

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до кваліфікаційної роботи
ступеня вищої освіти «Бакалавр»
на тему:

**Удосконалення технології виробництва
пастеризованого молока тривалого зберігання**

Виконала: здобувачка вищої освіти 5 курсу,
групи ХТз-1-22 освітньо-професійної програми «Харчові
технології» зі спеціальності 181 «Харчові технології»

_____ Єлизавета ШМАРЛОВСЬКА

Керівник: _____ Ірина ХОЛОБЦЕВА

Дніпро 2026

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»

Освітньо-професійна програма: «Харчові технології»

Спеціальність: 181 «Харчові технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
харчових технологій,
кандидат технічних наук, доцент
Віталій КОШУЛЬКО

(підпис)

«01» травня 2026 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧЦІ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Шмарловській Єлизаветі Романівні

1. Тема роботи: «Удосконалення технології виробництва пастеризованого молока тривалого зберігання».

Керівник роботи: Холобцева Ірина Петрівна, докторка філософії, доцентка, затверджені наказом закладу вищої освіти від «01» травня 2026 року № 873.

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 12 червня 2026 року.

3. Вихідні дані до роботи: 1. Технологія виробництва питного молока.

2. Наукова, нормативна, навчальна, технологічна, технічна та патентна документація.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Аналітичний огляд літературних джерел. 2 Матеріали і методи досліджень. 3 Експериментальна частина. 4 Охорона праці молочного виробництва. 5 Організаційно-економічна частина. Загальні висновки. Бібліографія.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1 Мета і завдання досліджень. 2 Результати експериментальних досліджень.
3 Картка безпеки праці. 5 Техніко-економічні розрахунки. Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-5	Доцентка Ірина ХОЛОБЦЕВА	01.05.26	12.06.26

7. Дата видачі завдання 01 травня 2026 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	01.05-04.05.26	виконано
2	Аналітичний огляд літературних джерел	05.05-07.05.26	виконано
3	Матеріали і методи досліджень	08.05-14.05.26	виконано
4	Експериментальна частина	15.05-31.05.26	виконано
5	Охорона праці молочного виробництва	01.06-02.06.26	виконано
6	Організаційно-економічна частина	02.06-03.06.26	виконано
7	Формулювання висновків по роботі та списку використаних джерел	04.06-05.06.26	виконано
8	Підготовка демонстраційного матеріалу	05.06-12.06.25	виконано

Здобувачка вищої освіти _____ Єлизавета ШМАРЛОВСЬКА
(підпис)

Керівник роботи _____ Ірина ХОЛОБЦЕВА
(підпис)

РЕФЕРАТ

Тема: «**Удосконалення технології виробництва пастеризованого молока тривалого зберігання**»

Кваліфікаційна робота бакалавра: 67 с., 9 рис., 10 табл., 52 літературних джерела.

Об'єкт дослідження: молоко питне.

Метою роботи є проведення дослідження термостійкості та збагачення кальцієм молока пастеризованого тривалого зберігання.

У роботі розроблено технологічні підходи та обґрунтовано параметри теплової обробки молока для виробництва пастеризованого продукту з пролонгованими термінами зберігання. Доведено доцільність використання солей-стабілізаторів для підвищення термостійкості молока-сировини та запобігання коагуляції білків у процесі обробки. Встановлено ефективність застосування L-лактату кальцію як джерела кальцію для збагачення молока. Розроблено рекомендації щодо оптимальних доз добавок і режимів пастеризації. Доведено покращення мінерального складу та стабільності продукту при використанні збагачувальних компонентів. Досліджено вплив температурних режимів на збереження кальцію та інших мінеральних речовин у готовому продукті.

КЛЮЧОВІ СЛОВА

Молоко-сировина, молоко питне, пастеризація, тепла обробка, солі-стабілізатори, термостійкість, кальцій.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	9
1.1 Удосконалення асортименту та технології питного молока	9
1.2 Мікронутрієнтний склад молока та молочних продуктів	17
1.3 Способи збагачення молока та молочних продуктів, призначених для функціонального харчування	21
1.4 Характеристика харчових добавок, призначених для збагачення мінералами та вітамінами	26
Висновки по розділу	29
2 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	30
2.1 Характеристика використаної сировини	30
2.2 Методики дослідження	30
2.2.1 Підготовка молока до досліду	31
2.2.2 Температурно-часові режими обробки	31
2.2.3 Визначення вмісту кальцію та інших мінералів	31
2.2.4 Статистична обробка	32
2.3 Характеристика збагачувальної добавки	32
Висновки по розділу	34
3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	35
3.1 Дослідження особливостей хімічного складу молока-сировини	35
3.2 Дослідження впливу солей-стабілізаторів на термостійкість молока	40
3.3 Вплив режимів теплової обробки на мінеральний склад молока	43
3.4 Визначення кількості харчової мінеральної добавки для збагачення пастеризованого питного молока	47
Висновки по розділу	50
4 ОХОРОНА ПРАЦІ МОЛОЧНОГО ВИРОБНИЦТВА	52
4.1 Основи охорони праці на молочному виробництві	52
4.2 Розробка картки охорони праці	54

	6
Висновки по розділу	55
5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	56
5.1 Розрахунок кошторису витрат на дослідження	56
5.2 Розрахунок ціни дослідження	60
Висновки по розділу	60
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	61
БІБЛІОГРАФІЯ	63

ВСТУП

Харчування є одним із ключових чинників, що визначають стан здоров'я населення, оскільки саме від якості та збалансованості раціону залежить функціонування організму впродовж усього життя. Раціонально організоване харчування забезпечує повноцінний ріст і гармонійний розвиток дітей, сприяє зміцненню імунної системи, знижує ризик виникнення хронічних неінфекційних захворювань, підвищує тривалість життя та рівень працездатності людини, а також створює передумови для ефективної адаптації до змін умов навколишнього середовища.

Серед численних харчових чинників особливе значення має безперервне та збалансоване надходження до організму необхідних мікронутрієнтів, зокрема вітамінів і життєво важливих мінеральних речовин, які беруть участь у регуляції обмінних процесів, забезпечують нормальне функціонування органів і систем та підтримують гомеостаз. Недостатнє споживання цих компонентів призводить до розвитку прихованих форм дефіциту, що негативно впливають на здоров'я населення та знижують якість життя.

Реалізація державної політики у сфері здорового харчування передбачає активне впровадження інноваційних підходів до створення харчових продуктів підвищеної біологічної цінності. Особливу увагу приділяють розробленню рецептур і технологій збагачених продуктів, регулярне споживання яких дає змогу ефективно компенсувати дефіцит макро- та мікронутрієнтів, характерний для населення окремих регіонів України, зумовлений як природно-кліматичними умовами, так і особливостями харчових звичок.

Молоко посідає важливе місце у структурі харчування людини як біологічно повноцінний продукт, що містить оптимально збалансований комплекс поживних речовин. Воно відрізняється унікальним складом макро- і мікронутрієнтів, високою засвоюваністю та універсальністю використання, що робить його незамінним у раціонах людей різних вікових груп. Завдяки наявності білків високої біологічної

цінності, ліпідів, вуглеводів, мінеральних речовин і вітамінів молоко сприяє підтриманню фізіологічних функцій організму та зміцненню здоров'я.

Зростання популярності здорового способу життя в Україні зумовлює підвищення уваги споживачів до якості продуктів харчування, режиму їх споживання та збалансованості раціону. У зв'язку з цим спостерігається стійке збільшення попиту на продукти спеціального призначення, збагачені функціональними інгредієнтами. Найбільш актуальними серед них є йод, кальцій, залізо та комплекс вітамінів, дефіцит яких залишається поширеною проблемою, тому їх цілеспрямоване введення до складу харчових продуктів є важливим напрямом покращення харчового статусу населення.

Метою роботи є проведення дослідження термостійкості та збагачення кальцієм молока пастеризованого тривалого зберігання.

Для реалізації мети роботи було сформовано наступні завдання:

- провести дослідження особливостей хімічного складу молока-сировини;
- дослідити вплив солей-стабілізаторів на термостійкість молока;
- визначити вплив режимів теплової обробки на мінеральний склад молока;
- провести визначення кількості харчової мінеральної добавки для збагачення пастеризованого питного молока.

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1 Удосконалення асортименту та технології питного молока

У молочній галузі України на початку 2000-х років спостерігалися позитивні тенденції розвитку, спрямовані на нарощування обсягів виробництва молока та молочної продукції, що відповідає загальносвітовим трендам розвинених країн. Зокрема, «відзначалося випереджальне зростання виробництва сирів, розширення асортименту цільномолочної продукції на промислових підприємствах, а також поступове підвищення продуктивності молочного стада у тваринництві завдяки вдосконаленню технологій утримання та годівлі тварин» [1].

За оцінками початку 2000-х років, «обсяги виробництва молока в Україні становили десятки мільйонів тонн, що забезпечувало вагомую частку у світовому виробництві» [2-4]. Аналіз структури переробки молока у промислових умовах свідчить про значну частку спрямування сировини на виготовлення цільномолочної продукції, яка перевищує 40 %, при цьому понад половину цього обсягу становить виробництво питного молока. Така структура є характерною для ринку з високим рівнем споживання традиційних молочних продуктів та стабільним попитом на базові харчові продукти щоденного вжитку.

Незважаючи на окремі коливання у валовому виробництві молока, Україна зберігає важливі позиції серед країн-виробників молочної продукції, зокрема за обсягами виробництва питного молока, що є одним із найбільш затребуваних продуктів харчування. «Значна частина продукції реалізується як через організовані канали збуту, так і через локальні ринки, що відображає особливості функціонування аграрного сектору та домінування домогосподарств у виробництві сировини» [1].

Аналіз асортименту питного молока показує, що він залишається відносно стабільним і консервативним, оскільки базується на традиційних видах продукції, перевірених часом. «Основною класифікаційною ознакою є ступінь термічної

обробки, відповідно до якого розрізняють пастеризоване та стерилізоване молоко, що відрізняються за тривалістю зберігання та умовами реалізації» [4].

«Традиційний асортимент включає пастеризоване молоко з різною масовою часткою жиру, зокрема 6,0 %, 3,5 %, 3,2 %, 2,5 %, 1,5 % та знежирене, топлене молоко різної жирності, білкове молоко, а також продукцію з додаванням смако-ароматичних компонентів, таких як кава або какао» [2, 6]. Окрему групу становить стерилізоване молоко з різними показниками жирності, яке характеризується подовженим терміном зберігання. Такий асортимент забезпечує задоволення потреб різних груп споживачів і створює передумови для подальшого розвитку сегмента функціональних молочних продуктів.

Усі наведені види молока відрізняються між собою за споживчими властивостями, насамперед за органолептичними показниками та енергетичною цінністю. «При цьому встановлено закономірність, відповідно до якої саме органолептичні характеристики продукту значно більшою мірою, ніж його хімічний склад або харчова цінність, впливають на вибір споживача та формують рівень попиту» [3]. «Смак, запах, колір і консистенція є визначальними факторами, що зумовлюють сприйняття продукту та його конкурентоспроможність на ринку» [6].

Органолептичні показники питного молока, як і інших молочних продуктів, значною мірою залежать від якості вихідної сировини. «До молока, що використовується для виробництва продукції тривалого зберігання, зокрема пастеризованого та стерилізованого, а також дитячого харчування, висуваються особливо жорсткі вимоги» [7]. У зв'язку з цим проводиться ретельний відбір сировини та формуються спеціалізовані сировинні зони, що гарантують стабільність показників якості та безпечності готової продукції.

Якість молока-сировини визначається сукупністю факторів, серед яких вагоме значення мають умови годівлі та утримання тварин, зокрема стійлова або пасовищна система. «Раціон і технологія утримання безпосередньо впливають на склад молока, його фізико-хімічні властивості та мікробіологічні показники» [2]. Особливу небезпеку становить наявність у сировині спороутворювальних

мікроорганізмів, зокрема «*Bacillus sporothermodurans*, які здатні формувати надзвичайно термостійкі спори» [8]. Їх присутність може негативно позначатися на якості ультрапастеризованого молока та стерилізованих продуктів, знижуючи їх стабільність під час зберігання.

Дослідниками було встановлено високу термостійкість зазначених мікроорганізмів, що ускладнює їх інактивацію стандартними режимами теплової обробки. Вченими розроблено «ефективні методи виділення *Bacillus sporothermodurans* із промислових зразків ультрапастеризованого та стерилізованого молока, а також із сирі сировини, що дає змогу здійснювати контроль якості та своєчасно виявляти джерела контамінації» [9].

Вченими було «обґрунтовано застосування іонометричних методів для оцінювання якості молока як сировини для молочної промисловості. Встановлено функціональну залежність між сольовим складом молока, його фізико-хімічними властивостями та вмістом соматичних клітин» [10]. Це дозволяє використовувати іонометрію для виявлення домішок молока від тварин, хворих на мастит, а також для контролю можливого додавання нейтралізуючих речовин.

Крім того, дослідниками встановлено «залежність в'язкості молока від температури та його хімічного складу, що є важливим параметром під час розроблення технологічних режимів виробництва пастеризованого молока. Урахування цих закономірностей дає змогу оптимізувати технологічні процеси, підвищити якість готової продукції та забезпечити її стабільність у процесі зберігання» [11].

Важливою характеристикою, що визначає придатність молочної сировини для виробництва продукції тривалого зберігання, є її термостійкість. «Під цим показником розуміють здатність молока зберігати стабільність білково-жирової системи під дією інтенсивної теплової обробки та механічних навантажень» [1, 5, 8]. Встановлено, що «термостійкість безпосередньо пов'язана з поведінкою міцел казеїну та жирових кульок, які в умовах високих температур можуть зазнавати дестабілізації, що призводить до коагуляції білків і погіршення якості готового продукту» [12]. Ця властивість має вирішальне значення для технологій

виробництва пастеризованого, стерилізованого та ультрапастеризованого молока, оскільки визначає можливість отримання стабільного продукту з тривалим терміном зберігання. «У сучасних умовах проблема забезпечення достатньої кількості термостійкої сировини є надзвичайно актуальною, що зумовлює необхідність пошуку ефективних способів підвищення цього показника» [9].

Аналіз наукових джерел свідчить, що значна увага приділяється дослідженню процесів коагуляції білків молока, зокрема казеїну, а також методам стабілізації термостійкості шляхом внесення певних солей та інших регулюючих компонентів. Разом із тим відомості щодо практичних шляхів підвищення термостійкості обмежені, що ускладнює впровадження ефективних рішень у виробничу практику. Узагальнення сучасних уявлень про фізико-хімічні процеси, які відбуваються в молоці під час обробки, дозволяє зробити висновок про можливість цілеспрямованого впливу на ці процеси за допомогою фізичних методів.

Дослідниками [13] було проаналізовано основні підходи до оброблення молока-сировини з метою підвищення його стійкості під час зберігання та збереження якості питного молока і молочних продуктів. Встановлено, що «серед існуючих методів можна виділити хімічні та фізичні способи впливу. Хімічні методи передбачають використання харчових добавок, стабілізаторів і консервантів, які здатні регулювати сольовий баланс і стабілізувати білкову систему. Фізичні методи включають різні види теплової обробки, заморожування, сублімаційне висушування та інші технологічні прийоми, спрямовані на зниження мікробіологічної активності та підвищення стабільності продукту» [13].

