

**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 «Магістр»  
на тему:

**Обґрунтування технології виробництва морозива  
на основі рослинних замінників молока**

**Виконала:** здобувач вищої освіти 2 курсу,  
групи МгХТ-1-24  
освітньо-професійної програми Харчові технології  
зі спеціальності 181 Харчові технології

\_\_\_\_\_ Мар'ян МАЛИШ

**Керівник:** \_\_\_\_\_ Вікторія КАЛИНА

**Рецензент:** \_\_\_\_\_

Дніпро 2025

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

Ступінь вищої освіти: «Магістр»

Освітньо-професійна програма: «Харчові технології»

Спеціальність: 181 «Харчові технології»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

харчових технологій,

кандидат технічних наук, доцент

Віталій КОШУЛЬКО

(підпис)

«24» жовтня 2025 р.

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

Малишу Мар'яну Васильовичу

1. Тема роботи: «Обґрунтування технології виробництва морозива на основі рослинних замінників молока».

Керівник роботи: Калина Вікторія Сергіївна, кандидатка технічних наук, доцентка, затверджені наказом закладу вищої освіти від «24» жовтня 2025 року № 3184.

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 12 грудня 2025 року

3. Вихідні дані до роботи: 1. Технологія виробництва морозива 2. Наукова, нормативна, технологічна, технічна та патентна документація.

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

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1. Постановка проблеми дослідження. 2 Мета роботи і завдання досліджень.  
3 Характеристика об'єктів дослідження. 4 Результати досліджень. 5 Кошторис витрат на проведення досліджень. 6 Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

| Розділ | Посада, прізвище та ім'я консультанта | Підпис, дата   |                  |
|--------|---------------------------------------|----------------|------------------|
|        |                                       | завдання видав | завдання прийняв |
| 1 – 3  | Доцентка КАЛИНА Вікторія              | 24.10.2025     | 12.12.2025       |
| 4      | Доцентка КАЛИНА Вікторія              | 24.10.2025     | 12.12.2025       |
| 5      | Доцентка КАЛИНА Вікторія              | 24.10.2025     | 12.12.2025       |

7. Дата видачі завдання 24 жовтня 2025 року.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

| № з/п | Назва етапів кваліфікаційної роботи               | Строк виконання етапів роботи | Примітка |
|-------|---|-------------------------------|----------|
| 1     | Вступ   | 24.10-26.10.25                | виконано |
| 2     | Аналітичний огляд                                 | 27.10-12.11.25                | виконано |
| 3     | Матеріали і методи досліджень                     | 13.11-15.11.25                | виконано |
| 4     | Експериментальна частина                          | 16.11-28.11.25                | виконано |
| 5     | Охорона праці                                     | 29.11-01.12.25                | виконано |
| 6     | Організаційно-економічна частина                  | 02.12-05.12.25                | виконано |
| 7     | Загальні висновки та бібліографія                 | 06.12-09.12.25                | виконано |
| 8     | Розробка та підготовка демонстраційного матеріалу | 10.12-11.12.25                | виконано |

**Здобувач вищої освіти** \_\_\_\_\_ Мар'ян МАЛИШ  
( підпис )

**Керівник роботи** \_\_\_\_\_ Вікторія КАЛИНА  
( підпис )

## РЕФЕРАТ

Тема: «Обґрунтування технології виробництва морозива на основі рослинних заміників молока»

**Кваліфікаційна робота магістра:** 68 с., 8 рис., 14 табл., 72 літературних джерел.

**Об'єкт дослідження:** морозиво, молоко коров'яче, рослинні заміники молока.

**Метою роботи** є удосконалення рецептурного складу морозива за рахунок використання рослинних заміників молока коров'ячого.

**Методи дослідження:** Визначали функціонально-технологічні та фізико-хімічні властивості рослинних заміників молока, сухого знежиреного молока та толокна. В'язкість вимірювали віскозиметром Оствальда, стійкість емульсій – за індексом розшарування після витримання при 30 °С. Оцінювали волого- та жирoadсорбційну здатність, емульгувальну активність і жируотримувальну здатність за стандартними лабораторними методиками. Піноутворювальну здатність визначали методом Рауха, розчинність та змочуваність – за часом диспергування у воді. Механічні характеристики модельних сумішей фіксували на структурометрі, а стійкість емульсій – відповідно до вимог ДСТУ EN 1182:2017.

В роботі обґрунтовано та розроблено технологічні підходи до виробництва морозива з використанням рослинних заміників молока (соевого та конопляного) та толокна як функціонального інгредієнта. Досліджено хімічний склад та фізико-хімічні властивості сировини, встановлено доцільність заміни сухого знежиреного молока рослинними компонентами для отримання продукту без лактози та з підвищеним вмістом біологічно активних речовин. Оцінено вплив толокна на структуру, стабільність, піноутворення та органолептичні показники морозива, підтверджено його ефективність як природного стабілізатора та джерела харчових волокон і заліза. Розроблено модельні рецептури морозива з оптимальним співвідношенням компонентів, виконано економічне обґрунтування технології та доведено її практичну доцільність для виробництва функціонального морозива з покращеними харчовими характеристиками.

## КЛЮЧОВІ СЛОВА

*Морозиво, молоко коров'яче, рослинні заміники молока, соєве молоко, конопляне молоко, рецептура, в'язкість.*

## ЗМІСТ

|   |    |
|---|----|
| ВСТУП.....  | 5  |
| 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД .....   | 7  |
| 1.1 ПРОБЛЕМИ СПОЖИВАННЯ МОЛОКА КОРОВ'ЯЧОГО .....  | 7  |
| 1.2 РОСЛИННІ ДЖЕРЕЛА БІЛКА ТА ЇХ ВИКОРИСТАННЯ В ТЕХНОЛОГІЇ<br>МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ .....                                      | 11 |
| 1.3 РОЛЬ РОСЛИННИХ ДОБАВОК В ТЕХНОЛОГІЇ МОРОЗИВА .....  | 21 |
| 2 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ .....   | 29 |
| 2.1 ХАРАКТЕРИСТИКА ВИКОРИСТАНОЇ СИРОВИНИ.....   | 29 |
| 2.2 ВИЗНАЧЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ СИРОВИНИ<br>ТА МОРОЗИВА.....   | 31 |
| 3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА .....  | 33 |
| 3.1 ДОСЛІДЖЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК РОСЛИННИХ<br>ЗАМІННИКІВ МОЛОКА.....  | 33 |
| 3.2 ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ РОСЛИННИХ ЗАМІННИКІВ МОЛОКА  | 40 |
| 3.3 ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МОДЕЛЬНИХ<br>СУМІШЕЙ ДЛЯ МОРОЗИВА НА ОСНОВІ РОСЛИННИХ ЗАМІННИКІВ<br>МОЛОКА ..... | 42 |
| 4 ОХОРОНА ПРАЦІ .....   | 48 |
| 4.1 АНАЛІЗ НАПРЯМІВ ПІДВИЩЕННЯ СТАНУ ОХОРОНИ ПРАЦІ ПРИ<br>ВИРОБНИЦТВІ МОРОЗИВА .....  | 48 |
| 4.2 ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ТА ПРАВИЛА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ОБЛАДНАННЯ .....  | 50 |
| 5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА .....  | 53 |
| 5.1 РОЗРАХУНОК ВИТРАТ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ.....   | 53 |
| 5.2 ВИЗНАЧЕННЯ ЦІНИ ДОСЛІДЖЕННЯ .....   | 57 |
| ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ .....   | 59 |
| БІБЛІОГРАФІЯ .....  | 61 |

## ВСТУП

Стратегічні напрями розвитку харчової промисловості, зокрема молочної, окреслено в Концепції державної політики України у сфері здорового харчування населення, де ключова увага приділяється вдосконаленню структури споживання за рахунок збільшення частки продуктів із заданими властивостями, що містять функціональні інгредієнти – біологічно цінні жирні кислоти, вітаміни, мінеральні речовини та антиоксиданти.

У зв'язку з цим наукові дослідження спрямовуються на вдосконалення існуючих і створення нових технологій виробництва якісно нових харчових продуктів, які дозволяють цілеспрямовано змінювати хімічний склад відповідно до потреб людського організму та ефективно використовувати сировинні ресурси. Особливого значення набуває створення продуктів здорового харчування із заданими властивостями, що містять біологічно активні білки, харчові волокна, поліненасичені жирні кислоти, вітаміни, мінеральні елементи та антиоксиданти. Такі продукти не є лікарськими засобами, однак сприяють профілактиці захворювань і уповільненню процесів старіння організму в умовах сучасного довкілля.

Проблема забезпечення населення повноцінними молочними продуктами набула актуальності через дефіцит молочної сировини наприкінці 1990-х років, що стимулювало розвиток напрямів виробництва нових видів молочних продуктів із використанням рослинних замінників молока. Це також пов'язано з поширенням лактозної непереносимості та підвищеної чутливості до молочних білків. Як потенційні джерела білка та сировину для виробництва рослинних замінників молока запропоновано насіння олійних, бобових, зернових культур і горіхів.

Практичний досвід підтверджує, що використання замінників молока у виробництві комбінованих і аналогових молочних продуктів дає змогу не лише розширити асортимент екологічно безпечної продукції, а й підвищити її харчову цінність. Рослинні замінники молока, зокрема соєве молоко, є низькокалорійними напоями, близькими за складом і харчовою цінністю до традиційного молока. Вони

містять біологічно активні білки, пептиди, амінокислоти, лецитин, розчинні цукри, харчові волокна та цінні макро- і мікроелементи. Такі продукти вважаються оптимальною альтернативою коров'ячому молоку, а використання пророщеного насіння як основи для їх виготовлення є перспективним напрямом розвитку.

Водночас залишається низка невирішених питань, зокрема щодо отримання та застосування «молока» з пророщеного насіння, формування його структури та поведінки у продуктах із пінозбивною структурою.

Структура морозива визначається комплексом органолептичних і структурно-механічних характеристик, що залежать від взаємодії між білками, жирами та вуглеводами. Провідну роль відіграють молочні білки, насамперед казеїн, який виконує функції емульгатора під час гомогенізації та піноутворювача у процесі фризювання. Заміна традиційних молочних білків рослинними потребує проведення додаткових технологічних досліджень.

Сучасний ринок морозива активно розширюється за рахунок введення плодово-ягідних і овочевих наповнювачів, які збагачують продукт біологічно цінними речовинами. Однак у науково-технічній літературі відсутні комплексні дослідження щодо створення морозива на рослинній основі з частковою або повною заміною молочної сировини. Це обґрунтовує необхідність вивчення функціонально-технологічних властивостей рослинних заміників молока для їх застосування в технології морозива.

Отже, метою роботи слід вважати розширення асортименту морозива шляхом заміни молока рослинними компонентами. Для виконання поставленої мети необхідно досягти успіху у наступних завданнях:

- 1) дослідити функціональні характеристик рослинних заміників молока;
- 2) встановити фізико-хімічні показники рослинних заміників молока;
- 3) провести дослідження технологічних властивостей модельних сумішей для морозива на основі рослинних заміників молока.

## 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

### 1.1 Проблеми споживання молока коров'ячого

«Останніми роками перед молочною промисловістю постало завдання вдосконалення структури харчування населення шляхом модернізації існуючих і створення нових видів харчових продуктів, виробництво яких базується на ресурсозберігаючих технологіях і забезпечує підвищену біологічну та харчову цінність» [1]. Тому виготовлення аналогів молочних продуктів пов'язане не лише з проблемою непереносимості коров'ячого молока серед дорослих і дітей чи дефіцитом молочної сировини, але й із нестачею повноцінного білка в раціоні населення та необхідністю збалансування складу харчових продуктів.

Значної популярності набули функціональні продукти (ФП) – «харчові вироби, що містять компоненти, корисні для здоров'я людини, які зміцнюють імунну систему, підвищують опірність організму захворюванням і сприяють нормалізації фізіологічних процесів, допомагаючи зберігати активний спосіб життя протягом тривалого часу» [2-5]. Цей напрям отримав назву «позитивне харчування», концепція якого сформувалася в Японії наприкінці 1980-х років.

Усі продукти позитивного харчування містять складові, що забезпечують їм функціональні властивості. Відповідно до теорії Д. Поттера, на сучасному етапі розвитку ринку найефективніше застосовуються такі основні групи функціональних інгредієнтів:

- «харчові волокна як розчинні, так і нерозчинні;
- вітаміни (А, групи В, С тощо);
- мінеральні елементи, зокрема кальцій та залізо;
- поліненасичені жири, джерелами яких є рослинні олії, риб'ячий жир, омега-3 та омега-6 жирні кислоти;
- антиоксиданти, до яких належать  $\beta$ -каротин, вітамін С (аскорбінова кислота) та вітамін Е ( $\alpha$ -токоферол);
- пробіотики – препарати, що містять живі корисні мікроорганізми;

– пребіотики – олігосахариди, які служать живильним середовищем для розвитку корисної мікрофлори» [2].

«Функціональні молочні продукти (ФМП) мають містити біологічно активні компоненти, які при систематичному споживанні позитивно впливають на стан організму або окремі його функції» [3]. Основоположним принципом сучасної науки є твердження, що здоров'я людини безпосередньо залежить від якості харчування.

Останніми роками активно розвивається виробництво лікувально-профілактичних продуктів на молочній основі з додаванням рослинної сировини, яка є джерелом численних біологічно цінних речовин [3, 4]. Таке профілактичне харчування, що «враховує фізіологічні потреби сучасної людини в есенціальних біологічно активних сполуках, сприяє підвищенню стійкості організму до негативних чинників довкілля, запобігає розвитку захворювань, продовжує тривалість життя та забезпечує гармонійний ріст і розвиток дітей» [5-8].

Створення нових видів молочних продуктів базується на наукових принципах, сформульованих фахівцями Інституту харчування НААН України. В їх основу покладено вимоги щодо збереження харчової цінності та органолептичних властивостей у процесі переробки, а також «корекції недоліків молочного жиру – високої вартості, значного вмісту холестерину (до 240 мг на 100 г продукту), низької стійкості під час зберігання та недостатньої кількості життєво необхідних поліненасичених жирних кислот, частка яких у рослинних жирах може досягати 60% у складі тригліцеридів» [6].

Особливої уваги заслуговує той факт, що у коров'ячому молоці переважають насичені жирні кислоти, які стимулюють підвищення рівня холестерину в крові. За «даними вчених, у складі молока міститься п'ять основних антигенних сполук – лактоальбумін, лактоглобулін, казеїн, ліпопротеїд та суміш альбумоз і пептонів, серед яких найвищі антигенні властивості має  $\beta$ -лактоглобулін» [7]. Саме ця сполука часто є причиною непереносимості молока у значній кількості людей.

«Попри те, що коров'яче молоко та молочні продукти є важливими джерелами тваринного білка, незамінних амінокислот, мінеральних речовин,

вітамінів і біологічно активних сполук, близько 10–15% здорового населення не переносять їх з різних причин. Серед осіб із певними захворюваннями цей показник може зростати до 20% і більше» [8].

Одним із головних компонентів молока є дисахарид лактоза. У процесі травлення під дією ферменту лактази вона гідролізується на глюкозу та галактозу. «При нестачі цього ферменту в тонкому кишечнику порушується засвоєння лактози, що призводить до її непереносимості. Нерозщеплена лактоза не всмоктується в кров, спричиняючи розлади травлення через осмотичний ефект або бактеріальне розщеплення молочного цукру» [9, 10].

Встановлено, що «порушення процесу розщеплення лактози супроводжується втратою кальцію, що підвищує ризик розвитку атеросклерозу, а у дітей може спричинити затримку окостеніння хрящового скелета» [5].

За даними Центру медичної статистики США, різні форми алергічних реакцій спостерігаються у 40–50% дітей віком до одного року [6]. У дітей із ще недосконалою травною системою та недостатньою активністю ферментів білкової компоненти молока не повністю розщеплюються, потрапляють у кров і викликають алергічні прояви.

«Найчастіше вони проявляються у вигляді діатезів, дерматитів або хронічної кропив'янки. Найвищу алергенність має сире коров'яче молоко [9]. Проблема алергії давно перебуває в полі зору медичних досліджень» [11]. Зокрема, вчені пов'язують «непереносимість молока з анатомо-фізіологічними особливостями шлунково-кишкового тракту дітей, у яких знижена активність ферментів слизової оболонки кишечника (дипептидаз) поєднується з підвищеним рівнем  $\beta$ -лактоглобуліну» [6, 10].

