

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 технології
молока і молочних продуктів

Орися ЦІСАРИК

« 02 » 12 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня магістра

зі спеціальності 181 Харчові технології

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

на тему: **«РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ НИЗЬКОЛАКТОЗНОГО
МОЛОКА ЗІ СМАКОМ ЧОРНИЦІ»**

Виконавець:

здобувачка Гаврилюк А.В.

Керівник:

доцент Сливка Н.Б.

Рецензент:

доцент Галух Б.І.

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

Освітньо-кваліфікаційний рівень Магістр

Спеціальність 181 «Харчові технології» ОПП «Технологія зберігання,
консервування та переробки молока»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри технології молока і
молочних продуктів

Орися ЦІСАРИК

“ 02 ” 12 2023 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ОС «МАГІСТР» СТУДЕНТЦІ

ГАВРИЛЮК АЛІНІ ВОЛОДИМИРІВНІ

1. Тема роботи Розроблення технології низьколактозного молока зі смаком
чорниці

керівник роботи доцент Сливка Н.Б., затверджені наказом вищого навчального закладу
від “ 12 ” 03 2024 року № 203-4

2. Строк подання студентом проекту (роботи) грудень 2024 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи) технологічна інструкція виробництва молока
питного, стандарти

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно
розробити) Вивчити теоретичні основи виробництва низьколактозних продуктів,
обґрунтувати вибір наповнювачів та технологічні режими при їх підготовці, вибрати
раціональну дозу чорниці для внесення у молоко, описати особливості технології
продукту, дослідити якість продукту, розрахувати економічну ефективність від
впровадження розробки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1, 2, 3	Сливка Н.Б.	<i>Н.Б.</i>	<i>Н.Б.</i>

7. Дата видачі завдання 15 березня 2024 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Вступ	15.03. 2024 р.	
2	Огляд літератури	15.04.2024 р.	
3	Вивчення методів досліджень	15.05.2024 р.	
4	Постановка експериментальної частини	10.06.2024 р.	
5	Опрацювання результатів досліджень	30.10.2024 р.	
6	Розрахунок економічної частини	25.11.2024 р.	
7	Висновки	01.12.2024 р.	

Студентка

А.В.
(підпис)

Гаврилюк А.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

Н.Б.
(підпис)

Сливка Н.Б.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

1 РЕФЕРАТ

2 ВСТУП

3 ОГЛЯД НАУКОВОЇ ТА ПАТЕНТНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- 3.1. Ринок низьколактозних та безлактозних молочних продуктів
- 3.2. Теоретичні основи створення безлактозної молочної продукції
- 3.3. Використання лісових ягід як наповнювачів для молочних продуктів

4 ВЛАСНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

- 4.1 Матеріал та методи досліджень
- 4.2. Результати власних досліджень та їх обговорення
 - 4.2.1. Дослідження якості молока-сировини
 - 4.2.2 Удосконалення технології низьколактозного молока
 - 4.2.3. Покращення сенсорних властивостей і якості молока питного без лактози
 - 4.2.4. Дослідження основних фізико-хімічних та мікробіологічних показників готового продукту
 - 4.2.5. Розроблення план НАССР для виробництва низьколактозного молока із зазначенням критичних точок контролю

5 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОВЕДЕНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

ВИСНОВКИ

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1 РЕФЕРАТ

Ключові слова: *технологія, низьколактозне молоко, чорничний порошок, лактаза, гідроліз лактози, якісні показники*

Магістерська робота присвячена удосконаленню технології низьколактозного молока з наповнювачем, а саме чорницею.

Увагу зосереджено на теоретичних основах гідролізу лактози, проаналізовано ринок безлактозних продуктів в Україні та світі.

Представлено опис диких ягід як наповнювачів для молочних продуктів завдяки їх хорошим смаковим якостям та підвищеній біологічній цінності.

Обґрунтовано використання чорничного порошку фірми GREENSPRING, яка є провідним світовим постачальником фруктових порошків та препарату очищеної лактази Mayalact® 5000/2000. Досліджено та визначено оптимальні дози цих препаратів.

Описано основні технологічні операції виробництва низьколактозного молока з чорницею, досліджено його органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні показники.

Розроблено план впровадження системи НАССР для виробництва готових продуктів із зазначенням критичних точок контролю.

Розраховано економічну ефективність від впровадження нових розробок.

2 ВСТУП

У всьому світі 70% дорослого населення має обмежену експресію ферменту лактази з великими коливаннями в різних регіонах і країнах. Дефіцит лактази може призвести до непереносимості лактози. Залежно як від кількості спожитої лактози, так і від активності лактази, люди, які страждають на порушення всмоктування лактози, можуть відчувати численні шлунково-кишкові та позакишкові симптоми та прояви. Лікування непереносимості лактози в основному полягає у зменшенні або виключенні лактози з раціону до зникнення симптомів, а також у доповненні лактазою та стимулюванні адаптації мікробіома товстої кишки пробіотиками [34].

Коров'яче молоко є одним із основних джерел кальцію та кількох інших вітамінів і мінералів. Таким чином, повне виключення молочних продуктів може сприяти розвитку захворювань кісток, таких як остеопенія та остеопороз. Тому включення продуктів низьколактозних та безлактозних відіграє вирішальну роль у харчуванні таких хворих. Молочні продукти з низьким вмістом лактози/безлактозні продукти можуть зменшити частоту шлунково-кишкових симптомів у пацієнтів з непереносимістю лактози, одночасно забезпечуючи надходження поживних речовин у молоко. Крім того, порівняно з іншими продуктами, багатими кальцієм (такими як овочі та мінеральна вода), молочні продукти з низьким вмістом лактози/без лактози є недорогим дієтичним джерелом кальцію для пацієнтів з непереносимістю лактози. Молочні продукти з низьким вмістом лактози/безлактози визнані функціональними продуктами харчування в Європейському Союзі. Зростаюча різноманітність молочних продуктів з низьким вмістом лактози/безлактози, включаючи питне молоко, грецький йогурт, кефір, сир, морозиво та молочні суміші для немовлят, стає все більш привабливою для споживачів [4].

Чорниця багата багатьма корисними нутрієнтами. Вона містить катехінові дубильні речовини, флавоноїди та фенольні кислоти. До цього додаються каротиноїди, трансресвератроли, проантоціанідини та антоціанозиди. Ми знаходимо наступні вітаміни у чорниці: А, Е, С, К1, В9 та РР, а також

мікроелементи: калій, фосфор, залізо, йод, марганець, магній. Нарешті, в ній є пектини, олігосахариди (натуральні цукри) і клітковина.

Вживання чорниці допомагає усунути надлишок вільних радикалів в організмі, запобігти виникненню багатьох захворювань, спричинених окислювальним стресом.

У ягодах ідентифіковано три основні види флавоноїдів-антиоксидантів: антоціани, флавоноли та проантоціанідини. Саме вони визначають потужні цілющі властивості чорниці. Крім того, серед антиоксидантних елементів є птеростильбен - природний підсилювач імунітету, дуже корисний у боротьбі з інфекціями.

Встановлено, що флавоноїди мають захисну дію проти раку. Антипроліферативний ефект антоціанів щодо пухлинних клітин був продемонстрований на ряді пухлинних клітинних ліній. Причому високий вміст антоціанів у ягодах чорниці корелювало з вираженою антиоксидантною активністю соку, а також дозозалежним антипроліферативним ефектом щодо клітин пухлинних ліній. Передбачається, що загибель пухлинних клітин при дії антоціану може відбуватися за механізмом аутофагії. Крім того, ці сполуки здатні зв'язуватися з рецепторами естрогену ER α та β у клітинах пухлини, діючи як препарат тамоксифен, що застосовується для лікування естрогену – залежних пухлин молочної залози.

Антиоксиданти чорниці також становлять інтерес у зв'язку з процесом клітинного старіння та дегенеративними станами. Дійсно, сприяючи виведенню вільних радикалів, вони допомагають покращити когнітивні функції, включаючи пам'ять і здатність до мислення, а також, як свідчать дослідження, мають певний інтерес у нейропротекції дофамінергічних нейронів.

Тому поєднання продуктів переробки чорниці з молочною основою дозволить створити якісний оздоровчий продукт.

2.1. Мета і завдання досліджень

Метою магістерської роботи є розроблення технології низьколактозного молока з чорницею.

Відповідно до поставленої мети визначено такі задачі:

- здійснити аналіз наукової та науково-технічної літератури щодо можливості використання диких ягід у технології питного молока;
- освоїти теоретичні основи гідролізу лактози;
- дослідити якість молока – сировини
- визначити оптимальну дозу лактази та стадію технологічного процесу для внесення;
- розрахувати кількість чорничного порошку;
- описати технологію виробництва низьколактозного молока з чорницею;
- дослідити основні якісні показники готового продукту;
- розрахувати економічний ефект від впровадження розробки.

3 ОГЛЯД НАУКОВОЇ ТА ПАТЕНТНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

3.1. Ринок низьколактозних та безлактозних молочних продуктів

Непереносимість лактози є широко поширеною проблемою в усьому світі. Здатність дорослих людей перетравлювати лактозу (персистенція лактази) стала важливою темою в генетиці, медицині та еволюції. В останні роки поглиблене вивчення генетичних механізмів лактази забезпечило нову теоретичну основу для епідеміологічного дослідження та профілактики непереносимості лактози. Загальна поширеність мальабсорбції лактози за оцінками становила 68%, а при використанні лише даних про генотип оцінка становила 74%, тоді як поширеність становила 55% за результатами тесту на толерантність до лактози. Поліморфізм гена лактази широко використовувався для прогнозування непереносимості лактози [5]. На даний момент відомо про 23 SNP (однонуклеотидні поліморфізми), пов'язані з персистенцією лактази. Для північних європейців їхня ендогенна лактазна активність все ще залишається на високому рівні з віком. Ангіта-Руїс та ін. [9] створили інтерактивну онлайн-карту розподілу та частоти генотипів LP у всьому світі. Поширеність непереносимості лактози зростає з Північної Європи до Африки та Близького Сходу і досягла найвищого рівня в Азії. Однак ця тенденція була перервана в країнах із сильною культурною домішкою, таких як США та країни Європи.

Відомо, що генотипи лактази господарів впливають на мікробіом кишечника, і цей вплив, здається, модулюється споживанням лактози. Вважається, що невеликі кількості лактази синтезуються кишковою флорою протягом тривалого періоду генетичної еволюції для полегшення клінічних симптомів непереносимості лактози. Серед мікробіоти товстої кишки широко ідентифікована асоціація SNPs гена лактази та роду *Bifidobacterium*. Курильщиків та ін. [17] провели широкомасштабний аналіз зв'язків для виявлення факторів господаря, що впливають на склад мікробіома кишечника людини, і виявили, що локус гена лактази досяг значущості для всього дослідження та показав залежний від віку зв'язок із великою кількістю *Bifidobacterium*. Goodrich та ін. [14] повідомили, що зв'язок існував

між *Bifidobacterium* і локусом гена лактази, і напрямок генетичної асоціації показав, що неперсистируючі лактази містили більш високі рівні *Bifidobacterium*. Крім того, останнє дослідження показало, що дорослі з лактозотолерантним генотипом (GG) мали більше споживання молока, але менший рівень *біфідобактерій* порівняно з дорослими з непереносимістю лактози (AA/AG). Було виявлено значну взаємодію між споживанням молока та варіантом LCT на *Bifidobacterium*, з позитивним зв'язком між споживанням молока, і *Bifidobacterium* спостерігався лише у людей з непереносимістю лактози, але не у толерантних людей.

Як правило, непереносимість лактози вважається фактором ризику зниження споживання молока/кальцію. Згідно з опитуванням, проведеним компанією Cargill, 61 відсоток споживачів у США уникають молочних продуктів через непереносимість лактози або алергію на молочний білок [23].

Якщо проаналізувати світовий ринок безлактозних продуктів, то споживачі з непереносимістю лактози потребують харчових продуктів, які вони можуть використовувати. Відомо, що 25% споживачів в Індії мотивовані купувати або почали купувати безлактозні напої. Ринок безлактозних молочних продуктів у В'єтнамі також процвітає, і відповідні опитування показали, що споживачі віддають перевагу молочним продуктам, які легко засвоюються. Масштабне споживання молочних продуктів у Китаї лише почалося в останні 20 років, протягом яких поняття непереносимості лактози поступово стало звичним для споживачів. До 86,7 відсотків дорослих китайців мають непереносимість лактози, що частково пояснює, чому Китай має найбільший у світі ринок рослинних білкових напоїв.

За даними літературних джерел, аналіз цільової групи в Угорщині показав, що в даний час дві третини споживачів, чутливих до лактози, регулярно споживають безлактозну продукцію, більшість з яких – жінки, особи з непереносимістю лактози, високоосвічені та віком до 30 років. Примітно, що продукти без лактози зазвичай привабливі для споживачів із проблемами травлення, оскільки продукти завжди декларуються як легкозасвоювані.

Молочні продукти без лактози стали частиною молочної промисловості, яка розвивається найшвидше. Загальний річний темп зростання глобальних безлактозних молочних продуктів з 2018 по 2023 рік становив близько 7% і становив 80% від загального обсягу безлактозних продуктів (обсяг продажів близько 8,8 мільярдів доларів США). На ринку США молоко без лактози становило 4,0% від загального обсягу питного молока, що продається щорічно, а продажі зросли на 12% у 2018 році. Протягом останніх п'яти років асортимент безлактозних молочних продуктів продовжував урізноманітнюватися, серед яких молоко та йогурт були найпоширенішими безлактозними молочними продуктами, а також безлактозне масло, сир та ароматизоване молоко. Проаналізувавши ринок безлактозних молочних продуктів у Польщі, можна виділити 75 безлактозних молочних продуктів, включаючи молоко, йогурт, вершки, кварк, сир та дитячі суміші.