Найбільш поширеним і технологічно обґрунтованим способом підвищення стійкості молока під час зберігання є теплова обробка. Водночас встановлено, що «термічний вплив неминуче супроводжується змінами основних компонентів молока, насамперед сироваткових білків, лактози, окремих вітамінів і ферментів. Зменшення негативного впливу досягається шляхом поєднання високих температур із мінімальною тривалістю нагрівання, що лежить в основі технології ультрависокотемпературної обробки» [14]. Такий підхід забезпечує ефективне

знищення мікроорганізмів при збереженні максимально можливої харчової та біологічної цінності продукту, а також сприяє подовженню терміну його зберігання без суттєвого погіршення споживчих властивостей.

Ультрависокотемпературна обробка молока може здійснюватися як прямими, так і непрямими способами. «До прямих методів належать змішування молока з насиченою парою під тиском, введення пари безпосередньо в продукт, а також впорскування молока в парове середовище. Непрямий спосіб передбачає нагрівання молока в пластинчастих або трубчастих теплообмінниках до температури понад 130 °C із короткочасною витримкою. Після обробки продукт розфасовують в асептичних умовах, що забезпечує його мікробіологічну безпечність і тривалий термін зберігання» [15]. Для отримання стерилізованого молока також застосовують стерилізацію в упаковці з використанням установок безперервної або періодичної дії, зокрема автоклавування. «Застосування різних способів стерилізації дозволяє значно підвищити стабільність продукту під час зберігання порівняно з традиційною пастеризацією» [16].

Встановлено, «що зміни, які відбуваються в молоці під час ультрависокотемпературної обробки при температурі близько 140 °C із витримкою кілька секунд, є значно меншими порівняно зі стерилізацією за нижчих температур, але з тривалішою експозицією» [17]. Це свідчить про ефективність короткочасного інтенсивного нагрівання, яке дозволяє мінімізувати небажані фізико-хімічні перетворення при одночасному забезпеченні необхідного рівня знезараження.

У процесі теплової обробки, особливо під час стерилізації в упаковці, найбільш суттєвих змін зазнає лактоза, яка вступає у взаємодію з білками. «Це може призводити до розвитку реакцій неферментативного потемніння, що негативно впливає на колір, смак і загальні органолептичні властивості продукту. Такі процеси необхідно враховувати при виборі технологічних режимів обробки для збереження якості молока» [18].

Стерилізоване молоко є одним із найбільш поширених видів цільномолочної продукції, що зумовлює постійний інтерес до його вдосконалення та розширення асортименту. Сучасні тенденції розвитку галузі передбачають створення продуктів

із різною масовою часткою жиру та білка, а також із додаванням смакових і функціональних компонентів. «Для цього використовують наповнювачі, зокрема каву, какао, фруктові добавки, а також вітамінно-мінеральні комплекси та інші біологічно активні інгредієнти, які сприяють підвищенню харчової, профілактичної та споживчої цінності продукту» [19].

Дослідниками було розроблено «технологію виробництва стерилізованого молока, збагаченого ангіогеніном, який є цінною біологічно активною речовиною природного походження» [2]. Встановлено, що «ця сполука присутня у сирому коров'ячому молоці, однак у процесі обробки її вміст може знижуватися. Для збагачення стерилізованого молока використовується білкова фракція, отримана з пермеату, що утворюється під час ультрафільтрації нормалізованого молока. Пермеат, який раніше розглядався як побічний продукт і не знаходив широкого застосування, у цьому випадку виступає цінною сировиною» [20]. Запропонована технологія дозволяє підвищити біологічну цінність стерилізованого молока, наблизивши її до рівня сирого продукту, а також сприяє раціональному використанню вторинних ресурсів молочної промисловості.

Дослідниками спільно з фахівцями молокопереробних підприємств було розроблено «технологію виробництва стерилізованого молока, що передбачає проведення ультрависокотемпературної обробки з подальшим фасуванням і пакуванням в асептичних умовах» [21]. Встановлено, що «за дотримання відповідних температурних режимів зберігання термін придатності такого продукту може становити до шести місяців при температурі близько 10 °С, до чотирьох місяців при температурі близько 20 °С і скорочуватися до двох–трьох місяців при підвищених температурах близько 40 °С» [21]. Це підтверджує високу ефективність поєднання інтенсивної теплової обробки та асептичного пакування для забезпечення тривалого зберігання молочної продукції.

Для покращення структури харчування населення важливим напрямом є створення і впровадження на ринок нових продуктів підвищеної якості, які характеризуються високою біологічною цінністю та здатні компенсувати дефіцит необхідних нутрієнтів у раціоні. У цьому контексті значну роль відіграють

інноваційні молочні продукти, що поєднують традиційні споживчі властивості з функціональними характеристиками.

Пастеризоване молоко традиційно користується високим попитом серед споживачів завдяки своїм смаковим якостям і доступності. Водночас обмежений термін його реалізації створює певні труднощі для підприємств молочної промисловості та торговельних організацій, пов'язані з необхідністю швидкої реалізації продукції та ризиком втрат. «Одним із перспективних напрямів вирішення цієї проблеми є підвищення біологічної цінності пастеризованого молока зі збільшеним терміном придатності шляхом його збагачення сироватковими білками, які покращують поживні характеристики продукту та сприяють підвищенню його функціональної цінності» [22].

Дослідниками було створено технологію виробництва пастеризованого вітамінізованого молока, яке «відзначається підвищеними захисними властивостями завдяки введенню бета-каротину та вітамінів Е і С. Збагачення здійснюється на стадії підготовки сировини перед пастеризацією, що забезпечує рівномірний розподіл добавок у продукті. Встановлено, що за умов зберігання при температурі близько 4 °С термін придатності такого молока становить до семи діб, що відповідає вимогам до пастеризованої продукції» [23].

Також розроблено технології виробництва пастеризованого молока з коротким терміном зберігання, який може становити до трьох діб, що характерно для традиційних продуктів із мінімальним ступенем обробки. Водночас встановлено, що «тривалість зберігання пастеризованого молока залежить від комплексу факторів, зокрема початкового рівня мікробіологічного обсіменіння сировини, режимів теплової обробки, складу та активності мікроорганізмів, які збереглися після пастеризації або потрапили у продукт під час подальших технологічних операцій, а також умов пакування і зберігання готової продукції» [21].

Зокрема, наприкінці 1980-х років було проведено дослідження, спрямовані на визначення впливу режимів пастеризації та умов зберігання на мікробіологічні, хімічні й фізичні властивості молока в асептичній упаковці. Дослідниками було

«застосовано близько п'ятнадцяти варіантів поєднання температури пастеризації та тривалості витримки в межах від 72 °C протягом 15 с до 88 °C із такою ж тривалістю, а також вивчено вплив температур зберігання у діапазоні 3–7 °C. Встановлено, що при підвищенні температури до 7 °C інтенсивність розвитку психротрофних мікроорганізмів, які спричиняють псування охолодженого пастеризованого молока, суттєво зростає» [24]. Водночас доведено, що зберігання продукту при температурі близько 3 °C є найбільш доцільним, оскільки дозволяє уповільнити мікробіологічні процеси та подовжити термін придатності.

У результаті проведених досліджень було розроблено нормативну документацію та технологічні рекомендації щодо виробництва пастеризованого молока з підвищеною стійкістю під час зберігання, термін придатності якого може досягати десяти діб. Така продукція виготовляється з високоякісної сировини, відібраної за фізико-хімічними та мікробіологічними показниками, із застосуванням гомогенізації, оптимальних режимів пастеризації, подальшого охолодження та герметичного пакування. Дотримання цих умов забезпечує стабільність властивостей продукту протягом усього періоду реалізації.

Особливу роль у забезпеченні тривалого зберігання молока відіграють процеси фасування та пакування, оскільки саме на цьому етапі можливе вторинне мікробне обсіменіння. «Для мінімізації цього ризику рекомендовано використовувати сучасне обладнання типу ULTRA CLEAN та CLEAN, яке забезпечує високий рівень санітарної безпеки та дозволяє зберегти якість продукції без застосування додаткових консервантів» [25].

Таким чином, сучасні тенденції розвитку технологій виробництва питного молока спрямовані на вдосконалення його асортименту та підвищення споживчих характеристик. Основні напрями розвитку полягають у підвищенні біологічної цінності шляхом збагачення продукту білками, вітамінами та мінеральними речовинами, а також у збільшенні термінів зберігання за рахунок застосування ефективних методів обробки молока-сировини, зокрема бактофугування та оптимізованих режимів теплової обробки, що дозволяє забезпечити стабільну якість і безпечність готової продукції.

1.2 Мікронутрієнтний склад молока та молочних продуктів

Молоко є одним із найцінніших і незамінних продуктів у харчуванні людини. «За своєю харчовою значущістю воно здатне частково компенсувати споживання інших продуктів, однак жоден із них не може повністю замінити молоко завдяки його унікальному складу. У ньому міститься повний комплекс необхідних поживних речовин, зокрема білки, жири та вуглеводи, які перебувають у фізіологічно збалансованих співвідношеннях і характеризуються високою біодоступністю» [26]. Така особливість забезпечує легке засвоєння компонентів організмом та ефективне використання їх у процесах обміну речовин. Окрім основних нутрієнтів, молоко містить широкий спектр ферментів, вітамінів і мінеральних речовин, що відіграють важливу роль у підтриманні життєдіяльності організму та забезпеченні його нормального функціонування.

Високу цінність становлять мінеральні компоненти молока, серед яких особливе місце займають кальцій і фосфор. «Ці елементи необхідні для формування та зміцнення кісткової тканини, підтримання процесів кровотворення, нормальної роботи нервової системи та мозку. Важливою перевагою є те, що вони знаходяться у молоці не лише у легкозасвоюваній формі, а й у оптимальному співвідношенні, що забезпечує їх максимальне засвоєння організмом» [27-29]. Завдяки цьому молочні продукти здатні покривати значну частку добової потреби людини у кальції, що особливо важливо для дітей, підлітків і людей похилого віку.

Окрім кальцію та фосфору, молоко містить інші макроелементи, такі як калій, натрій, магній і хлор, а також ряд мікроелементів, зокрема цинк, кобальт, марганець, мідь, залізо та йод. «Ці компоненти беруть участь у формуванні ферментів, гормонів і вітамінів, регулюють перебіг біохімічних процесів і забезпечують нормальне функціонування органів і систем. Зокрема, йод є необхідним для синтезу гормонів щитоподібної залози, залізо входить до складу гемоглобіну, мідь бере участь у окиснювально-відновних реакціях, а кобальт є складовою частиною деяких вітамінів групи В» [29].

Молоко також виступає важливим джерелом вітамінів, зокрема групи В, які відіграють ключову роль у енергетичному обміні та функціонуванні нервової системи. «Регулярне споживання молока та молочних продуктів дозволяє значною мірою покривати добову потребу організму у цих сполуках, що підкреслює його важливе значення у формуванні повноцінного та збалансованого раціону людини» [30].

Залежно від кількісного вмісту мінеральних речовин в організмі людини та харчових продуктах їх поділяють на макро-, мікро- та ультрамікроелементи. «Якщо масова частка певного елемента перевищує 10^{-2} %, його відносять до макроелементів, тоді як концентрація мікроелементів зазвичай перебуває в межах 10^{-3} – 10^{-5} %. У разі, коли вміст елемента є нижчим за 10^{-5} %, його класифікують як ультрамікроелемент» [15]. Макроелементи містяться в організмі у відносно значних кількостях, які можуть досягати сотень і десятків міліграмів на 100 г тканин або продукту, тоді як мікроелементи присутні у значно менших концентраціях, що вимірюються десятим, сотими або тисячними частками міліграма. Незважаючи на незначний вміст, мікроелементи відіграють надзвичайно важливу роль у забезпеченні нормального функціонування організму, беручи участь у ферментативних процесах, синтезі гормонів та регуляції обміну речовин.

Мікроелементи умовно поділяють на дві групи залежно від їх біологічного значення. «До першої належать життєво необхідні елементи, серед яких кобальт, залізо, мідь, цинк, марганець, йод, бром і фтор, які є обов'язковими для підтримання життєвих процесів» [15]. До другої групи відносять так звані ймовірно необхідні елементи, «зокрема алюміній, стронцій, молібден, селен, нікель, ванадій та інші, роль яких ще остаточно не з'ясована, але їх участь у біохімічних процесах не виключається» [19].

Вітаміни, як важливі біологічно активні речовини, класифікують за розчинністю на дві основні групи. «До водорозчинних належать вітаміни групи В, а також вітамін С та інші сполуки, які не накопичуються в організмі у значних кількостях і потребують регулярного надходження з їжею. Жиророзчинні вітаміни, зокрема А, D, Е і К, здатні накопичуватися в тканинах організму, що зумовлює їх

тривалішу дію, але водночас потребує обережності у споживанні через ризик надлишку» [31].

Для оцінювання вмісту вітамінів у продуктах використовують різні одиниці вимірювання, зокрема міліграми та мікрограми на одиницю маси продукту. «Поширеним є також вираження вмісту у вигляді мг% або мкг%, що відповідає кількості вітаміну в 100 г продукту (табл. 1.1). Добова потреба людини у вітамінах залежить від багатьох факторів, серед яких вік, фізіологічний стан, рівень фізичної активності, умови життя та збалансованість раціону» [30]. Недостатнє або надмірне споживання вітамінів може негативно впливати на стан здоров'я, тому забезпечення їх оптимального рівня у харчуванні є важливим завданням сучасної нутриціології.

Повна характеристика вітамінного складу харчових продуктів, включаючи їх мікронутрієнтний профіль, представлена у спеціалізованих довідкових виданнях, що містять систематизовану інформацію щодо вмісту біологічно активних речовин у різних видах сировини та готової продукції. Такі джерела є важливим інструментом для оцінювання харчової цінності продуктів і формування збалансованого раціону.

Сучасні проблеми, пов'язані зі станом здоров'я населення, значною мірою зумовлені недостатнім надходженням окремих вітамінів і мінеральних речовин із їжею. «Дефіцит мікронутрієнтів може призводити до порушення обмінних процесів, зниження імунітету, розвитку хронічних захворювань та погіршення загального фізіологічного стану організму» [32]. Особливо актуальною є проблема прихованих форм гіповітамінозів і мікроелементозів, які тривалий час можуть не проявлятися клінічно, але негативно впливають на здоров'я.

Таблиця 1.1 – Норми рекомендованої фізіологічної потреби у вітамінах на добу для дорослого населення

Вітаміни	Форма продукту	ЄСС загальна
Вітамін А	Ретинолу еквівалент	800 мкг
	Ретинолу ацетат/пальмітат	2667 МО
Вітамін D	—	5 мкг
	—	200 МО
Вітамін Е	Токоферолу еквівалент	10 мг
	d1-α-токоферолу ацетат	14,9 мг
Вітамін К	—	80 мкг
Вітамін В1	Тіамін	1,4 мг
	Тіаміну гідрохлорид	1,8 мг
	Тіаміну моногідрат	1,7 мг
Вітамін В2	Рибофлавін	1,6 мг
	Рибофлавін-5'-фосфат	2,3 мг
Вітамін В6	Піридоксин	2,0 мг
	Піридоксину гідрохлорид	2,44 мг
Вітамін РР	Ніацин/ніацинамід	18 мг
Вітамін В5	Пантотенова кислота	6 мг
Фолієва кислота	—	200 мкг
Вітамін В12	—	1 мкг
Біотин	—	1 мкг
Вітамін С	Аскорбінова кислота	60 мг
	Аскорбат натрію	67,2 мг

Дослідниками у галузі гігієни харчування та охорони здоров'я було узагальнено дані щодо стану харчування населення України та виявлено характерні порушення у структурі споживання нутрієнтів. Встановлено, «що найбільш поширеними є дефіцити таких мінеральних речовин, як кальцій, йод, залізо, селен та інші, що має суттєвий вплив на функціонування організму та рівень захворюваності» [30]. З урахуванням отриманих результатів визначено ключові напрями розвитку сфери здорового харчування, серед яких пріоритетне значення має створення та впровадження продуктів, збагачених вітамінами і мінеральними речовинами. Це дозволяє підвищити біологічну цінність раціону та сприяє профілактиці дефіцитних станів серед різних груп населення.