Лікування лактазної недостатності залежить від ступеня вираженості симптомів. «Якщо вона супроводжується важкими клінічними проявами – такими як блювання, метеоризм чи кишкові коліки – єдиним ефективним рішенням є повне виключення з раціону молока та молочних продуктів» [9]. У зв'язку з цим особливої актуальності набуває питання заміни коров'ячого молока на альтернативні рослинні види.

Промисловість дитячого харчування багатьох країн базується на використанні сої як основної сировини.

В Україні також активно ведуться розробки соєвих продуктів для дитячого харчування. Зокрема, «для дітей віком від шести до восьми місяців, які мають непереносимість білків коров'ячого молока, створено технології виробництва прісних і кисломолочних продуктів на основі ізоляту соєвого білка – «Супромілк» та «Супролакт». Вони можуть виготовлятися як у промислових умовах, так і на молочних кухнях» [12].

На думку фахівців, соєві продукти нині є фактично єдиною альтернативою для людей з алергією або вродженою непереносимістю білків тваринного походження, зокрема білків молока. Крім того, «такі продукти урізноманітнюють раціон осіб, які дотримуються суворої дієти, що виключає тваринні продукти, та додатково збагачують харчування природними антиоксидантами – токоферолами» [4, 13].

Ефективним напрямом у дитячому харчуванні є часткова заміна молока зерновими компонентами. Вченими розроблено «низьколактозні молочні суміші із застосуванням солодового екстракту, рисового, вівсяного, гречаного борошна та толокна» [3, 14, 15].

Останнім часом перед молочною галуззю поставлено завдання вдосконалити структуру харчування шляхом модернізації наявних і розроблення нових видів продукції, які б вироблялися за ресурсозберігаючими технологіями та мали підвищену біологічну й харчову цінність.

Таким чином, створення аналогів традиційних молочних продуктів зумовлене не лише проблемою непереносимості коров'ячого молока у дітей і дорослих або дефіцитом молочної сировини, а й необхідністю усунення браку повноцінного білка в раціоні населення та забезпечення збалансованості харчових продуктів.

## 1.2 Рослинні джерела білка та їх використання в технології молочних продуктів

«Глобальна нестача білків тваринного походження зумовила необхідність поєданого використання тваринної та рослинної сировини у харчовій промисловості» [16]. Інтерес до рослинних білків як основи для створення харчових продуктів виник відносно недавно, проте завдяки короткому циклу відтворення насіння бобових, олійних і зернових культур вважається перспективним джерелом білка за економічними показниками. «Використання білкових препаратів із різними функціональними властивостями дозволяє молочній галузі випускати широкий асортимент дієтичних і щадних продуктів харчування, таких як пасти, сири, сиркові вироби, сухе молоко та напої на основі насіння олійних культур» [17].

Розмаїття рослинної сировини зумовлює широкий спектр продуктів на її основі. «Перспективними джерелами ізольованого білка є насіння злакових культур, гарбуза, гороху та квасолі» [17]. У регіонах з теплим кліматом особливо популярним продуктом є кокосове молоко [4, 9, 12].

Аналоги молочних продуктів, виготовлені з рослинної сировини, не містять лактози й алергенів, мають нижчу калорійність, мінімальний або нульовий вміст холестерину та солей натрію. «У процесі виробництва їх додатково збагачують мінералами, вітамінами, поліненасиченими жирними кислотами та іншими цінними нутрієнтами» [18]. Завдяки вдосконаленому складу та технологічним особливостям ці продукти відзначаються кращими умовами зберігання та зручністю у споживанні порівняно з традиційними аналогами. Встановлено, що «білки рослинного походження проявляють гіпохолестеринемічну дію, тобто сприяють зниженню рівня холестерину в крові, на відміну від білків тваринного походження» [20, 21].

Важливе місце у виробництві займають соєві продукти – замінники молока, вершків, кисломолочних напоїв, сиру тощо [7, 18]. Доведено, що «споживання соєвих білкових продуктів, які мають високу енергетичну та лікувально-

профілактичну цінність, позитивно впливає на стан здоров'я людини» [19]. «За даними хімічного складу, біологічна цінність соєвих бобів становить 96 умовних одиниць, а їхня перетравлюваність – 91%. Приблизно 90% білків сої представлено глобулінами, які виконують роль запасних білків; решта складається з ензимів, гемагглютенінів, білкових інгібіторів і ліпопротеаз мембран» [22]. Білки сої характеризуються збалансованим амінокислотним складом, що визначає їх високу поживну цінність.

«До складу ліпідів соєвого насіння входять незамінні жирні кислоти – олеїнова, пальмітинова, лінолева та ліноленова, які сприяють виведенню холестерину з організму» [23]. Соя є цінним джерелом вітамінів і мінеральних елементів, особливо важливих у сучасних умовах погіршення екологічної ситуації у світі. «Однією з головних переваг сої є її здатність зміцнювати організм і допомагати в профілактиці різних захворювань. Медико-біологічні дослідження довели, що регулярне споживання соєвих продуктів позитивно впливає на перебіг і профілактику багатьох хвороб» [24].

У сої виявлено п'ять груп антиканцерогенних сполук, серед яких – інгібітори протеїназ, фітати, фітостероли, сапоніни та ізофлавіони. «Найбільшу увагу науковців привертають ізофлавіони, зокрема геністеїн, ефективність якого доведено експериментально, а його антиканцерогенна дія вважається однією з найсильніших» [25]. Крім того, «багато білкових соєвих продуктів містять значну кількість харчових волокон, що сприяють зниженню ризику розвитку раку товстої та прямої кишки» [26].

Завдяки високому вмісту повноцінних білків і рослинної олії соя є надзвичайно перспективною культурою для харчової промисловості. «Проте використання її насіння потребує спеціального технологічного підходу, оскільки воно містить антиживильні речовини, які необхідно інактивувати для забезпечення безпечності продуктів» [8].

«Технологічна схема виробництва соєвого молока включає чотири основні етапи: інактивацію ферментів насіння, максимальну екстракцію поживних

компонентів, забезпечення стабільності готового продукту під час зберігання та оптимізацію собівартості виробництва» [12].

При заміні тваринних білків рослинними важливо зберегти звичні органолептичні властивості продуктів та їхню поживну цінність (табл. 1.1). «Підвищені вимоги до якості й біологічної повноцінності білка пояснюються тим, що аналоги молочних продуктів призначені для широкого споживання» [27].

Таблиця 1.1 – Хімічний склад соєвого молока, коров'ячого та грудного молока

| Показник                           | Соєве<br>молоко | Коров'яче<br>молоко | Грудне<br>молоко |
|------------------------------------|-----------------|---------------------|------------------|
| Енергетична цінність,<br>кДж/100 г | 242,672         | 246,856             | 263,592          |
| Вода, %                            | 88,6            | 88,7                | 88,0             |
| Білки, %                           | 3,2             | 2,9                 | 1,1              |
| Жири, %                            | 3,7             | 3,2                 | 3,5              |
| Вуглеводи, %                       | 4,1             | 4,5                 | 7,2              |
| Зола, %                            | 0,4             | 0,7                 | 0,2              |
| Мінеральні речовини, мг%           |                 |                     |                  |
| – Кальцій (Ca)                     | 27              | 100                 | 25               |
| – Фосфор (P)                       | 50              | 90                  | 14               |
| Вітаміни, мг%                      |                 |                     |                  |
| – А                                | 0,01            | 0,10                | 0,07             |
| – В <sub>1</sub>                   | 0,03            | 0,03                | 0,01             |
| – В <sub>2</sub>                   | 0,03            | 0,15                | 0,03             |
| – РР                               | 0,10            | 0,10                | 0,20             |

Таким чином, рослинне «соєве молоко» перевищує молоко тваринного походження за вмістом вітаміну В<sub>2</sub>, зберігає порівнянну кількість білка, але має меншу калорійність.

«Традиційний метод приготування соєвого молока передбачає замочування соєвих бобів у воді протягом 6–12 годин, подальше їхнє подрібнення з додаванням води (вологе розмелювання) та фільтрування через тканинний фільтр» [27]. Існують запатентовані способи отримання соєвого молока з цілих або очищених бобів, із соєвого борошна без попередньої теплової обробки та з її застосуванням, включно з пропарюванням і прожарюванням. Такі методи запатентовані в Японії, США, Великій Британії, Німеччині та Україні.

Згідно з англійським патентом, для виробництва соєвого молока готують водну суспензію з соєвого борошна, причому співвідношення борошна та води підбирають залежно від бажаної концентрації сухих речовин і в'язкості продукту. «Суспензію з рН 7–9 піддають тепловій обробці при температурі 70–100 °С або обробляють перегрітою парою, підвищуючи температуру до 120–160 °С. У такому режимі суспензію витримують від 10 до 7 хв для інактивації ферментів, часткового розщеплення пептидів та мінімальної денатурації білків, після чого охолоджують до 15–20 °С» [28]. Для приготування використовують борошно або соєві боби, подрібнені до 100 мкм. Суспензію перемішують у змішувачі, додають 2 н гідроксид натрію для доведення рН до 9,3 та витримують 1 год. Потім суспензію подають у модифіковану установку «УТ18», яка містить теплообмінник для непрямой теплової обробки рідкого продукту та інжектор пари. «У цьому обладнанні температура суспензії швидко підвищується до 147 °С, витримується 90 с і охолоджується до 15 °С. За допомогою 2 н соляної кислоти рН доводять до 7,0, після чого соєве молоко готове до стерилізації та пакування» [16, 20].

Найбільшим виробником соєвого молока у світі є Японія. Наприклад, там запатентовано спосіб отримання кисломолочного напою на рослинній основі, багатого білком. «Для його приготування до 1 кг соєвого молока додають 30 г сухого знежиреного молока, суміш перемішують, стерилізують, охолоджують,

додають кефірну закваску і сквашують при 30 °С протягом 24 год. Готовий напій містить до 1 % спирту та зберігається за температури 0–5 °С» [29].

У Болгарії запропоновано «метод приготування кисломолочного напою, за яким пастеризоване та охолоджене соєве молоко змішують у співвідношенні 1:1 або 2:1 з йогуртом кислотністю 200–210 °Т, виготовленим із цільного або знежиреного молока» [30]. Продукт, отриманий за цією технологією, багатий на фосфоліпиди і не містить холестерину.

У Єгипті створено технологію приготування кисломолочного напою «Лассі» на основі соєвих бобів і пахти. «Соєві боби подрібнюють із додаванням пахти, після чого суміш гомогенізують, пастеризують і сквашують закваскою, що містить термофільний стрептокок молочнокислий та болгарську паличку. У продукт додають цукровий сироп у кількості 13 %» [19].

Замінники вершків виробляють у Швеції, Великій Британії, Японії, США та інших країнах. «При використанні натурального молока до складу продукту входять: знежирене молоко – 81,45 %, жир – 18 %, емульгатор – 0,5 %, карагенан – 0,015 %, камедь ріжкового дерева – 0,035 %. Жирову основу формують із гідрогенізованих олій: соєвої, кокосової та інших» [31].

На основі сої виготовляють комбіновані замітники молочних продуктів. У Мексиці розроблено продукт для дитячого харчування «Соявен» – суху суміш соєвого борошна і вівса, оброблену спеціальним чином і змішану з сахарозою, олією, метіоніном, мінеральними солями та вітамінами. «Соявен» призначений «для дітей віком від 2 місяців до 2 років, не містить лактози і за біологічною цінністю практично дорівнює коров'ячому молоку, при цьому його вартість удвічі нижча за суміші на основі молока» [32].

Пастеризоване соєве молоко виробляють із комплексного продукту на соєвій основі «Нутрі Бев», розробленого компанією «ADM», США. Це швидкорозчинний порошок, що «містить сухі речовини кукурудзяного сиропу, ізольований соєвий білок, частково гідрогенізовану соєву або кокосову олію, цукор, мінеральні речовини, вітаміни, фолієву кислоту, ніацин і ароматизатори» [30].

Напій «Саці», що «виробляється в Бразилії, містить 4,5 % соєвого білка і сухого знежиреного молока, продається в сухому вигляді з додаванням смакових наповнювачів: ваніліну, полуниці, шоколаду» [32].

Розроблено технології отримання сирів із соєвих білкових продуктів. «Сири виготовляють із соєвого молока шляхом молочнокислого зброджування з використанням *Streptococcus thermophilus*, *Str. lactis* або їх суміші без додавання кальцію як коагулянту» [8, 12].

У США виробляють три види аналогів сирів: американський, моцарела та чеддер, зазвичай у суміші 1:1 з натуральними сирами. «До складу входять натрієві та кальцієві казеїнати, гідрованна соєва олія, ароматизатори, мінеральні речовини, вітаміни та консерванти. Біологічна цінність таких сирів не поступається натуральним, при цьому вони містять значно менше холестерину» [30].

Окрім соєвого молока, у сучасному виробництві аналогів молочних продуктів широко застосовують соєві білкові ізоляти, що за своїми хімічними та фізичними властивостями наближаються до молочних білків.

Соєві білкові ізоляти порівняно з традиційними молочними продуктами відзначаються покращеними смаковими характеристиками, здатністю до збивання, регулюванням в'язкості, емульгуванням і забезпеченням стабільності емульсій готових виробів.

«Соєвий білковий ізолят використовують у виробництві йогурту як замітник сухого знежиреного молока або казеінату натрію. Його застосування зменшує відділення сироватки у готовому продукті» [33].

«Досліджено також можливість використання соєвого білкового ізоляту при виробництві морозива. При порівнянні органолептичних властивостей морозива, виготовленого традиційним способом, та морозива з додаванням соєвого білкового ізоляту, практично не виявлено жодних відмінностей» [34].

Отже, використання соєвого молока як самостійного продукту та у складі комбінованих молочних виробів дозволяє збагачувати раціон корисними речовинами та надавати продуктам профілактичну й лікувальну дію. «Водночас специфіка хімічного складу соєвих бобів, зокрема наявність антипоживних сполук

та фізіологічно небажаних олігосахаридів, зумовлює необхідність застосування технологічних прийомів, які частково знижують їхню корисність» [35].

Особливий інтерес становить виробництво молочних замінників на основі пророщеного насіння сої. Проростки сої містять високоякісні білки і жири, клітковину, лецитин та значну кількість кальцію, калію, магнію, заліза, фосфору, цинку й селену. «Дослідження пророщеного насіння зернових і зернобобових культур показують суттєве збільшення вмісту фізіологічно активних компонентів, зокрема вітамінів і ферментів. Процес пророщування підвищує концентрацію функціональних білкових фракцій із високою розчинністю, емульгуючою здатністю та біодоступністю, водночас зменшуючи кількість небажаних факторів, таких як олігосахариди» [36-40].

За даними вчених, у процесі набухання та пророщування соєвих бобів спостерігається зниження вмісту олігосахаридів і трипсинінгібіторів, а молоко на основі пророщеного насіння відзначається покращеними поживними властивостями.

Багато вітчизняних і зарубіжних дослідників відносять насіння культурної коноплі до перспективних джерел харчової сировини. Сучасні досягнення у сільському господарстві, зокрема застосування біологічних методів вирощування, «дозволили отримати окремі безнаркотичні сорти конопель, що поєднують корисні господарські властивості з стабільністю хімічного складу та екологічною безпекою. «Історично коноплі широко використовувалися у сільському господарстві помірних широт України» [39-42].

«Насіння конопель містить близько 34 % жиру, що визначає її належність до олійних культур. Унікальні властивості конопель зумовили їхнє двостороннє використання: стебла використовуються для отримання волокна, а насіння – для виробництва конопляної олії» [43].

У таблиці 1.3 наведено дані щодо хімічного складу насіння культурної коноплі порівняно з насінням сої. «Насіння конопель містить комплекс поживних речовин: олію, багату на ненасичені жирні кислоти, повноцінний білок з незамінними амінокислотами, вітаміни, природні антиоксиданти, дефіцитні макро-

та мікроелементи, а також грубі волокна й бактерицидні сполуки» [44]. «Вуглеводи присутні переважно у вигляді цукрів і не перевищують 2,5 %, а грубі волокна зосереджені головним чином в оболонці насіння» [45].