Фіни мають відносно високу поширеність непереносимості лактози в Європі, 17 відсотків, що призвело до більш ранньої популярності продуктів без лактози. Valio, найбільша харчова та молочна компанія у Фінляндії, була першою у світі безлактозною молочною компанією, яка випустила своє перше безлактозне молоко у 2001 році. Французька компанія Lactalis була найбільшим у світі виробником сиру, і її продукти містять низький вміст лактози, яку часто поєднують із нежирний. Фінська компанія Arla Foods володіла понад 30 торговими марками, включно з відомим Lactofree. Fairlife of America випустила серію безлактозних ультрафільтрованих молочних продуктів, включаючи коктейлі та відновлювальні напої, які мають високий вміст кальцію та білка та займають міцні позиції на швидко зростаючому ринку безлактозних молочних продуктів. Уже в 2010 році в Китаї було вироблено лише 300 000 т молока без лактози, що становить 1% рідкого молока. Протягом останніх п'яти років, заохочуючи та направляючи споживачів з непереносимістю лактози робити розумний вибір, китайські молочні підприємства також збільшили виробництво безлактозних продуктів. Наприклад, Monmilk Xinyangdao був сертифікований Глобальною мережею непереносимості лактози (LIGN) у 2017 році, ставши першим у Китаї безлактозним брендом молочних продуктів, сертифікованим

міжнародною організацією. Усі ці зусилля сприяють тому, що продукти без лактози стають більш масовими, стандартизованими та здоровішими.

Очікується, що зростання споживання молочних продуктів без лактози на 5,6% до 2034 року принесе ринковий дохід у розмірі 23 983,50 мільйонів доларів США.

Інвестиційні можливості для постачальників безлактозних молочних продуктів для зміцнення своїх позицій

- Ключові гравці орієнтуються на споживачів, які піклуються про своє здоров'я, які витрачають свій дохід на продукти з меншою калорійністю та насиченими жирами.
- Впровадження безлактозних молочних продуктів у популярних смаках для залучення молоді. Такі смаки, як лісовий горіх, користуються масовою привабливістю. Таким чином, галузеві гравці запускають горіхове молоко, щоб охопити цю демографічну базу.
- Зростаюче використання платформ соціальних медіа молодшою аудиторією дає поштовх гравцям інвестувати в маркетингові кампанії для підвищення обізнаності щодо харчових переваг споживання продуктів без лактози, таких як сир, йогурт, молоко тощо.
- Зростання ринку може бути порушено збільшенням вартості виробництва безлактозних молочних продуктів на відміну від звичайних накопичених молочних продуктів. Це можна подолати, якщо ключові гравці просуватимуть свою продукцію заможній клієнтурі, яка охоче купує високоякісні товари за високою ціною.

Аналіз міжнародного та вітчизняного досвіду, сучасних наукових програм і напрямів досліджень Європейської комісії свідчить про актуальність вивчення питання розвитку технологій харчових продуктів для осіб із ферментопатіями, харчовими алергіями, хронічними захворюваннями, що пов'язані з нетерпимістю до певних нутрієнтів (Codex Alimentarius, директиви та регламенти Європейського агентства з безпечності харчових продуктів, IDF). Питанням розроблення технології безлактозних та низьколактозних харчових продуктів присвячено праці дослідників багатьох країн світу, зокрема й

провідних українських науковців, а саме: В. А. Гніщевич, Н. А. Дідух, А. В. Мінорової, І. О. Романчук, А. А. Трубнікової, О. П. Чагаровського, Т. С. Шарахматової [11–16]. Їхні роботи пов'язані з вивченням методів видалення лактози та розроблення ресурсощадних технологій безлактозних (низьколактозних) молочних продуктів. Використання таких продуктів у харчуванні людей із нетерпимістю до лактози дає змогу наповнити раціон незамінними нутрієнтами молока без можливості погіршення стану здоров'я.

Молочні продукти вільні від лактози або зі зниженим її вмістом, належать до категорії харчових продуктів оздоровчого призначення, які виробляються з використанням техноло- гічного прийому видалення небажаного компонента. Залежно від вмісту лактози молочні продукти в країнах ЄС поділяють на [17]: низьколактозні – вміст лактози в яких не більше ніж 1 г на 100 г готового продукту; вони можуть бути призначені для споживання особам з мальабсорбцією лактози; ISSN 1998-2666. Товари і ринки. 2021. №2 35 Д РИНКОВІ безлактозні – вміст лактози в яких не більше ніж 0.1 г на 100 г ОСЛІДЖЕННЯ готового продукту; такі продукти призначені для споживання особам, які мають інтолерантність до лактози. На жаль, в Україні нормативи щодо вмісту лактози у безлактозних та низьколактозних молочних продуктах не прийняті. Останнім часом на ринку набувають популярності так звані безлактозні рослинні продукти, які виготовляються з білка злакових культур та горіхів (вівса, рису, гречки, сої, кокоса, мигдалю тощо) з нульовим вмістом лактози [18]. Світовий ринок безлактозних і низьколактозних молочних продуктів сегментується за видом продукції та географією.

Виробництво безлактозних та низьколактозних молочних продуктів у нашій країні здійснювало тільки одне підприємство – ТОВ "Люстдорф" під торговельною маркою "На здоров'я". У 2020 р. основними виробниками лінійки таких товарів були вже чотири вітчизняні підприємства: ТОВ "Люстдорф" (ТМ "На здоров'я"), ТОВ Молочна компанія "Волошкове поле", ТОВ Молочна компанія "Галичина", ТОВ "Мілкіленд-Україна" (ТМ Latter). Характеристику асортименту безлактозної і низьколактозної молочної продукції провідних вітчизняних виробників та роздрібних цін на неї на квітень 2021 р. наведено в

таблиці. Асортимент і діапазон цін на безлактозну та низьколактозну молочну продукцію провідних торгових марок Торгова марка Безлактозна продукція / роздрібна ціна за 100 г

Як свідчать наведені дані, роздрібні ціни на вітчизняну безлактозну та низьколактозну молочну продукцію різняться залежно від виробників у межах 25–31 %. Основними чинниками, що впливають на вартість таких товарів, є жирність продукту, використання додаткових сировинних компонентів, вид пакування.

Водночас варто зазначити, що українські виробники забезпечують тільки внутрішні потреби споживачів у таких товарах і не експортують їх за кордон. Основну частину ринку низьколактозних молочних продуктів в Україні займають товари закордонного виробництва торгових марок Mlécovita (Польща), Valio (Фінляндія), Ecomil (Іспанія); серед виробників рослинних напоїв – це торговельні марки Alpro (Бельгія) та Joуа (Австрія). Але вони пропонують для осіб із нетерпимістю до лактози асортимент продуктів за значно вищими цінами, ніж на продукти вітчизняного виробництва. На сьогодні в Україні представлено 160 одиниць найменувань безлактозної та низьколактозної молочної продукції й рослинних напоїв. Обсяг імпортованих товарів у загальному асортиментному ряді таких продуктів становить 68.13 %, з яких 43.12 % належить рослинним аналогам молока.

3.2. Теоретичні основи створення безлактозної молочної продукції

Розробка безлактозних і низьколактозних молочних продуктів дозволила людям з непереносимістю лактози використовувати багаті поживні речовини в молоці, що є одним із ефективних способів покращити мальабсорбцію лактози та непереносимість лактази.

В даний час для зниження вмісту лактози зазвичай використовуються три процеси:

- ферментативний гідроліз лактози,
- мембранна фільтрація
- ферментація.

Дослідження намагалися поєднати декілька вищевказаних процесів. Молоко без лактози можна далі переробляти в йогурт без лактози/з низьким вмістом лактози, сир, сухе молоко, морозиво та інші молочні продукти. Багато досліджень підтвердили, що більшість споживачів із діагностованою непереносимістю лактози можуть переносити до 10 г лактози на день і не мають побічних реакцій на 2 г лактози на день. Хоча немає єдиних стандартів щодо допустимого порогу вмісту лактози, у більшості країн вміст лактози в продуктах з низьким вмістом лактози та продуктах без лактози знаходиться в межах 1 г/100 г та 10 мг/100 г відповідно.

Мембранна фільтрація

Серед методів розділення лактози найбільш відомими і широко використовуваними є методи мембранного розділення, зокрема ультрафільтрація, нанофільтрація, зворотний осмос, електродіаліз. У різних галузях молочної промисловості мембрани застосовуються для продовження терміну зберігання молока, переробки сироватки, сирної промисловості, переробки молочного білка, фракціонування молочного жиру та знесолення або демінералізації.

Ключовою проблемою у видаленні лактози з молока є поділ білків і лактози, а широкий розподіл розмірів частинок білків у молоці знижує ефективність поділу білків і лактози. Білки та жири блокуються, тоді як лактоза та малі молекули пропускаються через ультрафільтрацію та нанофільтрацію. Полімерні ультрафільтраційні мембрани зазвичай використовуються в промисловій практиці через їх простоту приготування і економічність. Полісульфонова ультрафільтраційна мембрана є найефективнішою мембраною, оскільки 90% лактози було відокремлено, а 100% білка було відновлено. Це вказує на те, що значне адсорбційне забруднення та блокування пор були основними причинами високого рівня відторгнення лактози. Дослідники зосередилися на зменшенні забруднення мембран, спричиненого головним чином білком. Були зроблені спроби досягти високого потоку проникнення та високої ефективності розділення за допомогою ультразвуку, оптимізації робочих умов та розробки очищених мембран. Було продемонстровано, що використання ультразвуку при

оптимальній потужності здатне зменшити забруднення на 32%. Деякі дослідники виявили, що найнижче відторгнення лактози (77,71%) було досягнуто при адаптації мембрани ультрафільтрації з порожнистими волокнами з перехресним потоком 5 кДа та робочих параметрів 0,55 бар трансмембранного тиску. Мембрана з оксиду графену дозволяла лактозі дифундувати через наноканал і демонструвати вищий потік проникнення лактози, ніж нанофільтрація і ультрафільтрація. Крім того, шари забруднення на мембрані з оксиду графену були пористими, що сприяло більш високому потоку проникнення та відновленню потоку води. Графенокисна мембрана є дуже перспективною для відділення лактози безлактозного молока.

Як правило, ультрафільтраційні мембрани мають низьку проникність і високий рівень відторгнення білка, тоді як мікрофільтраційні мембрани мають вищу проникність, але вищі втрати білка [11].

Інша поширена практика у переробці молочних продуктів називається діалізацією, під час якої до концентратів додають воду для збільшення потоку та продовження розділення. Компроміс між проникністю та селективністю знижує ефективність поділу білків і лактози. Гарним вибором може бути мікрофільтраційна мембрана з меншими порами. Деякі дослідники [42] вибрали керамічні мікрофільтраційні мембрани з високим потоком проникнення та високою ефективністю відторгнення та підготували молоко з низьким вмістом лактози з концентрацією лактози менше 5 г/л. Молекулярні маси мінералу та лактози дуже близькі, тому їх важко розділити однією мембраною. Сполучні мембрани краще, оскільки великі молекули, такі як білки та жири, спочатку утримуються за допомогою ультрафільтрації. Мінерали перехоплюються електродіалізом, а лактоза відновлюється нанофільтрацією. Наприклад, було отримано сухе молоко з низьким вмістом лактози з концентрацією лактози менше 0,2% і відновлено порошок лактози високої чистоти (вміст лактози 95,7%) як побічний продукт. Крім того, розділення мембрани можна поєднати з гідролізом і функцією ферментативного мембранного біореактора шляхом оптимізації виробництва [48].

Кілька досліджень вивчали методи розділення лактози за допомогою хроматографії та заморожування. Наприклад, безлактозне молоко виробництва Valio Ltd. (Гельсінкі, Фінляндія) використовувало хроматографію, мембранну сепарацію та ферментативний гідроліз. Концентрація заморожування є загальноприйнятою технологією, яка дозволяє зберігати термочутливі продукти з високою харчовою цінністю. У цьому процесі температура харчової рідини падає нижче точки замерзання, а концентрація рідини досягається шляхом видалення води у вигляді кристалів льоду.

Новий тип безлактозного молочного продукту був розроблений шляхом поєднання концентрації поступового заморожування з концентрацією блокового заморожування за допомогою вакууму, тому що вуглеводи накопичувалися більше під час концентрації прогресивного заморожування, тоді як при концентрації блокового заморожування білок, швидше за все, потрапляє в концентровану рідину [49] .

Ферментативний гідроліз лактози

Процес гідролізу лактози завдає мінімальної шкоди поживним компонентам молока і є дуже специфічним. Для виробництва безлактозного молока використовуються два процеси: періодичний і асептичний. Під час періодичного процесу лактаза додається до молока при повільному перемішуванні до повного гідролізу лактози, після чого молоко пастеризується, гомогенізується та упаковується. У періодичному процесі не вистачає пастеризації під час фази гідролізу, а дозування ферменту є відносно високим, оскільки реакція відбувається при низьких температурах, щоб запобігти мікробному псуванню [29]. Дослідження β -галактозидази, що діє на холоді, покращило цей дефект.

У асептичному процесі молоко спочатку стерилізують за допомогою процедури УНТ, після чого стерильну лактазу вводять у молоко безпосередньо перед пакуванням. Хоча дозування лактази зменшується порівняно з періодичним процесом, асептичний процес вимагає спеціального обладнання, а

контроль процесу відсутній, оскільки реакція гідролізу продовжується після фасування.

Виділення β -галактозидази

Найбагатшим джерелом β -галактозидази (також відомої як лактаза) є мікроорганізми, перевагами яких є короткий виробничий цикл і високий вихід продукції. Проведено дослідження з оптимізації умов реакції, очищення та характеристики β -галактозидази.