1.3 Способи збагачення молока та молочних продуктів, призначених для функціонального харчування

Дослідниками обґрунтовано доцільність створення комбінованих харчових продуктів, що поєднують у своєму складі різні групи нутрієнтів з метою підвищення їх біологічної цінності. Встановлено, що «значна частина населення отримує недостатню кількість вітамінів із раціону, що зумовлює необхідність розширення асортименту та збільшення обсягів виробництва продуктів масового споживання, збагачених вітамінними компонентами» [32-34]. Такий підхід дозволяє частково компенсувати дефіцит життєво важливих речовин без суттєвої зміни харчових звичок населення.

З медико-біологічної точки зору особливу увагу необхідно приділяти нормуванню складу м'ясних і молочних продуктів, насамперед за вмістом білків, жирів і вітамінів. При цьому важливо враховувати не лише кількісні показники, а й якісні характеристики нутрієнтів, зокрема відповідність їх амінокислотного та жирнокислотного складу оптимальним фізіологічним потребам організму. «Для жирових продуктів актуальним є досягнення максимальної відповідності їх жирнокислотного складу рекомендованим нормам, а також контроль вмісту жиророзчинних вітамінів, таких як D, E, A і каротиноїди» [33].

У продуктах переробки зерна доцільно регламентувати вміст білка, мінеральних речовин, зокрема кальцію, магнію та заліза, а також вітамінів групи B, які відіграють важливу роль у метаболічних процесах. Щодо плодоовочевої продукції, ключове значення має контроль вмісту аскорбінової кислоти, мінеральних компонентів і харчових волокон, що забезпечують нормальне функціонування травної системи та підтримання загального стану здоров'я.

Збагачення харчових продуктів вітамінами, а також відсутніми макро- і мікроелементами є суттєвим втручанням у сформовану структуру харчування людини. «Необхідність такого підходу обумовлена об'єктивними змінами способу життя сучасного населення, зокрема зниженням енергетичних витрат, зміною раціону та зменшенням споживання натуральних продуктів високої біологічної

цінності» [35]. Водночас реалізація процесів збагачення повинна базуватися виключно на науково обґрунтованих принципах і підтверджених практикою рішеннях, що гарантує їх ефективність і безпеку для здоров'я людини.

Харчові продукти, збагачені вітамінами та мінеральними речовинами, належать до широкої групи функціональних продуктів, тобто таких, що містять фізіологічно активні інгредієнти, здатні позитивно впливати на стан здоров'я людини та підвищувати його рівень. «Введення таких компонентів у склад продуктів дозволяє не лише підвищити їх харчову цінність, а й забезпечити профілактичний ефект щодо низки захворювань, пов'язаних із дефіцитом мікронутрієнтів» [36].

Принципи збагачення харчових продуктів сформовані на основі сучасних наукових уявлень про роль харчування у підтриманні життєдіяльності організму, про фізіологічні потреби людини в енергії та окремих нутрієнтах, а також з урахуванням реальної структури харчування населення і рівня забезпеченості вітамінами та мінеральними речовинами. Важливим є також практичний досвід розроблення, виробництва та оцінювання ефективності збагачених продуктів, накопичений як в Україні, так і в інших країнах.

Одним із ключових принципів є доцільність використання для збагачення саме тих мікронутрієнтів, дефіцит яких є найбільш поширеним і становить загрозу для здоров'я населення. «До таких належать насамперед вітамін С, вітаміни групи В, зокрема фолієва кислота, а також мінеральні речовини, такі як йод, залізо та кальцій. Орієнтація на ці компоненти дозволяє максимально ефективно впливати на покращення харчового статусу населення» [31, 34, 36].

Іншим важливим принципом є вибір об'єктів збагачення, якими мають бути продукти масового споживання, що регулярно входять до щоденного раціону різних вікових і соціальних груп. «До таких продуктів належать борошно та хлібобулочні вироби, молоко і кисломолочна продукція, сіль, цукор, напої, а також продукти дитячого харчування. Саме через ці продукти можливо забезпечити стабільне і рівномірне надходження необхідних мікронутрієнтів до організму людини без суттєвої зміни харчових звичок» [12].

Третій принцип передбачає, що збагачення харчових продуктів вітамінами та мінеральними речовинами не повинно негативно впливати на їх споживчі властивості. Зокрема, недопустимим є зниження вмісту чи засвоюваності інших поживних компонентів, а також істотна зміна смаку, аромату, свіжості або скорочення терміну зберігання продукції. Таким чином, збагачення має бути технологічно обґрунтованим і не порушувати традиційні характеристики продукту.

Четвертий принцип полягає у необхідності врахування можливих хімічних взаємодій між доданими мікронутрієнтами та компонентами продукту. «Важливо правильно підбирати форми, поєднання, способи та етапи внесення добавок, щоб забезпечити їх стабільність, біодоступність і безпечність як у процесі виробництва, так і під час зберігання» [21].

П'ятий принцип визначає, що «гарантований виробником вміст вітамінів і мінеральних речовин у збагаченому продукті має забезпечувати покриття приблизно 20–50 % середньої добової потреби людини при звичайному рівні його споживання. Це дозволяє ефективно доповнювати раціон без ризику надлишкового надходження нутрієнтів» [30].

Шостий принцип передбачає, що кількість додатково внесених вітамінів і мінеральних речовин повинна розраховуватися з урахуванням їх природного вмісту у сировині, а також можливих втрат під час технологічної обробки і зберігання. Такий підхід забезпечує досягнення необхідного рівня цих компонентів у готовому продукті відповідно до встановлених норм.

Сьомий принцип полягає у необхідності чіткого маркування збагачених продуктів, зокрема зазначення регламентованого вмісту вітамінів і мінеральних речовин на упаковці. При цьому дотримання заявлених показників має перебувати під постійним контролем як з боку виробника, так і відповідних органів державного нагляду.

Восьмий принцип визначає, що ефективність збагачених продуктів повинна бути науково підтверджена шляхом апробації на репрезентативних групах населення. «Такі дослідження мають доводити не лише безпечність і прийнятні органолептичні властивості продукту, але й його високу засвоюваність і здатність

суттєво покращувати забезпеченість організму вітамінами та мінеральними речовинами» [36].

Особлива увага науковців і практиків зосереджена на медико-біологічних аспектах збагачення харчових продуктів мікронутрієнтами, до яких належать мінеральні речовини, харчові волокна, поліненасичені жирні кислоти, фосфоліпіди, а також біологічно активні добавки природного походження, що сприяють підвищенню захисних функцій організму. Таке комплексне підвищення харчової цінності продуктів спрямоване не лише на компенсацію дефіциту окремих нутрієнтів, але й на загальне зміцнення здоров'я людини та профілактику різних захворювань. У зарубіжній науковій літературі для позначення подібного підходу широко використовується термін «фортифікація», який «означає цілеспрямоване збагачення продуктів корисними компонентами з метою покращення їх функціональних властивостей. Водночас у вітчизняній науковій практиці традиційно застосовується термін «збагачення», що охоплює як введення окремих вітамінів, так і комплексів мікронутрієнтів» [37].

Продукти, збагачені вітамінами та мінеральними речовинами, належать до категорії функціонального харчування, тобто таких, що містять інгредієнти з доведеною фізіологічною користю для організму людини. «Окрім вітамінів і мінералів, до складу таких продуктів можуть входити харчові волокна, ліпіди з високим вмістом поліненасичених жирних кислот, а також корисні мікроорганізми, зокрема молочнокислі бактерії та біфідобактерії» [38]. Важливу роль відіграють і олігосахариди, які слугують поживним середовищем для розвитку корисної мікрофлори кишечника. «Завдяки цьому функціональні продукти сприяють нормалізації травлення, зміцненню імунної системи та підвищенню загальної резистентності організму до несприятливих чинників навколишнього середовища» [39].

При розробленні, виробництві та впровадженні у споживання продуктів, збагачених мікронутрієнтами, виникає низка важливих наукових і технологічних завдань. «До них належать обґрунтований вибір мікронутрієнтів для збагачення, визначення продуктів, які доцільно піддавати такому процесу, встановлення

гарантованого рівня вмісту корисних компонентів, підбір оптимальних фізико-хімічних форм добавок і їх поєднань, а також точний розрахунок кількості внесених речовин» [40]. Не менш важливими є вимоги до маркування продукції та оцінка реальної ефективності збагачених продуктів як джерела необхідних нутрієнтів. Вирішення цих питань повинно базуватися на сучасних наукових уявленнях про харчування, фізіологічні потреби організму, структуру раціону населення та рівень забезпеченості його вітамінами і мінеральними речовинами, а також на узагальненому міжнародному досвіді, зокрема рекомендаціях Codex Alimentarius.

З медико-біологічної точки зору при виборі мікронутрієнтів для збагачення доцільно орієнтуватися на ті з них, дефіцит яких є найбільш поширеним і має суттєвий вплив на здоров'я населення. Встановлено, «що до таких компонентів належать вітамін С, вітаміни групи В, зокрема фолієва кислота, а також мінеральні речовини, такі як йод, залізо та кальцій. Їх цілеспрямоване введення до складу харчових продуктів дозволяє ефективно покращити нутрієнтний статус різних груп населення» [41].

Сучасна гігієна харчування є комплексною науковою галуззю, що поєднує знання з багатьох фундаментальних і прикладних дисциплін. Вона характеризується динамічним розвитком і постійним оновленням пріоритетів відповідно до змін способу життя населення. «На сучасному етапі особливого значення набуває вдосконалення норм фізіологічних потреб у поживних речовинах та енергії для різних категорій населення з урахуванням сучасних умов» [42]. Водночас важливим завданням є формування концепції оптимального харчування, яка «передбачає врахування не лише традиційних нутрієнтів, але й нових мікроелементів, таких як германій, літій, сірка, срібло, хром, ванадій і кремній, роль яких активно досліджується» [43].

Дослідниками запропоновано сучасні технологічні підходи до збагачення харчових продуктів, спрямовані на підвищення безпечності та ефективності внесення мікронутрієнтів. Встановлено, що «важливими умовами є забезпечення рівномірного розподілу добавок у харчовій масі, точність дозування у визначеній

масі або об'ємі продукту, простота технологічних операцій внесення, а також мінімізація впливу факторів, що можуть призводити до руйнування біологічно активних речовин, зокрема високих температур або інтенсивного контакту з киснем повітря» [44]. Такий підхід дозволяє зберегти стабільність мікронутрієнтів і забезпечити високу якість збагачених продуктів.

1.4 Характеристика харчових добавок, призначених для збагачення мінералами та вітамінами

Харчування є ключовим чинником взаємодії людини з навколишнім середовищем, оскільки саме через їжу організм отримує необхідні речовини для підтримання життєдіяльності. «Забезпечення безпечності продовольчої сировини та готових харчових продуктів виступає одним із пріоритетних напрямів збереження здоров'я населення та підтримання його генетичного потенціалу. Якість і безпечність харчування безпосередньо впливають на рівень захворюваності та загальний фізіологічний стан людини» [45].

При розробленні нових харчових продуктів, збагачених мінеральними речовинами та вітамінами, необхідно враховувати їх природний вміст у вихідній сировині, зокрема в молоці та молочних продуктах, а також фізіологічні потреби організму. Встановлено, «що як дефіцит, так і надлишок окремих нутрієнтів може негативно впливати на здоров'я, викликаючи різноманітні порушення обміну речовин і функціонування органів. Тому підбір складу збагачених продуктів повинен здійснюватися з урахуванням принципів збалансованості та безпечності» [46].

Дослідниками узагальнено нормативні значення добового споживання вітамінів і мінеральних речовин для дорослої людини, а також проаналізовано можливі наслідки їх надлишкового надходження. Це дозволяє формувати науково обґрунтовані рекомендації щодо оптимального складу продуктів і раціонального харчування. Водночас підкреслюється доцільність споживання натуральних

продуктів, додатково збагачених біологічно активними компонентами, що сприяють підвищенню їх функціональної цінності.

Біологічно активні добавки широко застосовуються як додаткове джерело вітамінів і мінералів у повсякденному та лікувальному харчуванні. Сучасний ринок характеризується значним різноманіттям таких продуктів, серед яких особливе місце займають сухі вітамінізовані напої. «Їх перевагами є висока стабільність вітамінів під час зберігання, мінімальні втрати у процесі виробництва, можливість точного дозування та зручність використання» [40].

Дослідниками було «розроблено інноваційні технології виробництва сухих напоїв, збагачених незамінними нутрієнтами, що базуються на використанні натуральної рослинної сировини, зокрема ягід і овочів, перероблених у порошкоподібну або гранульовану форму» [38]. Такий підхід дозволяє поєднати природне походження інгредієнтів із високою концентрацією біологічно активних речовин.

Сучасні тенденції розвитку галузі свідчать про зростання виробництва комплексних вітамінно-мінеральних добавок, які містять широкий спектр есенціальних мікроелементів у добре засвоюваних формах. Це значно підвищує їх ефективність і зручність використання. З накопиченням наукових даних про роль окремих мікроелементів у організмі розширюється їх перелік у складі таких продуктів. Зокрема, встановлено «важливе значення селену як одного з есенціальних мікроелементів, що проявляє виражені антиоксидантні властивості та розглядається як перспективний фактор профілактики ряду захворювань» [42].

Останніми роками активно розвивається перспективний напрям підвищення харчової цінності продуктів шляхом їх збагачення водо- та жиророзчинними формами β -каротину. Встановлено, що «систематичне включення до раціону продуктів, які містять цей компонент, сприяє зниженню ризику серцево-судинних і особливо онкологічних захворювань, а також чинить позитивний вплив при захворюваннях травної системи, зокрема гастриті та виразковій хворобі. Такі продукти є доцільними для споживання людьми різного віку, особливо тими, хто працює у шкідливих умовах, пов'язаних із впливом хімічних речовин або

радіаційного навантаження, а також проживає у несприятливих екологічних зонах» [29].

Встановлено, що «найбільш поширеним дефіцитом у раціоні є нестача кальцію, йоду та заліза. При цьому поєднання кальцію з фтором сприяє підвищенню стійкості організму до радіаційного впливу, що стало підґрунтям для створення спеціалізованих продуктів, зокрема хлібобулочних виробів, сухарів і крекерів із відповідними мінеральними добавками» [45]. Як ефективне джерело кальцію запропоновано використання мінерального концентрату, отриманого з харчової кісткової сировини, технологія виробництва якого розроблена в Україні.

Дослідниками створено напої на плодово-ягідній основі, збагачені лактатом заліза та аскорбіновою кислотою, ефективність яких підтверджена у профілактиці та корекції залізодефіцитних станів, що є особливо актуальним для дітей і вагітних жінок. Також розроблено хлібобулочні вироби із додаванням сполук заліза та білкових компонентів, що дозволяє підвищити їх біологічну цінність.