«Високу біологічну цінність конопляної олії визначає значний вміст есенціальних поліненасичених жирних кислот – представників групи  $\omega$ -6 (лінолева) та  $\omega$ -3 (ліноленова), що в сумі становлять близько 77 %, а також рідкісної  $\gamma$ -ліноленової кислоти (3,4 %)» [46]. У складі олії присутні стероли та фосфатидний комплекс, який за вмістом перевищує аналогічний показник у сої.

Таблиця 1.2 – Хімічний склад насіння сої та конопель, % СР

| Харчові компоненти                             | Соеві боби      | Насіння конопель |
|--|-----------------|------------------|
| Білок, %                                       | 36–44           | 19–25            |
| Ліпіди, %                                      | 19–21           | 30–38            |
| – НЖК  | 13,9            | 9,7              |
| – ПНЖК   | 61,2            | 77,5             |
| Загальний зміст ФОП, %                         | 0,55–0,60       | 1,39–2,66        |
| Вуглеводи (сума, включаючи харчові волокна), % | 25–35           | 30–38            |
| – Харчові волокна, %                           | 4,3–7,6         | 27–35            |
| Зола, %  | 3,3–6,4         | 2,5–6,8          |
| Кальцій (% від ваги золи)                      | 0,2–0,28        | 14,64–19,06      |
| Фосфор (% від ваги золи)                       | 0,59–0,66       | 15,17–16,62      |
| Залізо (% від ваги золи)                       | 0,008–<br>0,018 | 0,54–0,86        |
| Вітамін Е, мг/100 г ліпідної частини           | 74–160          | 104–125          |

Білкова частина насіння конопель формується переважно глобулярними білками. Хоча в рослинах білки містяться в меншій кількості, ніж вуглеводи, вони виконують важливу функцію, складаючи основну масу протоплазми.

«Середній вміст білка у насінні конопель культурних сортів варіює від 16 до 28 % залежно від району вирощування, кліматичних умов та складу ґрунтів» [47, 48]. «Фракційний аналіз білків конопель показує переважання водорозчинних білків, які відіграють ключову роль у формуванні структури харчових продуктів» [49].

Таблиця 1.3 – Порівняльна характеристика білків сої, конопель та молока коров'ячого, %

| Амінокислота         | Насіння сої | Насіння конопель | Казеїн молока |
|----------------------|-------------|------------------|---------------|
| Глікокол (гліцин)    | 4,5         | 4,1              | –             |
| Аланін               | 4,4         | 4,4              | 3,0           |
| Валін                | 5,6         | 4,8              | 7,2           |
| Лейцин               | 7,5         | 6,9              | 8,2           |
| Ізолейцин            | 4,6         | 3,6              | 5,1           |
| Фенілаланін          | 4,5         | 5,3              | 5,0           |
| Пролін               | 3,9         | 4,3              | 11,3          |
| Метіонін             | 1,2         | 2,3              | 2,2           |
| Цістін               | 1,0         | 1,0              | 0,3           |
| Серін                | 4,6         | 5,1              | 6,3           |
| Треонін              | 3,8         | 3,7              | 4,9           |
| Тирозин              | 3,5         | 3,5              | 6,3           |
| Триптофан            | 1,2         | 1,6              | 1,7           |
| Аспарагінова кислота | 13,8        | 10,6             | 7,1           |
| Глютамінова кислота  | 20,9        | 16,0             | 20,4          |
| Аргінін              | 6,7         | 13,5             | 4,1           |
| Гістидин             | 2,3         | 3,6              | 3,1           |
| Лізін                | 6,2         | 4,5              | 7,2           |
| Сума незамінних АК   | 39,2        | 37,2             | 48,1          |

Якість білків насіння конопель порівняна з білками сої та казеїну (див. таблицю 1.4), при цьому привертає увагу більш сприятливе, ніж у казеїні, співвідношення незамінних амінокислот у білках обох культур. Однак низький вміст метіоніну в сої та лізину в коноплі порушує амінокислотний баланс. «Слід зазначити, що сумарний дефіцит сірковмісних амінокислот у коноплі перевищує їхній вміст у сої на 33,3 % та у казеїні на 24,2 %. Лімітуючі амінокислоти у білках сої та конопель можуть компенсуватися амінокислотами, що містяться в надлишку в інших білках, зокрема в зернових культурах та молоці» [50].

Таблиця 1.4 – Мінеральний склад конопель, % СР

| Елементи | Вміст у насінні, % |
|----------|--------------------|
| Бром     | 0,002              |
| Залізо   | 0,54 – 0,86        |
| Калій    | 15,60 – 18,10      |
| Кальцій  | 15,64 – 19,06      |
| Кремній  | 4,53 – 6,58        |
| Мідь     | 0,001              |
| Магній   | 6,03 – 6,27        |
| Натрій   | 0,52 – 0,63        |
| Сірка    | 0,05 – 0,10        |
| Фосфор   | 15,17 – 16,62      |
| Хлор     | 0,06 – 0,10        |

«Серед мінеральних компонентів у насінні конопель переважають фосфор і калій, також помітний високий вміст кальцію, магнію та сірки. Насіння культурної коноплі, крім значного вмісту загального азоту та збалансованого амінокислотного складу, багате біологічно активними речовинами ліпідної природи, такими як токофероли, фосфоліпиди, інозит та фітати» [50, 51]. Важливою перевагою конопель порівняно з соєю є відсутність інгібіторів трипсину та олігосахаридів.

Дані про конкретний вміст лектинів та інших захисних білків у насінні конопель у відкритій літературі відсутні, проте відомо, що при пророщуванні вони швидко руйнуються, а при тепловій обробці втрачають активність.

Статистичні дані останніх двох років свідчать про зростання посівних площ конопель порівняно з 2023 роком та збільшення врожайності насіння в ц/га прибраної площі.

Отже, враховуючи цінні поживні властивості та наявні в Сумській області ресурси безнаркотичної культурної коноплі, використання рослинного замітника молока на її основі для створення функціональних рослинно-молочних продуктів є перспективним як з наукової, так і практичної точки зору.

### 1.3 Роль рослинних добавок в технології морозива

Морозиво представляє собою складну трифазну систему, що включає водну, жирову та повітряну фази. «Водна фаза складається переважно з кристалів льоду розміром до 50 мкм та води у вільному і зв'язаному стані. Жирова фаза утворена частками жиру розміром 0,5–3,0 мкм, покритими білковою оболонкою» [52] (рис. 1.1). Така структура формується завдяки хімічному складу сировини та «особливостям технологічного процесу виробництва морозива, найважливішими операціями якого є приймання і контроль якості сировини, складання суміші (змішування), теплова обробка, зберігання та фризеравання» [53-55].

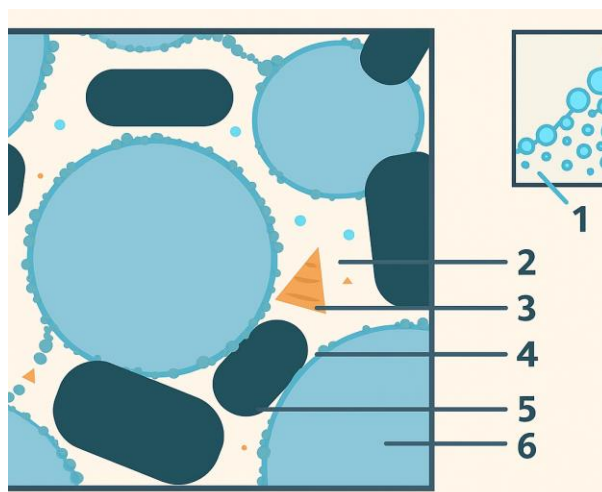


Рисунок 1.1 – Структура морозива при температурі -15°C

«Морозиво є піною з 100%-ним об'ємним розширенням, тобто половину його обсягу займає повітря. Повітряна фаза представлена бульбашками діаметром 50–200 мкм» [56]. З позицій колоїдної хімії морозиво можна розглядати як систему, що поєднує емульсію «масло/вода» та піну «вода/повітря».

Структура морозива визначається сукупністю органолептичних та структурно-механічних властивостей, що формуються взаємодією білків, жирів і вуглеводів. «Ця складна взаємодія компонентів з водою та між собою визначає характеристики продукту. Надання морозиву заданої форми та стабільної структури є одним із ключових завдань технології» [57].

Найбільш поширеною є коагуляційно-кристалізаційна структура, яка утворюється в процесі кристалізації води. Якість морозива вважається вищою, якщо кристали льоду дрібні та рівномірно розподілені в масі. «Тип структури та механічні властивості продукту впливають на його консистенцію – складну характеристику, що охоплює міцність, м'якість та густоту, а також опір таненню» [54].

«Хоча рецептура є важливою, на якість морозива впливають також інші фактори: якість сировини, санітарні умови, методи приготування суміші, використані стабілізатори та ароматичні добавки, режими фризювання, загартовування і зберігання» [58]. Ключову роль у формуванні структури відіграють білки та жири.

«Жирова фаза, яка становить у середньому 5–6 %, відіграє значну роль у виробництві морозива. Вона забезпечує утворення скупчень жирових кульок, що при перемішуванні стабілізують структуру» [59]. Традиційно морозиво виготовляли зі збитих вершків, де жир був основним компонентом, що надає продукту характерної «вершковості». «Молочний жир завдяки високій пластичності при кімнатній температурі сприяє формуванню ніжної консистенції та підвищує опір морозива таненню» [60].

Жирові кульки стабілізують повітряні бульбашки під час заморожування. Високий вміст жиру покращує збиваність, забезпечуючи рівномірний розподіл повітряних бульбашок і, як наслідок, повільніше танення продукту.

«Присутність у морозивній суміші надлишкового молочного жиру (понад 15 %) призводить до зниження збитості продукту» [61]. Це пояснюється впливом жирових кульок та частинок на стінки повітряних бульбашок піни: «адсорбовані на поверхні бульбашок жирові частинки послаблюють їх стінки, оскільки сили взаємодії між жиром і плазмою нижчі, ніж між самими жировими частинками, що спричиняє руйнування бульбашок під час фризеравання» [62].

Жир також сприяє загущенню суміші, тому незамерзлий залишок у сумішах із високим вмістом жиру має нижчу концентрацію порівняно з сумішами з меншим вмістом жиру при заморожуванні до однакової температури.

У гомогенізованих сумішах для вершкового морозива, де як жировий компонент використовували вершкове масло, більшість кульок мала розмір близько 3,5 мкм. «При 70 % заміні молочного жиру максимальної кількості кульок відповідав розмір до 1,2 мкм; у суміші з 50 % заміною на «СОЮЗ» у співвідношенні 1:1 – до 2,5 мкм; при 50 % заміні на кокосове масло – до 2 мкм» [63, 64].

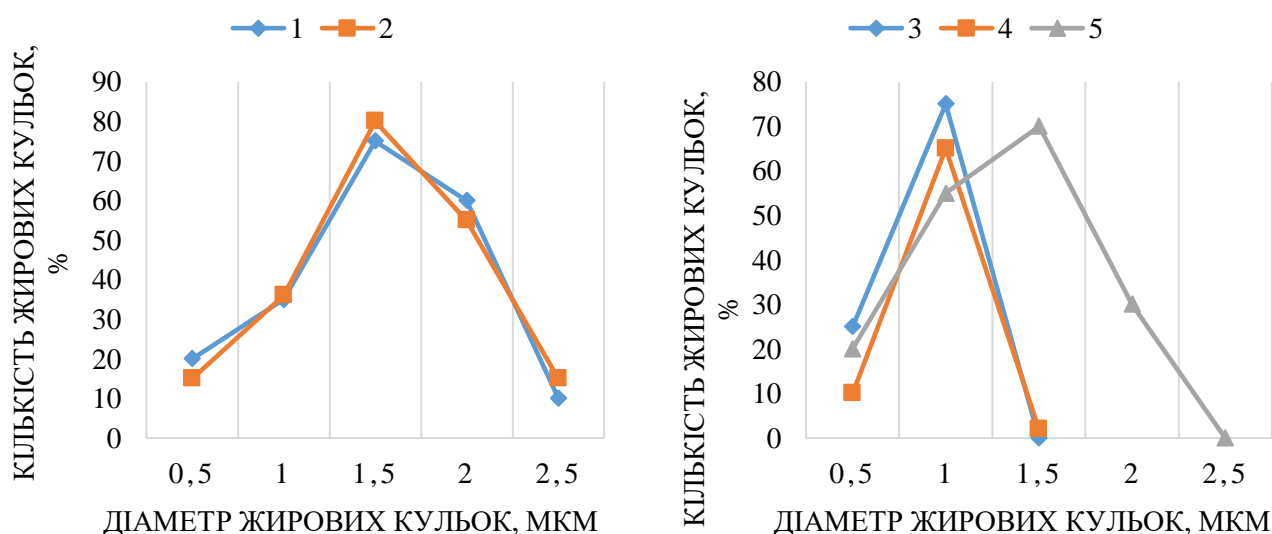


Рисунок 1.2 – Залежність розміру жирових кульок у сумішах для вершкового морозива від виду використаного жиру: а – суміші з тваринними жирами: 1 – натуральні вершки; 2 – вершкове масло; б – суміші з комбінацією тваринних і рослинних жирів: 3 – заміник молочного жиру «СОЮЗ-4»; 4 – комбінація молочного (50 %) та рідких і твердих рослинних жирів; 5 – комбінація молочного (50 %) та твердого рослинного жиру

«Під час фризеравання у сумішах із меншими жировими кульками утворюється більше дрібних повітряних бульбашок із середнім діаметром до 60 мкм, стійких до механічного впливу, тоді як великі бульбашки у процесі перемішування у фризери руйнуються» [65].

У гомогенізованій суміші вершкового морозива, виготовленого із вершків або вершкового масла (рис. 1.2 а), більшість жирових кульок мала діаметр 1–2 мкм. У сумішах зі 100 % заміною молочного жиру на рослинні жири (рис. 1.2 б) максимальний розмір кульок зменшувався до 1 мкм. «При 50 % заміні молочного жиру твердими рослинними жирами більшість кульок мала розмір 1–2 мкм, а у сумішах з 100 % заміною молочного жиру сумішшю твердих і рідких рослинних жирів (1:1) – 1–1,5 мкм» [63].

Для отримання морозива високої якості критично важливою є присутність вільного жиру. У гомогенізованій емульсії жирові кульки оточені протеїновими мембранами, що забезпечують стабільність емульсії та сприяють введенню повітря під час фризеравання. «Моно- та дигліцериди можуть «протикати» протеїнові мембрани, створюючи отвори, через які виходить вільний жир, що формує відчуття «вершковості» та «жирності» продукту. Тверді моногліцериди підвищують збитість і стабільність піни, тоді як моногліцериди ненасичених жирних кислот можуть діяти як антиспінюючі речовини» [66].

Органолептично допустимий вміст вільного жиру в морозиві – до 30 %. Перевищення цього рівня призводить до коалесценції жиру і появи крупчастості. Крім того, вільний жир стабілізує повітряну систему морозива, оточуючи бульбашки повітря та запобігаючи їх руйнуванню.

За кордоном для виробництва морозива часто використовують рослинні жири насичених жирних кислот, виготовлені з фракціонованих кокосової та пальмової олій, що не завжди покращує якість продукту.

В Україні серйозно обговорювати використання рослинних жирів у морозиві почали лише останніми роками. Для виробництва морозива застосовують лише ті жири, у яких співвідношення твердих і рідких компонентів зміщене на користь твердого. «При цьому температура плавлення жиру не повинна бути надто

високою, щоб у роті не виникало відчуття воскової крупки і продукт зберігав оптимальну консистенцію – не надто м'яку та не надто тверду» [67]. Відомо, що «відсутність незамінних або «есенціальних» жирних кислот призводить до зупинки росту організму та розвитку серйозних захворювань» [68].

«Рослинні жири менш схильні до псування під час зберігання порівняно з тваринними, що зумовлено наявністю в них токоферолів і фосфоліпідів – природних антиоксидантів, які інгібують окислювальні процеси та запобігають утворенню пероксидів і вільних радикалів» [68]. Важливим фактором при виробництві морозива є також схильність жирової фази до окислення та гідролізу, що визначається жирнокислотним складом: чим більше насичених жирних кислот, тим стійкіший жир до окислення.

Білки відіграють ключову роль у виробництві морозива. Здебільшого вони представлені молочними білками, які вводять у суміш у вигляді цільного, знежиреного, згущеного або сухого молока.

