї кількості кальцію міцно пов'язане з казеїном (від його вмісту залежать розмір казеїнових міцел і їх стійкість), решта 78 % складають фосфати та цитрати. Більшість цих солей (в основному фосфати кальцію) міститься в колоїдному стані (у вигляді агрегатів молекул) і невелика частина (близько 30%) - у вигляді істинного розчину. Вміст мінеральних речовин у молоці не є постійним і залежить від ряду факторів (стадія лактації, раціон харчування тварини, генетичні фактори) [4].

Крім того, концентрація багатьох мінералів сильно варіюється і через інші фактори: аналітичні помилки, забруднення під час збору молока, особливості технологічного процесу тощо.

Вітаміни. У молоці знаходяться майже всі жиророзчинні (А, D, Е, К) і водорозчинні (В₁, В₂, В₃, В₆, В₁₂, РР, С, Н, холін, фолієва кислота та ін) вітаміни. Зміст вітамінів в молоці схильний до коливань в залежності від періоду лактації (більше в молозиві), породи тваринного, кормового раціону і пори року. Також впливають умови зберігання та транспортування, від яких залежить кількість сторонньої мікрофлори, здатної зруйнувати вітамінний комплекс. Важлива і теплова обробка. При пастеризації і короткочасній обробці високими температурами істотних змін не відбувається, але, наприклад, стерилізація може викликати деградацію вітамінів [1-7].

Збалансоване харчування – важлива частина здорового способу життя. Коров'яче молоко є одним з небагатьох харчових продуктів, здатних забезпечити людині надходження всіх аліментарних речовин, необхідних для нормальної життєдіяльності. Жир молока є концентрованим джерелом енергії, вільні жирні кислоти молочного жиру мають поліфункціональну активність. Білки молока містять повний спектр незамінних амінокислот, що визначає його харчову цінність. Вуглеводи представлені лактозою, яка

використовується організмом як джерело енергії. Від кількості лактози, що надходить в організм, залежить вміст галактози в нервовій, мозковій та інших тканинах. У молоці знаходяться майже всі жиророзчинні та водорозчинні вітаміни, а також усі основні мікроелементи.

2. Процеси та коагуляції білків

Сьогодні велика увага приділяється питанням біологічної цінності та підвищенню виходу харчових товарів, а також отриманню нових форм харчової продукції. Процес коагуляції змінює міжмолекулярні зв'язки в системі, сприяє укрупненню частинок домішок, відокремленню їх від розчинника. Згортання молока є важливою технологічною дією під час виробництва кисло-молочних продуктів. Коагуляція казеїну та гелеутворення є важливим процесом, що відбувається при виробленні кисломолочних продуктів [1-7].

Коагуляція - це злипання частинок колоїдної системи при їх зіткненнях в процесі теплового руху, перемішування або спрямованого переміщення частинок у зовнішньому силовому полі. В результаті Коагуляції утворюються агрегати - більші (вторинні) частинки, що складаються з скупчення дрібніших (первинних) частинок [1-7].

Первинні частинки в таких скупченнях з'єднані силами міжмолекулярної взаємодії або через прошарок навколишнього середовища. Коагуляція супроводжується збільшенням частинок і зменшенням їх числа в обсязі дисперсійного середовища - рідини або газу.

Розрізняють швидку та повільну коагуляцію [1-7,11].

При швидкій коагуляції майже кожне зіткнення частинок призводить до приєднання. При повільній коагуляції з'єднується частина частинок, що зіштовхуються.

Згусток - жорстка фракція білків молока з перебуванням розчинених жирів, яку пізніше можна легко відокремити від рідкої (сироватки).

Коагуляція білків молока буває прихованою і натуральною. При прихованій коагуляції міцели зв'язуються разом не з всією поверхнею, а лише на деяких її ділянках, утворюючи просторову структуру - гель.

При порушенні стабільності всіх або більшої частини частинок дисперсної фази гель охоплює весь розмір дисперсного середовища (початкового молока) [14].

Приховану коагуляцію називають просто коагуляцією, гелеутворенням або згортанням. Справжня коагуляція полягає у повному з'єднанні колоїдних частинок та випаданні дисперсної фази в осад.

Коагулянти - це речовини, що виконують кілька функцій, але найголовніше, вони сформують желеподібний потік, відокремлюють щільні частини молока від рідких [7].

Види коагулянтів:

1. Хімозин – сичужний фермент тваринного походження зі шлунків телят.

2. Пепсин – сичужний фермент тваринного походження зі шлунків корів.

3. Вегетаріанський хімозин - протеїн, вирощений в лабораторних умовах, повністю відповідає телячому.

4. Мікробіальний ренін (пепсин) виготовляється з водоростей і грибів. В наш час приділяється величезна увага питанням біоцінності та підвищенню виходу харчових товарів, а також отриманню нових форм харчової продукції.

Коагуляцію застосовують для очищення стічної води. Речовини, які перебувають у сумішах в крейдянному і емульгованому стані, видаляти важко. Сторонні частинки мають надзвичайно дрібні розміри, оточені значною кількістю молекул води, частково прикріплені до них. Процес коагуляції змінює міжмолекулярні зв'язки в системі, сприяє укрупненню частинок домішок, відокремленню їх від розчинника [1-7].

Коагуляція молока

Згортання молока є важливою технологічною операцією при виробництві кисломолочних продуктів. Цей процес заснований на

коагуляції казеїнових міцел, які у свою чергу викликані різними основами, наприклад, дією протеолітичних ферментів, солей, спиртів, кислот або високої температури. Також відбувається коагуляція при дії всіх цих факторів [7].

Колоїдна стабільність міцел казеїну обґрунтована наявністю на їх поверхні «волоскового» шару, який складається з гідрофільних макропептидних залишків k-казеїну і забезпечує стеричне обмеження для зближення міцел. Руйнування волоскового шару може призвести до втрати колоїдної стабільності міцелярної системи [14].

У період сичужного згортання відбувається відщеплення гідрофільних макропептидних волосків k-казеїну протеолітичним ферментом, наприклад, хімозином. Це призводить до руйнування захисного шару та втрати колоїдної стабільності. Різні механізми руйнування захисного шару міцел викликають певні складності при розробці універсальної моделі коагуляції молока.

Тривалість коагуляції для кожного рецепта визначається персонально, також вона залежить від певного молока. Коагуляція казеїну і гелеутворення є важливим процесом, що відбувається при виробленні кисломолочних продуктів [2-5].

Розрахувати час коагуляції можна, замірявши точку флокуляції. Точка флокуляції - це період, за який «схоплюється» молоко під дією коагулянту (тобто починає перетворюватися з води в гель).

Процес коагуляції проходить у три стадії:

1. Час флокуляції - від додавання коагу-лянту до точки флокуляції
2. Час коагуляції - від додавання коагу-лянту до утворення гелеподібної форми - згустку
3. Час флокуляції - згортання згустку Загальний час коагуляції (час згортання) можна визначити за формулою:

$$K=F*M$$

де К - час коагуляції (хв);

F - час флокуляції (хв);

М - мультиплікатор флокуляції.

Мультиплікатор флокуляції - коефіцієнт, індивідуальний для кожного сорту сиру. Існує таблиця для вибору мультиплікатора флокуляції:

Таблиця 1.2.

Мультиплікатор флокуляції

Вид сиру	Мультиплікатор флокуляції
М'які сири	3,5 – 8
Напівтверді сири	2,5 – 4
Тверді сири	1,5 - 3

Після коагуляції молока необхідно протестувати потік на чисте відділення. Повинна вийти желеподібна субстанція, яку можна нарізати на порційні шматки. Термокислотний метод згортання молока заснований на одночасної коагуляції молочного казеїну та сироваткових білків під дією кис-лоти та температури. За допомогою нього можна правильно застосувати молочну сировину. Ступінь використання білків при цьому способі становить до 96%, тоді як при кислотній коагуляції близько 85%, а при сичужній - приблизно 80%. Білкова продукція, яка виходить термокислотним способом має високу біологічну і харчову цінністю, так як в неї входять сироваткові білки. У термокислотному процесі прискорення коагуляції обумовлено кількома додатковими факторами [7].

По-перше, через зміщення ізоелектричної точки комплексу «казеїнова міцелла» – «сироваткові білки», згортання починається там, де рН більше. Але після осадження денатурованих сироваткових білків ізо-електрична точка міцелл змінюється від $pH_i \approx 4,7$ до $pH_f \approx 5,2$, тоді як згортання молока при температурі 90 ± 5 °С відбувається при додаванні кислотоутворювального компонента кількості, що забезпечує кислотність

середовища коагуляції (молоко + кислотний агент) $pH \approx 6$. По-друге, через підвищення температури помітно збільшується кінетична енергія хаотичного руху частинок, що збільшує ефективність їх дотику і підвищує ймовірність злипання. Однак середня енергія теплового руху E пропорційна абсолютній температурі T . По-третє, підвищення температури супроводжується значним зниженням в'язкості середовища, що призводить до прискорення частинок і до прискорення коагуляції. В'язкість молока при підвищенні температури від 25 ± 5 до 90 ± 5 °C зменшується приблизно в 2-3 рази, у стільки ж разів збільшуючи рухливість міцел. По-четверте, при високій температурі після збільшення енергії та прискорення частинок зменшується товщина подвійного електричного шару, який забезпечує колоїдну стабільність міцелл [3].

Кислотна коагуляція. Термокислотне згортання молока має досить широкі можливості завдяки ряду переваг. У першу чергу, цей метод отримання молочного згустку характеризується високим ступенем вилучення білків з молочної сировини за рахунок осадження сироваткових білків разом з казеїном. Сироваткові білки мають збалансований амінокислотний склад, що, отже, збільшує біологічну цінність продуктів, придбаних на базі термокислотного згортання [7].