Виділення та характеристика β -галактозидази, яка відповідає вимогам виробництва молочних продуктів з низьким вмістом лактози, залишається актуальною темою. Технологія генної інженерії була використана для експресії лактази з хорошими ферментативними характеристиками в гетерологічній експресії. Дослідження показують, що виробництво рекомбінантної β -галактозидази з різних мікробних джерел збільшилося. Як правило, β -галактозидази мають високу спорідненість до лактози (K_M) і низьке інгібування продукту (K_I) галактозою, що є несприятливим для реакції гідролізу. Інженерна технологія використовується для отримання задовільної спорідненості до лактози (K_M) та інгібування продукту (K_I) [53]. Оптимальний рН і температура β -галактозидаз становлять 7,0 і 35-40 °C, що може призвести до забруднення молока. Термостабільні та холодоадаптовані β -галактозидази мали значні переваги в обробці, такі як більш висока розчинність субстрату та швидкість реакції, а також менша ймовірність мікробного забруднення.

Олігосахариди галактози можна застосовувати як пребіотики в різноманітних молочних продуктах. Обсяг світового ринку пребіотиків у 2015 році перевищив 2,90 мільярда доларів США з очікуваним зростанням приблизно на 12,7% і прибутком приблизно 10,55 мільярда доларів до 2025 року. Трансглікозилювання є ще однією властивістю β -галактозидази. Під час цього процесу синтезуються олігосахариди, що знижує концентрацію лактози та підвищує цінність молока з низьким вмістом лактози. На закінчення, характеристики лактази важливі для ферментативного виробництва безлактозних молочних продуктів. Молочна промисловість прагне виробляти

стандартне безлактозне молоко з низькою вартістю та високою доданою вартістю.

Імобілізована лактаза

Імобілізація широко застосовується у виробництві безлактозних продуктів через стабільність роботи, можливість повторного використання та легке відновлення β -галактозидази в безперервному процесі. Відсутність ферменту в кінцевому продукті підвищує його стабільність. Збережена активність β -галактозидази після повторного використання є критичною при вирішенні питання про придатність імобілізованого ферменту для виробництва. На продуктивність лактази значною мірою впливають джерела та чистота ферменту, а також тип методу імобілізації та використовуваних допоміжних матеріалів. Методи імобілізації включають адсорбцію, ковалентне зв'язування, перехресне зшивання, інкапсуляцію та захоплення. Носійні матеріали істотно впливають на властивості (термостійкість, хімічна стійкість, механічні властивості та біосумісність) імобілізованих ферментів. Класичні опорні матеріали для імобілізації β -галактозидази включають альгінат, хітозан, діоксид кремнію, смолу тощо. Нові матеріали продовжують розроблятися, і розмір частинок цих матеріалів, як правило, на нанорозмірі, що забезпечує велике відношення поверхні до об'єму, високу поверхневу реакційну активність і високу каталітичну ефективність. Наноматеріали, які в основному застосовуються для імобілізації β -галактозидази, це вуглецеві нанотрубки, наночастинки діоксиду кремнію, наноалмази, наночастинки срібла та наночастинки оксиду цинку. Крім того, є велика кількість нових матеріалів (таких як оксид графену, мезопористий і електропрядовий матеріал) з великою кількістю функціональних груп. Наприклад, багато карбонових (COOH), гідроксильних ($-\text{OH}$) існує на поверхні оксиду графену, що полегшує взаємодію між ферментом і матрицею та полегшує модифікацію β -галактозидази [70]. Майбутній напрямок розвитку та застосування полягає в зниженні витрат, підтримці активності імобілізованих ферментів і синтезі нових опорних матеріалів.

Ферментація

Ферментація гідролізує 20-30% лактози молока, а також білків і жирів на пептиди, амінокислоти, жирні кислоти, що полегшує перетравлення та засвоєння людиною поживних речовин. Традиційний йогурт ферментують *Lactobacillus bulgaricus* і *Streptococcus thermophilus*. Вміст лактози в йогурті знизився і коливався в межах 4,6-3,7%. Крім того, йогурту виробляють мало β -галактолактаз, які додатково гідролізують лактозу. Систематичний огляд закордонних вчених дійшли висновку, що існує позитивна кореляція між споживанням йогурту, покращенням перетравлення лактози та покращенням симптомів толерантності до лактози. Грецький йогурт став популярним у Сполучених Штатах після своєї першої появи в 2007 році та швидко завоював 50% ринку йогуртів. Йогурт у грецькому стилі виготовляється на основі йогурту після концентрації, центрифугування, виділення сироватки або додавання білка для досягнення густої та кремової текстури. Завжди вважалося, що грецький йогурт має високий вміст білка (8–12%), низький вміст лактози (зменшений вдвічі) і низький вміст жиру. Кефір - ще один поширений кисломолочний продукт. Молочнокислі бактерії та дріжджі в кефірі становлять складні симбіотичні відносини, які відповідають за спиртове та молочнокисле бродіння відповідно, надаючи продукту унікальний смак та виробляючи функціональні речовини (біологічно активні пептиди, клітинні полісахариди та амінокислоти тощо).

Вміст лактози в кефірі становить 3,1 г/100 г, а його унікальний мікроорганізм допомагає зняти непереносимість лактози, регулюючи та підтримуючи баланс кишкової флори [23].

Сир - натуральний низьколактозний молочний продукт. Більшість лактози буде виводитися з сироваткою під час обробки та приготування сиру. Для твердих і напівтвердих сирів залишок лактози продовжує перетворюватися в молочну кислоту в процесі дозрівання сиру, що робить їх натуральними продуктами без лактози. Пансері та ін. виявили вуглеводи в молочних продуктах без лактози, а концентрація лактози в твердому сирі була нижче 0,0001 мг/кг. На ринку доступний широкий вибір сирів з низьким вмістом лактози/безлактози для споживачів з непереносимістю лактози. Вміст лактози в Asiago, Gorgonzola,

Emmentaler, Pecorino Toscano коливається від 10 мг/кг до 100–1000 мг/кг. Вміст лактози в Grana Padano, Parmigiano Reggiano та Pecorino Romano становить менше 10 мг/кг.

Вміст лактози в традиційних кисломолочних продуктах все ще не відповідає потребам людей з непереносимістю лактози. Лактазу можна додавати для подальшого гідролізу лактози перед (попередній гідроліз) або під час (сумісний гідроліз) бродіння. Ці два методи гідролізу певною мірою впливатимуть на характеристики бродіння йогурту. Як правило, лактоза гідролізується на глюкозу та галактозу за допомогою лактази, а молочнокислі бактерії можуть безпосередньо використовувати глюкозу для виробництва молочної кислоти, таким чином скорочуючи час бродіння. Тим часом молочнокислі бактерії виробляють більше екзополісахаридів і, можливо, призводять до більшої в'язкості. Під час зберігання в йогурті з низьким вмістом лактози синтезувалася велика кількість смакових речовин, таких як ацетальдегід і 2,3-бутандіон, у більшій кількості, ніж у звичайному йогурті. Наприклад, виявлено, що, порівняно з негідролізованим молоком, *Lactobacillus bulgaricus*, позаклітинний синтез полісахаридів і в'язкість попередньо гідролізованого молока значно зросли, що може бути пов'язано зі зниженням розчиненого кисню та збільшенням концентрації мурашиної кислоти, викликані утилізацією глюкози. Мартінс та ін. виявили, що час обробки йогурту, коферментованого *Bifidobacterium animalis*, *Lactobacillus acidophilus* і типових мікроорганізмів йогурту, і ко-гідролізованого, зменшився з 4,55 год до 3,68 год. Конверсія лактози зросла з 15,2% до 97,9%.

Попередній гідроліз відносно легко контролює вміст лактози в кінцевому продукті. Наприклад, виготовлено низьколактозний сир, що містить пребіотики (вміст лактози 0,8 г/100 г) шляхом перетворення лактози в галактоолігосахарид шляхом додавання екзогенної лактази. Зовнішній вигляд і загальна прийнятність цього продукту подібні до контрольного сиру. Безлактозний кефір солодший на смак, ніж традиційний кефір, і його віддають перевагу споживачам похилого віку. Вміст лактози в когідролізованому йогурті не може задовольнити попит на продукти без лактози. Більшість нейтральних лактаз повністю інактивуються,

коли $pH < 5,5$, і кислотність йогурту досягає цього порогу через 2–3 години сквашування, що можна вирішити шляхом додавання надлишку лактази або кислої лактази. Однак, порівняно з попереднім гідролізом, когідроліз захищає активність ферментаційних штамів і зберігає смак ферментованого молока. Деякі бактерії можуть не адаптуватися до зміни основного джерела вуглецю з лактози на глюкозу та підвищення осмотичного тиску молока після швидкого гідролізу лактози під час попереднього гідролізу, що певною мірою пригнічує діяльність молочнокислих бактерій.

Попеску та ін. [] порівняли вплив негідролізованого, попередньо гідролізованого та когідролізованого йогурту на сенсорні характеристики йогурту, і результати показали, що когідролізований йогурт мав найкращий смак, який, як припускали, був пов'язаний із виробництвом більшої кількості ароматичних сполук.

Ібрагім та ін. [] оцінили вплив попереднього гідролізу та спільного гідролізу на сенсорні та фізико-хімічні властивості ферментованого верблюжого молока, і результати показали, що кількість бактерій в обох випадках була вищою, ніж у негідролізованому молоці. Швидкість зниження pH і збільшення уявної в'язкості гідролізованого молока були значними, а когідролізоване верблюже молоко мало найкращі сенсорні оцінки. Крім того, закваски сильно впливали на ферментаційні характеристики молочних продуктів.

3.3. Використання лісових ягід як наповнювачів для молочних продуктів

Важливість споживання їжі для здоров'я людини збільшила увагу споживачів до нутрицевтичних компонентів і харчових продуктів, особливо фруктів і овочів. Лісові ягоди є багатим джерелом широкого спектру непоживних, поживних і біологічно активних сполук, таких як флавоноїди, фенольні сполуки, антоціани, фенольні кислоти, стильбени та дубильні речовини, а також поживних сполук, таких як цукри, ефірні олії, каротиноїди, вітаміни, і корисні копалини. Біологічно активні сполуки з ягід мають потужні

антиоксидантні, протипухлинні, антимуtagenні, протимікробні, протизапальні та антинейродегенеративні властивості.

Чорниця входить до п'ятірки основних здорових продуктів харчування для людини та визнана «королем світових фруктів», що викликало великий інтерес на ринку фітогенних пребіотиків. Плоди чорниці користуються перевагою завдяки чудовому смаку та різноманітним функціональним інгредієнтам (органічним кислотам, фенолам, мінералам і вітамінам), які мають мультитерапевтичну цінність (антиоксидантні, протизапальні, протипухлинні, нейропротекторні та покращують зір). Однак свіжа чорниця дуже швидко псується, оскільки вона вразлива до механічних пошкоджень і мікробного розпаду, що призводить до короткого терміну зберігання та неминучих подальших економічних втрат. Через сильну сезонну доступність і обмежений термін зберігання біоактивні продукти, отримані з неї, стали функціональними продуктами харчування. Нові розробки харчових продуктів, які зараз доступні, включають фруктовий сік чорниці, вино, оцет, джем, сушені фрукти, порошок м'якоті, барвники та смакові добавки, які використовуються в тортах, печивах, хлібі, йогуртах і желе.

Плоди чорниці високо цінуються за поживну цінність, збагачену органічними кислотами (лимонною, аскорбіною, фенолкарбоновими кислотами та дубильними речовинами), фенольними сполуками (стильбеноїди, дубильні речовини та флавоноїдні сполуки, включаючи антоціан, флаванон, флаванол і кверцетин), цукром, мінералами, вітамінами, волокнами і пектинами. Фітохімічні та фенольні сполуки вважаються пребіотиками, а антоціани та органічні кислоти викликають величезний інтерес. Reque та ін. визначили 85,78 % вологи, 70,65 % цукру, 4,10 % білка та 0,73 % жиру в плодах чорниці. Ши та ін. помітили, що 50–80 % загального вмісту поліфенолів були фенолами (3000 мг/кг), тоді як на антоціани припадало 60 % (16–160 мг/100 г). Ідентифіковано 14 композицій антоціанів із 74 сортів лохини в південному Китаї, включаючи мальвідин-3-О-галактозид, мальвідин-3-О-глюкозид і дельфінідин-3-галактозид як основні компоненти.

Численні дослідження показали, що втручання екстракту чорниці знижує ризик серцево-судинної та макулярної дегенерації, інфекцій сечовивідних шляхів, а також виникнення раку та хвороби Альцгеймера. Оцінка антоціанів *in vitro* та *in vivo* показала позитивний вплив на зниження антиоксидантного стресу, інгібування експресії генів запальних цитокінів та сприятливий кишковий мікробний метаболізм. Метаболіти хінної, метилянтарної, хлорогенової, оксоадипінової та яблучної кислот позитивно корелювали з протипухлинною активністю.

Однак чорниця дуже швидко псується, оскільки є вразливою до механічних пошкоджень і мікробного розпаду, що призводить до сильної сезонної доступності, короткого терміну зберігання та неминучих подальших економічних втрат. Таким чином, використання функціональних харчових продуктів, отриманих з чорниці, стало ефективним і практичним методом транспортування біоактивних речовин на диверсифіковані ринки. Примітно, що глобальний рівень переробки чорниці досяг 30,7% у 2023 році, а Канада, Китай і Сполучені Штати увійшли до трійки лідерів (62,1, 53,9 і 45,8% відповідно). Чорничний сік, вино, джеми, пюре, сухофрукти та порошок м'якоті використовуються як смакові інгредієнти у випічці, йогуртах, начинці, морозиві та желе, що відповідає вимогам розробки нових харчових продуктів. Незважаючи на те, що розробка нових функціональних харчових продуктів привернула великий інтерес ринку, вона стикається з проблемами біодоступності, сумісності та стабільності біоактивних сполук і контролю якості харчових продуктів відповідно до міжнародних стандартів харчової безпеки. Наприклад, застосування антоціану як природного барвника обмежене його високою нестабільністю та швидким розкладанням, а також слабкою стійкістю до умов обробки та зберігання. Біологічно активні сполуки в лохині представляють схожі проблеми, оскільки вони відрізняються залежно від сорту або генотипу, регіональної адаптивності та умов навколишнього середовища, а також тому, що вони демонструють різну ефективність активованої екстракції та багатоаспектну взаємодію.