У морозиві білок виконує кілька функцій, головними з яких є емульгування жирової фази під час гомогенізації та участь у формуванні піни під час фризеравання.

Під час витримки та фризеравання суміші білок десорбує з поверхні жирових кульок, гідратується і, взаємодіючи зі стабілізатором, підвищує в'язкість суміші, що покращує збитість і консистенцію готового продукту. За даними англійських дослідників, «лише третина білків адсорбується на жирових кульках, решта дві третини переходять у плазму суміші. Тому час витримки суміші повинен становити не менше 4 годин» [69].

Під час аерування білок орієнтується навколо повітряних бульбашок, сприяючи формуванню піни. Теоретично, «збільшення вмісту протеїну покращує смакові властивості та збитість морозива, проте надмірне зростання часток сухого знежиреного молока призводить до підвищення вмісту нерозчинної лактози і появи присмаку піску» [69].

Особливу роль у якості морозива відіграють структуроутворювачі – речовини, що забезпечують високі органолептичні та структурно-механічні

властивості продукту. Стабілізатори зазвичай є гідрофільними колоїдами білкової або полісахаридної природи.

«Стабілізатори, що вводяться у морозиво, виконують завдання формування необхідної структури продукту та забезпечення збереження його властивостей під час зберігання і транспортування до споживача. Вони регулюють взаємний розподіл двох фаз, що не змішуються, та впливають на відчуття «наповненості» в роті» [70]. За відсутності стабілізаторів навіть у короткий період між гомогенізацією та фризераванням найбільші «частинки жиру спливають на поверхню і покриваються шаром міцел казеїну та протеїнових частинок, що призводить до руйнування емульсії» [68].

Введення стабілізатора зменшує здатність суміші до піноутворення, але підвищує стійкість піни, яка є основним фізико-хімічним показником, що визначає збитість суміші. «Структуроутворювачі повинні мати добрі емульгуючі та піноутворюючі властивості, стабілізувати піну та жирову емульсію, формувати гладку структуру, уповільнювати зростання кристалів льоду та танення, а також запобігати руйнуванню структури при тривалому зберіганні» [70].

Завдяки утворенню просторових і електричних бар'єрів стабілізатори додатково стабілізують емульсію, запобігаючи повторному злипанню частинок дисперсної фази та розшаруванню. «У жировмісних пінних масах, до яких належить морозиво, стабілізатори розташовуються на поверхні жирових кульок, забезпечуючи рівномірний розподіл жиру та знижуючи антагонізм між жирами і білками шляхом «гідрофілізації» поверхні жиру. Вони також сприяють частковому деемульгуванню жирових кульок» [64].

«Ефективність емульгаторів залежить від кислотної складової гліцеридів. Найчастіше використовують моно- та дигліцериди жирних кислот, які поєднують високу ефективність із низькою вартістю» [70].

До основних функцій стабілізаторів морозива належить:

- «формування молекулярної мережі, що підвищує міцність ламелей;
- контроль поведінки води, що уповільнює ріст кристалів льоду або зменшує їх розмір протягом терміну зберігання;

- регулювання в'язкості молочної суміші;
- забезпечення однорідної структури продукту;
- створення приємної консистенції та м'яких смакових якостей («ковтання»);
- підтримка рівномірного розподілу аромату та покращення запаху;
- підвищення збиваності суміші» [65].

Вибір типу та кількості стабілізатора є надзвичайно важливим. Недостатня його кількість не запобігає коалесценції жирових частинок, тоді як надлишок взаємодіє з молочними білками, утворюючи грудочки, схожі на пудинг. Дозування стабілізатора зазвичай визначається вмістом білка в молоці та режимами теплової обробки.

Серед поширених дефектів морозива – «слабокристалічна» структура, що зумовлена наявністю кристалів льоду. Чим більше вода перебуває у зв'язаному стані, тим дрібніші кристали льоду, менше виражені дефекти і вища якість продукту. «Вода у морозиві зв'язується стабілізаторами, молочними білками, лактозою та сахарозою» [62].

У морозиві без емульгатора поверхня жирових кульок повністю покрита шаром міцел казеїну та денатурованих сироваткових білків. За наявності емульгаторів білки покривають лише частину поверхні. Під час охолодження та дозрівання суміші жирові кульки починають кристалізуватися, білки поступово звільняються з їх оболонок, а їх місце займає емульгатор. Гідрофобна частина емульгатора розташовується на поверхні жирової кульки, а гідрофільна – у плазмі. «Молекули білка, зв'язуючись з гідрофільними ділянками емульгатора, зменшують заряд жирових кульок, що знижує їх відштовхування та сприяє частковій коалесценції, утворюючи вільний жир. Вільний жир забезпечує кремоподібний вершковий смак і підвищує стабільність повітряної фази, що підвищує збитість морозива» [69].

Для стабілізації у рецептурах морозива застосовують желуючий картопляний крохмаль, агароїд, камеді плодів ріжкового дерева, гуарову та ксантанову камеді, метилцелюлозу, каррагенан, пшеничне борошно, гуміарабік.

Висновки по розділу.

Споживання коров'ячого молока має низку проблем, серед яких відзначаються алергічні реакції, непереносимість лактози, ризик надмірного вмісту насичених жирів та холестерину у раціоні. Це зумовлює необхідність пошуку альтернативних джерел білка та розробки продуктів із зниженим вмістом тваринних компонентів, які зберігають харчову цінність і безпеку для споживача.

Рослинні джерела білка, зокрема соя та насіння конопель, є перспективними компонентами для виробництва молочних та комбінованих продуктів. Вони забезпечують високий вміст повноцінного білка, есенціальних амінокислот, поліненасичених жирних кислот, вітамінів та мінеральних речовин. Використання пророщеного насіння сої дозволяє знизити вміст антипоживних речовин та олігосахаридів, підвищуючи біологічну цінність продукту. Насіння конопель, крім білка та поліненасичених жирних кислот, містить природні антиоксиданти та мікроелементи, не містить інгібіторів трипсину та антипоживних лектинів, що робить його безпечним і функціонально корисним компонентом.

Рослинні добавки відіграють важливу роль у технології морозива, забезпечуючи стабілізацію емульсії та повітряної фази, формування однорідної структури, контроль в'язкості та запобігання коалесценції жирових частинок. Емульгатори та стабілізатори, що містяться в рослинних компонентах, дозволяють покращити збитість, консистенцію, стійкість повітряних бульбашок, а також уповільнити зростання кристалів льоду і танення продукту. Використання рослинних жирів і білкових добавок відкриває можливості для створення морозива з підвищеними органолептичними та структурно-механічними властивостями, а також із зниженим вмістом тваринного жиру без втрати смакових якостей.

## 2 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 2.1 Характеристика використаної сировини

Об'єктами досліджень були:

- рослинні замінники молока з насіння дводольних культур (соє та конопля)
- «Флора» за ТУ 9146-156-02069036-2002;
- молоко коров'яче незбиране – за ДСТУ 3662-97 «Молоко коров'яче незбиране. Вимоги при закупівлі».
- сухе знежирене молоко розпилювального сушіння – за ДСТУ 4273:2015 «Молоко та вершки сухі. Загальні технічні умови».
- толокно;
- модельні суміші для морозива (6 варіантів);
- готове морозиво за ДСТУ 4733:2007 «Морозиво молочне, вершкове, пломбір».

Рослинні замінники молока: «соєве (ФС) та конопляне (ФК) – це низькокалорійні напої молочного типу, які за вмістом сухих речовин, основним хімічним складом, біохімічними та фізико-хімічними показниками наближені до коров'ячого молока» [61].

Замінники молока «Флора» за зовнішнім виглядом і консистенцією подібні до коров'ячого молока, мають характерний, але приємний аромат, нейтральні на смак, не містять лактози та холестерину, що робить їх придатними для споживачів із непереносимістю молочного цукру або тих, хто прагне знизити споживання тваринних жирів.

Для стабілізації структури рослинних замінників молока та морозива застосовували стабілізатори «Палсгаард 5924» (виробник «Palsgaard Industri», Данія), дозволені до використання згідно з гігієнічним висновком № 77.99.2.916.П.1148.3.99, а також толокно 79-9.

«Толокно являє собою оббивне борошно з вівса, яке проходить глибоку гідротермічну обробку з метою підвищення харчової цінності та покращення функціональних характеристик продукту» [61].

У табл. 2.1 подано порівняльні дані щодо хімічного складу та харчової цінності толокна і сухого знежиреного молока, яке традиційно входить до складу рецептур класичного молочного морозива.

Таблиця 2.1 – Хімічний склад та енергетична цінність толокна та СЗМ

| Найменування показника                           | Сухе знежирене<br>молоко | Толокно                                 |
|--|--------------------------|---|
| Масова частка сухих речовин,<br>%, не менше      | 93,0                     | 88,5                                    |
| Масова частка білка, %, не<br>менше              | 37,9                     | 11,5                                    |
| Масова частка жиру, %, не<br>менше               | 1,0                      | 6,0                                     |
| Вуглеводи, %                                     | 49,3 (лактоза)           | 52,1 (модифікований<br>крохмаль, цукри) |
| Вітаміни:  |                          |   |
| В <sub>6</sub> , мг                              | 0,30                     | 0,20                                    |
| Ніацин, мг                                       | 1,20                     | 0,70                                    |
| Тіамін, мг                                       | 0,30                     | 0,22                                    |
| Фолацин, мкг                                     | 26,0                     | 20,0                                    |
| Са, мг   | 1155,0                   | 58,0                                    |
| Fe, мкг  | 550,0                    | 3000,0                                  |
| К, мг  | 1224,0                   | 351                                     |
| Клітковина, %                                    | –                        | 1,9                                     |
| Зола, %  | 6,8                      | 1,8                                     |
| Безазотисті та азотисті<br>екстрактивні речовини | –                        | 11,5                                    |
| Енергетична цінність, кДж                        | 1497                     | 1280                                    |

Аналіз показує, що толокно характеризується збалансованим поживним складом, однак містить на  $\approx 30\%$  менше білка, а також нижчі рівні кальцію та калію порівняно із сухим знежиреним молоком, при цьому повністю позбавлене лактози. З огляду на відому низьку переносимість лактози частиною споживачів, ця властивість є важливою перевагою толокна. Додатковим вагомим плюсом є значно вищий вміст заліза – приблизно у 5,5 рази більше, ніж у СЗМ, що робить продукт перспективним для використання у дитячому та функціональному харчуванні.

Функціонально-технологічні особливості толокна та його застосування у рецептурах морозива були досліджені у подальших експериментальних розділах.

## 2.2 Визначення фізико-хімічних показників якості сировини та морозива

Функціонально-технологічні властивості рослинних замінників молока, сухого знежиреного молока та толокна оцінювали за комплексом спеціалізованих показників, що не регламентуються чинними стандартами. Дослідження проводили для визначення їх придатності до використання в технології морозива та для аналізу впливу на структуру, реологічні характеристики і стабільність модельних сумішей.

В'язкість визначали віскозиметричним методом Оствальда відповідно до загальноприйнятої лабораторної методики [68]. Стабільність емульсій встановлювали шляхом витримування проб (10 г) у стандартних пробірках протягом 24 год за температури 30 °С з наступним розрахунком індексу стабільності. Додатково оцінювали волого- та жирoadсорбційну здатність, емульгувальну активність білків, а також жиротримувальну здатність за класичною формулою [68], що враховує масу зв'язаного жиру після центрифугування.

Піноутворювальну здатність та стійкість піни визначали за методом Рауха, фіксує зміню об'єму піни до та після механічного збивання. Також аналізували ступінь злежуваності сухих компонентів: зразки зволожували при 20 °С та 80 % відносної вологості, після висушування просіювали й визначали відсоток залишку

на ситі. Змочуваність і розчинність оцінювали за часом занурення порошку у воду та вмістом сухих речовин у надосадовій фракції після центрифугування відповідно до методики [68].

Вологість сухих інгредієнтів визначали методом одноразового висушування при  $130 \pm 2$  °C протягом 40 хв. Стійкість емульсії оцінювали згідно з вимогами ДСТУ EN 1182:2017, а структурно-механічні властивості модельних сумішей фіксували на приладі «Структурометр» за інструкціями виробника. Проведений комплекс досліджень забезпечив повну характеристику функціональних властивостей рослинних компонентів та дозволив коректно оцінити їх технологічну поведінку в рецептурах морозива.

#### Висновки по розділу.

Проведений аналіз сировини засвідчив перспективність використання рослинних замінників молока та толокна у рецептурах морозива. Соеві та конопляні напої «Флора» за фізико-хімічними характеристиками наближені до коров'ячого молока, проте не містять лактози й холестерину, що розширює цільову аудиторію готового продукту. Порівняльна характеристика толокна та сухого знежиреного молока показала, що толокно містить приблизно на 30 % менше білка та має нижчий вміст кальцію й калію, однак відзначається підвищеним у 5,5 разу рівнем заліза та відсутністю лактози, що є важливою перевагою для споживачів із непереносимістю молочного цукру та для функціональних продуктів.

Комплексне оцінювання функціонально-технологічних властивостей рослинних напоїв, СЗМ і толокна (в'язкість, стабільність емульсії, адсорбційні та піноутворювальні властивості, здатність до розчинення й змочування) підтвердило їх технологічну придатність у виробництві морозива.

### 3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

#### 3.1 Дослідження функціональних характеристик рослинних заміників молока

Суміші для морозива характеризуються складною рецептурою, до якої обов'язково входить додаткова сировина: емульгуювальні компоненти, структурні стабілізатори, жири молочного або рослинного походження, а також ароматичні добавки.

Під функціональністю розуміють сукупність властивостей, що визначають поведінку інгредієнтів у розчинах і багатокомпонентних системах, якими є суміші для морозива. Вимоги до таких компонентів залежать від їхньої структурної ролі, хімічного складу та впливу на консистенцію і технологічні характеристики кінцевого продукту.

«Основними критеріями у виробництві морозива є здатність формувати стійку емульсію, підтримувати її стабільність за наявності інших складових рецептури, підвищувати в'язкість суміші та забезпечувати належний рівень піноутворення, а також зберігати однорідну структуру продукту після заморожування» [68].

«На практиці застосовують рослинні білкові інгредієнти, серед яких соєве борошно, концентрати, ізоляти, пшеничне борошно, різні види крохмалю, включно з модифікованими, та широкий спектр природних і синтетичних структуроутворювачів [61].

Вибір толокна як наповнювача і структурного стабілізатора зумовлений його цінним хімічним складом, що включає гідролізований білок і модифікований крохмаль, доведеними перевагами у дитячому й дієтичному харчуванні та високою поживною цінністю.

Відомості щодо його функціональних характеристик, зокрема поведінки у водних середовищах і особливостей поверхневих властивостей у порівнянні з соєвим та пшеничним борошном, в доступних джерелах відсутні, тому вони були визначені експериментально.

Результати проведених досліджень (табл. 3.1) свідчать, що за фізико-хімічними та функціональними властивостями толокно загалом подібне до соєвого та пшеничної борошна, а за показниками розчинності, змочуваності та здатності утримувати вологу навіть переважає їх.

Таблиця 3.1 – Фізико-хімічні та функціональні характеристики сухої сировини

| Показники                                    | Соєве борошно | Пшеничне борошно | Толокно |
|--|---------------|------------------|---------|
| Вологість, %                                 | 9,0           | 10,5             | 10,5    |
| Розчинність, %                               | 95,4          | 90,5             | 98,5    |
| Адсорбція води, %                            | 345           | 362              | 389     |
| Адсорбція жиру, %                            | 52,8          | 45,5             | 48,2    |
| Емульгувальна здатність, %                   | 83,2          | 40,3             | 61,8    |
| Стабільність емульсії, %                     | 57,5          | 28,0             | 38,5    |
| Піноутворююча здатність, %                   | 49,6          | 38,2             | 29,5    |
| Стійкість піни, с                            | 11,5          | 2,5              | 5,7     |
| Змочуваність, с                              | 21            | 29               | 21      |
| Злежуваність, %                              | 100           | 100              | 100     |
| Активна кислотність, рН 10% водної суспензії | 6,2           | 5,6              | 7,1     |

Стосовно жирової адсорбції цей продукт займає проміжне місце між зазначеними видами сировини. Показники емульгування та стабільності емульсії в толокна нижчі порівняно з соєвою борошном, проте вищі, ніж у пшеничної. Хоча за піноутворюючою здатністю толокно поступається відомим харчовим добавкам, стабільність отриманої піни у нього краща, ніж у пшеничної борошна.