Кислотна коагуляція казеїну під дією лактози, що утворилася при молочнокислому бродінні, трапляється при виробленні кисломолочних напоїв, сметани, сирних виробів і нових кисломолочних сирів. Кислотна коагуляція казеїну може відбуватися під дією ферментів (молочнокисле бродіння), і в результаті впливу хімічних речовин (додавання до молока кислоти). При нормальних умовах сквашування, коли температура молока вище $15-20$ °C, казеїн може легко змінити свої кислотно-основні властивості.

Кислотний метод полягає в згортанні молока в изoeлектрической точці казеїну ($pH 4,6$) шляхом повільного утворення бактеріями кислот або

внесення в молоко кислот (зазвичай соляної), або ацидогенів (наприклад, глюколактона). Він застосовується у виробництві нових сирів чи сирів з короткими термінами дозрівання. Ензими, які беруть участь у дозріванні сичужних сирів, не активні у кислих сирах через невеликий рН [2-5].

Ступінь трансформації білків та ліпідів молока в кисломолочних сирах менший, смак слабший, ніж у сичужних сирів. В даному випадку коагуляція молока буває при рН 5,1-5,4 (в ізоточці параказеїну).

Додавання ензимів, які згортають молоко, сприятливо впливають на швидкість згортання, міцність згустку і виділення сироватки, але при рН кисло-чужової коагуляції молока відбувається велика зміна міцелл казеїну, що швидко змінює структуру згустку і сиру по співвідношенню з такими при сичужному зсіданні [7].

Сичужна коагуляція. Згортання білків молока сичужним ферментом одна із найважливіших процесів під час вироблення сиру. Від швидкості одержання, структурно-механічних та синеретичних параметрів сичужного згустку залежать структура, консистенція, малюнок та інші характеристики сиру.

Згортання казеїну молока при додаванні до нього сичужного ферменту є незворотним процесом. Сичужний фермент (хімозин) являє собою важку органічну речовину, що виробляється в шлунку телят, ягнят та іншого немовляти рогатої худоби. Подібна речовина сприяє розщепленню і переробці молока матері, що вживається дитинчатою. Цей фермент неможливо отримати штучним шляхом [2-7].

Сьогодні для отримання згустку використовують:

1. Телячий сичужний фермент - сичуг, відібраний зі шлунків телят (ферментом, що зортає молоко, є хімозин). Хімозин використовують для виготовлення твердих сирів.

2. Пепсини – екстракти шлунків худоби. Переважно використовують коров'ячий або яловичий пепсин, а також є свинячий і курячий пепсини, але

вони дуже чутливі до кислотності і нестійкі. Використовувати їх не бажано. Коров'ячий застосовують у виробництві розсольних сирів (бринза, сулугуні).

3. Мікробіальний пепсин, в нього входять деякі дріжджі, плісняві гриби, які продукують природним чином і підходять для коагуляції ферментів.

4. Хімозин, отриманий шляхом ферментації - ген телячого хімозину, впроваджений в геном кількох інших мікроорганізмів, після чого вони стали здатні при ферментації виробляти протеїн, цілком схожий телячому хімозину. Цей фермент добре показав себе при виготовленні всіх видів сирів, де зазвичай вживався телячий сичужний фермент. Це вегетаріанський коагулянт [1-3].

При коагуляції білків, молочний жир і вода з розчиненими субстанціями (сироватка) досить міцно захоплюються утворюється гелем, при осадженні білків лише невелика кількість молочного жиру і водної фази механічно утримується осадом. Вироблення та дозрівання сичужних сирів ведуть за низьких температур та активної кислотності, які називаються фізіологічними [3].

Для забезпечення можливості втілення біологічної трансформації компонента молока з мінімальними втратами харчової значущості. В'язкість, структурно-механічні характеристики, дисперсність білкових частинок та процес синьорезису згустку залежать від методів коагуляції молока. Найбільші в'язкість і міцність мають згустки, отримані внаслідок сичужного сквашування молока, а менші – згустки, що утворюються при кислотному сквашуванні молока. Така ж закономірність встановлена і для відділення сироватки в залежності від способу коагуляції білків молока.

У згустках, отриманих різними способами коагуляції, дисперсність білкових частинок неоднакова. При сичужному сквашуванні в згустку переважають (п'ятдесят шість відсотків) великі білкові частинки, маленькі

частинки становлять 2,3%. При кислотному сквашуванні молока спостерігається інша картина: переважають дрібні частинки, великі відсутні, частинки розміром 10-30 мкм становлять 45%.

Згустки, отримані в результаті кисло-сичужного згортання, по дисперсності білкових частинок займають середнє місце: у них дрібні частинки становлять 23%, великі - 45,8% [1-3].

3. Заквашувальні препарати для виробництва сиру

Сири є ферментованими молочними продуктами, в яких проходить контрольоване продукування молочнокислих бактерій (МКБ) молочної кислоти з лактози. Цей процес – найважливіший етап виготовлення всіх видів сирів [8,41, 45].

У виробництві натуральних сирів молочнокислі бактерії відіграють надзвичайно важливу роль. Завдяки лактобактеріям відбувається перетворення основних компонентів молока у речовини, які обумовлюють смакові та ароматичні властивості готового продукту, його харчову та біологічну цінність за рахунок гліколізу, протеолізу і ліполізу. Підвищуючи активну кислотність сирної маси, вони створюють умови, які пригнічують ріст сторонньої мікрофлори [45].

Якість готового продукту, а також вміст ароматичних сполук безпосередньо залежить від заквашувальної мікрофлори, яку необхідно підбирати з врахуванням її здатності розщеплювати білки молока. Основною функцією заквашувальних препаратів у виробництві ферментованих молочних продуктів є їх здатність зброджувати лактозу з утворенням молочної кислоти, тобто їх кислотоутворювальна активність, внаслідок чого знижується активна кислотність середовища. Зниження кислотності середовища є одним із чинників зсідання молока і синерезису згустку під час виробництва сиру [8].

Заквашувальні препарати, які застосовуються у виробництві сиру, повинні мати протеолітичну, кислотоутворюючу і ліполітичну активності. Крім того, під час підбору штамів заквашувального препарату необхідно врахувати їх фагорезистентність і антагонізм до сторонньої мікрофлори, їх здатність утворювати ароматичні сполуки (діацетил, ацетоїн, альдегіди, леткі жирні кислоти тощо) [41].

В останні роки ретельніше почали вивчати протеолітичну активність молочнокислих бактерій. Під час протеолізу молочнокислими бактеріями утворюються цінні нітрогенвмісні сполуки, чим підвищується біологічна цінність готового продукту і його смакові властивості. Здатність до протеолізу є одним із біохімічних властивостей молочнокислих бактерій. [45].

Напрямок і ступінь розщеплення білків у виробництві сирів залежить від складу заквашувальних препаратів і умов, що забезпечують дію їх протеолітичних ферментів [8].

В даний час у сироробстві для виробництва напівтвердих сирів використовують молочнокислі бактерії: лактококи, термофільні стрептококи, лейконостоки, мезофільні лактобацили (*L. casei*, *L. paracasei* та *L. plantarum*) та термофільні лактобацили (*L. helveticus*, *L. delbrueckii bulgaricus*, *L. delbrueckii lactis*, *L. acidophilus*, *L. rhamnosus*) [8].

В останні роки під час виробництва сирів використовують заморожені бактеріальні закваски прямого внесення. Використання заморожених культур прямого внесення інтенсифікує технологічний процес, так як заморожені закваски не вимагають активізації і мають вищу кислотоутворюючу активністю [8].

На підприємствах визначають головний показник якості – кислотність молока, що використовується для вироблення сиру. Вона наростає в результаті діяльності нативної мікрофлори молока або внаслідок внесення заквасочних культур. При виготовленні деяких видів сирів як і

раніше використовуються традиційні способи підкислення, в даний час поширене застосування селекційних культур МКБ – бактеріальних заквасок та бактеріальних препаратів. Заквашувальні культури в даний час виробляються і поставляються на підприємства сироробної галузі безліччю компаній. На ринку присутні закваски із змішаних штамів (містять невідомі комбінації невідомих штамів МКБ) або культури певних штамів (містять відомі комбінації відомих штамів МКБ). До цих основних заквасок, що використовується для підвищення кислотності молока, можливе внесення додаткових заквасок, функції яких відрізняються від продукування кислот (наприклад, цвілі в сирах, дозрівають за участю цвілі, *Propioni bacterium freudenreichii* в сирах типу швейцарського, складна грампозитивна мікрофлора в сирах, які дозрівають за участю сирної слизі [13].

Підвищення кислотності виконує цілий ряд важливих функцій при виготовленні сиру і його дозріванні: • сприяє зниженню або запобіганню росту патогенів та мікроорганізмів, що викликають псування; • впливає на активність молокозсідального ферменту під час виготовлення і дозрівання сиру і збереження його активності в сирному згустку. Підвищення кислотності є головним фактором, який впливає на виготовлення, склад, малюнок і параметри дозрівання сирів, оскільки визначає активність і ступінь збереження молокозсідальної ферменту в згустку, синерезис, розчинність колоїдного фосфату кальцію і придушення патогенів та випадкових мікроорганізмів. Заквасочні культури можуть також робити внесок у формування малюнку розміру вічок, шляхом продукування CO₂, а також приведення продукту до параметрів мікробіологічної безпеки, знижуючи значення рН і окислювально–відновного потенціалу. [13].

Типи заквасок:

- Мезофільні закваски (з оптимальною температурою зростання близько 26 – 30 °С) використовуються при виробництві сирів, максимальна температура нагрівання яких не перевищує 40 °С. Прикладами бактерій, що

входять до складу таких заквасок, (*Leuconostoc Lactis*, підвид *Lactis* і *cremoris*), що використовуються при виробництві Чеддер. Мезофільні закваски (з температурою заквашування 26 – 30 °C) використовуються при виготовленні сирів, максимальна температура підігріву яких 40 °C. Приклади бактерій (*Leuconostoc lactis*, підвид *Lactis*, і *Lc. Lactis*, підвид *cremoris*). *Lactis*, підвид *cremoris*, –цитрат позитивні штами *Lactococcus* і *Leuconostoc mesenteroides*, підвид *cremoris*), що використовуються при виробництві сирів типу Голландського і м'яких сирів, що дозрівають за участю цвілі [8, 13].