Окремим напрямом є створення молочних продуктів, збагачених йодом, що забезпечує можливість корекції порушень, пов'язаних із його дефіцитом, шляхом регулярного включення таких продуктів до раціону. Крім того, «запропоновано технології виготовлення продуктів із додаванням селену, зокрема сирних кремів, збагачених мінеральними та рослинними компонентами, що дозволяє підвищити їх вміст вітамінів і антиоксидантів» [22].

Біологічно активні добавки є багатокомпонентними системами, які умовно поділяються на нутрицевтики та парафармацевтики, однак більшість із них поєднує властивості обох груп. «Особливе місце серед них займають добавки на основі харчових і лікарських рослин, які містять широкий спектр біологічно активних речовин, зокрема вітаміни, мікроелементи, фенольні сполуки, органічні кислоти, ефірні олії та інші компоненти» [12]. Ці речовини діють у комплексі, підсилюючи ефекти одна одної, що забезпечує їх високу ефективність. Перевагою таких інгредієнтів є їх природне походження та збалансований склад, сформований у природних умовах, що сприяє кращому засвоєнню та безпечності для організму людини.

Висновки по розділу

У розділі детально розглянуто сучасні підходи до збагачення харчових продуктів мікронутрієнтами, зокрема вітамінами, мінеральними речовинами та біологічно активними компонентами. З'ясовано, що дефіцит окремих вітамінів і мінералів, таких як кальцій, йод, залізо, селен та вітаміни С, групи В і β -каротин, є поширеною проблемою, що впливає на стан здоров'я населення. Встановлено, що ефективне збагачення має базуватися на науково обґрунтованих принципах, що враховують як фізико-хімічні властивості мікронутрієнтів, так і їх біодоступність, безпечність та збереження споживчих властивостей продуктів.

Особлива увага приділяється вибору продуктів масового споживання для збагачення, таких як молоко, кисломолочні продукти, хлібобулочні вироби, напої та дитяче харчування, що дозволяє забезпечити значну частку добової потреби населення у мікронутрієнтах. Важливим аспектом є розробка технологій, які мінімізують втрати вітамінів під час виробництва та зберігання продуктів, а також використання натуральної сировини та рослинних компонентів для підвищення біологічної цінності.

Зазначено, що комплексні біологічно активні добавки та фортифіковані продукти, що містять декілька мікронутрієнтів, сприяють профілактиці дефіцитних станів, покращують імунітет, захисні властивості організму та знижують ризик хронічних захворювань. Таким чином, збагачення харчових продуктів є важливим напрямом функціонального харчування, який об'єднує медико-біологічні та технологічні підходи для забезпечення здоров'я населення та профілактики мікронутрієнтної недостатності.

2 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Характеристика використаної сировини

Об'єктом дослідження було молоко, що надходило на молокопереробне підприємство ПрАТ «Комбінат «Придніпровський» протягом року. Молоко було представлено різними групами термостійкості та характеризувалося сезонними коливаннями хімічного складу.

Для визначення вихідних показників молока проводився аналіз масової частки білка, вмісту сухих речовин, мінерального та вітамінного складу, зокрема кальцію, заліза, йоду, вітамінів С, А, D, Е та групи В (В1, В2). Молоко використовувалося як основна сировина для подальших експериментальних досліджень щодо впливу теплової обробки та внесення мінеральних добавок на його харчову цінність та стабільність білкової системи.

Молоко-сировина відбиралося в умовах контрольованого лабораторного приймання з перевіркою його фізико-хімічних характеристик і термостійкості.

Для оцінки фізико-хімічних показників застосовували стандартні методи визначення білка, сухих речовин та мінерального складу.

Встановлено різницю в дисперсності білкових частинок залежно від сезону: весняно-літнє молоко мало середній розмір частинок казеїну приблизно на 10 % менший порівняно з зимовим, що враховувалося при оцінці стабільності білкової системи під час теплової обробки.

2.2 Методики дослідження

Дослідження проводилися з метою оцінки впливу різних температурно-часових режимів теплової обробки на склад та стабільність білкової системи молока, а також на збереження мінеральних речовин, зокрема кальцію, при виробництві пастеризованого молока з подовженим терміном зберігання.

2.2.1 Підготовка молока до дослідів

Молоко-сировину перед експериментом фільтрували для видалення механічних домішок і витримували за температури 4–6 °C протягом 2–4 годин для нормалізації стану білкової системи. Проводилося визначення базових показників: масової частки білка, жиру, сухих речовин, pH, а також вмісту основних мінеральних елементів (Ca, Fe, I). Молоко класифікувалося за групами термостійкості відповідно до результатів стандартних тестів: алкогольної, фосфатної та кальцієвої проб.

2.2.2 Температурно-часові режими обробки

Для моделювання умов виробництва молока з тривалим терміном зберігання застосовували три основні режими:

- Низькотемпературний короткочасний: (86 ± 2) °C, 20 с;
- Класична пастеризація: (96 ± 2) °C, 1 хв;
- Високотемпературний короткочасний: (125 ± 5) °C, 2–4 с.

Молоко піддавали як одноразовій, так і дворазовій тепловій обробці, щоб оцінити вплив повторного нагрівання на стабільність білкової системи та збереження кальцію.

2.2.3 Визначення вмісту кальцію та інших мінералів

Масову частку кальцію у молоці визначали до та після кожного етапу теплової обробки з метою оцінки його збереження під впливом різних температурно-часових режимів. Для цього використовували класичні методи титрування кальцію комплексом EDTA, а також спектрофотометрію, що дозволяло визначати доступний кальцій із точністю до $\pm 0,05$ %. Розрахунок збереження кальцію проводили у відсотках від вихідного вмісту у молоці-сировині. Таке поєднання методів забезпечувало високу точність результатів та можливість порівняння між різними дослідними групами.

Концентрації заліза визначали методом колориметричного аналізу з 1,10-фенантроліном, що дозволяє кількісно оцінювати Fe^{2+} у розчині після попередньої

кислотної екстракції. Йод у молоці визначали за допомогою йодометричного титрування з використанням розчину натрію тіосульфату, що забезпечує точність аналізу навіть при низьких концентраціях. Таке комплексне визначення основних мінеральних елементів дозволяло оцінити не лише збереження кальцію, але й загальну мінеральну стабільність молока під час термічної обробки.

Перед проведенням аналізу всі проби молока піддавали гідротермічній обробці для руйнування білкових комплексів, що перешкоджають вивільненню іонів кальцію, заліза та йоду. Для цього використовували нагрівання з кислотами у автоклаві при 90–95 °C протягом 15–20 хвилин, після чого проводили фільтрацію для отримання прозорого розчину, придатного для титрування та спектрофотометрії.

Для підвищення достовірності результатів, кожне визначення виконували тричі, і середнє значення використовували для статистичного аналізу. Також враховували вплив повторної теплової обробки, характерної для технології пастеризованого молока з подовженим терміном зберігання, що дозволяло оцінити збереження мінералів у реальних промислових умовах. Отримані дані використовували для розрахунку оптимальної дози харчових добавок, здатних компенсувати втрати кальцію та інших мінералів.

2.2.4 Статистична обробка

Усі експерименти проводили у трьох повторностях. Для оцінки отриманих результатів застосовували математичну обробку даних, визначали середні значення, стандартне відхилення, а також відсоток збереження кальцію. Результати відображали у таблицях та графіках для наочного порівняння впливу різних температурно-часових режимів і доз добавки.

2.3 Характеристика збагачувальної добавки

Для збагачення пастеризованого питного молока було обрано харчову мінеральну добавку L-лактат кальцію фірми PURACAL, яка відзначається високою

біодоступністю та стабільністю у молочних продуктах. Дана добавка є кальцієвою сіллю природної L(+) молочної кислоти, що забезпечує її розчинність у водному середовищі молока та мінімальний вплив на органолептичні властивості продукту. L-лактат кальцію представляє собою білий порошок, не гігроскопічний, з молекулярною масою 218 г/моль (безводний) та хімічною формулою $(\text{CH}_3\text{CHONCOO})_2\text{Ca}$, що відповідає кальцію-4-2 гідроокису пропіонату. Вміст основної речовини кальцію у добавці становить 13,8 %, що дозволяє точно дозувати її для досягнення запланованої концентрації мінералу у готовому продукті.

Використання L-лактату кальцію у технології пастеризованого молока передбачає внесення у кількості 0,4–0,6 % від маси молока, що забезпечує достатню мінералізацію без порушення смакових, ароматичних та фізико-хімічних властивостей молока. Ця добавка добре переносить теплову обробку, що особливо важливо для молока з подовженим терміном зберігання, де застосовуються інтенсивні температурно-часові режими. Завдяки стабільності при нагріванні та розчинності у водному середовищі молока, L-лактат кальцію ефективно інтегрується в білково-казеїнову матрицю, що запобігає утворенню осаду та коагуляції білків під час пастеризації.

Додатково слід зазначити, що L-лактат кальцію, як харчова мінеральна добавка, має високу біодоступність – 75–90 %, що робить її оптимальним джерелом кальцію для функціонального збагачення молочних продуктів. Вона забезпечує не лише підвищення харчової цінності готового продукту, але й підтримує фізіологічну ефективність надходження кальцію в організм людини. Використання цієї добавки дозволяє регулювати концентрацію кальцію у пастеризованому молоці з точністю до необхідних значень, що підтверджується результатами експериментальних досліджень щодо збереження мінералу після одно- та дворазової теплової обробки.

Висновки по розділу

У розділі наведено детальну характеристику використаної молочної сировини, описано умови її приймання та контроль за фізико-хімічними показниками, зокрема масовою часткою білка, сухих речовин, мінералів і вітамінів. Представлено способи проведення теплової обробки молока різних груп термостійкості для оцінки впливу температурно-часових режимів на стабільність білкової системи та мінеральний склад. Окремо описано методи титрування і спектрофотометрії, застосовані для визначення масової частки кальцію, заліза та йоду до і після теплової обробки, а також розрахунку відсотку збереження мінералів.

Також розділ містить характеристику використаної харчової мінеральної добавки L-лактату кальцію фірми PURACAL, включно з її хімічною формулою, молекулярною вагою, станом, розчинністю та рекомендованими дозуваннями для технології пастеризованого молока. Описано процедури внесення добавки в молоко та оцінку її впливу на стабільність білкової системи і біодоступність кальцію при різних режимах теплової обробки. Таким чином, розділ формує методичну основу для проведення експериментальних досліджень і розробки рецептур молочних продуктів з підвищеною харчовою та біологічною цінністю.

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Дослідження особливостей хімічного складу молока-сировини

Виробництво пастеризованого молока з подовженими термінами зберігання безпосередньо залежить від якості вихідної сировини, яка визначає стабільність продукту під час технологічної обробки та подальшого зберігання. У контексті виготовлення молочних продуктів тривалого зберігання під якістю молока розуміють сукупність його хімічного складу, фізико-хімічних властивостей, співвідношення основних компонентів, а також мікробіологічні та органолептичні показники. Важливим критерієм є також термостійкість молока, тобто його здатність зберігати стабільність білкової системи без коагуляції під дією високих температур, що має вирішальне значення для процесів пастеризації та стерилізації.

Склад і властивості молока є змінними величинами, які формуються під впливом комплексу біологічних і технологічних чинників. До них належать стадія лактації, раціон та умови годівлі, вік і порода тварин, а також кліматичні та регіональні особливості утримання. У сукупності ці фактори (рис. 3.1) визначають рівень вмісту білків, жирів, лактози, мінеральних речовин і вітамінів, а також впливають на функціональні властивості молока як сировини.



Рисунок 3.1 – Фактори впливу на якість молока

Крім того, істотний вплив на якість молока має санітарно-гігієнічний стан виробництва та умови первинної обробки сировини. Дотримання технологічних вимог під час доїння, транспортування та зберігання дозволяє мінімізувати мікробіологічне забруднення і зберегти природні властивості молока. Це є важливою передумовою отримання безпечного продукту з високими показниками стабільності та тривалим терміном придатності.

Таким чином, забезпечення високої якості молока-сировини є комплексним завданням, що охоплює як біологічні аспекти утворення молока, так і технологічні умови його обробки. Саме системний підхід до контролю цих факторів дозволяє отримати продукцію з прогнозованими характеристиками, яка відповідає сучасним вимогам до якості та безпечності харчових продуктів.

Для виробництва пастеризованого молока ключове значення мають показники якості сирого молока, які визначають його придатність до подальшої технологічної обробки та зберігання. «Сировина повинна характеризуватися низьким рівнем бактеріального обсіменіння, що не перевищує 100000 мікроорганізмів у 1 см³ при температурі 30 °С, а також вмістом соматичних клітин не більше 400000 у 1 см³. Важливими фізико-хімічними показниками є щільність не нижче 1,028 г/л при 20 °С та температура замерзання не вище мінус 0,520 °С, що свідчить про відсутність розбавлення водою. Масова концентрація білка має становити не менше 28 г/л, а вміст сухого знежиреного молочного залишку – не нижче 8,5 %, що забезпечує належну харчову та технологічну цінність продукту» [7].

Сире молоко повинно бути вільним від сторонніх домішок і шкідливих речовин, зокрема залишків антибіотиків, а також не містити патогенних мікроорганізмів, токсинів чи ознак захворювань тварин. Органолептичні показники мають відповідати природним властивостям молока, тобто характеризуватися чистим смаком і запахом без сторонніх присмаків. Значну роль відіграє також ступінь механічного та мікробіологічного забруднення, який безпосередньо впливає на безпечність і стабільність готового продукту.

Метою даного етапу дослідження є аналіз якісних характеристик молока-сировини, що надходить із зони молокозбору підприємства ПрАТ «Комбінат «Придніпровський», з метою встановлення його відповідності вимогам та визначення рівня придатності для виробництва пастеризованого молока з подовженими термінами зберігання. Результати проведеного дослідження наведено в табл. 3.1, 3.2 та 3.3.

Таблиця 3.1 – Якісні показники молока-сировини для виробництва пастеризованого питного молока ПрАТ «Комбінат «Придніпровський»

Період дослідження	Масова частка білка, %		Щільність, кг/м ³	
	2024 рік	2025 рік	2024 рік	2025 рік
Січень	2,9	3,2	1027,1	1027,8
Лютий	2,8	2,9	1027,0	1027,1
Березень	2,8	3,0	1027,0	1027,3
Квітень	2,9	3,0	1027,0	1027,3
Травень	2,9	3,1	1027,0	1027,5
Червень	2,9	3,2	1027,0	1027,7
Липень	3,0	3,2	1027,0	1027,7
Серпень	2,8	3,0	1027,0	1027,2
Вересень	2,8	2,9	1027,0	1027,0
Жовтень	2,9	3,1	1027,1	1027,6
Листопад	3,0	3,0	1027,1	1027,3
Грудень	2,8	2,9	1027,1	1027,5

Аналіз експериментальних результатів і звітних даних, отриманих лабораторіями молокопереробного підприємства (табл. 3.1) під час приймання молока-сировини, показує, що протягом року спостерігаються коливання вмісту сухих речовин, зокрема масової частки білка. Такі зміни зумовлені передусім особливостями утримання та годівлі тварин, що безпосередньо впливає на хімічний склад молока і його технологічні властивості.

Встановлено, що у весняно-літній період білкові компоненти молока характеризуються вищим ступенем дисперсності, при цьому середній розмір частинок казеїну приблизно на 10 % менший порівняно з аналогічними показниками зимового періоду. За умов підвищення вмісту кальцію, а також під впливом теплової обробки відбувається укрупнення міцел, унаслідок чого казеїновий комплекс поступово втрачає стабільність. Це, своєю чергою, може призводити до небажаної коагуляції білків під час технологічних процесів, що необхідно враховувати при виробництві молока з подовженим зберіганням.