Отже, сукупність функціонально-технологічних властивостей дозволяє використовувати толокно в технології морозива, а його харчову цінність дає змогу

розглядати його як ефективний наповнювач. Додаткові стабілізувальні характеристики цієї сировини вивчалися далі.

У традиційних рецептурах морозива для оптимізації емульгуючих, жирозв'язувальних і піноутворюючих властивостей застосовують комплексний структуроутворювач Палсгаард. До його складу можуть входити різні інгредієнти, що впливають на стабільність і властивості емульсійних систем.

«Палсгаард є рослинним полісахаридним структуроутворювачем, який містить моно- та дигліцериди з вираженою поверхнево-активною дією. Гуарове борошно, що входить до складу всіх композицій Палсгаард, включає близько 85% полісахаридів, характеризується доброю розчинністю в холодній воді, формує в'язкі та термостійкі розчини і сумісне з іншими гідроколоїдами, підсилюючи їх структуроутворювальну функцію» [61].

З погляду фізичної хімії, досліджувані рослинні аналоги молока являють собою білково-жирові дисперсійні системи, стабільність яких забезпечується, передусім, активованими під час проростання запасними білками сої та конопель, що проявляють полііонні властивості на фоні посилення сольового обміну в клітинах.

Гідрофобні ланцюги М-кінцевих груп формують щільне внутрішнє ядро, яке підтримує просторову конфігурацію білка, тоді як гідрофільні амінокислоти формують мережу водневих зв'язків, підвищують рівень гідrataції та сприяють стабільному зависанню білкових частинок у водному середовищі. Під час набування й проростання білкові фракції переходять у біологічно активний стан, набуваючи іоногенних властивостей завдяки мобілізації активних амінокислотних груп.

Часткове руйнування четвертинної структури, розділення молекул на субодиниці та утворення пептидних фрагментів і вільних амінокислот посилює їхню здатність до іонізації.

Аналіз амінокислотного складу обох видів рослинних заміників молока засвідчив наявність як гідрофобних, так і гідрофільних амінокислот із домінуванням останніх (рис. 3.1).

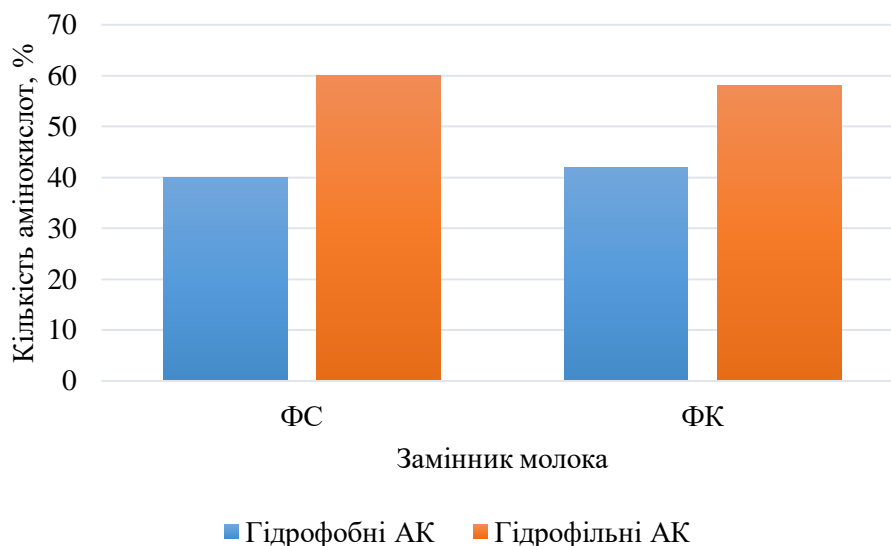


Рисунок 3.1 – Амінокислотний склад рослинних замінників молока: ФС – соєве молоко, ФК – конопляне молоко

З урахуванням цього для стабілізації таких дисперсій застосовували стабілізатори гідрофільної природи.

Обидві добавки попередньо витримували у дисперсії для їх попереднього набухання, що забезпечувало краще розчинення. Після цього зразки з внесеним стабілізатором повторно нагрівали за типовими режимами пастеризації коров'ячого молока – при 76-78 °С протягом 5-10 хв, далі охолоджували до 20–25 °С та проводили оцінювання їх властивостей.

Рівень стабілізації визначали за зміною поверхневого натягу, ефективної в'язкості та за кількістю дисперсної фази, що відокремлювалась після центрифугування. Поверхневий натяг визначали методом максимального тиску перед розривом бульбашки; об'єм відокремленої дисперсної фази та ефективну в'язкість – згідно з методиками, описаними у другому розділі. Як контроль застосовували зразки ФС та ФК без додавання стабілізаторів.

«У коров'ячому молоці поверхневий натяг формується на межі поділу фаз жир–плазма та повітря–плазма, сприяючи утворенню гідратних оболонок навколо жирових кульок і стабілізації піни, що є критичним під час фризеравання морозивної суміші» [61].

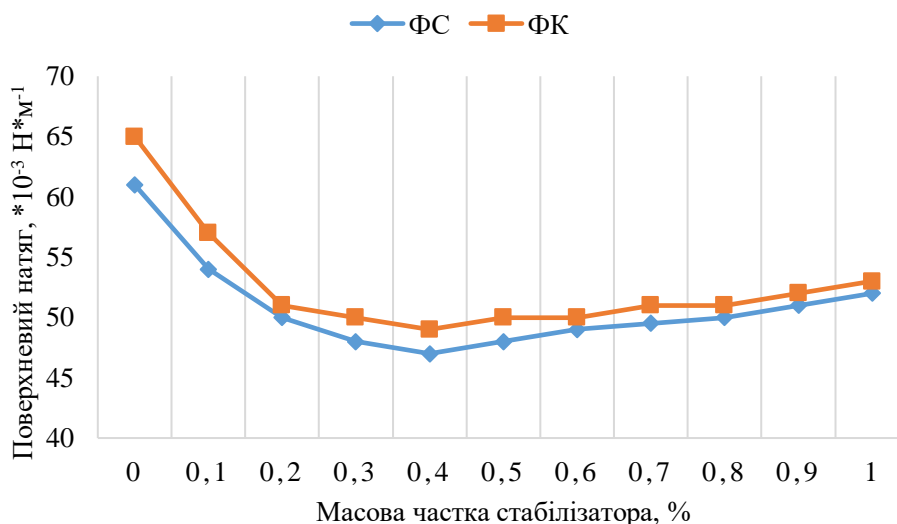


Рисунок 3.2 – Залежність поверхневого натягу дисперсій ФС та ФК від масової частки стабілізатора Палсгаард

Результати визначення поверхневого натягу без внесення стабілізатора показали, що для ФС цей показник становив  $61 \cdot 10^{-3} \text{ Н} \cdot \text{м}^{-1}$ , тоді як для ФК –  $65 \cdot 10^{-3} \text{ Н} \cdot \text{м}^{-1}$ , що є вищим за поверхневий натяг коров'ячого молока ( $44 \cdot 10^{-3} \text{ Н} \cdot \text{м}^{-1}$ ). Згідно з даними рис. 3.2, вихідний соєвий замінник демонструє вищу стійкість у порівнянні з конопляним на  $8 \pm 1,5 \%$ .

Після внесення стабілізатора спостерігалось незначне зниження поверхневого натягу в обох системах та одночасне підвищення стійкості рослинних дисперсій, що є типовим для гідрофільних стабілізаторів. Адсорбуючись на межі поділу фаз, стабілізатор зменшує міжфазне натягнення та сприяє формуванню стабільних колоїдних структур. З фізико-кінетичної точки зору його присутність створює енергетичний бар'єр, який запобігає коалесценції, однак надмірне підвищення концентрації може спричинити протилежний ефект та збільшити поверхневий натяг, що призводить до дестабілізації системи.

Встановлено, що кількість виділеної дисперсної фази прямо залежить від дози стабілізатора. При використанні Палсгаарда на рівні 0,05–0,1 % обсяг фази становив 17–23 % (рис. 3.3), що пов'язано з частковим флокулюванням, зумовленим сорбцією сегментів однієї макромолекули на різних ділянках системи.

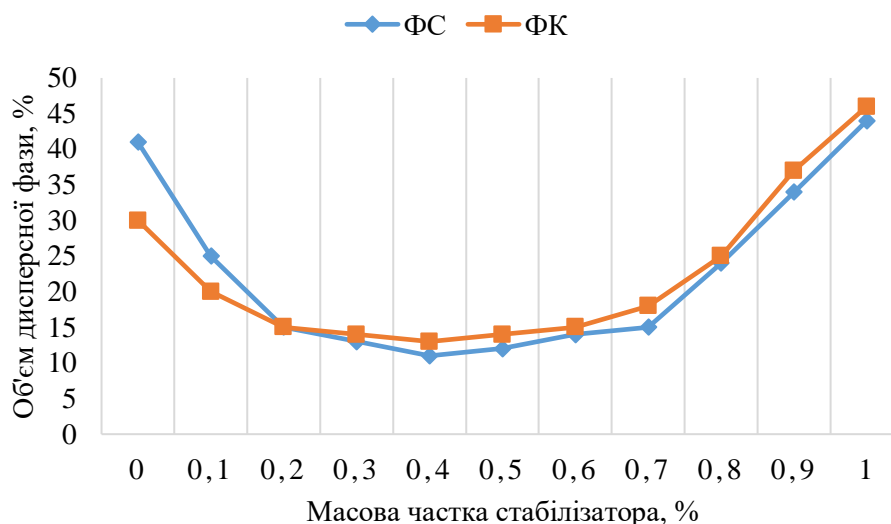


Рисунок 3.3 – Залежність обсягу дисперсної фази, що виділилася від масової частки стабілізатора Палсгаард

Збільшення внесення до 0,3–0,5 % супроводжувалося зниженням поверхневого натягу майже до рівня коров'ячого молока та скороченням кількості виділеної фази до 4,5–4,9 %. Подальше підвищення концентрації до 0,5–0,6 % суттєво не змінювало поверхневого натягу, що свідчить про насичення адсорбційного шару. Однак внесення 0,8–1,0 % спричиняло дестабілізацію дисперсії та повторне зростання поверхневого натягу.

У багатокомпонентній системі сумішей для морозива комплекс Палсгаард взаємодіє не лише з рослинними білковими системами, але і з толокном, яке також характеризується вираженими функціонально-технологічними властивостями.

Останні зумовлені поверхневою активністю частково гідролізованих білкових сполук та крохмалю, що входять до його складу. Тому толокно бере безпосередню участь у стабілізації дисперсійної системи.

У результаті формується змішана композиція з декількох поверхнево-активних агентів, для якої важливо встановити оптимальну концентрацію та характер взаємодії компонентів.

Це дозволяє досягти бажаного рівня стабільності без погіршення органолептичних характеристик кінцевого продукту.

Толокно вносили у дисперсію в діапазоні концентрацій від 0 до 1,0 %, після чого оцінювали відносну в'язкість розчину за температури 20 °С. Дослідження показали, що додавання 0,1–0,3 % даної сировини практично не впливає на властивості системи: обсяг відокремленої дисперсної фази становить 38–42 % (рис.3.4, 3.5), що свідчить про відсутність суттєвого стабілізуючого ефекту на цих рівнях внесення.

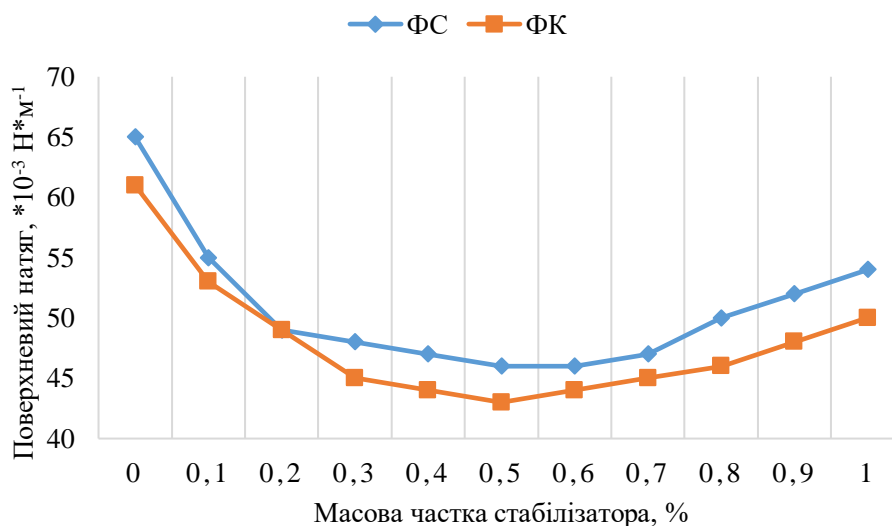


Рисунок 3.4 – Залежність поверхневого натягу ФС та ФК від масової частки

ТОЛОКНА

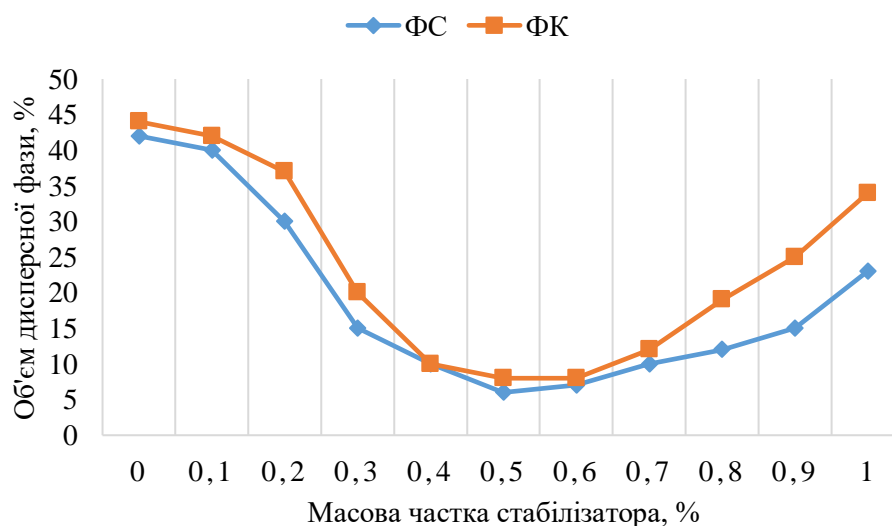


Рисунок 3.5 – Залежність обсягу дисперсної фази, що виділилася від масової частки ТОЛОКНА

Найкращі результати стабілізації спостерігали при дозуванні 0,6 % толокна: у цьому випадку кількість дисперсної фази, що виділилася, зменшується до 7,0–8,5 %, а показник поверхневого натягу знижується до  $42\text{--}47 \cdot 10^{-3} \text{ Н} \cdot \text{м}^{-1}$  (рис.3.4, 3.5), що підтверджує формування стійкої структури системи. Перевищення концентрації до 1 % спричиняє появу небажаної, атипової структури дисперсії внаслідок надмірного структуроутворення, що вже не відповідає оптимальним технологічним параметрам.

На основі експериментальних даних для забезпечення необхідних характеристик морозива визначено оптимальне внесення толокна на рівні 0,6 %. Водночас під час 12-годинного зберігання сформованих систем зафіксовано певне зниження їх стійкості: частка виділеної фази досягла 24 %.

Отже, результати досліджень підтвердили, що обидва стабілізатори проявляють ефективну дію у формуванні стійкої полідисперсної структури рослинних заміників молока. Оптимальними концентраціями є 0,3–0,6 % для Палсгаарда та 0,6 % для толокна.

### 3.2 Фізико-хімічні показники рослинних заміників молока

Згідно з проведеними дослідженнями (табл. 3.2), обидва різновиди рослинних заміників молока «Флора» за показниками СР та компонентним складом наближені до коров'ячого молока.

Формула ФС містить трохи менше жиру та білка (в середньому на 1,4 % кожного) порівняно з ФК, натомість характеризується вищим рівнем вуглеводів – приблизно на 3 %.

За калорійністю обидва продукти поступаються коров'ячому молоку: ФС – приблизно на 30 %, ФК – орієнтовно на 10 %. Важливо, що лактоза у цих рослинних альтернативах відсутня.