- Термофільні закваски (з оптимальною температурою зростання близько 42 °C) використовуються при виробництві італійських сирів і сирів типу Швейцарського. До їх складу входять термофільний *Streptococcus* і *Lactobacillus*, такі як *Lactobacillus helveticus*, *Lactobacillus delbrueckii* підвид *Bulgaricus* і *L. delbrueckii*, підвид *Lactis* [45].

Відносно недавно термофільні культури стали використовувати в якості додаткових при виготовленні Чеддера і сирів типу Гауда щоб поліпшити зростання кислотності (*Streptococcus thermophilus*) і смаковий профіль (молочнокислі бактерії). Поряд з цим мезофільні культури використовували при виробництві сирів типу моцарели для метаболізму залишкових цукрів, що дозволяє звести до мінімуму утворення коричневого кольору при подальшому нагріванні сиру[45].

- Додаткові культури, такі як пропіоновокислі бактерії, біфідобактерії і цвілі *Penicillium* також можуть вноситися в молоко, призначене для виготовлення сиру, але вони не вважаються заквасочними культурами, оскільки не продукують молочну кислоту [45].

Культури заквасок підрозділяються на ті, що містять певні штами і складаються зі змішаних штамів. Культури певного штаму представляють собою поєднання чистих культур з відомими фізіологічними характеристиками і технологічними властивостями, що складаються з 2 – 6,

котрі мають фагову спорідненість штамів, які використовуються поперемінно у вигляді спарених одиничних штамів або у вигляді багато штамових культур. Препарати на основі таких культур дозволяють в промислових масштабах виробляти сири з постійною технологічною якістю. Культури з змішаних штамів містять невідому кількість штамів одних і тих же видів, а також можуть містити МКБ різних видів [8, 13].

Традиційні або спеціальні закваски, які використовуються у виробництві багатьох видів сиру оновлюються щодня самим підприємством. Приготування цієї закваски включає в себе внесення бактеріального препарату в термічно оброблене ($90 - 95\text{ }^{\circ}\text{C}$ протягом – 30 хв) відновлене сухе знежирене молоко або натуральне молоко. Перевагою цих заквасок є їх висока активність і можливість гнучкого підходу до вибору штаму. Однак вони вимагають наявності спеціального обладнання, кваліфікованого персоналу і прийняття постійних заходів для попередження інфекції бактеріофагом [13, 45].

- Закваски прямого внесення (DVS – прямі пускачі кубові або DVI). Ці закваски представляють собою висококонцентровані ($10^{10}-10^{12}$ КУО / г) культури, виробляються у вигляді порошку або заморожених гранул і вносяться прямо в ванну. Перевагами в цьому випадку є зниження ризику атаки бактеріофагами, гнучкість при використанні, можливість використання культур із змішаних штамів і видів, відсутність необхідності в обладнанні для розведення культур [13, 45].

Однак при використанні деяких DVS – культур буває необхідно подовження періоду попереднього дозрівання у зв'язку з початковою лаг-фазою після внесення в молоко. Крім того, може знадобитися коригування режимів вироблення для компенсації більш високої активності культур на останніх стадіях виготовлення сиру. У разі застосування більш сучасних заквашувальних культур, які мають мінімальну лаг-фазу, таке коригування не завжди потрібне [13, 45].

Особливістю сироробної галузі є використання нестерильної сировини, проведення технологічного процесу у постійному контакті з виробничим середовищем (обладнанням, повітрям, розсолом) і робочим персоналом, які можуть бути мікробіологічним джерелом вторинної контамінації кишковою паличкою, дріжджами, спороутворювальними бактеріями [13].

Загалом, ріст мікроорганізмів, зокрема молочнокислих бактерій, залежить від таких факторів: вміст поживних речовин, температура, активність води та активна кислотність [8].

Отже, заквашувальна мікрофлора є основним джерелом накопичення корисної мікрофлори в процесі виробництва сирів. Під її впливом проходять мікробіологічні процеси, які впливають на формування органолептичних показників готового продукту, що зумовлено якісним і кількісним складом заквашувального препарату, умовами розвитку, а також способом виробництва. Таким чином, застосування молочнокислих бактерій сприяє покращенню органолептичних властивостей сиру та підвищує його біологічну цінність, тим самим пригнічуючи розвиток сторонньої мікрофлори [45].

4. Обґрунтування вибору гречаного борошна, як рослинного інгредієнта для використання в технології сиру

У виробництві м'яких сирів можливо використовувати широкий спектр різних функціональних, смакових, ароматичних та інших добавок, що сприяють одержанню широкого асортименту нових, корисних збагачених видів сирів [17 - 20].

М'які сири надзвичайно різноманітні як за способом виробництва, так і за органолептичними та фізико-хімічними показниками. Проведеними дослідженнями вчених щодо використання рослинної клітковини у рецептурах молочної продукції встановлено їх вплив на якісні показники виробів [46].

Як зазначено у дослідженнях зарубіжних вчених, у разі внесення бурякових харчових волокон спостерігалось збільшення виходу м'якого сиру, продовження термінів зберігання та поліпшення його якісних характеристик. За даними О.В. Грек, О.В. Тимчук [15], клітковина стимулює роботу кишківника, сприяє адсорбції отрутних сполук в організмі, адсорбує від жовчних кислот, з якими пов'язаний рівень холестерину в крові.

Використання клітковини збільшує харчову цінність продукту, вона позитивно впливає на травну систему людини, сприяє повноцінному засвоєнню їжі. Т.В. Малярєнко вказує на можливість внесення екструдату рису та яблучної клітковини у вершки перед заквашуванням, що позитивно впливає на формування консистенції готового продукту[17].

Клітковина яблучна нормалізує рівень холестерину, має антиоксидантну, радіопротекторну, мембранно-стабілізуючу дії. Враховуючи позитивні характеристики натуральної рослинної клітковини, яка сприяє зниженню калорійності та підвищенню харчової цінності продукту, та враховуючи попит споживача на молочні продукти, такі дослідження є актуальними [38].

Численні дослідження показали, що введення рослинних добавок до молочно-білкової основи дозволяє підвищити харчову цінність кінцевого продукту, покращити його мінеральний склад, збагатити цінними компонентами. Крім того, молочні продукти допомагають засвоєнню кальцію з інших продуктів, що покращують його біодоступність, оскільки містять білок і лактозу. Як одну з таких добавок можна розглядати гречку та її похідні [17].

Гречка одна з найцінніших круп'яних і медоносних культур, які вирощують в Україні. Вона відрізняється оптимально збалансованим біохімічним складом, високою харчовою й енергетичною цінністю, по праву вважається одним із кращих дієтичних продуктів і компонентів харчування з високими споживними властивостями [15].

Світовими лідерами з виробництва гречки є Китай та Україна. Крім того, цю культуру здавна вирощують у Японії, Кореї, Індії. Сьогодні виробництво, споживання і торгівля гречкою здійснюється більш ніж у 150 країнах світу. Високий інтерес до вирощування гречки обумовлений тим, що вона є однією з небагатьох культур, яка має комплекс унікально корисних властивостей для життя людини. Широко впроваджуються у виробництво нові, з більш продуктивним комплексом цінних ознак сорти [15,17].

Нині селекціонери посилено працюють над виведенням ранньостиглих і середньостиглих сортів гречки з обмеженим ростом рослин у висоту, кількістю суцвіть не більше 2–4 зі збільшеною площею кожного листка. Створюють детермінантні форми, які мають високу озерненість [15].

Зерно гречки являє собою тригранний горішок, який складається з міцної плодової оболонки, зародка, насінневої оболонки, алейронового шару й ендосперму. За хімічним складом гречка дуже близька до зернових злаків. Вона містить 55–65 % крохмалю, 9–12 % білка, 2–3 % жирів, 12–

15 % клітковини, 2,0–2,5 % золи [15].

Зокрема, у борошні, яке має унікальний хімічний склад, воно вважається універсальним компонентом оздоровчого харчування. Таке борошно широко використовується в усьому світі в різних галузях харчової промисловості для дієтичного харчування [15].

Проте використання його для створення виробів функціонального призначення досить обмежене, особливо це стосується вітчизняної харчової промисловості [15].

У борошні гречаному найвищий вміст крохмалю – 57,2–62,0 % залежно від сорту. Слід відзначити, що істотної різниці між високорослими сортами і сортами-карликами немає. Зокрема, вміст білка в крупі, отриманій з сортів-карликів змінювався від 16,5 до 17,2 %, а у високорослих – від 13,2 до 18,5 % [15].

Вміст вітамінів у борошні залежить від сорту, з якого його отримують. Найнижчим є вміст вітаміну К – 0,005–0,007 мг/100 г, вміст вітамінів В₂, В₁, В₅ і В₆ змінюється від 0,12 до 0,42 мг/100 г борошна. Вміст вітаміну Е і В₃ вищий – 3,00–6,56 мг/100 г борошна залежно від сорту [15].

Встановлено, що 100 г борошна гречаного забезпечує організм дорослої людини вітаміном К на 4–7 %, В₅ – на 6–9, В₄ – на 10–11, В₂ – на 11–24, В₁ – на 11–36, В₆ – на 12–23, Е – на 27–44, В₃ – на 21–44 % залежно від сорту [15].

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Опис сировини

Дослідження розроблення технології сиру із використанням гречаного борошна проводились у лабораторії кафедри технології молока і молочних продуктів ЛНУВМБ імені С. З. Гжицького.

Початковий етап досліджень був пов'язаний з підбором температурних режимів ферментації молочної основи для основного бактеріального препарату та додаткової пробіотичної закваски на основі біфідобактерій.