Завдяки багатому хімічному складу останнім часом суниця набуває все більшої популярності в споживанні, насамперед завдяки сприятливому поживному складу, а отже, значним лікувальним властивостям: антисептичній, сечогінній, проносній, протизапальній дії, профілактиці цукрового діабету та ін. Сприятливий вплив суниці на здоров'я визнано споживачами, тому практично всі частини рослини знайшли застосування в народній медицині [16]. Завдяки високому вмісту вуглеводів ягоди швидко бродять і не так високо цінуються, як для споживання у свіжому вигляді.

Лісова суниця – це не просто задоволення для смакових рецепторів; вони джерело живлення. Ці ягоди багаті вітамінами А, В, С і Е, а також є багатим джерелом антиоксидантів і флавоноїдів. Вони також наповнені такими важливими мінералами, як калій, залізо та марганець. Примітно, що незважаючи на їхню солодкість, вони мають низький вміст цукру та низьку калорійність, що робить їх бездоганним смаком.

Суниця має хорошу сечогінну та потогінну дію. Вона нормалізує обмін речовин, в тому числі ліпідний, мінеральний та цукровий. Завдяки високому вмісту вітаміну С вона значно покращує функції захисних сил організму, тому добре допомагає при частих сезонних простудах, дуже ефективна при авітамінізії. Вона також допоможе відновити сили після важкої хвороби чи перенесеної операції. Пектин у її складі стимулює роботу шлунково-кишкового тракту та сприяє виведенню шкідливих речовин із організму.

Свіжовичавлений сік із ягід суниці лісової має властивість знижувати цукор в крові. Тому його часто призначають діабетикам.

Суниця позитивно впливає на роботу ШКТ. Вона покращує апетит і стимулює процеси травлення. Завдяки цьому вона буде корисна при закрепах, гастритах з пониженою кислотністю та інших захворюваннях.

Настої та чаї із листя лісової суниці позитивно впливають на кровотворення, а також мають легку заспокійливу дію. Вона помічна при жіночих недугах, геморої. Вживаючи настій із цієї сировини, ви отримаєте змогу покращити стан судин та в загальному підвищити тонус всього організму.

Сирі несолодкі ягоди *журавлини* містять в основному 87% води і 12% вуглеводів, з меншою кількістю білка, жирів і клітковини. Дрібна журавлина має 2,1-4,9% титрованої кислотності, лимонна кислота – 1,8-2,6%. Великі ягоди журавлини накопичують менш кислотність (1,9–2,4%), а лимонна кислота становить в межах 1,88 - 6,08 мг/г. Лимонна, яблучна та хінна кислоти були основними кислотами, знайденими у великій журавлині [3]. Поживний склад журавлини може відрізнятися залежно від сорту, клімату, умов вирощування, стадії зрілості/стиглості, часу збору та умов зберігання. Велика журавлина містить 3,4-7,1% моносахаридів, а дрібна журавлина містить менше цукрів - 2,2-6,0%. Журавлина містить переважно глюкозу і фруктозу, причому глюкоза становить від 58,9 до 65,9% моносахаридів. У журавлині великій міститься більше сахарози (3,9–5,3%), ніж у журавлині дрібній (0,01–0,5%) [22]. Фруктоза є основним цукром, виявленим у цих сортах плодів журавлини з діапазоном від 58,9 до 68,7% загального цукру, за якою йшла глюкоза в діапазоні від 29,6 до 39,3% і сахароза в діапазоні від 1,7 до 1,9%. Солодкість журавлини пояснюється цими трьома моносахаридами, фруктозою, глюкозою та сахарозою [13].

Журавлина містить широкий спектр водорозчинних і жиророзчинних вітамінів. Антиоксиданти в журавлині переважно надходять із багатого джерела вітаміну С, вітаміну Е та вітаміну К. Мала журавлина містить від 15,3 до 30% аскорбінової кислоти, основної активної форми вітаміну С. Більша кількість (47,5%) була виявлена у великій журавлині [9]. Віскеліс та ін. визначили, що найбільший вміст аскорбінової кислоти виявлено в стиглих ягодах (15,8 мг/100 г). Журавлина також містить невелику кількість жиру, Омега-3 і Омега-6, які важливі для раціону людини.

Мінеральні речовини включали у американському і європейському сортах від 0,19 до 0,28%, зокрема калію (67,19 і 72,51 мг/100 г відповідно), кальцію (12,74 і 10,19 мг/100 г відповідно), сірки (8,14 і 7,85 мг/100 г відповідно), азоту (54,9 та 42,1 мг/100 г відповідно), фосфору (6,12 та 8,59 мг/100 г відповідно) та магнію (8,09 та 6,61 мг/100 г відповідно). Калій і азот були основними мінералами, ідентифікованими в цих двох сортах плодів журавлини. Американська журавлина містила більшу середню кількість заліза (0,72 мг/100

г), ніж європейський сорт (0,31 мг/100 г). Марганець і бор (2,59 і 0,09 мг/100 г відповідно) були вищими в плодах європейської журавлини, ніж американська журавлина (0,19 і 0,065 мг/100 г відповідно) [21]. Це означає, що плоди журавлини є хорошим джерелом мінералів.

Обидва види журавлини, велика і мала, містять багато фенольних сполук, таких як фенолкарбонові кислоти, флавоноїди (антоціани і флавоноли) і дубильні речовини. Велика журавлина була визнана важливим харчовим і цілющим засобом завдяки цим сполукам. Флавоноїди були основними сполуками, ідентифікованими серед понад 150 сполук у великій журавлині [14]. Флавоноїди поділяються на підгрупи, які включають антоціани, флавоноли та проантоціанідини. Було виявлено, що велика журавлина містить 13 антоціанів, 16 флавонолів і 26 фенольних кислот і бензоатів. Журавлина мала містить флавоноїди, такі як антоціани, катехіни та флаволи. Сорок вісім поліфенолів (включаючи 19 флавонолів, 8 антоціанів, 7 фенольних кислот і 14 олігомерів флаван-3-олу) були ідентифіковані сортах журавлини у дослідженні різних стадій дозрівання. Найнижча кількість поліфенолів спостерігалася в незрілій і напівстиглій стадіях дозрівання і підвищена в перестиглій промислово зрілій журавлині. У порядку від найвищого до найнижчого класи поліфенолів, які були виявлені в плодах журавлини, це флаван-3-оли (41,5–52,2%), флавоноли (18,6–30,5%), антоціани (8,0–24,4%) та фенольні кислоти. (5,0–12,1%).

Журавлина містить фенольні кислоти, які включають гідроксибензойну та гідроксикоричну кислоти. Журавлина містить високу кількість бензойної кислоти та меншу кількість 2,4-дигідроксибензойної кислоти, *n*-гідроксибензойної та *o*-гідроксибензойної кислот. Гідроксикоричні кислоти в журавлині - це *n*-кумарова, синапова, кадова та ферулова кислоти.

Вміст загальних антоціанів коливався від 695 до 1716 мг/100 г. Плоди журавлини також містять тритерпеноїди. Два з основних тритерпеноїдів, урсолова кислота та її ізомер, олеанова або олеанолова кислота, містяться у воску шкірки плодів журавлини і в основному відповідають за протизапальну, протипухлинну та протипухлинну дію

У західних країнах **малина** є найпоширенішим фруктом, який використовується для її лікувальної та терапевтичної дії. Червона малина є хорошим джерелом антиоксидантних поліфенолів, які мають чудову профілактичну дію проти хронічних захворювань. Елагітаніни та антоціани є найважливішими поліфенольними компонентами малини, які мають найефективнішу антиоксидантну дію. Крім вторинних метаболітів, тобто фітохімічних речовин у формі поліфенолів, червона малина також містить різні важливі мікроелементи, такі як клітковина, вітамін С і калій. Хоча в літературі показано дуже мало досліджень на людях, ми переглядаємо та підсумовуємо деякі доступні праці, які роз'яснюють потенційну користь для здоров'я та антиоксидантну дію основних поліфенолів червоної малини.

Малина є одним з фруктів з найменшим вмістом цукру. Вона містить 2,7 г на 100 г продукту.

Малина багата вітамінами С, А, В, В1, В2, РР, Е, фолієвою кислотою, фітохімічними речовинами, антоціанами, елагітанінами, мінеральними речовинами, зокрема залізом і калієм. Тому її рекомендують дієтологи як здорову їжу. Численні генотипи малини були розроблені в різних країнах з метою отримання комерційних сортів з підвищеною продуктивністю, більшим вмістом цінних поживних речовин, сильнішим антиоксидантним потенціалом та іншими цінними характеристиками.

Ожина містить достатню кількість мінералів, амінокислот, вітамінів і вуглеводів, а також нелеткі та ефірні олії, токоферолі, стерини та поліфеноли. Це важливе джерело елагової кислоти, елагітанінів, ненасичених жирних кислот і харчових волокон. Профіль і вміст цих сполук залежать від сорту ожини, метеорологічних умов, агротехнічних прийомів і дозрівання. За даними літератури, у 100 г свіжої маси ожини міститься 0,49 г жиру, 1,39 г білка, 5,3 г харчових волокон, 0,41 г золи. Плоди ожини містять 610 мг на 100 г α -токоферолу, 128,0 мкг на 100 г β -каротину та 118,0 мкг на 100 г лютеїну + зеаксантину. Антоціани — це червоні, сині, іноді фіолетові пігменти, які містяться в різних рослинах, таких як овочі, квіти та фрукти, особливо ягоди. Крім того, кольорові пігменти антоціанів з ягід є сильними антиоксидантами і, крім того,

можуть використовуватися як природні барвники та харчові барвники, через їх інтенсивне забарвлення. Основним антоціаном в ожині є ціанідин 3-глюкозид, на частку якого припадає приблизно 44–95% від загальної кількості, співвідношення наступних антоціанів змінюється залежно від сорту та генотипу. Ожина багата антоціанами, але ці сполуки дуже нестійкі, антоціани мають низьку стабільність на світлі, температурі, кисні, рН, ферментах та інших умовах. Однак антоціани є найважливішими флавоноїдами ожини, відповідальними за колір плодів і їх високу антиоксидантну здатність. Кількість антоціанів в ожині досягає 1004,90 мг 100 г⁻¹ DW ціанідин-3-глюкозиду.

Завдяки високому вмісту біологічно активних сполук, ожина пропонується як потенційний профілактичний засіб проти запалень, серцево-судинних захворювань та раку. Нещодавні дослідження показали, що сік ожини стимулював ріст корисних штамів *Lactobacillus*. Крім того, екстракт ожини продемонстрував віруліцидну активність і пригнічував ранні стадії вірусу простого герпесу типу 1. Фенольні сполуки плодів і екстрактів ожини мають антиоксидантну, протизапальну, протидіабетичну та протимікробну дію. Ці сполуки відіграють вирішальну роль у запобіганні окисного стресу та зниженні ризику таких захворювань, як ішемічна хвороба серця та інсульт.

Ожину споживають у свіжому вигляді або переробляють у вигляді джемів, желе, сиропів, соків, вин, пива, десертів, концентратів для напоїв, соусів, пігментів для харчової промисловості тощо. Під час виробництва соків та інших продуктів промисловість утворює велику кількість відходів, які складаються з м'якоті, шкірки та насіння, які разом називаються вичавками, а вичавки ожини становлять 20% від загальної кількості плодів. Насіння ожини містить олію (жирні кислоти та інші сполуки), яка є ліпофільною фракцією, а інші частини, такі як шкірка та м'якоть, багаті поліфенольними антиоксидантами, антимікробними агентами та пігментами, що робить його гідрофільною фракцією вичавок. Ягідні вичавки є цінним, але маловикористовуваним побічним продуктом виробництва соку. При переробці в стабільний фруктовий порошок склад відрізняється від складу всього фрукта.

4 ВЛАСНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

4.1 Матеріал та методи досліджень

Експериментальна частина роботи виконана на кафедрі технології молока і молочних продуктів Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького впродовж 2023-24 років.

Об'єкт дослідження — технологічний процес виробництва низьколактозного молока;

Предмет дослідження — молоко коров'яче, молоко питне низьколактозне з чорницею.

Методи дослідження — загальноприйняті, хімічні, біохімічні, фізичні

Дослідження показників якості молока-сировини проводили з використанням аналізатора молока ЕКОМІЛК. До переваг цього приладу відносяться широкий діапазон доступних вимірів; можливість додавання опцій аналізу електропровідності (сторонні солі, інгібітори, соматичні клітини), кислотності, лактози, температури; скорочений цикл вимірювання 1 дози (40 секунд); можливість установки програмного забезпечення з системою запам'ятовування результатів (120 вимірювань); сполучення з принтером для роздруківки отриманих даних; функціональна консоль з РК-екраном; надійний, захищений від корозії корпус з зручними ручками для перенесення; простота очищення приймальної камери від жиру, залишків молока.

Цей прилад дозволяє без застосування будь-яких хімічних реактивів провести аналіз якісних показників складу молока за показниками:

- вміст жиру (Fat): $0,1\% - 9,0\% \pm 0,1\%$;
- вміст СЗМЗ (SNF): $6\% - 12\% \pm 0,2\%$;
- густина (Density): $1,020 - 1,040 \text{ г/см}^3 \pm 0.0005 \text{ г/см}^3$;
- білок (Protein): $2\% - 6\% \pm 0,15\%$;
- додана вода (Added water): $0,00 - 60\% \pm 3\%$;
- точка замерзання (Freezing point): $-0,4 - -0,650\text{C} \pm 0,010 \text{ C}$;

– лактоза (Lactose): $0.5 - 7.0\% \pm 0.2\%$;

– кислотність pH: $0.00 - 14\text{pH} \pm 0.05$;

Бактеріальне забруднення визначали редуктазним методом. Сутність полягає в здатності бактерій виділяти ферменти (редуктаза), що володіють окислювально-відновною здатністю знебарвлювати доданий в молоко органічний барвник – резазурин. Ця проба дозволяє швидко визначати весь комплекс бактеріологічних і гігієнічних якостей молока (наявність мікроорганізмів – стрептококів, стафілококів, бактерій групи кишкової палички, лейкоцитів – особливо при захворюванні корів маститом). При цьому молоко повільно змінює свій колір (від блакитного через всі відтінки фіолетового до рожевого, а потім і до білого).