Зокрема, ФС характеризується нижчою часткою білка і жиру, але вищим вмістом вуглеводів, що зумовлює його зменшену енергетичну цінність порівняно з молоком.

Таблиця 3.2 – Хімічний склад заміників молока «Флора» порівняно з молоком коров'ячим, %

| Показник                     | Молоко коров'яче | ФС      | ФК      |
|------------------------------|------------------|---------|---------|
| СР, %                        | 11,0             | 8,5±0,5 | 8,8±0,7 |
| Загальний білок, %           | 3,2              | 1,5±0,5 | 2,9±0,5 |
| Ліпіди, %                    | 2,5              | 1,4±0,3 | 3,4±0,6 |
| Вуглеводи, %                 | 4,7              | 4,8±0,8 | 1,5±0,5 |
| Енергетична цінність, кДж/кг | 226              | 159     | 205     |

ФК, навпаки, містить більше білка і ліпідів, що робить його поживнішим серед обох рослинних варіантів, хоча його калорійність все ж нижча за традиційний молочний продукт. Важливою перевагою обох заміників є відсутність лактози, що забезпечує можливість їх застосування у виробництві морозива для споживачів з лактозною непереносимістю та формує потенціал для створення продуктів функціонального спрямування.

Фізико-хімічні характеристики молока та його альтернатив, наведені в таблиці 3.3, демонструють специфіку розчинення і ступінь дисперсності складових, що безпосередньо впливає на їх технологічну придатність. Активна кислотність (рН) тісно пов'язана з буферною здатністю системи, яка визначає реакцію білкових сполук під час технологічних процесів, тому має важливе виробниче значення. За цим параметром обидві модифікації «Флори» практично не відрізняються від молока тваринного походження.

Титрована кислотність традиційно використовується для визначення свіжості коров'ячого молока та впливає на його переробні властивості. У рослинних напоях даний показник формується внаслідок біохімічних перетворень у пророщеному насінні і переважно визначає їх біологічну цінність, оскільки органічні кислоти, притаманні такій сировині, відносять до важливих харчових компонентів. Водночас надмірний розвиток небажаної мікрофлори у рослинних аналогах молока також здатен збільшувати цей показник, що негативно впливає на якість готової продукції. У досліджуваних зразках «Флори» величина титрованої

кислотності відповідає вимогам технічної документації та наближена до показників традиційного молока.

Таблиця 3.3 – Фізико-хімічні показники тваринного молока та рослинних замінників молока

| Найменування показника                  | Молоко коров'яче | ФС          | ФК          |
|---|------------------|-------------|-------------|
| Активна кислотність, рН                 | 6,6              | 6,5–7,0     | 6,6–7,2     |
| Кислотність, не більше, °Т              | 19               | 20          | 20          |
| В'язкість, $\cdot 10^{-3}$ Па $\cdot$ с | 1,8–2,0          | 1,315–1,503 | 1,175–1,420 |
| Щільність, кг/см <sup>3</sup>           | 1027             | 1026        | 1038        |

Щільність коров'ячого молока визначається співвідношенням основних компонентів: білки, вуглеводи та мінеральні сполуки підвищують її рівень, тоді як жир, навпаки, сприяє його зниженню. Показники щільності для зразків ФС та ФК практично відповідають значенням, характерним для натурального молока.

В'язкість молока зумовлена переважно білковою фракцією та мінеральним складом, а також залежить від ступеня дисперсності жирових глобул – зі зростанням дисперсності підвищується і в'язкість. У рослинних варіантів «Флори» цей показник є нижчим, тому для досягнення оптимальної консистенції потрібна гомогенізація та введення стабілізуючих добавок.

### 3.3 Дослідження технологічних властивостей модельних сумішей для морозива на основі рослинних замінників молока

Під час створення рецептур морозива дотримувалися принципу максимальної заміни тваринної молочної сировини рослинними інгредієнтами, водночас забезпечуючи властиву класичному продукту консистенцію, структуру та смаковий профіль. Початковий підбір складових і перевірку технологічної доцільності їх поєднання проводили на модельних сумішах трьох варіантів (таблиця 3.4):

- (I) рослинний замітник молока – СЗМ – стабілізатор Палсгаард – жирова фаза;
- (II) рослинний замітник молока – СЗМ – толокно – стабілізатор Палсгаард – жирова фаза;
- (III) рослинний замітник молока – толокно – стабілізатор Палсгаард – жирова фаза.

Таблиця 3.4 – Рецептури модельних сумішей для морозива з нетрадиційної сировини, %

| Сировина                    | Молочна суміш | ФС-1 | ФС-2 | ФС-3 | ФК-1 | ФК-2 | ФК-3 |
|-----------------------------|---------------|------|------|------|------|------|------|
| Олія рослинна               | 3,5           | 4    | 4    | 5    | 3,5  | 3,5  | 4    |
| Сухе знежирене молоко (СЗМ) | 5             | 5    | 2    | –    | 5    | 2    | –    |
| Толокно                     | –             | –    | 3    | 5    | –    | 3    | 5    |
| Стабілізатор Палсгаарда     | 0,6           | 0,6  | 0,3  | –    | 0,6  | 0,3  | –    |
| Молоко цільне               | 70            | –    | –    | –    | –    | –    | –    |
| Рослинна основа             | –             | 70,4 | 75,0 | 75,5 | 75,4 | 75,5 | 70,0 |
| Вода                        | 20            | 20   | 15,6 | 14,5 | 15,0 | 15,7 | 21,0 |
| Разом:                      | 100           | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |

Співвідношення інгредієнтів у модельних зразках підбирали з урахуванням хімічних характеристик використаної сировини та вимог до рецептури молочного морозива з масовою часткою жиру 3–5 % і загальним вмістом СР 29–30 %. Додатково враховували результати попередніх досліджень щодо стабілізації рослинних заміників молока.

Базою для модельних композицій слугували обидва варіанти суміші «Флора», а жировий компонент забезпечувала рослинна олія. Як

структуроутворювачі та функціонально-технологічні добавки застосовували толокно, сухе знежирене молоко та стабілізатор Палсгаард.

Технологію приготування модельних сумішей організували у кілька етапів: спершу змішували сухі інгредієнти, після чого за рецептурою вводили в основу підігріту воду, порошкоподібні компоненти та олію при безперервному перемішуванні (30–35 °С).

Далі суміш гомогенізували міксером зі швидкістю 6000 с<sup>-1</sup>, прогрівали на водяній бані до 70–75 °С та витримували 20 хв. Після цього проводили одно- та двоступеневу пінисту гомогенізацію під тиском 1,5 МПа, а далі охолоджували до 3–5 °С. Оцінювання технологічних властивостей здійснювали за показниками в'язкості (до й після гомогенізації та дозрівання), стабільності емульсії та ефективності гомогенізації. Згідно з науковими даними, структура й консистенція морозива залежать від співвідношення жирової та безжирової сухої фракції, вмісту білків і води, складу мінеральних солей, наявності електролітів та показника рН.

Стабілізуювальні компоненти, що характеризуються високою водопоглинальною здатністю, забезпечують формування потрібної структури та консистенції морозива. Вони збільшують в'язкість сумішей, запобігають росту великих кристалів льоду під час заморожування, що сприяє утворенню дрібнокристалічної структури та еластичної текстури готового продукту. Додатково стабілізатори покращують збитість, сприяють формуванню стійкої піни та підвищують стійкість до танення. Водночас надмірне їх дозування призводить до небажаного підвищення в'язкості, погіршення процесу збивання та формування надто тягучої, тістоподібної консистенції [22].

Отримані результати (табл. 3.5) підтверджують ефективність застосування стабілізатора Палсгаард для забезпечення необхідної структури у системах на основі рослинних заміників молока. Крім того, Палсгаард традиційно використовується у виробництві молочного морозива для покращення функціональних характеристик сухого знежиреного молока.

Таблиця 3.5 – Зміна відносної в'язкості модельних сумішей для морозива при дозріванні при 20°C, Па·с

| № | Вид суміші | Відносна в'язкість при витримці, год |        |        |        |
|---|------------|--------------------------------------|--------|--------|--------|
|   |            | 0 год                                | 2 год  | 3 год  | 4 год  |
| 1 | молочна    | 0,0425                               | 0,0478 | 0,0579 | 0,0710 |
| 2 | ФС-1       | 0,0361                               | 0,0436 | 0,0583 | 0,0633 |
| 3 | ФК-1       | 0,0396                               | 0,0496 | 0,0666 | 0,0721 |
| 4 | ФС-2       | 0,0467                               | 0,0636 | 0,0725 | 0,0752 |
| 5 | ФК-2       | 0,0485                               | 0,0681 | 0,0749 | 0,0792 |
| 6 | ФС-3       | 0,0498                               | 0,0789 | 0,0833 | 0,0843 |
| 7 | ФК-3       | 0,0521                               | 0,0840 | 0,0887 | 0,0890 |

Згідно з літературними даними, хоча «СЗМ формує стабільну емульсію, продукт із вмістом 4–5 % цієї сировини характеризується швидшим таненням, що вимагає введення стабілізатора для усунення цього недоліку» [63]. У цьому дослідженні проаналізовано комплексний вплив рецептурних компонентів у поєднанні зі стабілізатором на технологічні властивості модельних сумішей.

У сумішах типу (I) (№№ 1; 2) рівень стабілізатора встановлювали на рівні 0,6 %, відповідно до даних параграфа 3.2. Для композицій типу (II) (№№ 3; 4) частку сухого знежиреного молока було зменшено, а замість нього додано толокно, тому з урахуванням його функціональних властивостей доза Палсгаарда становила 0,3 %. У моделях типу (III) (№№ 5; 6) СЗМ не використовували, відповідно стабілізатор не додавали, оскільки структуроутворювальну функцію повністю забезпечувало толокно.

Відомо, «що в'язкість сумішей для морозива визначається не просто сумою показників окремих інгредієнтів, а комплексом чинників – загальним рівнем сухих речовин, властивостями сировини, видом стабілізатора, наявністю мінеральних солей, а також режимами технологічної обробки» [5, 20, 43].

Для традиційного морозива головним фактором, що впливає на в'язкість, є характеристика обраного стабілізатора [23], при цьому значення має як його природа, так і концентрація та тривалість гідратації [11, 68].

Експериментально встановлено, що початкова в'язкість модельних сумішей типу (I) була нижчою порівняно з молочною: на базі ФС – приблизно на 15 %, на базі ФК – на 6,8 %. Для систем типу (II) та (III) відмічено підвищення в'язкості на 9,8–22,5 %, що зумовлено внесенням толокна. Водночас надалі показано, що ці коливання не впливають суттєво на ефективність гомогенізації, і за технологічними характеристиками отримані суміші є цілком порівнюваними з традиційними молочними системами.

#### Висновки по розділу.

У межах проведених досліджень встановлено, що рослинні замітники молока типу «Флора» володіють комплексом функціональних властивостей, придатних для використання у технології морозива. Їхній хімічний склад характеризується зниженим вмістом жиру та білка порівняно з коров'ячим молоком, проте підвищеною часткою вуглеводів та відсутністю лактози, що розширює можливості застосування у продуктах для споживачів зі спеціальними дієтичними потребами. Енергетична цінність сумішей на рослинній основі є нижчою, що відповідає сучасним трендам здорового харчування.

Дослідження фізико-хімічних характеристик засвідчило, що показники активної кислотності рослинних заміників молока близькі до коров'ячого молока, що свідчить про їхню сумісність у технологічних процесах та стабільність білкової фракції. Титрована кислотність також перебуває у допустимих межах, а її збільшення внаслідок біохімічних процесів у пророщеному насінні може забезпечувати позитивний вплив на біологічну цінність продукту.

Щільність рослинних заміників молока практично не відрізняється від тваринної сировини, що важливо для формування стабільних дисперсійних систем. Проте в'язкість цих продуктів істотно нижча, що зумовлює необхідність використання технологічних прийомів та стабілізуювальних добавок для отримання

бажаної структури морозива. Гомогенізація та введення стабілізаторів дають можливість коригувати реологічні параметри до рівня традиційних сумішей.

Стабілізатори продемонстрували суттєвий вплив на формування структури рослинних систем. Використання Палсгаарда у концентрації 0,3–0,6 % дало можливість знизити поверхневий натяг, забезпечити дрібнодисперсну структуру та підвищити стійкість емульсій. Це забезпечило ефективне запобігання утворенню крупних кристалів льоду та формуванню еластичної консистенції, необхідної для морозива високої якості.

Толокно проявило виражені стабілізуючі властивості завдяки наявності гідролізованих білків і крохмалю. Введення його у концентрації 0,6 % забезпечило зниження поверхневого натягу та мінімальний об'єм виділеної дисперсної фази після центрифугування. Це підтверджує придатність толокна як природного структуроутворювача у рослинних заміниках молока.

Моделльні суміші трьох типів, розроблені з використанням різних комбінацій СОМ, толокна та Палсгаарда, дозволили оцінити ефекти взаємодії інгредієнтів. Було встановлено, що додавання толокна частково компенсує необхідність застосування стабілізатора, забезпечуючи формування стабільної системи навіть без використання СОМ. Це є перспективним рішенням для створення продуктів на 100 % рослинній основі.

Оцінювання динаміки в'язкості під час витримки показало, що суміші на рослинній основі мають тенденцію до збільшення в'язкості у процесі дозрівання, що співвідноситься з характеристиками традиційних молочних сумішей. Вплив рецептурних компонентів, особливо толокна, є значним, проте не погіршує технологічні властивості, а суміші залишаються придатними для фризрування.

Таким чином, отримані результати підтверджують доцільність використання рослинних заміників молока для виробництва морозива з прогнозованими реологічними та структурними параметрами. Оптимальні дози стабілізаторів та толокна, підібрані експериментально, забезпечують формування однорідної, стійкої та дрібнокристалічної структури продукту, що не поступається традиційному молочному морозиву.

## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

### 4.1 Аналіз напрямів підвищення стану охорони праці при виробництві морозива

Одним із ключових напрямів підвищення рівня безпеки праці є системна теоретична та практична підготовка персоналу. «У процесі управління охороною праці важливу роль відіграють навчання, виховання та формування свідомого ставлення працівників і фахівців до дотримання вимог безпеки під час трудової діяльності» [71]. Як свідчить практика, ґрунтовне знання працівниками своїх обов'язків, правил, норм і інструкцій з охорони праці є необхідною передумовою безаварійної та безпечної роботи.

«Основною метою навчання з охорони праці та підготовки до дій у разі виникнення аварійних чи надзвичайних ситуацій є надання працівникам повного обсягу знань і навичок, необхідних для безпечного виконання ними своїх виробничих обов'язків» [71].

Організацію, контроль, проведення навчання та перевірку знань із питань охорони праці здійснює відділ охорони праці підприємства. Загальне управління цією діяльністю покладено на інженера з охорони праці, який координує роботу структурних підрозділів, спрямовану на забезпечення безпечних умов праці.

Служба охорони праці в цеху з виробництва морозива повинна гарантувати безпеку технологічних процесів, експлуатації обладнання, будівель і споруд, а також забезпечити працівників засобами індивідуального та колективного захисту. Крім того, до її завдань входить організація професійної підготовки й підвищення кваліфікації персоналу з питань охорони праці, створення оптимальних режимів праці та відпочинку, що сприяють збереженню здоров'я і працездатності працівників» [71].

Під час аналізу виробничого травматизму в запроєктованому цеху враховуються усі нещасні випадки, що сталися під час виконання працівниками своїх трудових обов'язків або дій в інтересах підприємства. До таких випадків «належать події, що відбулися на території підприємства протягом робочого часу,

під час перерв, призначених для приведення в порядок робочого місця, засобів захисту чи дотримання особистої гігієни» [71]. Також до обліку беруться травми, отримані під час пересування на роботу або з роботи транспортом підприємства чи особистим транспортом, який використовується в інтересах виробництва, а також нещасні випадки, пов'язані з аваріями або їх ліквідацією, у тому числі під час виконання завдань, що потребують переміщення між об'єктами пішки.

«Розслідування та облік випадків травматизму, професійних захворювань і аварій здійснюється керівником підприємства або уповноваженою особою відповідно до чинного Положення про порядок розслідування та обліку нещасних випадків, профзахворювань і аварій, затвердженого Кабінетом Міністрів України» [71].