Для виробництва сиру використовували технологічні режими, при яких термін ферментаційного процесу буде найменший за часом, а утворений згусток, буде пружним, щільним та буде характеризуватись необхідною кислотністю. Такі режими будуть забезпечувати швидке відділення сироватки від утвореного згустку, а також буде необхідний вихід сиру.

Наступними етапами досліджень стали: розроблення технології сиру із використанням гречаного борошна у різних співвідношеннях, визначення виходу сиру та характеристика готового продукту.

М'який сир виготовляли з незбираного молока, кислотнo-сичужною коагуляцією білків. Сировину, яка була використана аналізували на відповідність вимогам ДСТУ «Молоко коров'яче незбиране. Вимоги при закупівлі» (3662:2018). Схему технологічного контролю виробництва сиру представлено у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Схема контролю при виробництві сиру

Об'єкт дослідження	Контрольований показник
Молоко-сировина незбиране	органолептичні показники, кислотність, °Т та рН, м.ч.ж., %; м.ч.б., %; м.ч. СЗМЗ, %; густина, °А
Сирний згусток	тривалість зсідання молочної суміші, хв.;

Готовий продукт	кількість виділеної сироватки протягом певного часу, %. вихід сиру, г; органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні показники
-----------------	---

Для проведення дослідження використовували наступну сировину: молоко з масовою часткою жиру 2,5 %, вершки з масовою часткою жиру 35 %, борошно гречане, сичужний фермент СНУ-МАХ, ліофілізовані DVS культури, що містять мезофільні гомоферментативні штами *Lactococcus lactis subsp. cremoris* та *Lactococcus lactis subsp. lactis*, біфідобактерії штам ВВ-12 компанії «Хр. Хансен».

Метою роботи було розроблення технології сиркових паст з рослинними інгредієнтами, дослідження ферментації молочно-рослинної основи та виявлення взаємозв'язку між активністю пробіотичних мікроорганізмів та кількістю внесеного рослинного інгредієнта.

У ролі рослинного інгредієнта було використано гречане борошно.

Слід зазначити, що гречане борошно, що використовується як рослинний компонент, має цінний хімічний склад і містить поліненасичені жирні кислоти, харчові волокна, вітаміни (С, Е, каротин та групи В), у тому числі антиоксиданти (Е, β -каротин), олігосахариди та мінеральні речовини. Крім того, гречане борошно має пребіотичний ефект за рахунок вмісту в його складі вітамінів групи В, харчових волокон, які є стимуляторами росту молочнокислих бактерій.

Для того щоб встановити оптимальну кількість наповнювача було сформовано три дослідні зразки сиру із додаванням різної кількості гречаного борошна – 4%, 6% та 8%.

Дослідний зразок №1 – 4 % гречаного борошна;

Дослідний зразок №2 – 6 % гречаного борошна;

Дослідний зразок №3 – 8 % гречаного борошна.

Далі вивчали процес ферментації молочно-рослинної основи з поєднанням гомоферментативних культур молочнокислих та біфідобактерій.

Внесення заквашувальних культур здійснювалося згідно з одиницями активності бактеріального препарату відповідно до рекомендацій фірми-виробника.

2.2 Методи досліджень

Дослідження сировини та її показників, а також готового продукту проводили використовуючи загальноприйняті методи та методики, викладені представлені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2.

Методи та методики досліджень сировини та готового продукту

Показник	Принцип методу досліджень
Аналіз готового продукту	ДСТУ 4395:2005 Сири м'які. Загальні технічні умови. ДСТУ 4554:2006 Сир кисломолочний. Технічні умови. ДСТУ 5052:2008 Напівфабрикати із сиру кисломолочного. Загальні технічні умови. ДСТУ 4503:2005 – Вироби сиркові. Загальні технічні умови.
Відбір проб молочної продукції	ДСТУ ISO 707:2002 Молоко та молочні продукти. Настанови з відбирання проб (ISO 707:1997, IDT)
Масова частка жиру в сировині і готовому продукті	ДСТУ ISO 2446:2019 Молоко. Визначення вмісту жиру; ДСТУ ISO 11870:2007 Молоко і молочні продукти.

	Визначення масової частки жиру. Загальні рекомендації щодо використання методів із застосуванням жиромірів; ДСТУ ISO 488:2007 Молоко. Визначання масової частки жиру. Жироміри Гербера.
Масова частка білка в сировині та готовому продукті	ДСТУ 8396:2015 Молоко коров'яче. Визначення масової частки жиру, білка, лактози, сухої речовини методом інфрачервоної спектрометрії (експрес-метод).
Активна кислотність	ДСТУ 8550:2015 Молоко та молочні продукти. Вимірювання рН потенціометричним методом.
Титрована кислотність	ДСТУ 8550:2015 Молоко та молочні продукти. Вимірювання рН потенціометричним методом.
Густина	ДСТУ 6082:2009 Молоко та молочні продукти. Методи визначання густини.
Ступінь чистоти молока	ДСТУ 6083:2009 Молоко. Метод визначання чистоти.
Кількість молочнокислих мікроорганізмів, біфідобактерій	Методом граничних розведень на стерильному знежиреному молоці при температурі 37 °С. ДСТУ 7355:2013. Молоко, молочні продукти та закваски. Метод визначання кількості біфідобактерій. ДСТУ 7357:2013 Молоко та молочні продукти. Методи мікробіологічного

	контролювання. ДСТУ IDF 100B:2003 Молоко і молочні продукти. Визначання кількості мікроорганізмів. Метод підраховування колоній за температури 30 °C (IDF 1008:1991, IDT).
Аналіз якості гречаного борошна	ДСТУ 7702:2015 «Борошно гречане. Технічні умови».

Методи дослідження сирного згустку і готового продукту

Визначення ступеня синерезису

Дослідження синеретичних властивостей сичужних згустків проводили методом фільтрування. Після процесу ферментації, молоко піддавали зсіданню (процесу коагуляції) при температурі від +32 до +40 °C.

Отримані згустки об'ємом 100 см³ разом з виділеною на поверхні сироваткою, розрізали і поміщали на фільтрувальний папір, вимірюючи об'єм сироватки кожні 10 хв протягом однієї години [22,23].

Визначення тривалості згортання молока

Під час коагуляції молоко під дією спеціального ферменту з рідкої форми переходить у гелеподібну.

Після внесення молокозсідального ферменту у нормалізоване молоко температурою +40 °C, суміш перемішували 30 с і залишали у спокої для згортання молока.

При цьому в'язкість суміші різко підвищується, що свідчить про зміни стану білку. Відбувається сичужна коагуляція казеїну, білкові частинки починають збільшуватися у розмірах, з'являються дрібні пластівці. Потім утворюється ніжний згусток, який у подальшому ущільнюється. Тривалість

зсідання молока може становити від 30 до 60 хв при температурі, яка характерна для розвитку бактеріального препарату.

Тривалість сичужного зсідання молока у хвилинах визначали від моменту внесення ферменту у молочну основу до утворення щільного згустку [22,23].

РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

3.1. Підбір параметрів ферментації

Слід зазначити, що гречане борошно, що використовується як рослинний компонент, має цінний хімічний склад і містить поліненасичені жирні кислоти, харчові волокна, вітаміни (С, В₁, В₂, В₆, Е, каротин), у тому числі антиоксиданти (Е, β-каротин), олігосахариди та мінеральні речовини. Крім того, гречане борошно має пребіотичний ефект за рахунок вмісту в його складі вітамінів групи В, харчових волокон, які є стимуляторами росту молочнокислих бактерій.

Слід підкреслити, що поєднання молочних і рослинних білків є більш досконалою композицією по амінокислотному складі в порівнянні з молочним білком.

В основу досліджень покладено припущення про те, що підбір оптимального поєднання харчових волокон, білкових компонентів та оптимальних режимів пастеризації дозволить отримати продукт з оптимальними споживчими властивостями, заданою харчовою, біологічної та енергетичною цінністю.

На першому етапі наукових досліджень проведено конструювання білково-рослинної основи щодо оптимального балансу незамінних факторів харчування (амінокислот), ефекту взаємного збагачення та біологічної цінності продукту.

Для виробництва сиру використовували технологічні режими, при яких термін ферментаційного процесу буде найменший за часом, а утворений згусток, буде пружним, щільним та буде характеризуватись необхідною кислотністю. Такі режими будуть забезпечувати швидке відділення сироватки від утвореного згустку, а також буде необхідний вихід сиру.

Встановлено оптимальний компонентний склад молочно-рослинної основи, що включає знежирене молоко (масова частка жиру менше 0,5%), вершки з масовою часткою жиру 35%, 4-8% гречаного борошна.

Таблиця 3. 1 – Зміни титрованої кислотності в залежності від температури сквашування молочної основи

Кислотно-сичужний спосіб коагуляції білків	Температура ферментації	Титрована кислотність ферментованої молочної основи, °Т				
		год				
		1	2	3	4	5
	33°C	18	23	29	47	59
	37°C	20	24	31	60	74
	40°C	22	28	36	66	78

Провівши аналіз результатів щодо швидкості перебігу ферментації, встановлено, що за температури +40 °С титрована кислотність наростає найшвидше. Протягом 5 год титрована кислотність становить 78°Т. Це пояснюється тим, що для розвитку м/о заквашувальної композиції *Lactococcus lactis subsp. cremoris* та *Lactococcus lactis subsp. lactis*, біфідобактерії штам ВВ-12 т +40 °С є найбільш сприятливими.

3.2. Підбір та обґрунтування дози наповнювача для виробництва сиру

На підставі комплексу органолептичних та фізико-хімічних досліджень були підібрані оптимальні композиції молочно-рослинної основи, в яких масова частка гречаного борошна становила від 4 до 8 %.

Для того щоб встановити оптимальну кількість наповнювача було сформовано три дослідні зразки сиру із додаванням різної кількості гречаного борошна – 4%, 6% та 8%.