У пробірку налити 1 мл 0,005% розчину резазуріна і 10 мл молока. Пробірку закрити пробкою і повільно від 3 до 4 разів перевернути, не допускаючи струшування. Поставити пробірку в закриту водяну баню або редуктазник при температурі від $+38$ до $+40^{\circ}\text{C}$. Через 20 хв. і 1 год. спостерігати за зміною забарвлення вмісту пробірки. Користуючись таблицею, визначити клас бактеріального забруднення молока.

Кількість соматичних клітин, тис. / см³ визначали із застосуванням автоматичного аналізатора Соматос. Метод заснований на взаємодії препарату «Мастоприм» з соматичними клітинами, в результаті якого змінюється консистенція молока. Прилад дозволяє визначати кількість соматичних клітин в діапазоні від 90 до 1500 тис. / см³.

Для покращення смаку низьколактозного молока як наповнювач обрали чорничний порошок фірми GREENSPRING, яка є провідним світовим постачальником фруктових порошків. Фруктові порошки - це фрукти, які були ліофілізовані або зневоднені, а потім подрібнені в дрібний порошок. На відміну від зелених порошків, які зазвичай є сумішшю різних овочів в одному контейнері, фруктові порошки містять лише один вид фруктів. Фруктові порошки легко зберігати, транспортувати, зберігати та використовувати.

Фруктові порошки містять велику кількість вітамінів і поживних речовин навіть після процесу зневоднення. Однак недоліком фруктових порошків є їх висока калорійність. Свіжі фрукти мають високу калорійність, яка надходить із здорових вуглеводів. Коли фрукти ліофілізують і видаляють воду, вони стають набагато більш концентрованими у вигляді порошку. Оскільки чашка фруктового порошку містить більше, ніж чашка цілого харчового аналога, з'ївши порцію фруктового порошку, ви споживаєте більше калорій, ніж якби з'їли шматочок фрукта. Незважаючи на високу калорійність, фруктові порошки чудово замінюють висококалорійні інгредієнти, такі як цукор.



Mayalact® 5000/2000 - це препарат очищеної лактази виділений з добірних штамів молочних дріжджів *Saccharomyces (Kluyveromyces) marxianus* var. *lactis*. Ці дріжджі, вперше охарактеризовані Бейерінком в 1889 році, добре відомі молочні мікроорганізми, які використовуються у виробництві деяких видів кефіру.

Mayalact® 5000/2000 гідролізує молочний цукор, лактозу, на два моносахариду: глюкозу і галактозу. Ця реакція представлена на рис. 1. Під час реакції одна молекула води пов'язує молекулу цукру. Умови реакції, наприклад,

температура, кислотність, час реакції, концентрація лактози і ферменту визначають швидкість проходження реакції.

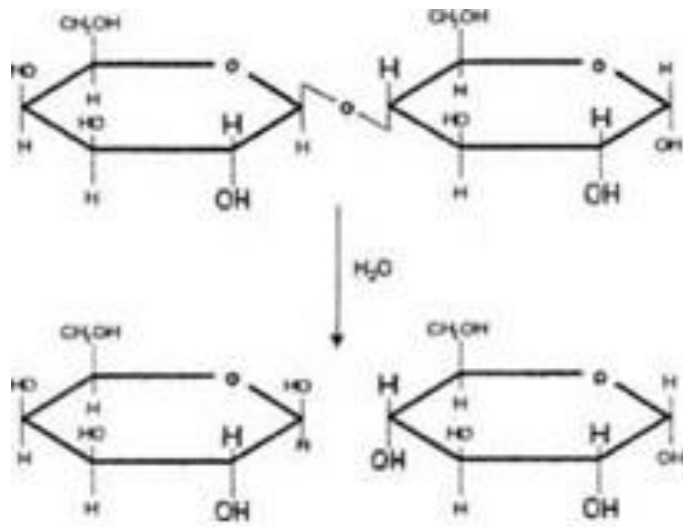


Рис 1. Гідроліз лактози

Найбільш важливими умовами для тривалої ферментативної активності є рН і температура. Важкі метали такі як цинк ($> 5 \times 10^{-4} \text{M}$) і мідь ($> 5 \times 10^{-4} \text{M}$) володіють сильним інгібуючим дією на фермент. Іонногенний або вільний кальцій в більш високих концентраціях ($> 1 \text{СГМ}$) також пригнічує фермент. На відміну від цього, лактазная активність і / або стабільність поліпшується завдяки магнію (10^{-4}M), марганцю (10^{-4}M) і калію (10^{-4}M).

Фосфатні концентрації до 10^{-2}M позитивно впливають на стабільність шляхом зв'язування кальцію. На практиці, присутні як активуючі так і неактивуючі мінерали, і необхідно визначити фактичний вплив металовмісних іонів для кожного субстрату. Однак, для нормального молока або солодкої сироватки немає спеціальних вимог, якщо гідроліз проводиться з використанням обладнання з нержавіючої сталі. Якщо потрібно рН-корекція (як правило, для підвищення рН), рекомендується використовувати гідроксид калію, оскільки калій має сильне підсилює дію на активність.

Визначення вмісту лактози йодометричним методом

1. Підготовка зразка до аналізу. У мірну колбу об'ємом 500 см³ відважують наважку молока масою 25 г з точністю $\pm 0,01$ г або відміряють, піпеткою 25 см³ і перераховують на масу з урахуванням густини молока. Туди ж додають дистильовану воду приблизно до половини об'єму, потім додають 10 см³ розчину Фелінга і 4 см³ 0,1 н розчину КОН. Після кожного додавання рідину ретельно перемішують. Вміст колби доводять до мітки перемішують і залишають на 30 хв. Рідину, що відстоялась, фільтрують у суху колбу через складчастий паперовий фільтр. Перші порції фільтрату 10-20 см³ видаляють. 50 см³ фільтрату переносять піпеткою у конічну колбу ємністю 250-300 см³ з притертим або гумовим корком. Додають 25 см³ 0,1 н розчину йоду і повільно, неперервно перемішуючи, додають 37,5 см³ 0,1 н розчин гідроксиду натрію. Колбу закривають корком і залишають у темному місці на 20 хв за температури 20 °С.

2. Проведення досліджень. Для визначення кількості йоду, що не вступають у реакцію, до суміші вносять піпеткою 8,0 см³ 0,5 н розчину хлоридної кислоти, після чого виділяється вільний йод, який забарвлює фільтрат у чорно-коричневий колір. Через 10 хв йод, що виділився, титрують 0,1 н розчином гіпосульфиту натрію. 1,0 см³ індикатора (0,5 %-й розчин крохмалю) вносять наприкінці титрування, коли забарвлення в реакційній колбі набуває світло-жовтого кольору. Титрування продовжують до моменту зникнення синьо-фіолетового забарвлення. Паралельно проводять контрольний дослід, відміряючи колбу 50 см³ води (замість фільтрату) і виконуючи експеримент у тій самій послідовності, як і в основному досліді.

3. Оброблення результатів аналізу.

Масову частку лактози W_1 , у відсотках, обчислюють за формулою

$$W_1 = (V_0 - V_1) \cdot T_1 \cdot 0,97 \cdot 100 / m,$$

де V_0 – об'єм розчину тіосульфату натрію, витрачений на титрування йоду в контрольному випробуванні, см³ ; V_1 - об'єм розчин тіосульфату натрію, витрачений на титрування фільтрату, см³ ; T_1 - титр розчину тіосульфату натрію, виражений у грамах лактози, $T_1 = 0,1801$ г; 0,97 - емпіричний коефіцієнт; m - маса молока, взята для титрування, яка відповідає 50 см³ фільтрату.

За наважки молока, що дорівнює 25 г, формула для розрахунку лактози такого вигляду:

$$W1 = 0.699 \cdot (V0 - V1).$$

4.2. Результати власних досліджень та їх обговорення

4.2.1. Дослідження якості молока-сировини

Якість сировини є основним чинником, який визначає якість та конкурентоспроможність готової продукції. Якість молока залежить від його виробництва та умов первинної переробки. В нашій державі є добре розвинена молочна промисловість, яка займає 11 % від усієї харчової промисловості і забезпечує населення найважливішими продуктами харчування. Проте в Україні існує проблема як виробництва молока у достатній кількості, так і отримання його високої якості. Це пов'язано з тим, що великий обсяг молока виробляють невеликі приватні ферми або особисті підсобні господарства. Це утруднює впровадження нових технологій на таких об'єктах.

Розробка нового продукту – низьколактозного молока з чорницею – розпочато із порівняльного аналізу якості молока, отриманого в різний період року.

За показники якості молоко повинно відповідати вимогам ДСТУ 3662: 2018 «Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови».

Молоко за органолептичними показниками у різний період відповідало вимогам щодо якості молока і жодних відхилень від стандарту не спостерігалось (табл. 1).

Таблиця 1

Органолептичні показники молока

Назва показника	Характеристика
Консистенція	Однорідна без осаду, пластівців
Смак і запах	Чистий притаманний свіжому молоку, без сторонніх запахів і присмаків

Колір	Від білого до жовтуватого кольору
-------	-----------------------------------

Також досліджували фізико-хімічний склад молока у різний період. Результати наведено у табл.2 .

Таблиця 2

Фізико-хімічні показники молока

Показники	Осінньо-зимовий період	Весняно-літній період
Масова частка жиру, %	3,74	3,54
Масова частка білку, %	3,01	2,99
Масова частка сухих речовин, %	12,2	11,9
Масова частка лактози, %	4,68	4,64
Кислотність °Т	17	18
Група чистоти	1	1
Густина, °А	27,2	27,3
Кількість соматичних клітин, тис. см ³	188	205
Загальне бактеріальне обсіменіння, тис.см ³	70	90

Найбільших сезонних змін зазнає вмісту жиру в - в осінньо-зимовий період на 0,2-0,3% вища, порівняно з весняно-літнім періодом. Таку ж тенденцію спостерігаємо і за масовою часткою білку. Проте слід зазначити, що ці показники відповідали вимогам стандарту.

Слід зазначити, що лактоза менш схильна до сезонних змін і від її вмісту залежить виробництво багатьох молочних продуктів.

Значний вплив на якість молочної продукції має мікрофлора сирого молока. Від її якісного і кількісного вмісту в молоці залежить якість продуктів вироблених з нього. Тому необхідно молоко відразу ж після отримання охолоджувати, не зберігати тривалий час до переробки і строго дотримуватися правил санітарії та гігієни. За бактеріальним обсіменінням молоко відповідає вимогам згідно нормативних документів.

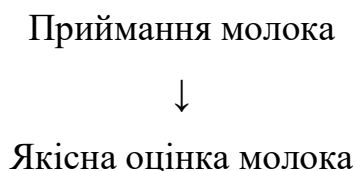
4.2.2. Удосконалення технології низьколактозного молока

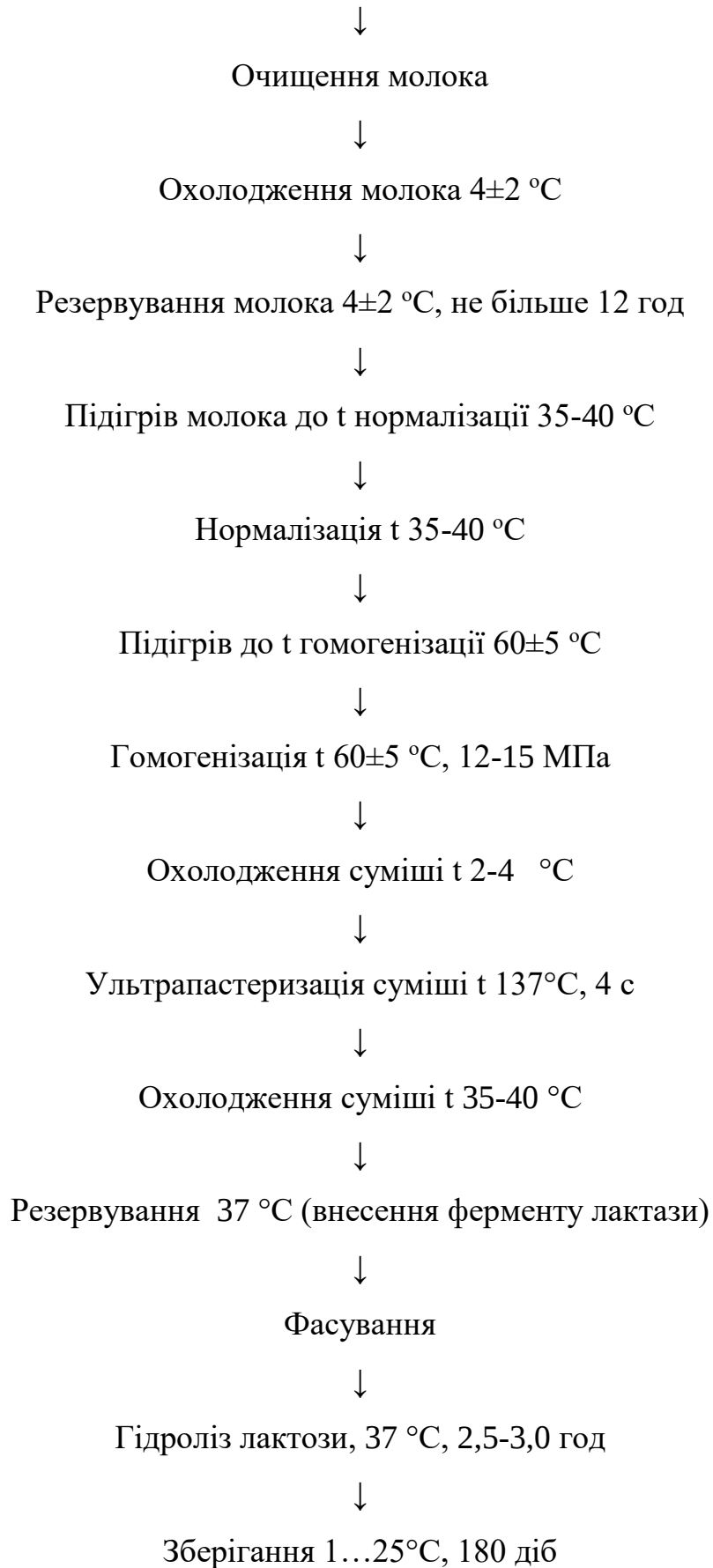
Зміни в технологіях молочних продуктів, їх рецептурах, експортному ринку та очікуваннях споживачів призвели до більшого попиту на молочні продукти, які відповідають високим стандартам якості як на початковому етапі, так і протягом тривалого терміну зберігання. Для постійного виробництва високоякісних молочних продуктів переробники вимагають вищої якості сирого молока, яке можна визначити як (1) повноцінне за складом (наприклад, рівень білка та жиру в межах норми); (2) без сторонніх присмаків і запахів; (3) без видимих залишків інгібіторів, доданої води чи інших домішок; (4) низька загальна кількість бактерій.