Таблиця 3.2 – Вміст основних мінеральних речовин у молоці-сировині

Період дослідження	Кальцій, мг	Залізо, мкг	Йод, мкг
Січень	110,5	58,3	3,51
Лютий	115,7	59,6	3,50
Березень	120,0	60,2	3,54
I квартал	115,4	59,4	3,52
Квітень	118,5	64,3	4,56
Травень	117,6	63,1	4,94
Червень	125,3	67,0	5,12
II квартал	120,5	64,8	4,87
Липень	129,6	68,9	5,68
Серпень	130,5	71,0	5,77
Вересень	131,8	67,3	5,83
III квартал	130,6	69,1	5,76
Жовтень	127,3	65,2	4,95
Листопад	124,1	62,1	4,53
Грудень	125,0	59,6	4,22
IV квартал	125,5	62,3	4,57

Таблиця 3.3 – Вміст основних вітамінів у молоці-сировині

Період дослідження	С, мг	А, мг	В1, мг	В2, мг	Д, мкг	Е, мг
Січень	1,32	0,010	0,024	0,11	0,03	0,06
Лютий	1,44	0,012	0,031	0,15	0,03	0,07
Березень	1,50	0,030	0,033	0,18	0,04	0,07
I квартал	1,42	0,017	0,029	0,15	0,03	0,07
Квітень	1,54	0,042	0,035	0,19	0,04	0,08
Травень	1,56	0,054	0,041	0,20	0,05	0,07
Червень	1,67	0,071	0,045	0,22	0,07	0,09
II квартал	1,59	0,056	0,040	0,20	0,05	0,08
Липень	1,66	0,068	0,056	0,21	0,06	0,09
Серпень	1,72	0,065	0,061	0,19	0,05	0,09
Вересень	1,67	0,040	0,059	0,15	0,05	0,09
III квартал	1,68	0,058	0,059	0,18	0,05	0,09
Жовтень	1,61	0,037	0,048	0,13	0,04	0,08
Листопад	1,53	0,025	0,030	0,10	0,03	0,08
Грудень	1,48	0,015	0,018	0,10	0,03	0,06
IV квартал	1,54	0,026	0,032	0,11	0,03	0,07

Аналіз даних, наведених у таблицях 3.2 і 3.3, свідчить про наявність сезонних коливань показників мінерального та вітамінного складу молока, що обумовлено зміною умов утримання тварин, характером їх годівлі, а також впливом природно-кліматичних факторів. Найбільш стабільні значення спостерігаються у зимовий період, тоді як у весняно-літній сезон відмічається тенденція до підвищення вмісту більшості досліджуваних компонентів.

Зокрема, вміст кальцію має виражену тенденцію до зростання від зимових місяців до літніх, досягаючи максимальних значень у липні–вересні, після чого поступово знижується в осінньо-зимовий період. Аналогічна динаміка характерна і для заліза та йоду, причому найвищі концентрації цих мікроелементів фіксуються у третьому кварталі, що пов'язано з використанням зелених кормів, багатих на

мінеральні речовини. У зимовий період, за умов стійлового утримання, їх вміст зменшується, що пояснюється обмеженістю раціону та зниженням біологічної цінності кормів.

Вітамінний склад молока також зазнає суттєвих змін протягом року. Вміст вітаміну С, а також жиророзчинних вітамінів А, D і Е зростає у весняно-літній період, досягаючи максимальних значень у червні–серпні, що пов'язано з активним синтезом біологічно активних речовин у зелених кормах і кращим фізіологічним станом тварин. Вітаміни групи В також демонструють підвищення у цей період, особливо В1 і В2, що позитивно впливає на харчову цінність молока. У зимові місяці спостерігається зниження вмісту більшості вітамінів, що зумовлено відсутністю свіжих кормів та меншою інтенсивністю обмінних процесів у тварин.

Отже, отримані результати підтверджують виражену сезонність формування мінерального та вітамінного складу молока, що необхідно враховувати при оцінюванні його якості та розробці технологій виробництва молочних продуктів із стабільними показниками харчової цінності.

Отже, для виготовлення молочних продуктів, зокрема пастеризованого молока з подовженим терміном зберігання, необхідно забезпечити підвищення термостійкості молока-сировини шляхом підбору відповідних солей-стабілізаторів, а також здійснювати його збагачення макро- і мікроелементами та вітамінами.

3.2 Дослідження впливу солей-стабілізаторів на термостійкість молока

У сучасних технологіях виробництва цільномолочних продуктів із подовженими термінами зберігання застосовується високотемпературна обробка молока. За недостатньої термостійкості сировини у готовому продукті можуть виникати дефекти консистенції, зокрема утворення білкових пластівців, підвищена в'язкість або навіть згортання. У зв'язку з цим під час виробництва стерилізованого та пастеризованого молока, що піддається повторній тепловій обробці, особливу

увагу приділяють відбору сировини з обов'язковою перевіркою її термостійкості за допомогою існуючих методів, таких як алкогольна, фосфатна або кальцієва проби.

Встановлено, що «ключовим чинником, який визначає зміну термостійкості молока, є його хімічний склад, зокрема сольова рівновага та співвідношення між солями кальцію і магнію, а також вміст органічних кислот і казеїну. Саме ці параметри зумовлюють стабільність білкової системи під час термічного впливу» [2, 19].

Метою даного етапу дослідження було визначення впливу солей-стабілізаторів на термостійкість молока-сировини, що використовується для виробництва пастеризованого молока з подовженими термінами зберігання, а також обґрунтування їх раціонального дозування. На основі аналізу наукових джерел як стабілізуючі компоненти обрано суміш двозаміщеного фосфорнокислого калію та тризаміщеного лимоннокислого натрію. Об'єктом дослідження було молоко різних груп термостійкості, а основним фактором дослідження виступав температурний режим обробки. Дослідження проводили за трьома режимами теплового впливу, що відрізнялися температурою та тривалістю витримки. Отримані результати експериментів наведено на рис. 3.2-3.4.

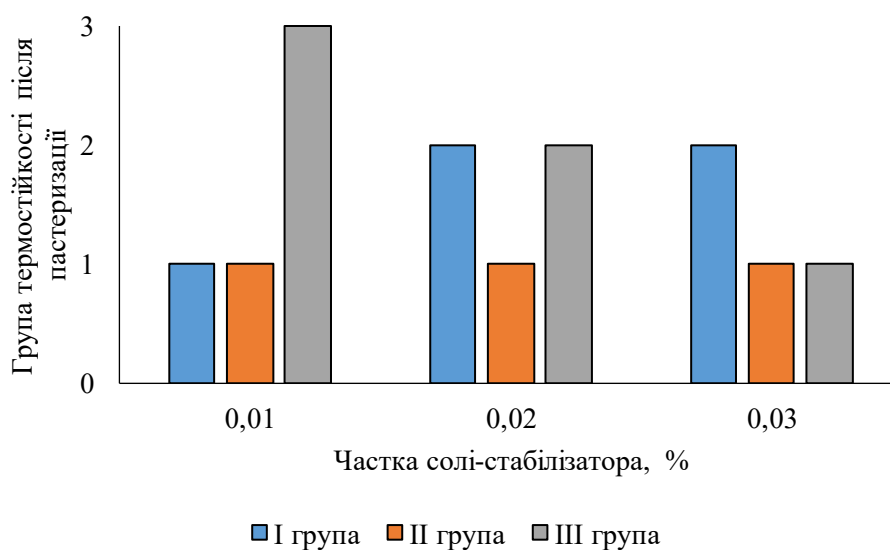


Рисунок 3.2 – Термостійкість молока залежно від дози суміші солей-стабілізаторів, температура пастеризації $(86 \pm 2)^\circ\text{C}$

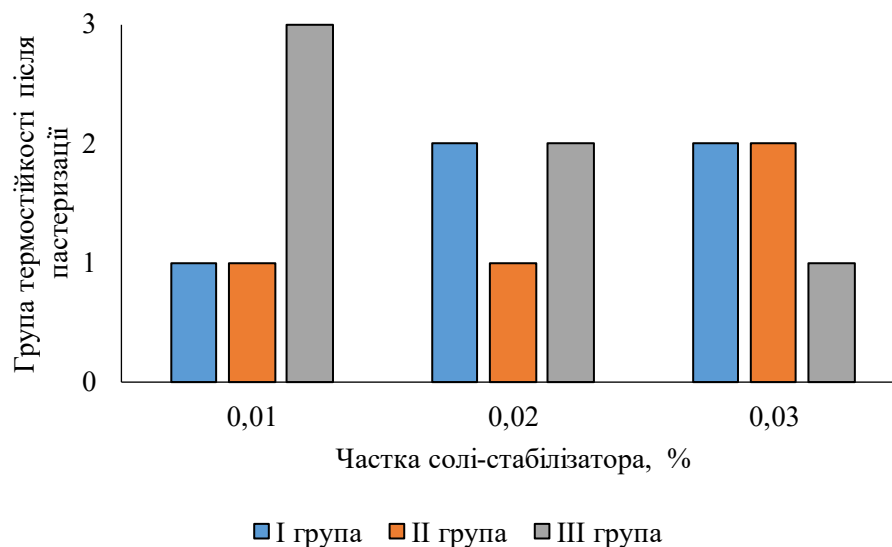


Рисунок 3.3 – Термостійкість молока залежно від дози суміші солей-стабілізаторів, температура пастеризації $(96 \pm 2)^\circ\text{C}$

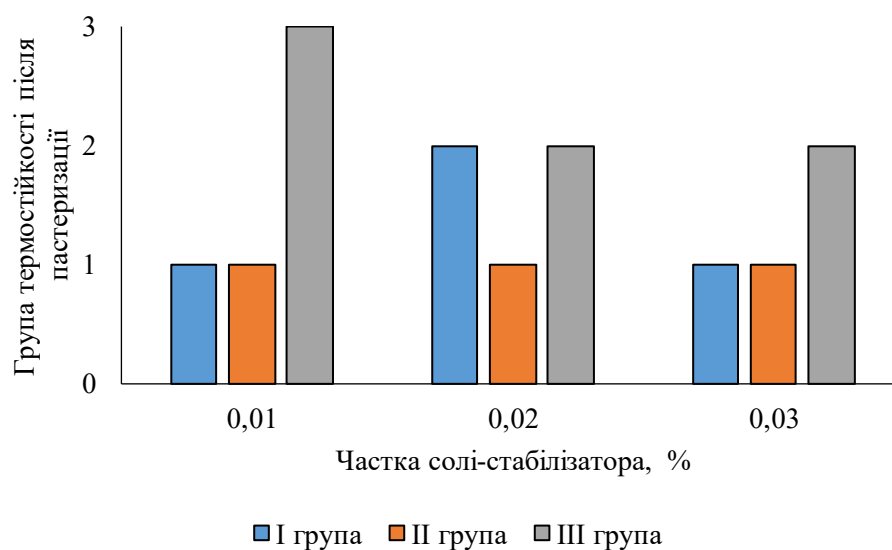


Рисунок 3.4 – Термостійкість молока залежно від дози суміші солей-стабілізаторів, температура пастеризації $(125 \pm 5)^\circ\text{C}$

Встановлено, що внесення суміші солей-стабілізаторів у кількості 0,02 % від маси молока є надлишковим для сировини першої групи термостійкості, проте цього дозування достатньо для збереження стабільності молока другої групи та покращення показників молока третьої групи. Подібна закономірність

спостерігалася і при збільшенні дози до 0,03 %, що підтверджує ефективність застосування стабілізаторів у зазначених межах.

Аналіз отриманих результатів показує, що за температурного режиму $(96 \pm 2)^\circ\text{C}$ з витримкою 1 хв вплив солей-стабілізаторів на молоко різних груп термостійкості є аналогічним до їх дії за умов традиційної пастеризації. Водночас при більш жорсткому режимі обробки, а саме при температурі $(125 \pm 5)^\circ\text{C}$ і витримці 2–4 с, ефективність стабілізаторів дещо знижується порівняно з попередніми режимами.

Підвищення стабільності білкової системи пояснюється змінами властивостей білків, зокрема зростанням їх гідрофільності під час технологічної обробки. Це зумовлено тим, що при нагріванні іони солей взаємодіють з кальційфосфатним казеїновим комплексом, запобігаючи коагуляції термолабільних сироваткових білків і їх випадінню в осад.

На основі проведених досліджень обґрунтовано, що для виробництва пастеризованого питного молока доцільно застосовувати режим пастеризації за температури $(96 \pm 2)^\circ\text{C}$ з витримкою 1 хв. Як сировину рекомендовано використовувати молоко першої та другої груп термостійкості. Для підвищення стабільності та збереження сольового балансу доцільним є використання суміші двозаміщеного фосфорнокислого калію та тризаміщеного лимоннокислого натрію. При цьому оптимальна кількість цієї суміші для молока першої та другої груп термостійкості становить 0,01 % від маси молока-сировини.

3.3 Вплив режимів теплової обробки на мінеральний склад молока

Багато елементів, що перебувають у складі мінеральних солей, іонів, комплексних сполук і органічних речовин, є невід'ємною частиною живих організмів і належать до незамінних нутрієнтів, які повинні регулярно надходити з їжею. Молоко виступає природним джерелом більшості необхідних для людини мінеральних речовин, забезпечуючи організм важливими макро- та мікроелементами у легкозасвоюваній формі. Водночас у процесі теплової обробки,

що застосовується під час виробництва молочних продуктів, особливо за інтенсивних режимів, характерних для технологій із подовженими термінами зберігання, відбуваються зміни складу цих компонентів.

Під впливом високих температур можливі перетворення, перерозподіл або часткова втрата окремих макро- і мікроелементів, що може позначатися на харчовій цінності кінцевого продукту. Саме тому при розробленні рецептур і технологій збагачених молочних продуктів необхідно враховувати вплив як температурних режимів, так і особливостей технологічного обладнання на збереження мінерального складу молока.

Метою даного етапу дослідження є визначення ступеня впливу різних режимів теплової обробки на збереження макро- та мікроелементів у молоці з метою забезпечення максимальної харчової цінності готової продукції.

У молоці-сировині попередньо визначали вміст доступного кальцію, після чого його піддавали одноразовій тепловій обробці за заданими температурно-часовими режимами та повторно аналізували концентрацію кальцію. Отримані результати відображають зміни цього показника під впливом термічної обробки, наведені в табл. 3.4 та на рис. 3.5.