Дослідний зразок №1 – 4 % гречаного борошна;

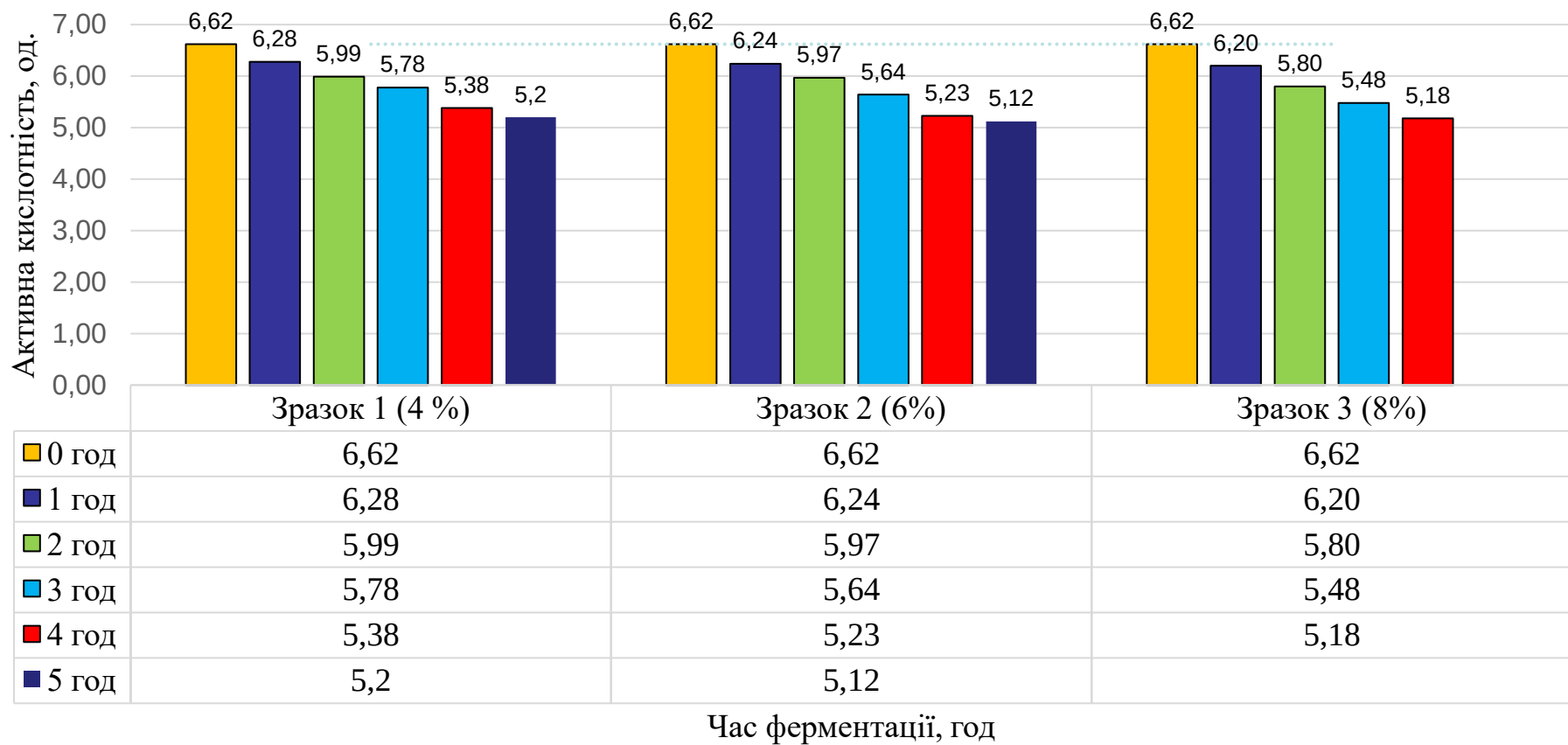
Дослідний зразок №2 – 6 % гречаного борошна;

Дослідний зразок №3 – 8 % гречаного борошна.

Далі вивчали процес ферментації молочно-рослинної основи з поєднанням гомоферментативних культур *Lactococcus lactis subsp. cremoris* та *Lactococcus lactis subsp. lactis*, закваска CHN-19, та біфідобактерій *Bifidobacterium lactis*, штам ВВ-12, протягом 5 годин.

Внесення заквашувальних культур здійснювалося згідно з одиницями активності бактеріального препарату відповідно до рекомендацій фірми-виробника.

Зміни активної кислотності в процесі ферментації молочно-рослинної основи представлені на рис. 3.1



■ 0 год
 ■ 1 год
 ■ 2 год
 ■ 3 год
 ■ 4 год
 ■ 5 год

Рис. 3.1.Зміни активної кислотності в процесі ферментації молочно-рослинної основи

За швидкістю ферментаційного перебігу відзначено, що у зразку №3, де найвищий вміст гречаного борошна, активна кислотність знижувалась швидше. Таким чином ферментаційний процес тривав протягом 4 год до зниження активної кислотності до рН 4,8 од. Такий показник рН є достатнім, для утворення згустку необхідної консистенції.

Виробництво сиру, так само як і виробництво інших кисломолочних продуктів, засноване на використанні мікробіологічних процесів, що протікають при впливі мікрофлори закваски.

3.3. Зміни концентрації мікроорганізмів під час виробництва сиру

Для розуміння перебігу ферментації та активності заквашувального препарату, було здійснено порівняльний аналіз зміни загальної кількості життєздатних клітин мікроорганізмів і біфідобактерій в процесі сквашування, який представлений на рис. 3.2 та 3.3.

Як свідчать результати, то загальна кількість мікроорганізмів постійно збільшується в процесі ферментації молочно-рослинної основи продукту, що відповідає збільшенню масової частки гречаного борошна в молочно-рослинній основі та відповідно показникам активної кислотності.