Аналіз ринку показав, що найменше кількісно представлена безлактозна продукція. Низьколактозне молоко – це молочний продукт, у якому значно зменшено вміст лактози – молочного цукру. Це робить його придатним для споживання людьми, які страждають на лактазну недостатність, тобто непереносимість лактози.

Технологічний процес виробництва низьколактозного молока складається із операцій аналогічних виробництву питного молока. Особливістю виробництва є внесення лактази у охолоджену пастеризовану суміш перед фасуванням.

Технологічна діаграма низьколактозного молока має такий вигляд:





Сировиною для виробництва низьколактозного молока є молоко-сировина не нижче вищого ґатунку з густиною – не нижче 1028 кг/м^3 та фермент лактаза. Молоко до переробки повинно зберігатися в охолоджену стані. З метою забезпечення ритмічності роботи підприємства, охолоджене молоко накопичується в резервуарі, де регулярно контролюють його температуру $4 \pm 2^\circ \text{C}$ і кислотність та зберігають не більше 12 год.

Нормалізовану суміш на заводі отримують шляхом сепарування на сепараторі-нормалізаторі. Нормалізовану суміш гомогенізують при температурі $60 \pm 5^\circ \text{C}$. За виробництва молока як питного пастеризованого так і низьколактозного теплову обробку поєднують з гомогенізацією. Далі в ультрапастеризаторі нормалізована суміш протягом 4 с нагрівається від 4°C до 137°C , і різко охолоджується знову до $35\text{-}40^\circ \text{C}$.

Охолоджене ультрапастеризоване молоко відправляється за допомогою насоса у резервуар для проміжного резервування, де вносять фермент лактази за температури 37°C , після чого таке молоко відправляється на фасування в тетра пак, ємністю 1000 см^3 .

Для зниження вмісту лактози в молочній сировині ми використовували MAYALACT L 5000 ®. Проте важливо є вибрати оптимальну дозу препарату, температуру внесення та рН молока, а також тривалість процесу гідролізу.

Спираючись на інструкцію застосування препарату слід зазначити, що оптимальна температура 37°C та рН 6,5-7,0.

Найперше слід обрати рекомендовану дозу лактази для подальших досліджень .

У табл. 3 наведено вплив дози препарату лактази на гідроліз лактози.

Ступінь гідролізу лактози залежно від дози ферменту, %

Доза лактази, %	Тривалість гідролізу, год.			
	0,5	1	2	3
0,1	8	35	56	75
0,15	10	40	59	80
0,3	14	43	64	84
0,45	18	52	68	88

Як видно з табл.3 збільшення дози привело і до збільшення гідролізу лактози. При кількості ферменту 0,1% через 1 годин було гідролізовано лише 35 % від початкової кількості лактози, коли кількість ферментів було збільшено до 0,45% за той же період часу гідролізовано 52 % лактози. Використання кількості 0,1 % лактази через 3 год встановлено 75 % гідролізу лактози, тоді як при дозі 0,45 гідроліз досягає 88 %.

Отже, для забезпечення високого ступеня гідролізу лактози (понад 80%) рекомендується при температурі 37 °C застосовувати дозу лактази у кількості 0,45 %. Збільшення дози ферменту є недоцільним, оскільки це буде впливати на собівартість готового продукту, адже вартість препарату є високою.

4.2.3. Покращення сенсорних властивостей і якості молока питного без лактози

Оскільки споживачі легко керуються почуттями, виробники безлактозних молочних продуктів надають великого значення сенсорним властивостям. Вважається, що безлактозні молочні продукти, схожі на знежирене молоко, є більш популярними. Проте доступне молоко без лактози зазвичай використовує лактазу для гідролізу лактози на галактозу та глюкозу, тому воно має тенденцію мати солодший смак, ніж звичайне молоко. Лактаза також може мати протеолітичну активність, яка вивільняє пептиди та вільні амінокислоти, що генерує неензимне потемніння та «неприємний» смак протягом терміну

придатності. Ступінь виявлення протеолізу та псування продукту залежала від використовуваного препарату лактази та його чистоти. Однак дослідження впливу мікробних джерел на протеолітичну активність дуже обмежені. Безлактозне молоко було більш сприйнятливим до реакції Майяра, а зберігання збільшувало гексозилування до одинадцяти разів у безлактозному молоці. Безлактозне молоко також часто описують як таке, що має варений і яєчний смак. Недавнє дослідження також показало, що летючі сполуки сірки, які створюють яєчний смак у молоці, є результатом реакцій Майяра між відновлюючими цукрами (лактозою) та амінокислотами цистеїну та метіоніну. Коли молоко без лактози виробляється періодичним способом, лактаза та її протеолітична активність зникають після термічної обробки. Навпаки, в асептичному процесі лактаза залишається активною протягом усього терміну придатності, що може погіршити якість продукту під час зберігання. Встановлено, що як періодичний, так і асептичний процеси призвели до протеолітичного гідролізу порівняно з УНТ молоком без гідролізу лактози. Однак, коли температура зберігання була нижче 5 °C, протеолітична активність пригнічувалася. Тому використання препаратів лактази високої чистоти та суворий контроль температури зберігання може забезпечити якість безлактозного молока протягом терміну придатності.

У наш час зріс інтерес споживачів до здорової їжі, яка містить корисні функціональні компоненти, що позитивно впливають на фізіологічні функції організму людини. Використання рослинної сировини має широкі перспективи, оскільки вона має велику цінність завдяки поєднанню біологічно та фізіологічно активних компонентів. На основі аналізу літературних даних про біологічно активних речовин у лісових ягодах та їх вплив на організм людини ми обрали чорницю як наповнювач для молока питного.

Для використання обрали чорничний порошок фірми GREENSPRING, яка є провідним світовим постачальником фруктових порошків. Його виготовляють сублімаційним сушінням. Ми його використовуємо для додання кольору та текстури молока питного, використовуючи їх замість штучних ароматизаторів та барвників.

Фруктові порошки зазвичай такі смачні та поживні, тому що вони більш концентровані, ніж цілі свіжі фрукти. Перш ніж подрібнити фрукти в порошок, у процесі сушіння витягується вода, що залишає більш ароматну концентровану м'якоть. Це покращує смак і поживну цінність фруктів.

Отримати чудове харчування означає забезпечити своє тіло потрібними поживними речовинами для підживлення належної імунної системи у відповідь на шкідливі загарбники. Дефіцит основних поживних речовин може вплинути на реакцію імунної системи організму. Наприклад, ліофілізований чорничний порошок містить оптимальну комбінацію незамінних амінокислот, поліфенолів, флавоноїдів, заліза, магнію, калію, кальцію та вітамінів B1, B2, B3, C та E. Такі поживні речовини можуть допомогти імунній системі захищати здорові клітини, підтримує ріст і активність імунних клітин і навіть може виробляти антитіла. Ті, хто не отримує достатньо поживних речовин, таких як ці, можуть мати більший ризик бактеріальних, вірусних та інших інфекцій.

Чорничний порошок є чудовим джерелом розчинної та нерозчинної клітковини, яка може підтримувати здоров'я травної системи та діяти як пребіотики для живлення ваших пробіотиків, що призводить до загального здоров'я травної системи.

При виборі дози внесення чорничного порошку визначальними були такі фактори

- Бажана інтенсивність смаку: чим більше порошку, тим насиченішим буде ягідний смак.
- Солодість складових продукту: низьколактозне молоко є більш солодким від звичайного.
- Кислотність порошку: деякі порошки можуть бути більш кислими, ніж інші, що також впливає на смак.
- Консистенція готового продукту: більша густина - більше порошку.

Чорничний порошок додавали у різних кількостях – 1,5; 3,0; 4,5%.

Оптимальну дозу визначили після дегустаційної оцінки. Усі підготовлені зразки молока низьколактозного з чорницею оцінювали через добу після

виготовлення. Комісія дегустаційна, яка складалася із викладачів кафедри технології молока і молочних продуктів та технолога ПРАТ «Дубномолоко».

Експериментальні зразки були зашифровані і представлені учасникам дегустації при кімнатній температурі у скляних банках об'ємом 150 мл при денному світлі. Оцінювання здійснювали за зовнішнім виглядом, смак і запахом, колір.

Розроблена 5-ти бальна шкала для оцінки сенсорних властивостей, яка наведена у табл.4.4.

Таблиця 4.4.

**Шкала для оцінювання органолептичних показників молока
низьколактозного з чорницею**

Показники	Бали			
	5	4	3	1-2
Зовнішній вигляд	Однорідна рідина, без пласківців білка та грудочок жиру, з незначним осадом		Наявний осад	Наявний значний осад
Смак і запах	Чистий, в міру солодкий, насичений смак і аромат чорниці		Чистий, в міру солодкий, легкий ягідний відтінок наповнювача	Негармонічний, чужорідний смак і аромат
Колір	Світло-фіолетовий, рівномірний за всією масою		Занадто насичений колір наповнювач, темно-фіолетовий	

Отже, загальна оцінка готового продукту має бути у кількості 15 балів за зовнішній вигляд, запаху, консистенцію та смак.

У табл. 4.5. за результатами дегустації наведена бальна оцінка дослідних зразків молока низьколактозного з чорницею

Бальна оцінка дослідних зразків

Зразок	Зовнішній вигляд	Смак і запах	Колір	Всього
1	4	5	5	14
2	3	4	4	11
3	2	3	3	8

Отримані дані дозволили встановити, що зразки №2 та №3 низьколактозного молока з чорницею не є органолептично придатними. Зокрема, ці зразки мали значний осад, інтенсивно насичений колір та негармонійний смак і аромат.

У всіх зразках добре виражений солодкий смак завдяки гідролізу лактози. Лактоза за хімічною будовою є дисахаридом і при дії лактази розщеплюється на глюкозу та галактозу. Моносахариди мають вищий ступінь солодкості порівняно з лактозою, а саме солодкість для галактози становить 32 %, для глюкози 74 %, а для лактози лише 16 %. Такий продукт не потребує внесення цукру і може бути рекомендований і для осіб з цукровим діабетом.

Підсумовуючи результати досліджень, можна зробити висновок, що новий продукт (виготовлений за зразком №1) може бути конкурентноспроможним на ринку, оскільки має високі смакові якості).

4.2.4. Дослідження основних фізико-хімічних та мікробіологічних показників готового продукту

Молоко низьколактозне з чорницею - це продукт, отриманий шляхом додавання до пастеризованого молока чорничного молока та лактази.

В світі єдиного стандарту на низьколактозні та безлактозні продукти немає. Наприклад, в Німеччині безлактозним вважається молоко, вміст лактози в якому менше 0,1%, а в сусідній Швейцарії-0,05% та менше. В Україні згідно зі Зміною №2 до ДСТУ 2212:2000 подано таке визначення вказаних продуктів:

«молоко низьколактозне – це молоко, в якому частково гідролізована або частково видалена лактоза», молоко безлактозне – молоко в якому повністю гідролізована або вилучена лактоза».

Фізико-хімічні показники молока з наповнювачами залежать від кількості та виду доданих компонентів, а також від технології виробництва. Основні з них: густина, яка змінюється залежно від вмісту жиру, білка та кількості доданих наповнювачів; кислотність, яка підвищується через додавання кислотних фруктів або ягід; вміст жиру, який може бути різним, залежно від вмісту жиру у нормалізованій суміші; вміст білка, який залишається приблизно таким же, як і в звичайному молоці, але може дещо змінитися в залежності від доданих компонентів; вміст вуглеводів, який значно збільшується за рахунок додавання фруктози, глюкози та інших цукрів, що містяться в наповнювачах.

На заключного етапі досліджень проводили визначення основних фізико-хімічних та мікробіологічних показників вимогам до молока питного за ДСТУ 2661-94.

У табл. 4.6. наведені органолептичні показники готового продукту

Таблиця 4.6

Органолептичні показники молока низьколактозного з чорницею

Назва показника	Характеристика
Зовнішній вигляд і консистенція	Однорідна рідина з незначним осадом
Смак і запах	Чистий, солодкуватий, насичений смак і аромат чорниці
Колір	Світло-фіолетовий

У табл. 4.7. наведені основні фізико-хімічні показники готового продукту.

Таблиця 4.7

Фізико-хімічні показники молока низьколактозного з чорницею

Назва показника	Значення за ДСТУ	Значення
Масова частка жиру, %	2,5	2,5
Кислотність, °Т	21	20
Густина, г/см ³	1,027	1,026
Ступінь чистоти, група	I	I
Температура, °С	4±2	6
Ферменти фосфатаза і пероксидаза	Відсутні	Відсутні

Мікробіологічні показники молока з наповнювачами повинні відповідати вимогам нормативної документації. Основні показники, які контролюються, це загальна кількість мікроорганізмів, кишкова паличка, патогенні мікроорганізми, дріжджі та плісняви.