Профілактичні заходи щодо запобігання виробничому травматизму включають систематичне проведення інструктажів та навчання працівників, постійний нагляд і контроль за виконанням робіт, а також раціональну організацію режимів праці та відпочинку. «Значну роль у забезпеченні безпечних умов праці відіграють і психологічні аспекти: знання керівником особливостей кожного працівника, його ставлення до роботи, рівень мотивації та обізнаність із правилами охорони праці й пожежної безпеки» [71].

У молочній галузі головною метою виробництва є підвищення продуктивності праці, що безпосередньо залежить від фізичного, фізіологічного та психологічного стану працівників. Отже, «ефективна система охорони праці не лише запобігає травматизму й шкідливому впливу виробничих факторів, а й сприяє підвищенню ефективності праці, виконуючи тим самим подвійну функцію – захисну та стимулюючу» [71].

Необхідні параметри мікроклімату в цеху забезпечуються за допомогою систем вентиляції та опалення. «Вентиляція являє собою процес обміну повітря у виробничих приміщеннях, який підтримує встановлені нормативами показники температури, вологості та чистоти повітря» [71]. У дослідному цеху з виробництва морозива передбачено використання примусової (механічної) вентиляції. Подавання свіжого повітря здійснюється через вентустановки, розташовані на

стінах і оснащені фільтрами очищення та калориферами для його попереднього підігріву.

На підприємстві застосовуються речовини, що можуть потрапляти в повітря робочої зони та становити небезпеку для здоров'я працівників. Вони надходять у повітря у формі пилу, газів або парів і чинять шкідливий вплив на організм людини. «Залежно від рівня токсичності та концентрації таких речовин у повітряному середовищі можливий розвиток хронічних отруєнь і професійних захворювань» [71].

Рідини та пил можуть знаходитися в повітрі у вигляді аерозолю – дрібних крапель або твердих частинок, що переносяться потоком повітря. «За певних умов аерозоль осідає, сприяючи очищенню повітря. Тверді частинки, які осідають на поверхнях із повітря, називаються аерогелем» [71].

Газоподібні речовини та пари змішуються з повітрям на молекулярному рівні, тому їх видалення механічними методами є складним або неможливим. Газове й парове забруднення повітря часто не має видимого прояву чи запаху, що робить його особливо небезпечним.

«На виробництві присутні процеси, пов'язані з утворенням або використанням таких шкідливих речовин, як вуглекислий газ ( $\text{CO}_2$ ) – у котельні та під час газозварювальних робіт, аміак ( $\text{NH}_3$ ) – у компресорному відділенні, діоксид сірки ( $\text{SO}_2$ ), а також зварювальний аерозоль, який містить оксиди хрому та марганцю, що виникають при електрозварюванні» [71].

#### 4.2 Техніка безпеки та правила експлуатації обладнання

Для фризерів, холодильників і низькотемпературних прилавоків недопустимим є перевантаження охолоджувальних камер, оскільки це погіршує умови зберігання продукції. «Забороняється очищати випарник від інею ножами чи шкребками, адже це може пошкодити герметичність системи та спричинити витік фреону» [71].

Не рекомендується розміщувати продукти впритул до стінок або зберігати їх безпосередньо на випарнику. «Дверцята слід відкривати лише за потреби та не залишати надовго відчиненими, щоб уникнути втрати холоду й зайвого споживання електроенергії» [71].

Для підвищення уваги до дотримання вимог охорони праці працівників цеху з виробництва морозива було розроблено картку охорони праці, яку наведено на рис. 4.1

| <b>Розділ</b>                     | <b>Зміст</b>  |
|-----------------------------------|---|
| <b>Підрозділ</b>                  | Цех з виробництва морозива  |
| <b>Посада працівника</b>          | Оператор фризера / пакувальник / машиніст холодильних установок   |
| <b>Тема інструктажу</b>           | Техніка безпеки та правила експлуатації обладнання  |
| <b>Мета</b>                       | Забезпечення безпечних умов праці під час роботи з холодильним, фризерним, змішувальним і пакувальним обладнанням   |
| <b>1. Загальні вимоги безпеки</b> | Працівник повинен пройти медичний огляд, вступний та первинний інструктаж. До роботи допускаються особи, що досягли 18 років і пройшли навчання з охорони праці. Необхідно використовувати спецодяг, головний убір, рукавички, взуття з неслизькою підошвою. Забороняється працювати у стані втоми або після вживання алкоголю. |
| <b>2. Перед початком роботи</b>   | Перевірити справність обладнання, стан заземлення, роботу сигнальних приладів. Оглянути шнури, електророзетки, відсутність витоку фреону або масла. Переконатися, що робоче місце чисте, сухе і не захащене.  |
| <b>3. Під час роботи</b>          | Дотримуватись технологічних режимів. Не перевантажувати холодильні камери. Не відкривати кришки апаратів, що знаходяться під тиском. Не торкатися рухомих частин машин під час роботи. Вимикати обладнання перед чищенням або змащенням. Уникати потрапляння води на електроприлади.  |
| <b>4. Після закінчення роботи</b> | Вимкнути все обладнання, перекрити подачу електроенергії, води, пари. Провести санітарне прибирання робочого місця. Повідомити керівника про виявлені несправності. Зняти спецодяг і розмістити його у визначеному місці.   |
| <b>5. Аварійні ситуації</b>       | У разі витоку фреону, аміаку або диму негайно покинути приміщення, повідомити керівництво та аварійну службу. При короткому замиканні – знеструмити обладнання, не торкатися проводів голими руками. У разі травми – надати першу допомогу та викликати медпрацівника.  |
| <b>6. Відповідальність</b>        | Працівники, які порушують правила техніки безпеки, несуть дисциплінарну, адміністративну або кримінальну відповідальність згідно з чинним законодавством України.   |

Рисунок 4.1 – Картка охорони праці

«Також не рідше одного разу на тиждень обладнання необхідно мити, а також регулярно очищати агрегати від пилу, оскільки його накопичення знижує холодопродуктивність системи» [71]. Експлуатація обладнання за наявності іскріння на приладах керування чи контролю, а також появи масляних плям у місцях з'єднання трубок заборонена, адже це свідчить про витік фреону або масла.

#### Висновки по розділу.

У процесі виробництва морозива значна увага приділяється організації системи охорони праці, спрямованої на запобігання нещасним випадкам, професійним захворюванням та аваріям. Підвищення рівня безпеки праці забезпечується завдяки професійній підготовці персоналу, проведенню інструктажів, суворому дотриманню технологічних режимів та санітарно-гігієнічних норм. Важливим є контроль за станом виробничого обладнання, вентиляційних і холодильних систем, створення оптимальних умов мікроклімату та організація ефективного повітрообміну в робочих приміщеннях. Систематичне навчання працівників правилам безпечної роботи формує відповідальне ставлення до виконання обов'язків і знижує ризик виникнення травматизму.

Дотримання техніки безпеки при експлуатації обладнання у цеху морозива має першочергове значення, адже робота з холодильними агрегатами, фризерами та компресорними установками пов'язана з потенційною небезпекою витоку фреону, ураження електричним струмом чи механічних травм. Забороняється перевантаження охолоджуваних камер, використання гострих предметів для очищення випарників, а також робота з несправними електроприладами. Регулярне технічне обслуговування, своєчасне виявлення несправностей і дотримання правил експлуатації гарантують стабільну роботу обладнання, збереження якості продукції та безпеку персоналу.

## 5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

### 5.1 Розрахунок витрат для проведення дослідження

У процесі дослідження технології виробництва морозива з використанням рослинних замінників молока одним із ключових етапів став розрахунок витрат, необхідних для виконання експериментальної частини.

«Така оцінка дає змогу підтвердити економічну обґрунтованість запропонованої технології, визначити оптимальне співвідношення між собівартістю продукції та її якісними характеристиками» [72], а також оцінити ефективність ресурсного забезпечення процесу.

«До загальної структури витрат включаються вартість основної сировини та допоміжних інгредієнтів, витрати на енергоносії, а також фонд оплати праці персоналу, який бере участь у проведенні дослідів» [72].

Також у розрахунок входять амортизаційні нарахування, витрати на обладнання, спожиту електроенергію та накладні витрати, що забезпечують підтримання функціонування дослідної бази.

«Зведений аналіз цих статей дозволяє об'єктивно оцінити економічний потенціал технології, сформувавши базу для подальших техніко-економічних розрахунків і підтвердити конкурентоспроможність продукту на ринку» [72].

Витрати на основні матеріали, використані для проведення дослідження, розраховуються за формулою (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.

Результати розрахунку витраченої кількості матеріалів, включно з їх вартістю приведені в табл.5.1.

Таблиця 5.1 – Витрачені матеріали та їх вартість

| Матеріали, одиниці                           | Кількість | Ціна за одиницю, грн | Сума, грн |
|--|-----------|----------------------|-----------|
| Рослинний замітник молока соєвий (ФС), л     | 10        | 250,00               | 2500,00   |
| Рослинний замітник молока конопляний (ФК), л | 10        | 320,00               | 3200,00   |
| Молоко коров'яче цільне, л                   | 5         | 51,00                | 255,00    |
| Молоко коров'яче знежирене, л                | 20        | 40,00                | 800,00    |
| Толокно, кг                                  | 5         | 25,00                | 125,00    |
| Стабілізатор Палсгаард, кг                   | 1         | 850,00               | 850,00    |
| Олія рослинна, л                             | 3         | 84,00                | 252,00    |
| Всього                                       |           |                      | 7982,00   |

«Оплата праці спеціалістів, задіяних у виконанні досліджень, визначається шляхом множення середньої погодинної ставки на фактичну тривалість відпрацьованого часу» [72]. Результати розрахунків приведені в табл. 5.2.

Таблиця 5.2 – Витрати на заробітну плату працівників

| Посада             | Середньо-місячний заробіток, грн | Середньо-годинний заробіток, грн | Кількість людино-годин | Сума, грн |
|--------------------|----------------------------------|----------------------------------|------------------------|-----------|
| Дипломний керівник | 10000,00                         | 70,00                            | 10                     | 1050,00   |
| Всього             |                                  |                                  |                        | 1050,00   |

Нарахування на заробітну плату здійснюються у розмірі 22 % єдиного соціального внеску, що відповідає визначеній частці від загального обсягу виплаченої заробітної плати:

$$H = \frac{1050 \cdot 22}{100} = 231,00 \text{ грн.}$$

Оплата за витрачену електроенергію:

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

де  $M$  – потужність електрообладнання, що використовувалося, кВт;

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

$T$  – час роботи обладнання, год;

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

$$E_{\text{бленд}} = 1,4 \cdot 0,9 \cdot 28 \cdot 4,32 = 152,41 \text{ грн};$$

$$E_{\text{холод}} = 2,2 \cdot 0,9 \cdot 72 \cdot 4,32 = 615,86 \text{ грн};$$

$$E_{\text{ваг}} = 0,8 \cdot 5 \cdot 8 \cdot 4,32 = 138,24 \text{ грн};$$

$$E_{\text{заг}} = E_{\text{бленд}} + E_{\text{холод}} + E_{\text{ваг}} = 152,41 + 615,86 + 138,24 = 906,51 \text{ грн.}$$

Витрати на амортизацію обладнання, залученого до проведення досліджень, розраховуються за формулою (5.3):

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

де  $A$  – амортизаційні відрахування, грн.

$\Phi$  – вартість обладнання, грн.;

$H$  – річна норма амортизації, %;

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

365 – кількість днів у році.

$$A_{\text{бленд.}} = \frac{3200 \cdot 20 \cdot 2}{100 \cdot 365} = 3,50 \text{ грн};$$

$$A_{\text{холод.}} = \frac{20000 \cdot 20 \cdot 3}{100 \cdot 365} = 32,88 \text{ грн};$$

$$A_{\text{ваг}} = \frac{5500 \cdot 12,5 \cdot 1}{100 \cdot 365} = 1,88 \text{ грн.}$$

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 |
|------------------|---------------|----------------------------|------------------|-----------------------------|
| Блендер          | 3200,00       | 20                         | 2                | 3,50                        |
| Холодильник      | 20000,00      | 20                         | 3                | 32,88                       |
| Ваги лабораторні | 5500,00       | 12,5                       | 1                | 1,88                        |
| Всього           |               |                            |                  | 38,26                       |

Накладні витрати визначаються як 80% від загальної суми нарахованої заробітної плати працівників, які брали участь у проведенні дослідження:

$$NB = \frac{1050 \cdot 80}{100} = 840,00 \text{ грн.}$$

Такий підхід забезпечує повний облік фінансових ресурсів, необхідних для організаційного, адміністративного та технічного супроводу експериментальної частини роботи, а також включає витрати на комунальні послуги, матеріали та інші допоміжні ресурси, що використовуються під час виконання дослідницьких завдань.

«Урахування цих статей дає змогу сформувати реальну собівартість наукового проєкту та об'єктивно оцінити ефективність запропонованих технологічних рішень у виробництві морозива з використанням рослинних заміників молока» [72].

Отримані результати економічного аналізу «дозволяють визначити рівень ресурсомісткості роботи, зробити висновки щодо доцільності застосування обраних інгредієнтів і технологічних підходів, а також окреслити можливі шляхи оптимізації витрат у подальших дослідженнях» [72].

Сукупні дані щодо всіх витрат, пов'язаних з виконанням наукового дипломного дослідження, узагальнено у табл. 5.4.

Таблиця 5.4 – Кошторис витрат на проведення дослідження

| Витрати                        | Сума, грн |
|--------------------------------|-----------|
| Основні матеріали              | 7982,00   |
| Заробітна плата                | 1050,00   |
| Нарахування на заробітну плату | 231,00    |
| Електроенергія                 | 906,51    |
| Амортизація                    | 38,26     |
| Накладні витрати               | 840,00    |
| Всього                         | 11047,77  |

Як видно з табл. 5.4, домінуючу частину витрат у структурі дослідження становлять основні матеріали – їхня частка сягає 72,2 % від загального обсягу витрат. Натомість амортизаційні відрахування є найменшою складовою та формують лише 0,3 % сукупних витрат.

## 5.2 Визначення ціни дослідження

Ціна дослідження визначається на основі витрат на них та рентабельності, згідно формули (5.4):

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

де  $C$  – ціна дослідження, грн.;

$S$  – витрати на дослідження, грн.;

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

Таким чином:

$$C = 11047,77 + \frac{30 \cdot 11047,77}{100} = 14362,10 \text{ грн.}$$

Отже, вартість проведеного дослідження становить 14362,10 грн.

Висновки по розділу.

У даному розділі здійснено деталізований розрахунок фінансових витрат, пов'язаних з виконанням дослідної частини роботи. Встановлено, що основним елементом витрат є сировина та основні матеріали, на які припадає 72,2 % загального бюджету. Найменшу частку становлять амортизаційні відрахування на обладнання – лише 0,3 % від загальної суми витрат.

Підсумковий розрахунок засвідчує, що з урахуванням нормативної рентабельності на рівні 30 % загальна вартість проведення дослідження складає 14362,10 грн, що підтверджує економічну обґрунтованість запропонованих експериментальних робіт.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Рослинні джерела білка, зокрема соя та насіння конопель, є перспективними компонентами для виробництва молочних та комбінованих продуктів. Вони забезпечують високий вміст повноцінного білка, есенціальних амінокислот, поліненасичених жирних кислот, вітамінів та мінеральних речовин. Використання пророщеного насіння сої дозволяє знизити вміст антипоживних речовин та олігосахаридів, підвищуючи біологічну цінність продукту.

Використання рослинних жирів і білкових добавок відкриває можливості для створення морозива з підвищеними органолептичними та структурно-механічними властивостями, а також із зниженим вмістом тваринного жиру без втрати смакових якостей.

Проведені дослідження підтвердили доцільність використання рослинних заміників молока у виробництві морозива, що дає змогу підвищити харчову цінність та розширити асортимент. Порівняння рецептур показало, що рослинна основа у сумішах коливалася в межах 70,0–75,5 %, тоді як вода становила 14,5–21,0 %. Додавання СЗМ у традиційній суміші було 5 %, тоді як у рослинних зразках – 2–5 %. Було також встановлено, що стабілізатор Палсгаард застосовувався у кількості 0,3–0,6 %, що забезпечувало цільову консистенцію та стабільність отриманих сумішей.