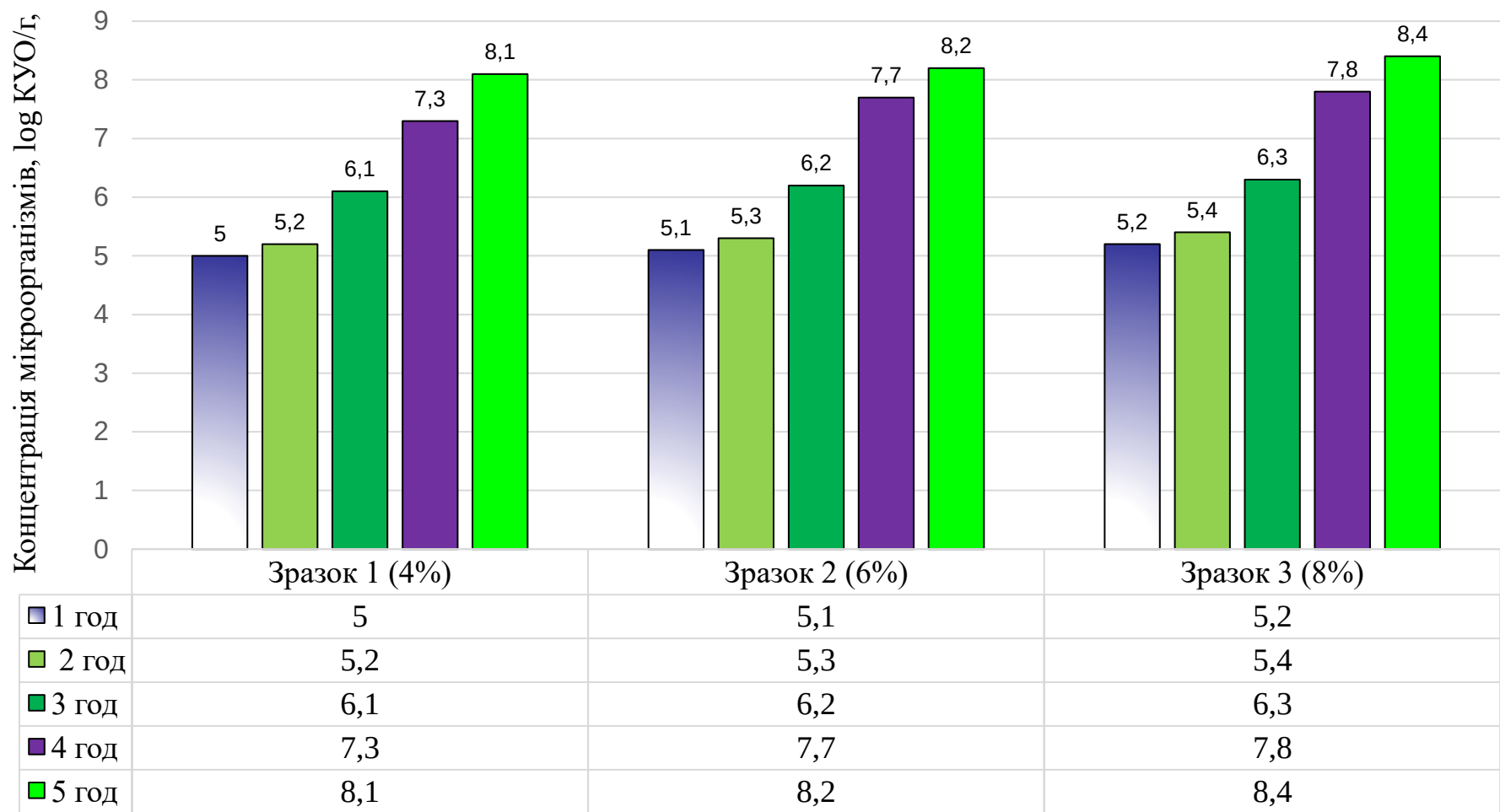


Рис. 3.2.Зміни концентрації мікроорганізмів під час ферментації

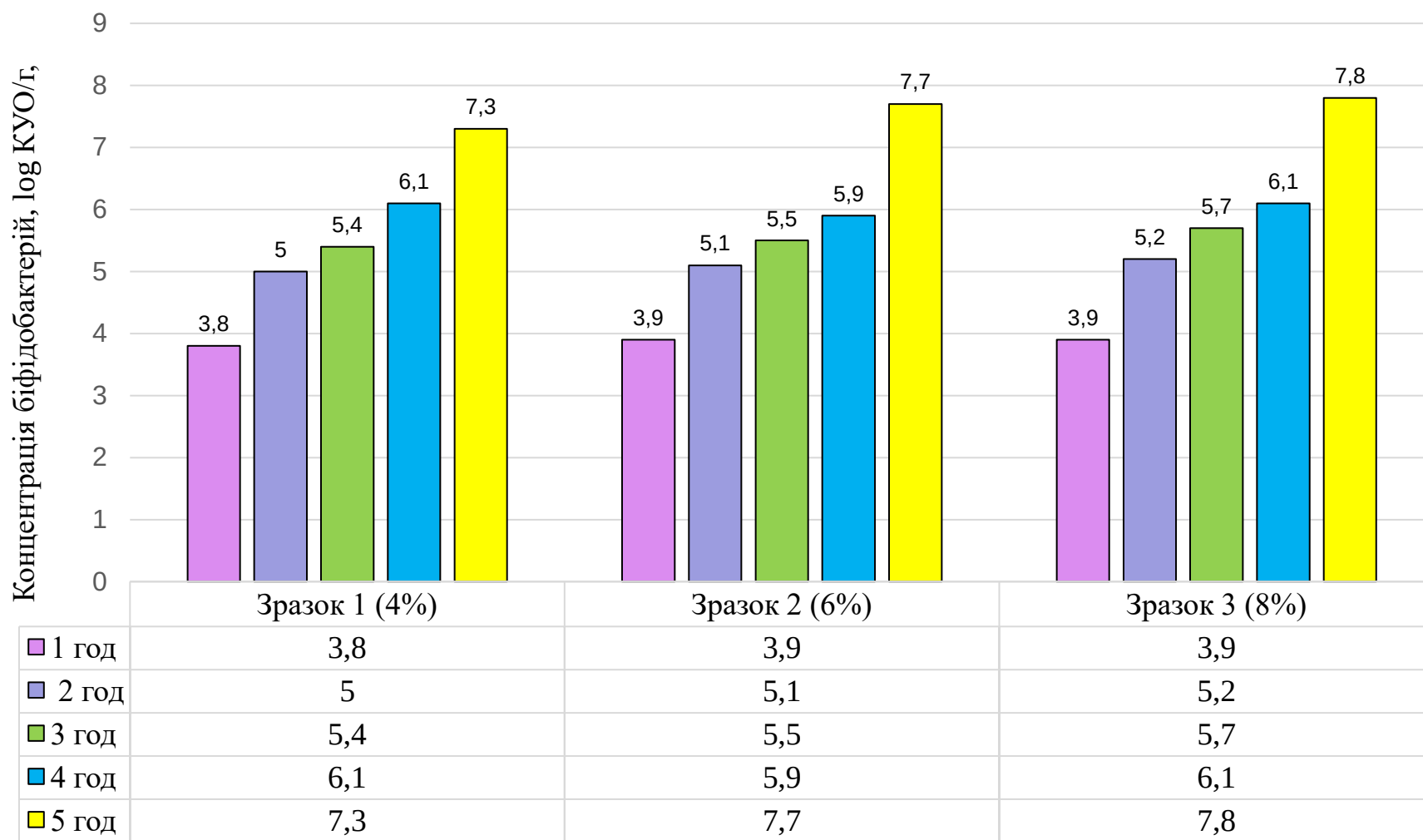


Рис. 3.3.Зміни концентрації біфідобактерій під час ферментації

Результати свідчать про збільшення кількості біфідобактерій *Bifidobacterium lactis* (штам BB-12), в процесі ферментації молочно-рослинної основи продукту, що обумовлено пребіотичною дією гречаного борошна.

В цілому аналіз мікробіологічних показників дозволяє підтвердити динаміку підвищення концентрації клітин мікроорганізмів в залежності від збільшення масової частки гречаного борошна в молочно-рослинній основі, що пояснюється стимулюючими властивостями борошна, яке було використано.

3.4. Вивчення органолептичних та фізико-хімічних показників сформованих дослідних зразків сиру

Ферментація є основним із факторів, що має значний вплив на формування органолептичних показників молочно-рослинної основи продукту.

Сформовані дослідні зразки молочно-рослинного продукту характеризувались однорідною консистенцією, від кремового до блідо кремового забарвлення, із незначними вкрапленнями дрібних крупинок борошна із їх збільшенням в залежності від кількості внесеного гречаного борошна.

За органолептичними показниками характеризувались властивостями, які представлені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4. Оцінка дослідних зразків сиру з гречаним борошном щодо органолептичних властивостей

№ дослідного зразка	Консистенція	Запах і смак	Колір
Контроль	Згусток однорідний, не порушений, без відділення сироватки	Чистий, кисломолочний	Молочний
1 (4%)	Згусток однорідний, не порушений, без відділення сироватки	Чистий, кисломолочний з легким присмаком та ароматом гречаного борошна	Кремовий, рівномірний по всій масі
2 (6%)	Згусток однорідний, не порушений, без відділення сироватки	Чистий, кисломолочний з помітним присмаком і ароматом гречаного борошна	Бежевий з кремовим відтінком, рівномірний по всій масі
3 (8%)	Згусток однорідний, не порушений, без відділення сироватки	Кисломолочний із зайвим присмаком та ароматом гречаного борошна	Бежевий, з помітними включеннями гречаного борошна, рівномірний по всій масі

Результати органолептичної оцінки молочно-рослинної основи дозволяють зробити висновок, що збільшення масової частки гречаного борошна до 8% призводить до зайвого присмаку рослинного інгредієнта, значно змінює колір за рахунок вкраплень борошна і в цілому погіршує органолептичні показники. Внесення борошна у кількості 4% незначно відчувалось, а також у цьому зразку відзначали повільніший ферментаційний процес.

Тому оптимальним вважаємо внесення гречаного борошна у кількості 6%, оскільки переважає збалансований смак рослинного інгредієнта та молочної основи.

Таблиця 3.5. Оцінка дослідних зразків сиру з гречаним борошном щодо фізико-хімічних властивостей

Показник	Контроль	1 (4%)	2 (6%)	3 (8%)
Вміст води, %	68,4	67,4	67,1	66,7
Вміст білка, %	16,1	16,9	17,2	17,5
Вміст жиру, %	12,6	12,6	12,6	12,7
Активна кислотність, од.	4,8	4,6	4,6	4,5

Відзначено, що при збільшенні дози внесеного гречаного борошна змінювались фізико-хімічні показники продукту. Спостерігали, що активна кислотність продукту знижувалась відповідно до збільшення дози гречаного борошна, та вагомі зміни відзначали у показниках вмісту води. У контрольному зразку вміст води становив 68,4 % та із збільшенням кількості гречаного борошна вміст води знижувався.

3.5. Встановлення взаємозв'язку між дозою внесеного гречаного борошна та виходу сиру

В даний час є багато різновидів сирних продуктів, в технології яких використані білкові добавки для збільшення виходу сирного продукту. В результаті розроблено нові комплексні добавки, що забезпечують

необхідний розвиток технологічних властивостей молочної суміші та ефективне підвищення продукту.

Гречане борошно має високу вологоутримуючу здатність, тому при виробництві сиру є доцільним його застосування, як натурального згущувача і стабілізатора.

Нами було досліджено збільшення виходу сиру в результаті додавання різної кількості гречаного борошна.

Таблиця 3.6 - Залежність виходу сиру від кількості внесеного гречаного борошна

№ дослідного зразка	Вихід готового продукту, г	% збільшення виходу сиру
Контроль	198,3	
1 (4%)	212,4	7,11
2 (6%)	224,1	13,01
3 (8%)	235,8	18,90

У підсумку отриманих результатів щодо збільшення виходу сиру, можна зробити висновок, що при додаванні гречаного борошна у кількості 4 %, вихід сиру збільшується на 7,11%; при додаванні 6% борошна на 13,01% та при додаванні 8% на 18,9%.

3.6. Дослідження терміну зберігання сиру із додаванням гречаного борошна у кількості 6 %

Оскільки оптимальним за кількістю доданого гречаного борошна був зразок 2 із 6% доданого інгредієнту, то зміни властивостей під час зберігання досліджували цього зразка.

Зразки сиру зберігали при температурі 4-6 °С, через фіксовані проміжки часу відбирали проби для дослідження мікробіологічних показників сирного продукту та контрольного зразка.

Таблиця 3.7 – Мікробіологічні та фізико-хімічні показники сиру під час зберігання

Показник	Доба зберігання				
	1	3	6	9	12
бактерій групи кишкових паличок (БГКП) у 0,001 г	Не виявлено				
сальмонела у 25 г	Не виявлено				
<i>S. aureus</i> у 0,001 г	Не виявлено				
<i>L. monocytog.</i> у 25 г	Не виявлено				
Дріжджі/Плісень, КУО/г	8/6	12/7	14/9	15/10	16/12
Титрована кислотність, °Т	95	110	128	158	185

У всіх досліджених зразках не виявлено бактерій групи кишкових паличок (БГКП) у 0,001 г продукту, патогенні мікроорганізми, у тому числі сальмонели у 25 г, *S. aureus* у 0,001 г та *L. monocytogenes* у 25 г.

Результати проведених досліджень показують, що протягом 12 діб зберігання при температурі 4-6 °С продукт за мікробіологічними та фізико-хімічними показниками відповідає вимогам ДСТУ 4395:2005 Сири м'які. Загальні технічні умови.

3.7. Технологічна схема виробництва продукту

Провівши комплексні дослідження щодо оптимальної дози та параметрів ферментаційного процесу було розроблено технологічну схему щодо виробництва сиру з гречаним борошном.