У табл.4.8 наведені основні мікробіологічні показники готового продукту.

Таблиця 4.8

Мікробіологічні показники молока низьколактозного з чорницею

Найменування показника	Значення за ДСТУ	Значення
БГКП в 0,1 см ³	Не допускається	Не виявлено
Патогенні мікроорганізми, в тому числі Сальмонела, 25 см ³	Не допускається	Не виявлено
КМАФАМ в 1 г	10 ⁵	0,9х10 ⁵

Регулярний контроль фізико-хімічних та мікробіологічних показників молока з наповнювачами є гарантією безпеки та якості продукту. Це дозволяє

виявити можливі відхилення від норм і вжити необхідних заходів для їх усунення.

Отже, молоко з наповнювачами - це смачний і корисний продукт, який може бути різноманітним за своїм складом і властивостями. Для забезпечення високої якості цього продукту необхідно дотримуватися всіх технологічних вимог і проводити регулярний контроль.

4.2.5. Розроблення план НАССР для виробництва низьколактозного молока із зазначенням критичних точок контролю

Інноваційні та функціональні молочні продукти є однією з найцінніших частин молочної промисловості та сприяють здоров'ю людини, зменшуючи ризик захворювань і змінюючи мікробіоту товстої кишки.

Молочні продукти широко споживаються через їх здоровий поживний вміст, сенсорні властивості та сумісність з різними дієтами. Низьколактозне молоко з чорницею є новим продуктом, проте популярним у всьому світі, що пов'язано з великим відсотком людей із непереносимістю лактози.

Через різні форми, виробничі процеси та компоненти низьколактозного молока з чорницею, а також різноманітні уподобання споживачів, стандартизувати якість складно. У молочних продуктах більшість проблем щодо безпеки пов'язана з наявністю забруднення в молоці, включаючи залишки ветеринарних препаратів, хімічні забруднювачі, патогени (такі як *Escherichia coli*, *Salmonella* spp. I *Listeria monocytogenes*), агенти псування (такі як цвіль), анаеробні спороутворюючі бактерії (такі як *Clostridium tyrobutyricum*) і аеробні спороутворюючі бактерії (такі як *Stearothermophilus* і *Bacillus cereus*). Сьогодні молоко та молочні продукти широко доступні, і ці забруднювачі можуть загрожувати здоров'ю багатьох людей. Таким чином, виробництво безпечної та високоякісної молочної продукції може сприяти захисту здоров'я населення та задовольнити споживачів

Безпека харчових продуктів вимагає відповідності належній виробничій практиці, яка, як правило, потребує системи управління безпекою харчових продуктів і санітарно-стандартної операційної процедури, а також належної

гігієнічної практики, яку також називають програмами передумов для роботи та дотримання принципів аналізу небезпек критичних контрольних точок (НАССР).

Програма НАССР — це глобальний підхід до управління ризиками, призначений для виявлення та прогнозування потенційних небезпек на кожному етапі виробництва харчових продуктів, від ферми до вилки). Витоки НАССР сягають 1960-х років під час співпраці між компанією Pillsbury, лабораторіями армії США в Нейтік і NASA для розробки інструменту для моніторингу та управління безпекою харчових продуктів у пілотованих космічних місіях. Пізніше НАССР був стандартизований Codex Alimentarius у 1996 році і в даний час широко використовується для забезпечення безпеки харчових продуктів, оскільки він підтримує, ідентифікує, оцінює, контролює та контролює кожен етап виробництва.

НАССР вважається синонімом безпеки харчових продуктів і спочатку був розроблений як програма «нульових дефектів». Це науковий метод, який систематично використовується для виявлення ризиків безпеки харчових продуктів і запобігання споживанню небезпечних харчових продуктів. НАССР наголошує на профілактичних заходах замість того, щоб залежати від оцінки кінцевого продукту для контролю, і на додаток до ідентифікації та запобігання небезпеці, рекомендує запобіжні заходи для її контролю. Немає сумніву, що НАССР є добре відомим, ефективним і профілактичним методом управління безпечністю харчових продуктів. Після його впровадження в галузі основні переваги та бар'єри, пов'язані з НАССР, визначаються та обговорюються.

В даний час система НАССР була прийнята багатьма країнами та міжнародними організаціями, такими як ВООЗ і ФАО. В основі програми НАССР визначено 7 принципів в Кодексі Аліментаріус (Codex Alimentarius), який надалі скорочено називається класичним НАССР.

Впровадження НАССР у виробництві низьколактозного молока з чорницею є одним із найефективніших методів забезпечення безпеки готового продукту.

У табл. 4.9 представлено основні фактори, які впливають на забруднення нових продуктів.

Таблиця 4.9

Оцінка факторів, які впливають на забруднення готового продукту

Окремі показники, які ведуть до забруднення готових продуктів	
Основна та допоміжна сировина	Потенційно можуть бути заражені: молоко незбиране, чорничний порошок та лактаза
Працівники	Носії інфекцій, зокрема інфіковані гепатитом А або дизентерією; відкриті рани та порізи
Взаємне забруднення	Забруднення, що перехресшуються з готовим продуктом через сирі продукти, руки робітників, обладнання та посуд
Зберігання	Забруднене під час зберігання (конденсація, взаємне забруднення, попадання води з обладнання або в тару)
Окремі показники, які впливають на розвиток та ріст мікроорганізмів та продуктів їх життєдіяльності	
Вологість	Невідповідність вологи в сировині
Зберігання	Зберігання продукту при невідповідних температурах
Охолодження	Невідповідність охолодження харчових продуктів
Строк зберігання	Зберігання довше рекомендованого терміну

Згідно «дерева рішень», який використовуємо для визначення критичних точок виробництва продукції, зробимо аналіз визначених ризиків при веденні технологічного процесу виробництва низьколактозного молока.

Критичні контрольні точки відносяться до етапів, на яких ризики можуть виникнути з більшою ймовірністю, і їх необхідно ретельно контролювати. Дерево рішень Кодексу є практичним підходом, який зазвичай застосовують команди НАССР.

Моніторинг є хорошою гарантією того, що критичний ліміт на кожному окремому ККТ може постійно виконуватися. Крім того, моніторинг містить організовану систему вимірювань або спостережень щодо критичних меж, щоб визначити, чи повністю контролюється ККТ. Відхилення в ККТ можуть виникати через різні причини, такі як збої в моніторингу, відсутність достатнього обладнання та проблеми з постачальниками

На цьому етапі ми розглядали поетапне розроблення та впровадження системи НАССР при виробництві низьколактозного молока з чорницею. За допомогою «дерева рішень» було встановлено критичні точки контролю на кожному етапі виробництва:

- КТК -1- « Приймання сировини »;
- КТК -2- « Теплова обробка»;
- КТК -3- « Внесення чорничного порошку»;
- КТК -4- « Охолодження і зберігання готового продукту».

Для кожної критичної точки була розроблена система моніторингу для проведення планового порядку спостережень і вимірювань, та своєчасного виявлення порушень критичних границь, а також встановлені коригувальні дії. У табл. 4.10 наведено план впровадження системи НАССР на підприємстві, де буде виготовлятися ця продукція.

Зробивши аналіз існуючих критичних аспектів виготовлення продуктів можна зазначити, що найбільш небезпечними є операції вхідного контролю сировини, тепла обробка і гідроліз лактози після охолодження молока.

Впровадження НАССР відіграє важливу роль у вдосконаленні тактики моніторингу та підтвердження даних, що призводить до ефективності контролю

обробки. Моніторинг може здійснюватися в автономному режимі, коли коригувальна дія може включати відхилення кожного залученого продукту, або в режимі онлайн за допомогою автоматизованих коригувальних дій, таких як пристрої для відведення потоку на пастеризаторах.

РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ

Функціонування підприємства супроводжується безперервним круговоротом коштів, який здійснюється у вигляді витрат ресурсів і одержання доходів, їхнього розподілу та використання. При цьому визначаються джерела коштів, напрямки та форми фінансування, оптимізується структура капіталу, проводяться розрахунки з постачальниками матеріально-технічних ресурсів, покупцями продукції, державними органами, персоналом підприємства тощо. Усі ці грошові відносини становлять зміст фінансової діяльності підприємства.

- вибір оптимальних умов фінансування, структури капіталу підприємства і напрямків його використання з метою забезпечення стабільно високої прибутковості;

- балансування в часі надходжень і витрат платіжних засобів;
- підтримування належної ліквідності і своєчасності розрахунків.

Головний зміст фінансової діяльності підприємства полягає в належному забезпеченні фінансування.

Відповідно до джерел коштів фінансування поділяється на внутрішнє і зовнішнє.

Внутрішнє фінансування здійснюється за рахунок коштів, одержаних від діяльності самого підприємства: прибуток, амортизаційні відрахування, виручка від продажу чи здавання в оренду майна.

Зовнішнє фінансування використовує кошти не пов'язані з діяльністю підприємства: внески власників у статутний капітал, кредит, зобов'язання боржників, державні субсидії тощо.

Треба також розрізняти фінансування за рахунок власних і залучених коштів. До залучених належать кредит або інші боргові зобов'язання. Решта коштів виступає як власний капітал. Повинне бути оптимальне співвідношення власного і залученого капіталу.

Важливою формою фінансування є кредит – платне надання грошей або інших цінностей у борг на певний час. Залучення кредитних коштів розширює фінансові можливості підприємства.

Важливим інструментом управління фінансами підприємства є фінансовий план. Основна мета складання фінансового плану – узгодження доходів із витратами в плановому періоді.

Фінансовий план підприємства складається у формі балансу доходів і витрат. У складі доходів основними джерелами є надходження від стабільних власних джерел – прибуток та амортизаційні відрахування.

Прибуток є основним джерелом фінансування розвитку підприємства, удосконалення його матеріально-технічної бази, забезпечення всіх форм фінансування. Уся діяльність підприємства спрямовується на те, щоб забезпечити зростання прибутку або принаймні стабілізацію його на певному рівні.

Згідно з «Основними положеннями про склад витрат виробництва та формування фінансових результатів на підприємствах і в організаціях України» (Затвердженими постановою КМ України від 19 вересня 1993 р. № 764) до собівартості продукції включаються такі види витрат, згруповані за їх економічним змістом:

- матеріальні витрати;
- виплати на оплату праці;
- відчислення на соціальні заходи;
- амортизація основних фондів;
- інші витрати.

Таким чином, собівартість включає два основних ціноутворюючих елементи: вартість сировини та продукції за роздрібними цінами (за винятком торговельної надбавки) та витрати виробництва, обігу та організації споживання.

Найбільшу питому вагу в собівартості мають витрати на сировину, що залежать від норм закладання сировини на одиницю виробу, його кондиції, сорту, ціни, способів обробки та норм відходів.

Нині вартість матеріальних ресурсів формується виходячи з вільних цін, за якими сільськогосподарські та промислові підприємства реалізують сировину. Сюди також включаються: вартість послуг товарних бірж (включаючи брокерські послуги); митний збір; витрати на транспортування зберігання та доставку, якщо вони здійснюються сторонніми організаціями.

Собівартість продукції є, поряд з прибутком і рентабельністю, важливим узагальнюючим якісним показником. Значну роль для отримання більшого прибутку відіграють скорочення витрат виробництва й обігу, раціональне використання сировини та продуктів, зниження відходів. Звідси витікає важливість і необхідність аналізу й економічного обґрунтованого планування витрат виробництва й обігу, їх всесторонній аналіз допомагає визначити доцільність виробничих витрат, виявити невикористані резерви економії.

На рівень витрат виробництва й обігу впливають різні чинники, що залежать від діяльності підприємств.

До чинників, що залежать від діяльності даного підприємства належать: обсяг, склад і структура товарообігу, використання напівфабрикатів, рівень продуктивності праці та ступінь її механізації, категорія підприємства, форми та рівень організації виробництва й обслуговування споживачів, раціональне використання основних і обігових фондів та ін.

До чинників, що не залежать від діяльності даного підприємства належить, насамперед, зміна вільних відпускних цін на сировину та товари. Зміна цін впливає на абсолютну величину товарообігу, а відповідно, на відносний рівень витрат виробництва й обігу. Істотно впливає на витрати зміна тарифів на залізничні, водні й автомобільні перевезення; орендні ставки; відсоток за кредит; митні збори.

Значно впливає на витрати виробництва й обігу обсяг товарообігу. Із зростанням обсягу товарообігу збільшується абсолютна величина витрат, однак їх відносний рівень знижується, зменшення обсягу товарообігу хоча й супроводжується деяким скороченням суми витрат, однак їх рівень підвищується.

Різні статті та елементи витрат залежать від обсягу товарообігу неоднаково. У зв'язку з цим їх умовно поділяють на дві групи: змінні та постійні. До першої групи належать витрати, що знаходяться у прямій залежності від обсягу товарообігу: транспортні витрати, заробітна плата працівників, що виплачується в залежності від обсягу товарообігу; витрати на дообробку, досортування, пакування та зберігання продукції; природні витрати сировини та товарів; паливо, пара, електроенергія для виробничих потреб; витрати на тару; відсотки за кредит і деякі витрати, що відображаються у статті «Інші витрати».

До другої групи належать витрати, не пов'язані чи мало пов'язані з обсягом товарообігу: заробітна плата згідно з твердими окладами (ставкамі); орендна плата; утримання приміщень і деякі інші. Розрахунок собівартості продукції здійснюється на основі калькуляції витрат. Основними елементами витрат, як зазначалось вище, є витрати сировини та товарів, а також витрати виробництва й обігу. Для зручності обліку витрат і віднесення їх до собівартості певного виду продукції, всі витрати поділяють на прямі та посередні.

Прямі витрати — це ті, що можуть бути безпосередньо віднесеними на який-небудь вироб або цех. До них належать такі витрати цехів: заробітна плата та відрахування на соціальне страхування; витрати на оренду приміщень та інвентаря; амортизація основних фондів; витрати на поточний ремонт; зношення одягу та малоцінних предметів; паливо, пара, електроенергія для виробничих потреб, витрати на утримання холодильних установок; витрати на тару та інші витрати.