Таблиця 3.4 – Вміст кальцію в молоці-сировині, підданому одноразовій тепловій обробці

Продукт	Вміст кальцію в молоці-сировині, мг%	t = (86±2) °C, 20 с		t = (96±2) °C, 1 хв		t = (125±5) °C, 2–4 с	
		мг%	% від вихідного	мг%	% від вихідного	мг%	% від вихідного
Дослід 1	110,0	85,8	78,00	77,1	70,09	82,5	75,00
Дослід 2	120,0	93,2	77,66	83,6	69,66	92,1	76,75
Дослід 3	125,0	96,2	76,96	88,1	70,05	94,4	75,50

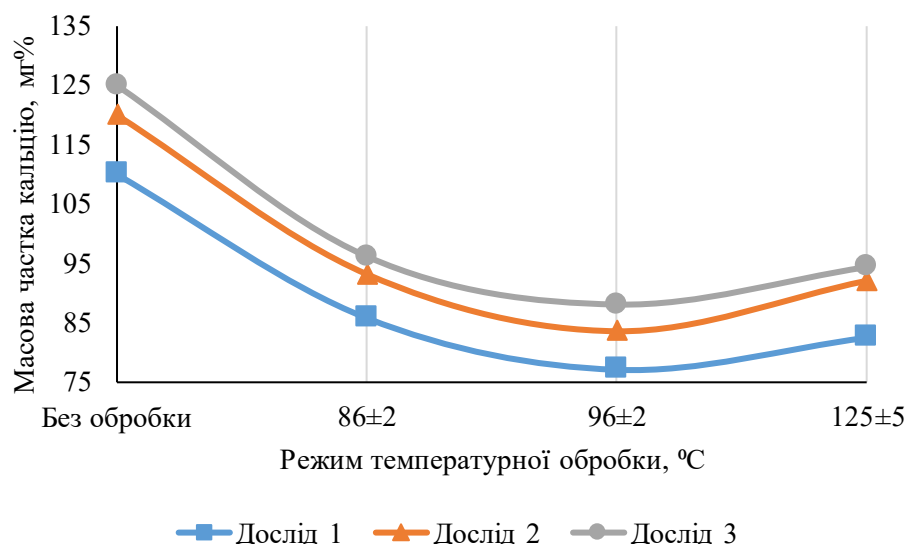


Рисунок 3.5 – Вплив одноразової теплової обробки на вміст кальцію в молоці

Результати математичної обробки експериментальних даних свідчать, що на рівень збереження кальцію в молоці суттєво впливають як температурний режим, так і тривалість теплової обробки. Зокрема, при нагріванні молока за температури $(86\pm 2)^{\circ}\text{C}$ протягом 20 с зберігається 77,54 % кальцію від початкового вмісту.

За більш інтенсивного режиму обробки, а саме при температурі $(125\pm 5)^{\circ}\text{C}$ з витримкою 2–4 с, показник збереження кальцію становить 75,75 %, тоді як найменше його збереження спостерігається при температурі $(96\pm 2)^{\circ}\text{C}$ і дорівнює 69,93 %. Отримані дані підтверджують, що навіть одноразова тепла обробка призводить до втрат кальцію на рівні 25–30 % від його початкової кількості в молоці-сировині.

Враховуючи, що для забезпечення тривалого терміну зберігання пастеризованого, стерилізованого та інших молочних продуктів часто застосовується дворазова тепла обробка, було проведено додаткові дослідження її впливу на вміст кальцію. Встановлено, що повторний термічний вплив може спричиняти подальше зниження концентрації цього елемента, що необхідно враховувати при розробленні технологічних режимів. Отримані результати досліджень систематизовано в табл. 3.5 та відображено графічно (рис. 3.6).

Таблиця 3.5 – Вміст кальцію в молоці-сировині, підданому дворазовій тепловій обробці

Продукт	Вміст кальцію в молоці-сировині, мг%	t = (86±2) °C, 20 с,		t = (96±2) °C, 1 хв		t = (125±5) °C, 2–4 с	
		мг%	% від вихідного	мг%	% від вихідного	мг%	% від вихідного
Дослід 1	110,0	63,0	57,3	68,2	62,0	47,5	43,2
Дослід 2	120,0	67,4	56,2	75,0	62,5	51,4	42,8
Дослід 3	125,0	72,1	57,0	77,2	61,8	53,9	43,1

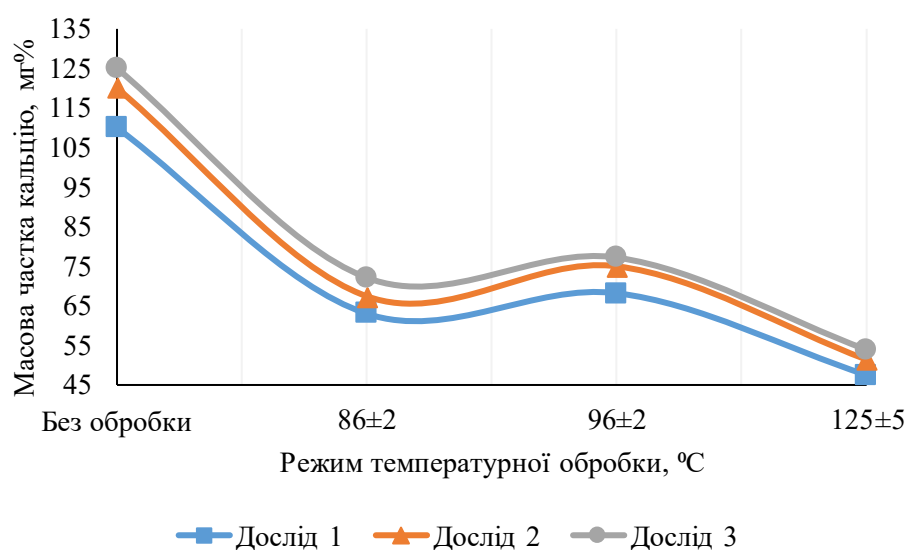


Рисунок 3.6 – Вплив дворазової теплової обробки на вміст кальцію в молоці

Наведені результати та їх статистична обробка показують, що після дворазової теплової обробки молока-сировини за різних режимів зберігається лише від 43,0 % до 62,1 % кальцію від початкового вмісту.

Отримані дані підтверджують доцільність збагачення пастеризованого молока спеціальними інгредієнтами, які містять кальцій у добре засвоюваній формі. Як такі компоненти можуть використовуватися PURACAL, глюконат кальцію, цитрат кальцію, лактат кальцію та інші сполуки, що характеризуються рівнем біодоступності кальцію в межах 75–90 %.

3.4 Визначення кількості харчової мінеральної добавки для збагачення пастеризованого питного молока

Під час розроблення харчових продуктів, збагачених різними нутрієнтами, зокрема мінеральними речовинами, необхідно враховувати комплекс ключових чинників, що визначають їх ефективність і доцільність використання. Насамперед це рекомендовані норми споживання, вплив добавок на органолептичні та фізико-хімічні показники продукту, рівень біодоступності внесених речовин, а також їх стабільність у процесах технологічної обробки та подальшого зберігання. Важливим є те, що додавання мінеральних компонентів не повинно погіршувати споживчі властивості продукту, зокрема смак, аромат, консистенцію чи термін придатності.

Рекомендовані норми споживання формуються з урахуванням фізіологічних потреб організму, однак не є їм повністю тотожними. При їх визначенні враховуються індивідуальні відмінності в потребах різних груп населення, тому такі норми, як правило, перевищують середній рівень фізіологічної потреби приблизно на 25 %. Це забезпечує покриття потреб більшості населення та створює певний резерв, який дозволяє запобігти розвитку дефіцитних станів у разі зниження надходження нутрієнтів або підвищення потреб організму, наприклад, під час стресу чи захворювань.

З огляду на наведені вимоги та рекомендації щодо біодоступності мінеральних речовин, для збагачення пастеризованого питного молока доцільно використовувати добавки з високим рівнем засвоюваності. Зокрема, перспективними є мінеральні інгредієнти типу PURACAL, які характеризуються високою біодоступністю, стабільністю у технологічному процесі та мінімальним впливом на якісні показники готового продукту. Їх використання дозволяє підвищити харчову та біологічну цінність молока без погіршення його споживчих властивостей.

З метою визначення оптимальної розрахункової кількості харчових добавок для збагачення пастеризованого питного молока з пролонгованими термінами

зберігання було проведено експериментальні дослідження, спрямовані на встановлення впливу дворазової теплової обробки за різних температурно-часових режимів на масову частку кальцію, внесеного у вигляді харчової мінеральної добавки – L-лактату кальцію.

У ході досліджень оцінювали ступінь збереження кальцію після термічної обробки, що дозволило визначити ефективність використання даної добавки в умовах інтенсивного теплового навантаження, характерного для технології продуктів тривалого зберігання. Отримані результати свідчать про те, що температурний режим і тривалість витримки суттєво впливають на стабільність та біодоступність внесеного кальцію, що необхідно враховувати при розробленні рецептури.

Результати проведених досліджень відображені графічно (рис. 3.7 та 3.8), які ілюструють зміну масової частки кальцію залежно від умов теплової обробки.

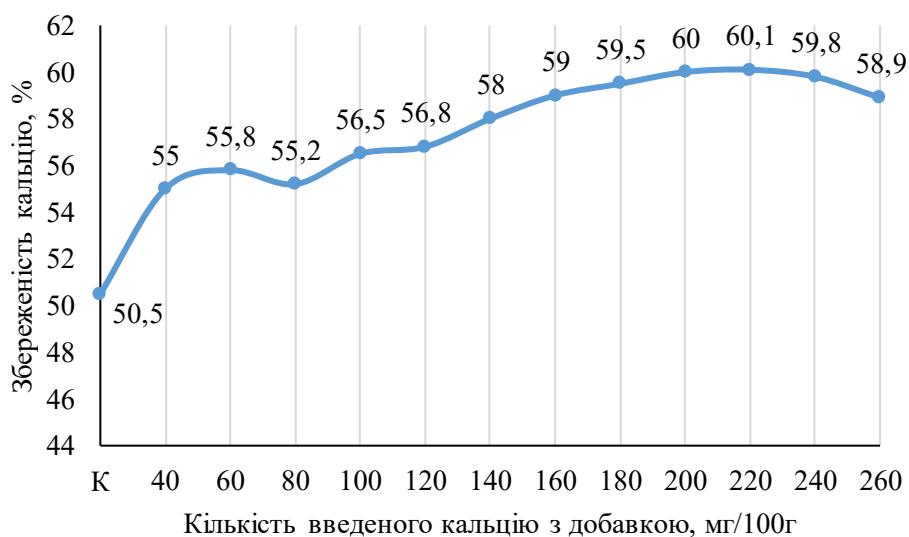


Рисунок 3.7 – Вплив температурного режиму $(86 \pm 2)^\circ\text{C}$ та $(96 \pm 2)^\circ\text{C}$ на збереження кальцію в продукті, залежно від кількості харчової добавки L-лактат кальцію

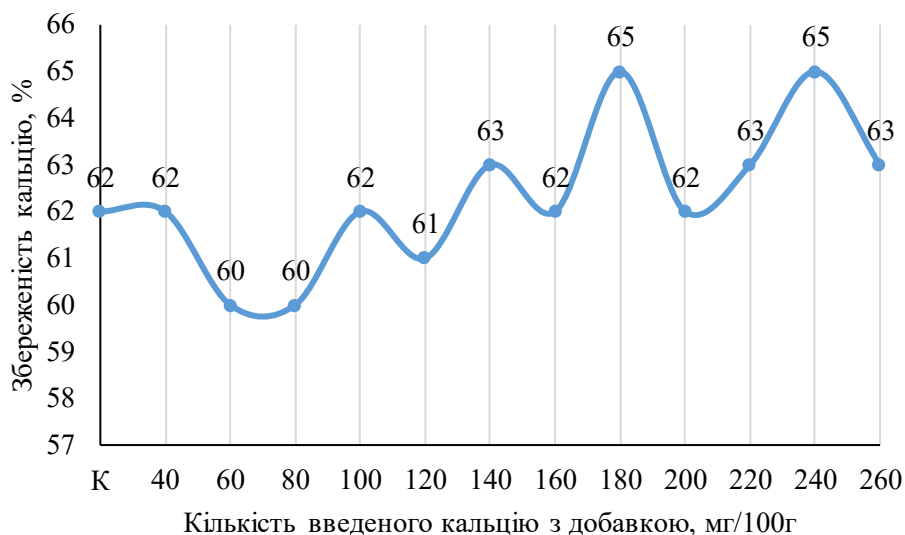


Рисунок 3.8 – Вплив температурного режиму (86 ± 2) °С та (125 ± 5) °С на збереження кальцію в продукті, залежно від кількості харчової добавки L-лактат кальцію

Аналіз результатів досліджень щодо ступеня збереження кальцію в пастеризованому молоці при температурному режимі (96 ± 2) °С, наведених на рис. 3.7, свідчить про чітку залежність між кількістю внесеної добавки та вмістом кальцію в готовому продукті. Зі збільшенням дози харчової добавки L-лактату кальцію відповідно підвищується і масова частка кальцію в молоці.

Встановлено, що середній рівень збереження кальцію за даного температурного режиму становить 58,11 %, що на 8,11 % більше порівняно з контрольним зразком без внесення добавки, де цей показник дорівнює 50,5 %. Це свідчить про ефективність використання L-лактату кальцію для підвищення мінеральної цінності пастеризованого молока навіть за умов теплового впливу.

Крім того, встановлено, що за певних експериментальних умов (зокрема у досліді 10) досягається необхідний рівень кальцію, запланований для нового продукту, що підтверджує можливість регулювання його вмісту шляхом підбору оптимальної дози добавки. Отримані результати дозволяють обґрунтувати доцільність використання L-лактату кальцію як ефективного джерела кальцію при виробництві пастеризованого молока з пролонгованими термінами зберігання.

Висновки по розділу

Аналіз отриманих експериментальних та звітних даних підтверджує виражену сезонність хімічного складу молока-сировини, зокрема масової частки білка та сухих речовин, що безпосередньо залежить від умов утримання та годівлі тварин. У весняно-літній період білкові компоненти молока характеризуються більш високим ступенем дисперсності, а середній розмір частинок казеїну менший приблизно на 10 % порівняно з зимовим періодом, що впливає на стабільність білкової системи під час технологічної обробки. Підвищений вміст кальцію та інтенсивна теплова обробка спричиняють укрупнення міцел, що може призводити до коагуляції білків і утворення білкових пластівців, що необхідно враховувати при виробництві пастеризованого молока з подовженими термінами зберігання.

Дослідження мінерального та вітамінного складу молока свідчать, що вміст кальцію, заліза та йоду досягає максимальних значень у липні–вересні, що пов'язано з використанням зелених кормів, тоді як у зимовий період, за умов стійлового утримання, концентрація цих елементів знижується через обмеженість раціону та зниження біологічної цінності кормів. Аналогічну сезонну динаміку демонструє вітамінний склад: вітаміни С, А, D, E, B1 та B2 досягають піку в червні–серпні, що підвищує харчову цінність молока. У зимові місяці вміст більшості вітамінів знижується через відсутність свіжих кормів і зменшену інтенсивність обмінних процесів у тварин. Отримані дані підкреслюють необхідність врахування сезонних коливань при оцінюванні якості молока та розробці технологій виробництва молочних продуктів із стабільними показниками харчової цінності.

Дослідження термостійкості молока показали, що її ключовими чинниками є хімічний склад сировини, зокрема сольова рівновага, співвідношення кальцію та магнію, вміст органічних кислот і казеїну, що визначають стабільність білкової системи під час теплового впливу. Внесення суміші двозаміщеного фосфорнокислого калію та тризаміщеного лимоннокислого натрію у кількості 0,01–0,03 % від маси молока покращує стабільність молока другої та третьої груп термостійкості, запобігаючи коагуляції білків та випадінню сироваткових білків в

осад. Режим пастеризації (96 ± 2) °C, витримка 1 хв вважається оптимальним для забезпечення стабільності білкової системи та збереження сольового балансу при використанні молока першої та другої груп термостійкості.

Одноразова теплова обробка при 86 ± 2 °C протягом 20 с зберігає 77,54 % кальцію, при 125 ± 5 °C протягом 2–4 с – 75,75 %, тоді як при 96 ± 2 °C – лише 69,93 %. Дворазова теплова обробка призводить до зниження вмісту кальцію до 43,0–62,1 %. Це підтверджує необхідність збагачення пастеризованого молока добре засвоюваними формами кальцію, такими як PURACAL, глюконат, цитрат чи лактат кальцію, з біодоступністю 75–90 %.