У молоко, пастеризоване при температурі 72-76 °С з витримкою 30 с і охолоджене до температури 40 °С, вносили рослинний компонент в діапазоні дозування від 4 до 8 % від маси суміші. Гречане борошно попередньо термічно обробляли при температурі 120-130 °С. Отриману суміш ретельно перемішували протягом 10-15 хв. Далі в підготовлену сировину вносили хлорид кальцію в кількості 10 г на 100 кг сировини у вигляді розчину з масовою часткою 40 %, бактеріальну закваску і сичужний фермент - 1 % від маси суміші.

Молоко згорталось протягом 50-60 хв, після чого отриманий згусток обробляли. Згусток розрізали, потім залишали у спокої на 15-20 хв, потім підігрівали до 36-38 °С для інтенсифікації виділення сироватки. Тривалість вимішування сирного зерна після другого нагрівання складала 15-20 хв. Утворений згусток відокремлювали від сироватки, формували голівку сиру та направляли на самопресування. Потім здійснювали гомогенізацію (подрібнення, перетирання) сиру для формування пастоподібної консистенції. Формування органолептичних показників готового продукту проводили за рахунок використання 1 % кухонної солі.

Отриманий продукт фасували та охолоджували в холодильній камері при температурі 2-6 °С, після чого технологічний процес вважався закінченим, і продукт готовий до реалізації.

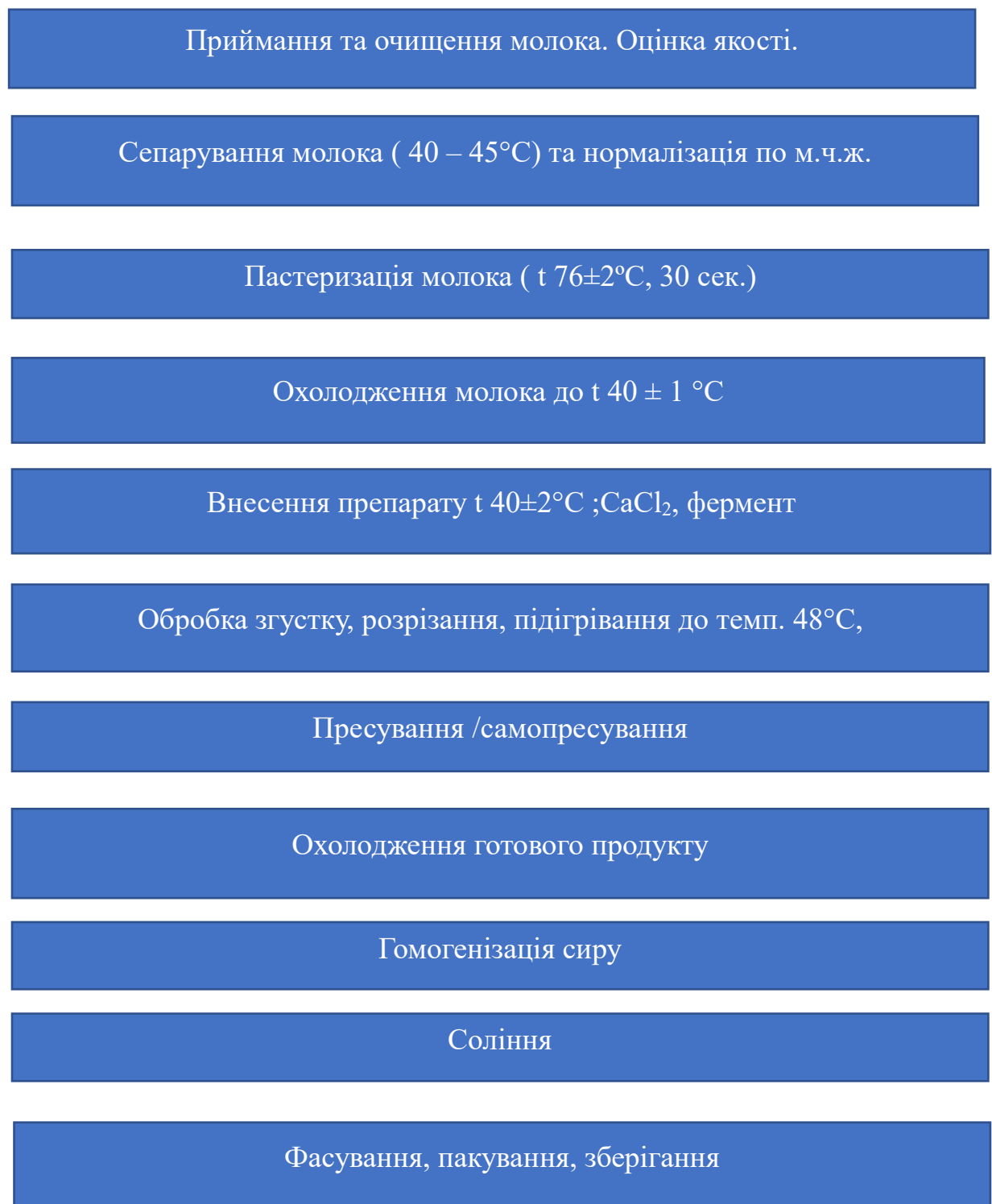


Рис. 3.4. Технологічна схема виробництва сиру з гречаним борошном

Підсумовуючи проведену науково-експериментальну роботу можна зробити висновок, що застосування гречаного борошна у технології сирних продуктів доцільно для підвищення їх харчової та біологічної цінності, збагачення мікро- та макроелементами, економії сировинних ресурсів та зниження собівартості готових виробів.

В загальному, досліджено процес ферментації молочно-рослинної основи поєднанням DVS-культур та гречаного борошна у різному співвідношенні, що забезпечує високу активність та життєздатність мікроорганізмів, оптимальні органолептичні показники, високу харчову та біологічну цінність продукту.

ЕКОНОМІЧНА ТА СОЦІАЛЬНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВІД ВПРОВАДЖЕННЯ РОЗРОБКИ

При створенні збалансованих продуктів харчування використовуються наступні підходи:

- в сучасних екологічних умовах раціон харчування людини повинен містити біологічно активні рослинні речовини, що підвищують стійкість організму шкідливих умов навколишнього середовища;
- продукт повинен володіти профілактичними або лікувальними властивостями;
- розроблений продукт повинен бути загальнодоступним і доступним за ціною [21].

Важливим стратегічним завданням будь якого підприємства на етапі його розвитку є досягнення відповідного рівня його економічної ефективності як основи конкурентоспроможності на ринку. Безпосередній вплив на результат здійснюють різноманітні зовнішні та внутрішні фактори, які безпосередньо залежать від виду діяльності підприємства або галузі, у якій її впроваджують.

Під економічною ефективністю виробництва розуміється ступінь використання виробничого потенціалу, що виявляється співвідношенням результатів і витрат суспільного виробництва. Чим вищий результат при витратах, тим швидше він зростає в розрахунку щодо одиниці витрат суспільно необхідної праці. Чим менше витрат на одиницю корисного ефекту, тим буде вища ефективність виробництва. Узагальнюючим критерієм економічної ефективності суспільного виробництва виступає рівень продуктивності суспільної праці [21,43].

Таблиця 4.1

**Рецептура щодо виробництва сиркової
пасти із гречаним борошном**

№ п/п	Сировина	Маса сировини, кг
1.	Гречане борошно	60,0
2	Молоко-сировина нормалізоване	940,0
3.	Закваска	5,0
4.	Розчин хлористого кальцію	1,0
5.	Фермент	0,1
Разом		~1000

Таблиця 4.2

**Вартість сировини для виробництва сиркової
пасти із гречаним борошном**

Найменування сировини	Ціна за кг, грн.	Сума, грн.	
		Контроль	Дослідний зразок
Молоко -сировина 3,7 %	16	14,550	14,550
Фермент	180	-	-
Закваска	1500	-	-
Гречане борошно	1400	-	1400
Розчин хлористого кальцію	100	-	-
Сіль	100	-	-
Разом		17,630	18,430

З даної кількості молока-сировини ми отримаємо наступний вихід сиру: 189 кг сиру із додавання гречаного борошна та 116 кг сиру без збагачення гречаним борошном.

Вартість сировини для виробництва 189 кг пасти сиркової із гречаним борошном – 17,630 грн. та класичного сиру – 16,430 грн. за 116 кг продукту.

Повні витрати на виробництво є сумою щодо собівартості готової продукції та всіх інших виробничих витрат.

Розрахунки економічних показників виробництва сиру із гречаним борошном наведені у таблиці 4.3.

Таблиця 4.3

Калькуляція сиркової пасти

№ п/п	Статті витрат	Контроль	Дослідний зразок
1	2	3	4
1.	Сировина і основні матеріали	17430	18630
2.	Додаткові витрати (+25%)	21787	23630
3.	Собівартість одиниці продукції 1 кг	217	236
4.	Ціна, яка пропонується за 1 кг сиркової пасти	260	283
5.	Прибуток з одиниці продукції	43	47
6.	Рентабельність виробництва, %	20,00	20,00

Рентабельність виробництва кисломолочного сиру та сиркової пасти з гречаним борошна становить 20%.

Виробництво продукту є рентабельним та економічно вигідним.