Посередні (загальнофабричні) витрати спочатку розраховуються в цілому, а потім умовно розподіляються між різними видами виробів, що випускаються, або цехами. До них належать: заробітна плата управлінського персоналу підприємства з відрахуваннями на соціальне страхування; амортизація, поточний ремонт будівель і споруд; утримання приміщень; інші витрати (канцелярські, поштово-телеграфні, витрати на відрядження та ін.).

Тому було розраховано техніко-економічні показники, які наведено у табл.5.1.

Таблиця 5.1

Техніко – економічні показники

№ п/п	Назва показників	Одиниці виміру	Фактичні значення
1	Собівартість	грн./1т	34000
2	Відпускна ціна	грн./1т	42000
3	Прибуток	грн./1т	8000
4	Рентабельність	%	26,6

Як видно із розрахунків, виготовлення низьколактозного молока з чорницею є вигідним для промислового виробництва.

ВИСНОВКИ

1. Вивчено теоретичні основи гідролізу лактози, проаналізовано ринок безлактозних продуктів в Україні та світі.
2. Представлено опис диких ягід як наповнювачів для молочних продуктів завдяки їх хорошим смаковим якостям та підвищеній біологічній цінності. Обрано чорницю як сировину з високим вмістом біологічно активних речовин.
3. Досліджено хімічний склад та фізико-хімічні показники молока у різний період року.
4. Обґрунтовано використання чорничного порошку фірми GREENSPRING, яка є провідним світовим постачальником фруктових порошоків та препарату очищеної лактази Mayalact® 5000/2000. Досліджено та визначено оптимальні дози цих препаратів.
5. Описано основні технологічні операції виробництва низьколактозного молока з чорницею, досліджено його органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні показники.
6. Розроблено план впровадження системи НАССР для виробництва готових продуктів із зазначенням критичних точок контролю.
7. Розраховано економічну ефективність від впровадження нових розробок.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гаваза Є.В. Світовий ринок молока і молокопродуктів: тенденції та перспективи для України. Економіка АПК. 2015. №7. С.106–113
2. Гаврилко П.П. Деякі аспекти використання дикорослих рослин у харчуванні та народній медицині. // Сучасні аспекти збереження людини: матеріали міжнародної міждисциплінарної наук.-практ. конф., сан. «Квітка полонини» 17-18 квітня 2015 року. ред.. проф.. Т.М.Ганича. Ужгород: ДНВЗ «УжНУ», 2015 348с.
3. Глущенко Л. Перспективи використання лікарських рослин у функціональному харчуванні / Л. Глущенко // Вісник Львівського університету. Серія біологічна. 2016. Вип. 73. С. 437. [Електронний ресурс].- Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VLNU_biol_2016_73_119
4. Зміна №2 до ДСТУ 2212:2000 Молочна промисловість. Виробництво молока та кисломолочних продуктів. Терміни та визначення понять. [Чинний від 2014-04-01]. Вид. офіц. Київ: Мінекономрозвитку України, 2013. 8с.
5. Зубар Н. М. Теоретичні основи харчових виробництв: підручник. Київ: Видавничий дім «Кондор», 2020. 304 с.
6. Іванов С. В., Грек О. В., Осьмак Т. Г. Молокопереробка. Промисловий інжиніринг : підручник. Київ : НУХТ, 2017. 275 с
7. Інноваційні технології харчової продукції функціонального призначення: монографія. Частина1. / О.І. Черевко та ін.; за ред. О.І. Черевка, М.І. Пересічного. Х.: ХДУХТ, 2017. 940 с.
8. Карпенко А. В. Управління якістю продукції як ключовий фактор забезпечення конкурентоспроможності продукції молокопереробних підприємств. Економіка та управління підприємствами. 2017. С. 345–350.
9. Машкін М. І., Париш Н. М. Технологія виробництва молока і молочних продуктів: навч. видання. К.: Вища освіта, 2006. 351 с.
10. Мікробіологія молока і молочних продуктів з основами ветеринарно-санітарної експертизи : навч. посібник / О. М. Бергілевич [та ін.] ; ред. В. В. Касянчук. Суми : Університетська книга, 2010. 320 с.

11. Підвищення конкурентоспроможності підприємства молочної промисловості, за рахунок впровадження системи НАССР / Одарченко А. М., Сподар К. В., Карбівнича Т. В., Албатова Я. Ю. Молодий вчений. 2016. №. 40. С. 908–912.

12. Постанова Кабінету Міністрів України від 31 жовтня 2018 р. № 896 Деякі питання здійснення планових заходів державного контролю Державною службою з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/896-2018-п> (Дата звернення: 10.10.2022).

13. Потемська О.І., Кігель Н.Ф., Даниленко С.Г., Копилова К.В. β -галактозидазна активність бактерій як критерій відбору штамів до складу бактеріальних препаратів. Харчова наука і технологія. 2017. 11(3). Р. 35-40.

14. Савченко О.А. Грек О.В., Красуля О.О. Сучасні технології молочних продуктів. К.: Компрінт, 2018. 218. 21 с

15. Система аналізу ризиків і критичних точок НАССР. Рекомендації для молокозаводів / Міжнародна асоціація виробників молочної продукції, 2009. 303 с.

16. Скорчено, Т. А. Технологія незбираномолочних продуктів: Навчальний посібник [Текст] / Т. А. Скорчено, Г. Є. Поліщук, О. В. Грек, О. В. Кочубей / За редакцією Т. А. Скорчено – Вінниця: Нова книга, 2005. 264 с.

17. Соломон А. М., Казмірук Н. М., Тузова С. Д. Мікробіологія харчових виробництв: навчальний посібник для студентів напряму підготовки «Харчові технології». Вінниця: РВВ ВНАУ, 2020. 312 с.

18. Трубнікова А.А., Чабанова О.Б., Шарахматова Т.Є., Бондар С.М., Савчак Є.М. Розробка технології низьколактозного морозива на основі безлактозного концентрату маслянки. Вісник НТУ «ХП», серія: Нові рішення в сучасних технологіях. 2018. С. 214–227.

19. Хомич Г. П. Фенольні сполуки дикорослих плодів і ягід: склад, властивості, зміни при переробці : монографія / Г. П. Хомич, Л. В. Капрельянц. – Полтава : ПУЕТ, 2013. – 217 с.

20. Хомич Г. П. Дослідження флавоноїдів у ягодах чорниці та продуктах її переробки / Г. П. Хомич, Л. В. Капрельянц, С. А. Земелєв. – Донецьк : ДонНУЕТ, 2011. – № 4 (13). – С. 52–55.

21. Storhaug, C.L.; Fosse, S.K.; Fadnes, L.T. Country, regional, and global estimates for lactose malabsorption in adults: A systematic review and meta-analysis. *Lancet Gastroenterol. Hepatol.* 2017, 2, 738–746.

22. Li, A.; Zheng, J.; Han, X.; Jiang, Z.; Yang, B.; Yang, S.; Zhou, W.; Li, C.; Sun, M. Health implication of lactose intolerance and updates on its dietary management. *Int. Dairy J.* 2023

23. Sharp, E.; D’Cunha, N.M.; Ranadheera, C.S.; Vasiljevic, T.; Panagiotakos, D.B.; Naumovski, N. Effects of lactose-free and low-lactose dairy on symptoms of gastrointestinal health: A systematic review. *Int. Dairy J.* 2021, 114, 104936.

24. Taeger, M.; Thiele, S. Additional costs of lactose-reduced diets: Lactose-free dairy product substitutes are a cost-effective alternative for people with lactose intolerance. *Public Health Nutr.* 2021, 24, 4043–4053

25. Szabó, E.; Szakos, D.; Kasza, G.; Ózsvári, L. Analysis of the target group of lactose-free functional foods for product development. *Acta Aliment.* 2021, 50, 153–161.

26. Mygdalia, A.; Sfetsas, T.; Dimitropoulou, G.; Zioupou, S.; Mitsopoulos, T.; Lithoxopoulos, P.; Ioannou, C.; Katsantonis, D. Recipe for Brown Rice Milk-based Vegan Ice Cream. *Asian Food Sci. J.* 2023, 22, 33–39.

27. Suri, S.; Kumar, V.; Prasad, R.; Tanwar, B.; Goyal, A.; Kaur, S.; Gat, Y.; Kumar, A.; Kaur, J.; Singh, D. Considerations for development of lactose-free food. *J. Nutr. Intermed. Metab.* 2019, 15, 27–34

28. Bartuzi, M.; Szamocka, M.; Ukleja-Sokołowska, N. Social and economic difficulties of patients with food intolerances. *Adv. Dermatol. Allergol./Postępy Dermatol. I Alergol.* 2023, 40, 298–307

29. López Ruiz, Á.L.; Ruiz Morales, F.d.A.; Ruiz Pérez-Cacho, P.; Galán-Soldevilla, H. Effect of Lactose-Reduction in Murciano-Granadina Semi-

Hard Goat Cheese on Physicochemical and Sensory Characteristics. *Foods* 2023, 996.

30. Vasudha, M.; Gayathri, D. Kinetic and modeling analyses of lactose-hydrolyzing β -galactosidase from *Lactiplantibacillus plantarum* GV54. *World Acad. Sci. J.* 2023, 1023

31. Kızıldağ, S.; Işık, C.; Teke, M. Milk lactose removal by β -galactosidase immobilized on eggshell membrane. *Eur. Food Res. Technol.* 2023, 1–12.

32. Anguita-Ruiz, A.; Aguilera, C.M.; Gil, Á. Genetics of lactose intolerance: An updated review and online interactive world maps of phenotype and genotype frequencies. *Nutrients* 2020, 12, 2689.

33. Chin, E.L.; Huang, L.; Bouzid, Y.Y.; Kirschke, C.P.; Durbin-Johnson, B.; Baldiviez, L.M.; Bonnel, E.L.; Keim, N.L.; Korf, I.; Stephensen, C.B. Association of lactase persistence genotypes (rs4988235) and ethnicity with dairy intake in a healthy US population. *Nutrients* 2019, 11, 1860.

34. Ingram, C.J.; Elamin, M.F.; Mulcare, C.A.; Weale, M.E.; Tarekegn, A.; Raga, T.O.; Bekele, E.; Elamin, F.M.; Thomas, M.G.; Bradman, N. A novel polymorphism associated with lactose tolerance in Africa: Multiple causes for lactase persistence? *Hum. Genet.* 2007, 120, 779–788.

35. Pinto, J.C.; Oliveira, S.; Teixeira, S.; Martins, D.; Fehn, A.M.; Aço, T.; Gayà-Vidal, M.; Rocha, J. Food and pathogen adaptations in the Angolan Namib desert: Tracing the spread of lactase persistence and human African trypanosomiasis resistance into southwestern Africa. *Am. J. Phys. Anthropol.* 2016, 161, 436–447.

36. Labrie, V.; Buske, O.J.; Oh, E.; Jeremian, R.; Ptak, C.; Gasiūnas, G.; Maleckas, A.; Petereit, R.; Žvirbliene, A.; Adamonis, K. Lactase nonpersistence is directed by DNA-variation-dependent epigenetic aging. *Nat. Struct. Mol. Biol.* 2016, 23, 566–573.

37. Lopera-Maya, E.A.; Kurilshikov, A.; van der Graaf, A.; Hu, S.; Andreu-Sánchez, S.; Chen, L.; Vila, A.V.; Gacesa, R.; Sinha, T.; Collij, V. Effect

of host genetics on the gut microbiome in 7738 participants of the Dutch Microbiome Project. *Nat. Genet.* 2022, 54, 143–151.

38. Bonder, M.J.; Kurilshikov, A.; Tigchelaar, E.F.; Mujagic, Z.; Imhann, F.; Vila, A.V.; Deelen, P.; Vatanen, T.; Schirmer, M.; Smeekens, S.P. The effect of host genetics on the gut microbiome. *Nat. Genet.* 2016, 48, 1407–1412.

39. Kurilshikov, A.; Medina-Gomez, C.; Bacigalupe, R.; Radjabzadeh, D.; Wang, J.; Demirkan, A.; Le Roy, C.I.; Raygoza Garay, J.A.; Finnicum, C.T.; Liu, X. Large-scale association analyses identify host factors influencing human gut microbiome composition. *Nat. Genet.* 2021, 53, 156–165.

40. Moon, J.-Y.; Wang, Z.; Usyk, M.; Vazquez-baeza, Y.; Isasi, C.R.; Mossavar-Rahmani, Y.; McDonald, D.; Sotres-Alvarez, D.; Daviglus, M.L.; Cai, J. Abstract P459: Milk Intake, Host LCT Genotype and Gut Bifidobacteria in Relation to Obesity: Results from the Hispanic Community Health Study/Study of Latinos (HCHS/SOL). *Circulation* 2020, 141, AP459.

41. Obermayer-Pietsch, B.M.; Bonelli, C.M.; Walter, D.E.; Kuhn, R.J.; Fahrleitner-Pammer, A.; Berghold, A.; Goessler, W.; Stepan, V.; Dobnig, H.; Leb, G. Genetic predisposition for adult lactose intolerance and relation to diet, bone density, and bone fractures. *J. Bone Miner. Res.* 2004, 19, 42–47.

42. Wang, X.; Wang, Y.H.; Yang, H.X.; Chuang, S.C.; Zhou, C.F.; Yu, X.; Zhang, H. *Lysobacter lactosilyticus* sp. nov., a Novel beta-Galactosidase Producing Bacterial Strain Isolated from Farmland Soil Applied with Amino Acid Fertilizer. *Curr. Microbiol.* 2022, 80

43. Rizzo, P.; Harwood, W.; Drake, M. Consumer desires and perceptions of lactose-free milk. *J. Dairy Sci.* 2020, 103, 6950–6966.

44. Rao, P.S.; Singh, P.; Sharma, V.; Arora, S. Traditional analytical approaches for lactose residues determination in lactose hydrolysed milks: A review. *LWT* 2021, 151, 112069.