Оптимізація дози харчових добавок дозволяє досягати цільового рівня кальцію в продукті та підвищувати його харчову цінність без погіршення органолептичних властивостей, консистенції та терміну зберігання. Застосування L-лактату кальцію показало підвищення середнього збереження кальцію до 58,11 %, що на 8,11 % більше, ніж у контрольному зразку (50,5 %), та дозволяє регулювати його вміст у готовому молоці.

Таким чином, комплексний підхід, що враховує сезонність складу молока, термостійкість сировини, оптимальні температурно-часові режими обробки та використання стабілізаторів і мінеральних добавок, забезпечує виробництво пастеризованого молока з пролонгованим терміном зберігання та високою харчовою цінністю, збереженням білкової структури та біодоступності кальцію, що є ключовим для підвищення його функціональних і поживних властивостей.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ МОЛОЧНОГО ВИРОБНИЦТВА

4.1 Основи охорони праці на молочному виробництві

Організація системи охорони праці на ПрАТ «Комбінат «Придніпровський» є невід'ємною складовою загальної системи управління підприємством. «Служба охорони праці безпосередньо підпорядковується директору і за своїм статусом прирівнюється до головної виробничо-технічної служби» [50]. До складу цієї служби входить інженер з охорони праці, який «має право видавати обов'язкові для виконання керівниками структурних підрозділів розпорядження щодо усунення виявлених недоліків, запитувати у них необхідну документацію, інформацію та пояснення з питань безпеки та охорони здоров'я, а також вимагати усунення осіб, які не пройшли медичні огляди, навчання або інспектування, чи не відповідають нормам охорони праці» [50, 51].

У разі порушення вимог безпеки інженер має право призупиняти роботу ділянок, обладнання, машин або інших засобів виробництва, які створюють загрозу життю чи здоров'ю працівників. Крім того, «він може направляти керівництву підприємства звернення щодо притягнення до дисциплінарної або кримінальної відповідальності працівників, які нехтують вимогами охорони праці. Всі накази спеціаліста з охорони праці можуть бути скасовані виключно керівником підприємства» [50].

Відповідальність за забезпечення загального рівня безпеки на підприємстві покладається на його керівника. Водночас у сфері охорони праці на окремих виробничих ділянках ці функції розподіляються між представниками управлінського та інженерно-технічного персоналу, зокрема головним технологом, керівниками цехів, змін, підрозділів та іншими відповідальними особами.

Вимоги виробничої санітарії охоплюють параметри, що стосуються розмірів і конструктивних особливостей виробничих будівель, а також їх інженерного забезпечення, зокрема систем вентиляції, опалення, водопостачання, каналізації та освітлення. Крім того, «регламентуються умови облаштування побутових

приміщень для відпочинку персоналу, торгових зон і загальні аспекти організації безпечних умов праці» [51]. Відповідно до встановлених норм, працівники, зайняті у шкідливих умовах, «повинні забезпечуватися молоком або спеціальними харчовими продуктами, а також спецодягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту» [50, 51].

Під час вибору місця розташування підприємства необхідно враховувати низку факторів, серед яких «особливості атмосферного повітря та ґрунтів, метеорологічні умови, зокрема утворення туманів, а також здатність атмосфери до розсіювання промислових викидів, що має суттєве значення для забезпечення екологічної та санітарної безпеки» [50].

Прибирання та миття підлог і виробничих поверхонь здійснюють після завершення кожної зміни. «Генеральне прибирання холодного цеху проводять не рідше одного разу на тиждень із ретельним миттям вікон, панелей і підлог, а також періодичною дезінфекцією із застосуванням свіжоприготованого розчину хлорного вапна» [50].

Змінні елементи технологічного обладнання холодильного відділення після закінчення роботи розбирають, ретельно миють, висушують, а перед повторним використанням обробляють окропом. Холодильні камери оснащуються необхідним технологічним, холодильним, механічним і допоміжним обладнанням, що забезпечує безперервність виробничого процесу. При цьому «категорично не допускається перетин потоків сирови та готової продукції, харчових продуктів і відходів, а також брудного й чистого або інфікованого посуду» [50].

Кухонний посуд та інвентар очищають від залишків продуктів, «миють у воді температурою 45–50 °C із використанням мийних засобів, після чого ополіскують гарячою водою температурою близько 60 °C і додатково знезаражують кип'ятінням з подальшим висушуванням» [50]. Виробничий інвентар (обробні дошки, ножі тощо) після використання ретельно миють і піддають стерилізації; не рідше одного разу на тиждень їх кип'ятять протягом однієї години. «Мийні ванни після роботи очищають і обробляють гарячим 1–2 % розчином соди» [50].

4.2 Розробка картки охорони праці

Під час виконання кожної технологічної операції необхідно запобігати виникненню потенційно небезпечних ситуацій. Зокрема, на етапі охолодження молока одним із основних ризиків є відсутність захисного заземлення обладнання, що може призвести до ураження електричним струмом і негативно вплинути на стан працівників. Такі «небезпеки усуваються шляхом забезпечення належного технічного стану обладнання та обов'язкового використання систем захисного заземлення» [50].

Експлуатація сепараторів також пов'язана з підвищеним рівнем виробничих ризиків, серед яких можливі механічні травми, переломи, опіки, а також ураження електричним струмом. Для «мінімізації цих небезпек необхідно регулярно проводити технічне обслуговування обладнання, своєчасний ремонт» [50], а також дотримуватися встановлених правил експлуатації та техніки безпеки. Для цього допоможе розробка картки охорони праці для працівників цеху пастеризації молока. Розроблена картка наведена на рис. 4.1.

№	Вимоги охорони праці при роботі в відділенні пастеризації
1	Перед початком роботи оператор відділення пастеризації молока зобов'язаний перевірити справність обладнання, наявність заземлення, герметичність з'єднань, а також роботу контрольно-вимірювальних приладів і систем автоматичного контролю температури.
2	Під час роботи необхідно дотримуватися встановлених технологічних режимів пастеризації (<i>температура, тривалість витримки</i>), не допускати перевищення допустимих параметрів і постійно контролювати показники процесу.
3	Забороняється виконувати очищення, розбирання або ремонт обладнання під час його роботи; всі роботи з обслуговування проводять лише після повного відключення установки від електромережі та джерел енергії.
4	Оператор повинен використовувати засоби індивідуального захисту (<i>спецодяг, захисне взуття, рукавиці</i>), дотримуватися правил особистої гігієни та уникати контакту з гарячими поверхнями і теплоносіями для запобігання опікам.
5	У разі виникнення аварійної ситуації (<i>витік пари, порушення герметичності, несправність обладнання</i>) необхідно негайно зупинити процес, повідомити відповідальну особу та діяти згідно з інструкціями з охорони праці.

Рисунок 4.1 – Розроблена картка охорони праці

Розроблена картка охорони праці дозволить систематизувати вимоги безпеки під час виконання технологічних операцій у відділенні пастеризації молока, забезпечити чітке дотримання персоналом правил безпечної роботи та своєчасне виявлення потенційно небезпечних факторів. Її впровадження сприятиме зниженню рівня виробничого травматизму, підвищенню дисципліни праці, а також створенню безпечних і контрольованих умов виробництва, що є важливим чинником стабільної роботи підприємства.

Висновки по розділу

У процесі виконання роботи було проведено ідентифікацію та аналіз умов праці оператора відділення пастеризації молока з урахуванням особливостей технологічного процесу, використовуваного обладнання та виробничого середовища. Оцінено потенційні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, визначено їх вплив на працівника, а також встановлено основні заходи щодо їх попередження та усунення. Отримані результати дозволяють комплексно підійти до забезпечення безпеки праці та підвищення рівня виробничої надійності.

Отже, аналіз небезпечних і шкідливих факторів, наведених у картці охорони праці, свідчить, що основними ризиками для оператора відділення пастеризації є вплив високих температур, рухомих частин обладнання та електричного струму. Водночас більшість із цих факторів можуть бути ефективно мінімізовані за умови дотримання технологічної дисципліни, своєчасного технічного обслуговування обладнання, наявності справного заземлення та використання засобів індивідуального захисту. Це забезпечує безпечні умови праці та знижує ймовірність виробничого травматизму.

5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Розрахунок кошторису витрат на дослідження

«До витрат, що пов'язані із проведенням дослідження, включаються витрати на основні матеріали, електроенергію, оплату праці, амортизацію та накладні витрати» [52].

Витрати на основні матеріали, затрачені на проведення дослідження, розраховують по формулі (5.1):

$$M = \sum m_i \cdot C_i, \quad (5.1)$$

де m_i – кількість витраченого i -го матеріалу;

C_i – ціна одиниці i -го матеріалу, грн.

Розрахунок необхідної кількості матеріалів і їх вартість приводяться в табл.5.1.

Таблиця 5.1 – Необхідна кількість матеріалів та їх вартість

Найменування матеріалу, одиниці	Кількість	Ціна за одиницю, грн	Сума, грн
Молоко-сировина, л	50	20,00	1000,00
L-лактат кальцію, уп	2	500,00	1000,00
Термометр контактний, шт	1	250,00	250,00
Посуд скляний, термостійкий, шт	5	200,00	1000,00
Всього			3250,00

«Заробітна плата працівників, що займалися дослідженням, визначається множенням середньогодинного заробітку працівника на кількість витраченого часу» [52]. Розрахунки зводяться в табл. 5.2.

Таблиця 5.2 – Розрахунок витрат на заробітну плату

Посада	Середньо-місячний заробіток, грн	Середньо-годинний заробіток, грн	Кількість людино-годин	Сума, грн
Дипломний керівник	12000	75,00	10	750
Всього				750

Нарахування на заробітну плату приймаються у розмірі 22 % єдиного соціального внеску. Від загальної суми заробітної платні вони складають:

$$H = \frac{750 \cdot 22}{100} = 165,00 \text{ грн.}$$

Затрати на витрачену електроенергію визначаються по формулі (5.2):

$$E = M \cdot K \cdot T \cdot a, \quad (5.2)$$

де M – потужність встановленого електрообладнання, кВт;

K – коефіцієнт використання потужності, ($K=0,9$);

T – час роботи на обладнанні, год;

a – тариф за електроенергію (за 1 кВт), грн/(кВт/год.).

$$E_{\text{змiш.}} = 1,8 \cdot 0,9 \cdot 10 \cdot 4,32 = 69,98 \text{ грн;}$$

$$E_{\text{настєр.}} = 2,5 \cdot 0,9 \cdot 15 \cdot 4,32 = 145,80 \text{ грн;}$$

$$E_{\text{охол.кам.}} = 2,0 \cdot 0,9 \cdot 60 \cdot 4,32 = 466,56 \text{ грн;}$$

Отже, загальні витрати електроенергії становитимуть:

$$E_{\text{заг}} = E_{\text{змiш.}} + E_{\text{настєр.}} + E_{\text{охол.кам.}} = 69,98 + 145,80 + 466,56 = 682,34 \text{ грн.}$$

Витрати на амортизацію устаткування, яке використовується в процесі проведення досліджень, обчислюються за наступною формулою:

$$A = \frac{\Phi \cdot H \cdot t}{100 \cdot 365}, \quad (5.3)$$

де A – амортизаційні відрахування, грн.

Φ – вартість обладнання, грн.;

H – річна норма амортизації, %;

t – тривалість проведення дослідження на даному обладнанні, (місяців, днів);

365 – кількість днів у році.

$$A_{\text{зміш.}} = \frac{4800 \cdot 20 \cdot 1}{100 \cdot 365} = 2,63 \text{ грн};$$

$$A_{\text{пастер.}} = \frac{120000 \cdot 20 \cdot 1}{100 \cdot 365} = 65,75 \text{ грн};$$

$$A_{\text{охол.кам.}} = \frac{55000 \cdot 20 \cdot 3}{100 \cdot 365} = 90,41 \text{ грн};$$

Результати розрахунків витрат на амортизацію наведено в табл.5.3.

Таблиця 5.3 – Результати розрахунків витрат на амортизацію

Устаткування	Вартість, грн	Річна норма амортизації, %	Час роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн
Змішувач	4800,00	20	1	2,63
Пастеризатор	120000,00	20	1	65,75
Охолоджувальна камера	55000,00	20	3	90,41
Всього				158,79

«Накладні витрати включають витрати, пов'язані з опаленням, освітленням, вентиляцією, утриманням бібліотеки? навчально-допоміжного і адміністративно-управлінського персоналу, а також інші господарські витрати» [52].

Накладні витрати приймаються на рівні 80% від нарахованої заробітної платні виконавців дослідження:

$$HB = \frac{750 \cdot 80}{100} = 600,00 \text{ грн.}$$

Результати розрахунку всіх витрат на проведення досліджень, пов'язаних з виконанням кваліфікаційної роботи зводимо в табл.5.4.

Таблиця 5.4 – Кошторис витрат на проведення дослідження

Витрати	Сума, грн
Основні матеріали	3250,00
Заробітна плата	750,00
Нарахування на заробітну плату	165,00
Електроенергія	682,34
Амортизація	158,79
Накладні витрати	600,00
Всього	5606,13

З таблиці 5.4 видно, що найбільшу частку витрат під час проведення дослідження технології молока пастеризованого тривалого зберігання становлять витрати на основні матеріали, які складають 57,9% від загальної суми.

Варто зазначити також високі витрати на електроенергію, які становлять близько 12,1%, у зв'язку з ростом тарифів для населення та підприємств. Найменші витрати, всього 2,8% від загальної суми, були пов'язані з амортизацією використаного обладнання.

5.2 Розрахунок ціни дослідження

«Науково-дослідна робота відноситься до фундаментальних досліджень, тому ціна визначається на основі витрат на дослідження та рентабельності, згідно формули (5.4)» [52]:

$$Ц = C + \frac{P \cdot C}{100}, \quad (5.4)$$

де $Ц$ – ціна дослідження, грн.;

C – витрати на дослідження, грн.;

P – нормативна рентабельність ($P = 30\%$).

Таким чином:

$$Ц = 5606,13 + \frac{30 \cdot 5606,13}{100} = 7287,97 \text{ грн.}$$

Отже, вартість проведеного дослідження становить 7287,97 грн.

Висновки по розділу

Відповідно до плану проведення дослідження було розраховано основні витрати на проведення дослідження та ціну дослідження.

Найбільшу частку витрат під час проведення дослідження технології молока пастеризованого тривалого зберігання становлять витрати на основні матеріали, які складають 57,9% від загальної суми.

Варто зазначити також високі витрати на електроенергію, які становлять близько 12,1%, у зв'язку з ростом тарифів для населення та підприємств. Найменші витрати, всього 2,8% від загальної суми, були пов'язані з амортизацією використаного обладнання. Загалом, з урахуванням 30% нормативної рентабельності вартість проведеного дослідження становить 7287,97 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Сьогодні особлива увага приділяється вибору продуктів масового споживання для збагачення, таких як молоко, кисломолочні продукти, хлібобулочні вироби, напої та дитяче харчування, що дозволяє забезпечити значну частку добової потреби населення у мікронутрієнтах.