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. Розроблено технологію сиру (сирної пасти) із використанням гречаного борошна у різних співвідношеннях – 4, 6 та 8% відповідно.
2. Підібрано оптимальну кількість гречаного борошна у технології сиру для забезпечення високих споживчих властивостей..
3. Підібрано температурні режими ферментаційного процесу для формування відповідного сирного згустку, який становить +40°C.
4. Проаналізовано активність молочнокислої мікрофлори, в тому числі біфідобактерій під час ферментаційного процесу.
5. Проведено аналіз сенсорних показників сформованих дослідних зразків сиру та відзначено найкращі.
6. Проаналізовано фізико-хімічні властивості сиру при використанні різних співвідношень гречаного борошна у його технології.
7. Досліджено залежність збільшення виходу сиру (сирної пасти) в результаті додавання різної кількості гречаного борошна.
8. Встановлено термін зберігання сирної пасти із гречаним борошном - 12 діб.
9. Розроблено технологічну схему виробництва сирної пасти із гречаним борошном.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Anema, S. G. 2020. Chapter 9 - The whey proteins in milk: Thermal denaturation, physical interactions, and effects on the functional properties of milk. Pages 325–384 in *Milk Proteins*, 3rd ed. M. Boland and H. Singh, ed. Academic Press.
2. Asledottir T. et al. Release of β -casomorphin-7 from bovine milk of different β -casein variants after ex vivo gas-trointestinal digestion. *International Dairy Journal*. 2018. No. 81. P. 8–11.
3. Bijl E. et al. Factors influencing casein micelle size in milk of individual cows: Genetic variants and glyco-sylation of κ -casein. *International Dairy Journal*. 2014. Vol. 34. No. 1. P. 135–141.
4. Cashman, K.D. Milk Salts: Trace Elements, Nutritional Significance *Encyclopedia of Dairy Sciences: Second Edition*. 2011. P. 933–940.
5. Jianqin S. et al. Effects of milk containing only A2 beta casein versus milk containing both A1 and A2 beta casein proteins on gastrointestinal physiology, symptoms of discomfort, and cognitive behavior of people with self-reported intolerance to traditional cows' milk. *Nutrition Journal*. 2016. Vol. 15. No. 1. P. 1–16.
6. Koruz J., Witczak M., Ziobro R., Juszczak L. The influence of flour on rheological properties of gluten-free dough and physical characteristics of the bread. *European Food Research and Technology*. 2015. Vol. 240. P. 1135–1143.
7. Lucey, J. 2014. Chapter 17 - Milk protein gels. Pages 493–523 in *Milk Proteins*, 2nd ed. H. Singh, M. Boland and A. Thompson, ed. Academic Press.
8. Michelson, Patricia (2010). *Cheese: Exploring Taste and Tradition*. Gibbs Smith. p. 12. ISBN 9781423606512. Retrieved September 12, 2013.

9. Miciński J. et al. Health-promoting properties of selected milk components Prozdrowotna wartość wybranych składników mleka. *Journal of Elementology*, 2013. Vol. 18, No. 1. P. 165–186.
10. Semko T. Проблема рентабельності – виробництво м'яких сирів. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*. 2015. Т. 17. №. 4. С. 126–129.
11. Sheng B. et al. Phosphorylation and glycosylation isoforms of bovine κ -casein variant E in homozygous Swedish Red cow milk detected by liquid chromatography-electrospray ionization mass spectrometry. *Journal of Dairy Science*. 2022. Vol. 105. No. 3. P. 1959–1965.
12. Toca M.D.C. et al. Lactose intolerance: myths and facts. An update [Intolerancia a la lactosa: mitos y verdades. Actualización] *Archivos argentinos de pediatria*. 2022. Vol. 120. No. 1. P. 59–66.
13. Vlasenko, V.V., Semko, T.V., Solomon, A.M., Bondar, M.M. (2016). Starter and their types in cheese making. *Scientific Messenger LNUVMBT named after S.Z. Gzhytskyj*, 18, 2(68), 157–160.
14. Złotkowska D. et al.]. Differences in regulatory mechanisms induced by β -lactoglobulin and κ -casein in cow's milk allergy mouse model-in vivo and ex vivo studies. *Nutrients*. 2021. Vol. 13. No. 2. P. 1–16.
15. Безручко О. І. Ринок сортів рослин України: гречка звичайна (*Fagopyrum esculentum* Motnch.). *Plant Varieties Studying and Protection*. 2010. № 2. С. 12–15.
16. Ведмеденко О., Суровицький П. Сучасний стан молочної промисловості в Україні. Актуальні питання харчової промисловості та перспективи розвитку галузі. Херсон, 2021. С. 110–112.
17. Войтовська В. І., Третьякова С. О., Євчук Я. В., Кононенко Л. М. Безглютенові види борошна та їх використання у виробництві харчових виробів спеціального призначення. *The world of science and*

- innovation : abstracts of the 6th International scientific and practical conference. London: Cognum Publishing House, 2021. P. 431–442.
18. Грек О.В., Скорченко Т.А. Технологія комбінованих продуктів на молочній основі: підруч. К.: НУХТ, 2012. 362 с.
 19. Гурський П. В. Технологія паст закусочних на основі сиру кисломолочного нежирного: автореф. дис. на здобуття наукового ступеня канд. техн. наук спец. технологія харчової продукції. ХДУХТ, 2008. 22 с.
 20. Дідух Н.А. Наукові основи розробки технології молочних продуктів функціонального призначення. Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук, Одеса. 2008. 28 с.
 21. Довгій Ю. Ю. Оцінка економічної ефективності впровадження інноваційних розробок в галузі тваринництва Електронний ресурс, ЖНАУ, 2014 URL <http://eprints.zu.edu.ua/11918/1/10.pdf>
 22. ДСТУ 4395:2005 Сири м'які. Загальні технічні умови.
 23. ДСТУ 4503:2005 – Вироби сиркові. Загальні технічні умови.
 24. ДСТУ 4554:2006 Сир кисломолочний. Технічні умови.
 25. ДСТУ 5052:2008 Напівфабрикати із сиру кисломолочного. Загальні технічні умови.
 26. ДСТУ 7357:2013 Молоко та молочні продукти. Методи мікробіологічного контролювання.
 27. ДСТУ 8396:2015 Молоко коров'яче. Визначення масової частки жиру, білка, лактози, сухої речовини методом інфрачервоної спектроскопії (експрес-метод).
 28. ДСТУ 8550:2015 Молоко та молочні продукти. Вимірювання рН потенціометричним методом.
 29. ДСТУ ISO 2446:2019 Молоко. Визначення вмісту жиру.
 30. ДСТУ ISO 707:2002 Молоко та молочні продукти. Настанови з відбирання проб (ISO 707:1997, IDT).

- 31.Дубініна А. А., Попова Т. М., Ленерт С. О. та ін. Товарознавча оцінка круп із гречки і проса різних сортів. Харків : ХДУХТ, 2021. 111 с.
- 32.Дуденко Н. В. Наукові основи технології та системного використання харчових продуктів оздоровчої дії для різних верств населення: монографія. Х. : ХДУХТ, 2015. 274 с.
33. Інтернет ресурс <https://ua.chrhansen.com/uk/rishennya/kyslomolochni-produkty>.
- 34.Калмикова Г.Ф. Розроблення технології сиру термокислотного, збагаченого молочнокислою мікрофлорою. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук, Київ. 2015. 170 с.
- 35.Капрельянц Л.В., Пилипенко Л.М., Єгорова А.В. Мікробіологія харчових виробництв. навчальний посібник. Херсон, 2016. С. 478.
- 36.Кравців Р.Й., Гачак Ю.Р. Довідник лабораторних досліджень молока і молочних продуктів. Львів 2005.
- 37.Кручек О. А. Висока ефективність пастеризації – надійний спосіб отримання безпечного пастеризованого молока / О. А. Кручек, Т. А. Лисогор, Н. А. Дідух, Т. Є. Шарахматова // Аграрний вісник Причорномор'я. Економічні науки. Вип. 37. Одеса : Імідж Прес, 2007. – С. 166–170.
- 38.Лялик А.Т., Покотило О.С., Кухтин М.Д., Бейко Л.А. Органолептичний і сенсорний аналіз сиркової пасти з лляною олією. Технічні науки та технології : науковий журнал Чернігів. нац. технол. ун-т. Чернігів: ЧНТУ, 2020. № 1 (19). 287-295.
- 39.Лялик А.Т., Покотило О.С., Кухтин М.Д., Добровольська С.Я. Зміна органолептичних показників сиркової пасти з лляною олією за різних умов зберігання. Вісник Херсонського національного технічного університету, 2020. 1(72),. 109-116. 88.

- 40.Маляренко Т.В. Вплив рослинних компонентів на консистенцію кисломолочних згустків. Науковий вісник «Асканія-Нова». 2015. №.8. С. 68-78.
- 41.Пат. 36836 Україна, МПК А23С 21/00. Спосіб виробництва біфідовмісного кисломолочного сиру з функціональними властивостями / Дідух Н. А.; заявник та патентовласник Одеська національна академія харчових технологій № 200806680 заявл. 15.05.2008; опубл. 10.11.2008.
- 42.Патент 70330 UA, МПК А23С 23/00 (2012.01) Спосіб виробництва сиру м'якого з клітковиною / Грек О.В., Тимчук А.В., Немчик Т.М. ; заявник Національний університет харчових технологій. № u 201112906 ; заявл. 02.11.2011 ; опубл. 11.06.2012, Бюл. № 11, 2012 р.
- 43.Соломон А. М. Обґрунтування напрямів розвитку функціональних молочних продуктів. Всеукраїнський науково-технічний журнал «Техніка енергетика транспорт АПК». Вінниця, 2017. Випуск №2 (97). С. 85–89.
- 44.Соломон А., Власенко В., Бондар М., Семко Т. Функціональні харчові продукти з наповнювачами. Всеукраїнський науково – технічний журнал «Техніка енергетика транспорт АПК». Вінниця, 2016. №3(95). С.106-109.
- 45.Ткаченко Н. Заквашувальні композиції бактерій для технологій кисломолочних продуктів дитячого харчування. Мікробіологія і біотехнологія. 2016. №1. С. 55 – 67.
- 46.Світові тенденції розвитку харчової індустрії: методичні вказівки для самостійної роботи здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 181 Харчові технології ОПП «Технології зберігання, консервування і переробки молока» / уклад.: О.Р. Михайлицька, В.О. Наговська, Н.Б. Сливка, О.Я. Білик. Львів : ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького, 2024. 30 с.