Важливим аспектом є розробка технологій, які мінімізують втрати вітамінів під час виробництва та зберігання продуктів, а також використання натуральної сировини та рослинних компонентів для підвищення біологічної цінності. Таким чином, збагачення харчових продуктів є важливим напрямом функціонального харчування, який об'єднує медико-біологічні та технологічні підходи для забезпечення здоров'я населення та профілактики мікронутрієнтної недостатності.

Аналіз експериментальних даних підтверджує виражену сезонність складу молока, зокрема білка, сухих речовин, мінералів і вітамінів, що залежить від умов утримання та годівлі тварин. У весняно-літній період казеїнові частинки дрібніші приблизно на 10 %, що підвищує дисперсність білкової системи, тоді як підвищений вміст кальцію та теплові обробки спричиняють укрупнення міцел і ризик коагуляції білків, що важливо враховувати при виробництві молока з подовженим терміном зберігання.

Макро- та мікроелементи, зокрема кальцій, залізо та йод, досягають пікових значень у липні–вересні, а вітаміни С, А, D, Е, В1 та В2 – у червні–серпні, тоді як у зимові місяці їх вміст знижується через обмеженість раціону.

Дослідження термостійкості молока показали, що ключовими факторами стабільності білкової системи є сольова рівновага, співвідношення кальцію і магнію, вміст органічних кислот та казеїну. Використання суміші фосфорнокислого калію та лимоннокислого натрію у кількості 0,01–0,03 % від маси молока підвищує стабільність білків і запобігає коагуляції.

Одноразова теплова обробка при 86 ± 2 °C протягом 20 с зберігає 77,54 % кальцію, при 96 ± 2 °C – 69,93 %, а дворазова обробка знижує його до 43–62 %. Збагачення L-лактатом кальцію підвищує середнє збереження до 58,11 %.

Таким чином, оптимальний режим пастеризації (96 ± 2 °C, 1 хв), раціональне застосування стабілізаторів та біодоступних мінеральних добавок забезпечує високу харчову цінність молока, стабільність білкової системи та ефективне збереження кальцію.

Проведений аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів, відображених у картці охорони праці, показує, що ключову загрозу для оператора відділення пастеризації становлять підвищені температури, рухомі елементи обладнання та дія електричного струму. Разом із тим, за умов суворого дотримання технологічних регламентів, регулярного технічного обслуговування обладнання, наявності надійного заземлення та застосування засобів індивідуального захисту, вплив цих факторів може бути суттєво знижений. Це сприяє створенню безпечних умов праці та зменшенню ризику виробничого травматизму.

Найбільшу частку витрат під час проведення дослідження технології молока пастеризованого тривалого зберігання становлять витрати на основні матеріали, які складають 57,9% від загальної суми.

Варто зазначити також високі витрати на електроенергію, які становлять близько 12,1%, у зв'язку з ростом тарифів для населення та підприємств. Найменші витрати, всього 2,8% від загальної суми, були пов'язані з амортизацією використаного обладнання. Загалом, з урахуванням 30% нормативної рентабельності вартість проведеного дослідження становить 7287,97 грн.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Момчева А. М. Молочний ринок України: сучасний стан та перспективи розвитку. Науковий вісник Ужгородського університету. Економіка. 2010. Вип. 30. С. 164-168.
2. Машкін М. І. Технологія виробництва молока і молочних продуктів. / М. І. Машкін, Н. М. Париш: Навчальне видання. К.: Вища освіта. 2006. 351 с.
3. Одарченко А. М. Товарознавство молочних товарів: Навчальний посібник. Х. : ХДУХТ, 2007. 336 с.
4. Бараніченко Е. М. Особливості організації маркетингу ринку молока та молочних продуктів. Збірник наукових праць. Уманського держ. аграр. ун-ту, 2006. № 63. Ч. 2. С. 134–142.
5. Якубчак О. М. Санітарно-ветеринарні вимоги до якості молока / О. М. Якубчак. Молочна та молокопереробна промисловість: Україна-2007 / Гром. орг. "Асоціація "Український клуб аграрного бізнесу". К.: Логос, 2008. С.88-89
6. Постернікова О. О. Розвиток ринку молока та молочних продуктів в Україні. Придніпровський науковий вісник (Серія: Економічні науки: маркетинг і менеджмент). 2008. №11. С. 98-101.
7. ДСТУ 2661:2010 Молоко коров'яче питне. Загальні технічні умови. Київ: Держспоживстандарт. 2011. 17 с.
8. Фіалковська Л. В. Оцінка та безпека молока за якістю пастеризації. Збірник наукових праць, 2009. Том. 2. Випуск 7. Серія: Сільськогосподарські науки. Вінницький національний аграрний університет. С. 19 – 25.
9. Скорченко Т. А. Технологія незбираномолочних продуктів / Т. А. Скорченко, Г. Є. Поліщук, О. В. Грек, О. В. Кочубей. За редакцією Скорченко Т. А. Навчальний посібник. Вінниця : Нова книга. 2005. 264 с.
10. Мікробіологія молока та молочних продуктів : підручник / В. Г. Скибіцький, В. В. Власенко, І. Г. Власенко [та ін.] – Вінниця : Едельвейс і К, 2008. – 412 с.

11. Скопенко Н. С. Сучасний стан та тенденції розвитку молочної галузі України / Н. С. Скопенко, А. О. Бовкун // Продукти & інгредієнти. 2011. N 4. С. 36–37.
12. Кручек О. А. Розробка технології пастеризованого молока з подовженим терміном зберігання : / автореф. дис. на здобуття наук, ступеня канд. техн. наук / О. А. Кручек. – Одеса, 2007. 20 с.
13. Технологія незбираномолочних продуктів : Навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / Т. А. Скорченко, Г. Є. Поліщук, О. В. Грек, О. В. Кочубей; Нац. ун-т харч. технологій. Вінниця : Нова Кн., 2005. 261 с.
14. Технологія переробки молока: навчальний посібник / Ф. В. Перцевий, П. В. Гурський, О. О. Грінченко [та ін.] – Харків : ХДУХТ, 2006. – 378 с.
15. Єресько Г.О., Шинкарик М.М., Ворощук В.Я. Технологічне обладнання молочного виробництва. К. : «Інкос», 2007, 361 с.
16. Безпечність та якість молока, молочних продуктів – основний напрямок розвитку молокопереробної промисловості України / Н. М. Богатко, В. З. Салата, В. І. Семанюк [та ін.] // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С. З. Гжицького. Львів, 2012. – Т. 14, №2 (52), ч. 3. С. 21–26.
17. Гребельник О.П. Удосконалення технології молока питного пастеризованого. Наукові пошуки молоді у ХХІ столітті. Новітні технології виробництва та переробки продукції тваринництва, харчові технології: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. магістрантів і молодих дослідників (БНАУ, 30 жовтня 2024 р.). Біла Церква: БНАУ, 2024. С. 75 – 77.
18. Кручек О. А. Розробка технології пастеризованого молока з подовженим терміном зберігання: / автореф. дис. на здобуття наук, ступеня канд. техн. наук / О. А. Кручек. - Одеса, 2007. 20, с.
19. Машкін М. І. Модифікація технології питного пастеризованого молока з довготривалим терміном зберігання / М. І. Машкін, В. Ф. Могутова, О. В. Богомолів, Ю. І. Токолов, С. А. Денисенко.. Вісник Харківського національного

технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. 2013. Вип. 140. С.1-10.

20. Гребельник О.П., Загоруй Л.П., Калініна Г.П. Спосіб виробництва молока козиного пастеризованого: пат.155966 Україна: А23С 9/156 (2006.01) / № u 2023 01902; заявл.24.04.2023; опубл. 25.04.2024, Бюл. № 17. 4 с.

21. Мінорова А.В. Біологічна цінність сухих молочних багатокомпонентних сумішей. Food Resources. 2020. № 14. С. 125–136.

22. Грек О. В. Технологія продуктів зі знежиреного молока, молочної сироватки і маслянки / О. В. Грек, Г. Є. Поліщук, О. О. Онопрійчук. Навчальний посібник. К.: НУХТ. 2011. 210 с.

23. Дідух Н.А., Чагаровський О.П., Лисогор Т.А. Заквашувальні композиції для виробництва молочних продуктів функціонального призначення. Одеса: Видавництво «Поліграф», 2008. 236 с. ISBN 978–966–8788–79–6

24. Чагаровський О.П., Ткаченко Н.А., Лисогор Т.А. Хімія молочної сировини: навч. пос. для студ. вищих навч. закладів. Одеса: «Сімекс–прінт», 2013. 268 с.

25. Хімічний склад і фізичні характеристики молочних продуктів. Довідник / О.М. Скарбовійчук, О.В. Кочубей-Литвиненко, О.А. Чернюшок, В.Г. Федоров. – К.: НУХТ, 2012. – 311 с.

26. Технологія молока та молочних продуктів: навчальний посібник / Власенко В. В., Головка М. П., Семко Т. В., Головка Т. М. – Харківський державний університет харчування та торгівлі. Харків : ХДУХТ, 2018. 202 с.

27. Chernyavska, T. O. ., & Izmaylova, N. O. . (2019). Qualitative composition of cow milk of ukrainian red-pockmarked dairy breed. *Scientific Progress & Innovations*, (3), 111–116. <https://doi.org/10.31210/visnyk2019.03.14>

28. Братушка Р. В., Скляренко Ю. І., Чернявська Т. О. Якісний склад молока корів української бурої молочної породи та сумського внутрішньопородного типу української чорно-рябої молочної породи // Проблеми Зоінженерії та Ветеринарної Медицини. Серія: Сільськогосподарські Науки. – 2007. – Т. 22. – С. 249–253.

29. Остроумова Т. А., Іванов І. В. Вплив порід скота на склад молока і виробництво сиру // *Техніка і Технологія Харчових Виробництв.* – 2009. – № 3. – С. 55–63.

30. Полєва І. О., Долгай М. М., Калашников В. О., Курепін О. О. Порівняльна характеристика амінокислотного складу молока з різними технологічними характеристиками // *Науково-Технічний Бюлетень ІТ НААН.* – 2018. – № 119. – С. 122–128.

31. Приходько М. Ф. Оцінка продуктивності та технологічних властивостей молока новостворених порід і типів худоби північно-східного регіону України. – Кандидатська дисертація. – Херсон: Херсонський державний аграрний університет, 2009.

32. Складенко Ю. І., Чернявська Т. О., Бондарчук Л. В. Дослідження якісного складу молока корів української бурої молочної породи // *Розведення і Генетика Тварин.* – 2015. – Т. 53. – С. 185–190.

33. Складенко Ю. Особливості продуктивності молока корів української бурої молочної породи та вплив генотипічних і паратипічних факторів на її формування // *Науковий вісник ЛНУ ветеринарної медицини та біотехнологій. Серія: Сільськогосподарські науки.* – 2018. – Т. 20, № 89. – С. 8–16. doi: 10.32718/nvlvet8902

34. Складенко Ю. І., Чернявська Т. О. Зміни вмісту складових молока при захворюванні корів на мастит // *Вісник Сумського Національного Аграрного Університету.* – 2018. – № 1 (22). – С. 66–68.

35. Смоляр В. І. Комплекс заходів з підвищення якості молока // *Вісник Дніпропетровського ДАУ.* – 2011. – № 2. – С. 151–155.

36. Cheruiyot, E. K., Bett, R. C., Amimo, J. O., & Mujibi, F. D. N. (2018). Milk Composition for Ad-mixed Dairy Cattle in Tanzania. *Frontiers in Genetics*, 9. doi: 10.3389/fgene.2018.00142.

37. Самілик, М., Цирулик, Р., & Вороненко, Н. (2023). Застосування морквяних порошків для збагачення молочних продуктів. *Науковий вісник*

Таврійського державного агротехнологічного університету, 13(2).
<https://doi.org/10.31388/sbtsatu.v13i2.423>

38. Khodjaeva U., Bojňanská T., Victoris V., Sytar O. About food additives as important part of functional food. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences. Slovak University of Agriculture.* 2013. Vol. 2. P. 2227–2237.

39. Моїсеїва Л.О., Романчук І.О., Рудакова Т.В. Підвищення біологічної цінності кисломолочних продуктів для харчування дітей. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету.* 2015. Вип. 1(82), No2. С.94–98.

40. Functional Foods: Benefits, Concerns and Challenges – A Position Paper from the American Council on Science and Health. *The Journal of Nutrition.* 132.12. (pp. 3772–3781). <https://doi.org/10.1093/jn/132.12.3772>

41. Mashurabad, P.C., Palika, R., Jyrwa, Y.W., Bhaskarachary, K., Pullakhandam, R. (2017). Dietary fat composition, food matrix and relative polarity modulate the micellarization and intestinal uptake of carotenoids from vegetables and fruits. *J. Food Sci. Technol*, 54, 333–341. doi: 10.1007/s13197-016-2466-7

42. Cho, W.Y., Kim, D.H., Lee, H.J., Yeon, S.J., Lee, C.H. (2020). Quality characteristic and antioxidant activity of yogurt containing olive leaf hot water extract. *CYTA J. Food*, 18, 43–50. <https://doi.org/10.1080/19476337.2019.1640797>

43. Samilyk, M., Tsyrylyk, R., Bolgova, N., Vechorka, V., Ryzhkova, T., Severin, R., Lysenko, H., & Heida I. (2022). Devising a technique for improving the biological value of A2 milk by adding carrot powder. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6(11 (120), 44–50. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.266924>

44. Самілик М. М., Цирулик Р. В. Використання морквяних порошків для збагачення молока мінеральними елементами //Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі. Серія «Технічні науки». – 2021. – №. 1. – С. 23–29.

45. Соломон А.М. Обґрунтування напрямів розвитку функціональних молочних продуктів. Всеукраїнський науково-технічний журнал «Техніка енергетика транспорт АПК». Вінниця, 2017. Вип. 2 (97). С. 85-89
46. Калініна Г.П. Систематизація органолептичних показників якості молочних продуктів. Продовольча індустрія АПК, 2014, 6: 39-41.
47. Крижак, Л. М. Обґрунтування складу заквашувальної композиції для виробництва йогурту функціонального призначення. Харчова наука і технологія, 2015, 2: с. 7-14.
48. Дідух Н.А. Заквашувальні композиції для виробництва молочних продуктів функціонального призначення./ Н.А. Дідух, О.П. Чагаровський, Т.А.Лисогор; Одеська національна академія харчових технологій – Одеса: «Поліграф», 2008. 234 с.
49. Kamiński, S., Cieslińska, A., Kostyra, E. (2007). Polymorphism of bovine beta-casein and its potential effect on human health. Journal of Applied Genetics. 48:1. (pp. 89–98). DOI: 10.1007/BF03195213
50. Охорона праці в галузях сільського господарства: навч. посібн. / І.П. Осадчук, М.М. Сакун, П.І. Осадчук, Т.В. Столярова / ОДАУ. Каф.безпеки життєдіяльності. Одеса: Видавництво Барбашин, 2007. 480 с.
51. Охорона праці в галузях сільського господарства: навчально-методичний комплекс. Навчальний посібник для підготовки спеціалістів ступеня «магістр» для всіх напрямків підготовки / М.М.Сакун, І.В.Москалюк, О.О.Атрашкова, А.М. Яковенко; за ред. Сакуна М.М. – Одеса: ВМВ, 2019. – 458 с.
52. Павленко О.С. Методичні рекомендації до виконання розділу «Організаційно-економічна частина» дипломної роботи для здобувачів вищої освіти за освітньо-професійною програмою «Харчові технології» зі спеціальності 181 «Харчові технології» денної та заочної форми навчання. Дніпро: ДДАЕУ. 2020. 40 с.