Фізико-хімічний аналіз підтвердив відповідність рослинних сумішей технологічним вимогам. Вміст жиру у модельних зразках змінювався в межах 3,5–5,0 %, тоді як у контрольній молочній суміші він складав 3,5 %. Сухий залишок білкової складової був нижчим, ніж у традиційному продукті (2–5 % проти 5 %), однак за правильного підбору рослинної сировини та стабілізаційної системи це не погіршувало структурно-механічні властивості. Водночас додавання толокна у варіантах ФС-3 та ФК-3 (3–5 %) сприяло формуванню більш стабільної структури та підвищенню харчової цінності.

Технологічні випробування показали, що витримка сумішей приводила до закономірного зростання відносної в'язкості. Зокрема, у молочній суміші показник

підвищувався з 0,0425 до 0,0710 за 4 год, тоді як у модельних рослинних зразках – з 0,0361–0,0521 до 0,0633–0,0890. Найвищі значення були зафіксовані у сумішей ФС-3 та ФК-3: відповідно 0,0843 та 0,0890 після 4 год витримки, що свідчить про покращену здатність формувати стійку кремоподібну структуру.

Сумарно результати експериментів доводять, що поєднання 70,0–75,5 % рослинної основи, 14,5–21,0 % води та 0,3–0,6 % стабілізатора забезпечує оптимальні властивості сумішей для виробництва морозива. Отримані дані демонструють потенціал використання рослинних компонентів як альтернативи традиційній молочній основі з можливістю досягати порівнянної або навіть кращої в'язкості та стабільності. Це створює підґрунтя для розроблення нових видів морозива функціонального спрямування із поліпшеними реологічними характеристиками.

Встановлено, що отримання техніки безпеки при експлуатації обладнання у цеху морозива має першочергове значення, адже робота з холодильними агрегатами, фризерами та компресорними установками пов'язана з потенційною небезпекою витоку фреону, ураження електричним струмом чи механічних травм.

Підсумковий розрахунок засвідчує, що з урахуванням нормативної рентабельності на рівні 30 % загальна вартість проведення дослідження складає 14362,10 грн, що підтверджує економічну обґрунтованість запропонованих експериментальних робіт.

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. Новгородська Н. В., Блащук В. В. Проблеми якості молока в Україні //Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. Гжицького. 2015. №. 17,№ 1 (4). С. 72-76.
2. Димань Т. М. Безпека продовольчої сировини і харчових продуктів: підручник / Т. М. Димань, Т. Г. Мазур. К.: ВЦ «Академія», 2011. 520 с.
3. Машкін М. І. Технологія виробництва молока і молочних продуктів: Навчальне видання / М. І. Машкін, Н. М. Париш. К. : Вища освіта, 2006. 351 с.
4. Стеценко Я. Е. Тенденції та проблеми розвитку молочної галузі в Україні //Публічне управління та адміністрування у процесах економічних реформ: збірник тез доповідей IV Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції з дистанційною участю, Том I, 11 листопада 2020 р. Херсон: ДВНЗ «ХДАУ», 2020. 303 с.
5. Кухтин М., Горюк Ю. Мікробіологія молочних продуктів вироблених з молока коров'ячого сирого: монографія. Кам'янець-Подільський: ЗВО ПДУ, 2023. 150 с.
6. Ветеринарно-санітарна експертиза з основами технології і стандартизації продуктів тваринництва / [О. М. Якубчак, В. І. Хоменко, С. Д. Мельничук та ін.]; за ред. О. М. Якубчак, В. І. Хоменка. – К.: ТОВ «Біопром», 2005. – 800 с.
7. Horyuk, Y. V., Kukhtyn, M. D., Perkiy, Y. V., & Horyuk, V. V. (2015). Контроль безпеки молока сирого за мікробіологічними показниками на агропродовольчих ринках Тернополя та Кам'янця-Подільського. Scientific 121 Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences, 17(1), 256-260.
8. Безпека харчування: сучасні проблеми: Посібник-довідник / [Укл.: А. В. Бабюк, О. В. Макарова, М. С. Рогозинський та ін.]. Чернівці: Книги - XXI, 2005. 456 с.

9. Про затвердження Правил ветеринарно-санітарної експертизи молока і молочних продуктів та вимог щодо їх реалізації : наказ Міністерства 131 Аграрної політики України № 49 від 20.04.2004. К.: Міністерство Аграрної політики України. 22 с.

10. Ліпич Л., Товстенюк О., Білик І. Моніторинг стану та перспектив розвитку ринку молока й молочних продуктів України. Економічний часопис Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. 2016, № 2. С. 56-63.

11. Бергілевич О. М. и др. Мікробіологія молока і молочних продуктів //Суми: Університетська книга. 2010. 205.

12. Власенко І. Г. Сучасний стан нормативно-правової бази в Україні та ЄС: якість та безпека молока / І. Г. Власенко // Збірник статей «Євроатлантична інтеграція України: можливості та перспективи». ВТЕІ КНТЕУ. 2008. С. 12 – 15.

13. Касянчук В. В. Проблеми безпечності української молочної продукції. / В. В. Касянчук // Продукты & Ингредиенты. 2008. № 5. С. 5456.

14. Кухтин М. Д. Характеристика молока сирого за показниками якості та безпеки, яке надходить на молокопереробні підприємства Тернопільської області / М. Д. Кухтин, Ю. Б. Перкій, А. Є. Шах // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. Гжицького. 2014. Т. 16, № 3 (4). С. 69-75.

15. Шпичак О. М. Організаційно-економічні проблеми виробництва молока в Україні та їх вирішення //Економіка АПК. 2021. №. 4. С. 24-40.

16. Молоко. Методи визначення загального білку. (Молоко. Методы определения белка): ГОСТ 25179-90. М.: ИПК Издат. станд., 1991. 6 с. (Міждержавний стандарт).

17. Савчук Г. В. Ветеринарно-санітарна експертиза молока за різних способів і режимів пастеризації : автореф. дис. на здобуття науков. ступеня канд. вет. наук : спец. 16.00.09 „Ветеринарно-санітарна експертиза“ / Г. В. Савчук. – Львів, 2008. 20 с.

18. Єфімова О. М., Касянчук В. В. Аналіз мікробіологічної безпечності національної продукції тваринного походження, призначеної для експорту. *Ветеринарна медицина України*, 2014. № 1. С. 30–34.

19. Браїлко А. С., Ворожбит В. М. Порівняльне тестування молока питного українського виробництва // *Актуальні питання, проблеми та перспективи розвитку науки та освіти*. С. 31.

20. Власенко І. Г. Стан світового ринку молока і молочної продукції та особливості його формування в Україні // *Інноваційна економіка*. 2013. №. 1. С. 38-41.

21. Степасюк Л., Старомінський В. Стан та тенденції розвитку ринку молока в Україні // *Економіка та суспільство*. 2024. №. 70.

22. Шкабара Т. Л. Сучасні проблеми якості молочної продукції в Україні // *Вісник Чернівецького торговельно-економічного інституту. Економічні науки*. 2009. №. 1. С. 89-99.

23. Проблеми фальсифікації молока в Україні / М. М. Поштар, Т. М. Чорна, А. Ю. Роботко, А. І. Чорна // *Техногенно-екологічна безпека України: стан та перспективи розвитку: матеріали VIII Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції, 12 – 20 листопада 2018 р., м. Ірпінь. Ірпінь: Національний університет ДФС України, 2018. С. 118-123.*

24. Сичов М.І. Питання якості, натуральності і токсикології молочних продуктів. *Харчова наука і технологія*. 2015, №9. С. 62-67.

25. Рябініна Н. О. Молочна галузь ЄС в сучасних умовах // *Економіка підприємства: сучасні проблеми теорії та практики: Матеріали*. 2024. С. 99.

26. Зацна, Л. Тенденції споживання якісних молочних продуктів на українському та зарубіжному ринках [Текст] / Любов Зацна // *Журнал європейської економіки*. 2011. Т. 10, № 1. С. 63-78.

27. Грек, О. В. Наукові основи безвідходних технологій відновлюваної сировини: підручник. Розділ 4. Білкові, вуглеводні та жирові компоненти у виробництві молочних продуктів / О. В. Грек, О. О. Онопрійчук. – Київ : НУХТ, 2020. 326 с.

28. Pritulska, N., Motuzka, I., Koshelnyk, A., Jarossová, M., Lacková, A. Рослинні аналоги молока в харчуванні людей з аліментарно-залежними неінфекційними захворюваннями. *Food Science and Technology*. 2020. Vol. 14 (2). <https://doi.org/10.15673/fst.v14i2.1722>

29. Сімахіна Г., Кровопускова А. Рослинні аналоги молока—новий напрям харчових технологій. Оздоровчі харчові продукти та дієтичні добавки: технології, якість та безпека: Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 17-18 листопада 2021 р., м. Київ. – К.: НУХТ, 2021 р. – С. 72.

30. Цимбаліста Н.В., Давиденко Н.В. Стан фактичного харчування населення та аліментарно обумовлена захворюваність // *Проблеми харчування*. 2008.№1-2. С. 32-35.

31. Афанасьєва Ю. В. Перспективні джерела молочної сировини для десертної продукції. *Хімія. Хімічна, біологічна та харчова технології*. 2009. №1. С. 272.

32. Буц М.А. Формування культури здорового харчування школярів // *Молодий вчений*. 2017. № 9.1(49.1). С. 13-16.

33. Прикульська Н.В., Мотузка Ю.М. Товарознавчі засади позиціонування продуктів для ентєрального харчування// *Товари і ринки*. 2014. № 2. С. 53-61.

34. Godden D.J., Devereux G.S. Nutritional factors in respiratory disease // *The Journal of the Royal College of Physicians of Edinburgh*. 1998. No28. P. 258-272.

35. Vanga S. K., Raghavan V. How well do plant based alternatives fare nutritionally compared to cow's milk? // *Journal of Food Science and Technology*. 2018. No55(1). P. 10-20. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2915-y>

36. Sethi S., Tyagi S. K., Anurag R. K. Plant-based milk alternatives an emerging segment of functional beverages: a review // *Journal of Food Science and Technology*. 2016. No53(9). P. 3408-3423. <https://doi.org/10.1007/s13197-016-2328-3>

37. Цісарик О. Й., Мусій Л. Я. Технологія молочних продуктів функціонального призначення: методичні вказівки до виконання самостійної

роботи для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 181 Харчові технології ОПП «Технології зберігання, консервування та переробки молока». Львів. 2024. 32 с.

38. Гойко І., Бербушенко Т. Перспективи використання білкововмісної рослинної сировини у виробництві кисломолочних напоїв. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Оздоровчі харчові продукти та дієтичні добавки: технології, якість та безпека», 22-23 травня 2014 р., м. Київ. К. : НУХТ, 2014. С. 35-37.

39. Савченко О. А., Грек О. В., Красуля О. О. Технологія виробництва молочних продуктів спеціального призначення: підручник. К. ЦП «Компринт», 2017. 218 с.

40. Романчук І. О, Рудакова Т. В., Моїсеєва Л. О. Використання зернових добавок у виробництві молочних продуктів з комбінованим складом сировини. *Grain Products and Mixed Fodder's*, 2017. Вип. 17(3). С. 27–32.

41. Соломон А. М. Обґрунтування напрямів розвитку функціональних молочних продуктів. *Техніка енергетика транспорт АПК*. Вінниця, 2017. Вип. №2 (97). С. 85-89.

42. Клевцов К. М. Фізико-технологічні властивості і хімічний склад насіння льону та конопель // *Вісник Херсонського національного технічного університету*. 2015. №. 4. С. 104-110.

43. Сова Н. А., Коваленко Н. В. Використання насіння промислових конопель та льону олійного у технології грильжних цукерок // *Trends in LEAN food production and packaging*. 2023. С. 125.

44. Сова Н. А. Технологія комплексної переробки насіння промислових конопель: автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук: спеціальність 05.18.02 «Технологія зернових, бобових, круп'яних продуктів і комбікормів, олійних і луб'яних культур» / Н. А. Сова. Херсон, 2019. 28 с.

45. Роль Н. В., Надточій В. М., Цебро А. Д., Вовкогон А. Г., Мерзлова Г. В., Калініна Г. П., Гребельник О. П. Конопляна сировина: нові перспективи для

харчової промисловості. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва». 2021. № 1. С. 152–158. DOI:10.33245/2310-9289-2021-164-1-152-158

46. Верещагін І. В., Кандиба Н. М. Насіння конопель (*Cannabis sativa* L.) як джерело незамінних харчових компонентів. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія». 2020. № 2 (40). С. 3–13. <https://doi.org/10.32845/agrobio.2020.2.1>

47. ДСТУ 7695:2015 Насіння конопель. Технічні умови. ДП «УкрНДНЦ». Київ, 2015. 8 с.

48. Резвих Н. І., Горач О. О. Насіння ненаркотичних конопель – сировина для харчової промисловості. Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки. 2021. № 3. С. 79–86.

49. Porto C., Decorti D., Tubaro F. Fatty acid composition and oxidation stability of hemp (*Cannabis sativa* L.) seed oil extracted by supercritical carbon dioxide. *Industrial Crops and Products*. 2012. № 36. P. 401–404. DOI.org/10.1016/j.indcrop.2011.09.015

50. Russo R., Reggiani R. Evaluation of protein concentration, amino acid profile and antinutritional compounds in hempseed meal from dioecious and monoecious varieties. *American Journal of Plant Sciences*. 2015. № 6. P. 14–22. DOI:10.4236/ajps.2015.61003.

51. Коноплі: монографія / за ред. М. Д. Мигалю, В. М. Кабанця. Суми. 2011. 384 с.

52. Назаренко Ю. В., Шмідт Б. В., Болгова Н. В., Синенко Т. В. Розробка сирного продукту з рослинним білком. Вісник Львівського торговельно-економічного університету. Технічні науки. 2023. № 33. С. 47–54.

53. Гачак Ю. Р., Цісарик О. Й., Сливка Н. Б., Наговська В. О., Варивода Ю. Ю. Молочні продукти лікувально-профілактичного призначення. Видання 2-ге, доповнене. Львів, 2015. 160 с.

54. Дідух Н.А., Чагаровский О.П., Лисогор Т.А. Заквашувальні композиції для виробництва молочних продуктів функціонального призначенні. ОНАХТ. - О.: «Поліграф». 2008. 234 с.
55. Капрельянц Л. В., Петросьянц А. П. Лікувально-профілактичні властивості харчових продуктів та основи дієтології. Одеса: Друк., 2011. 269 с.
56. Цісарик О. Й., Мусій Л. Я. Ліпіди молока: попередники, синтез, властивості: монографія. Львів: ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького, 2022. 292 с.
57. Юкало В. Г. Біологічна активність протеїнів і пептидів молока: монографія. Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 372 с.
58. Rabia, Shabir Ahmad. Extraction of green tea catechins for the preparation of functional drink: correlation with lifestyle-related : disorders doctor of philosophy in food technology. Faisalabad, 2010. 199 p.
59. Дідух Н. А. Наукові основи розробки технології молочних продуктів функціонального призначення: автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук. Одеса. 2008. 28 с.
60. Дейниченко Г. В. Функціонально-технологічні властивості багатокомпонентних систем на основі концентрату зі сколотин. Збірник наук. праць ЛНАУ. Серія: Технічні науки. Луганськ: Видавництво ЛНАУ. 2008. № 88. С. 138–140.
61. Рубанка К. В., Терлецька В. А. Рослинні екстракти—джерело біологічно активних речовин //Редакційна колегія. 2019. С. 53.
62. Peshuk L. V., Gorbach A. Y., Bakhmach V. A. Перспективи використання рослинних і тваринних білків в технології м'ясних продуктів //Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies. 2017. Т. 19. №. 80. С. 68-73.
63. Ткаченко Н.А. Харчова, біологічна та енергетична цінність напоїв кисломолочних для дитячого харчування «Біолакт». Харчова наука і технологія. № 1(26). 2014. С. 22-25.
64. Кузьменко О. М. Використання продуктів переробки сочевиці в технології м'ясних виробів : пояснювальна записка до дипломної роботи ОС

«Магістр»: 181 Харчові технології / Кузьменко Олена Миколаївна ; наук. керівник Тертишний Олег; Дніпровський держ. аграр.-економ. ун-т, Інженерно-технологічний факультет, Кафедра харчових технологій. Дніпро, 2024. 82 с.

65. Дмитрів С. Рослинна сировина у кисломолочних напоях // Збірник студентських наукових праць. Сільськогосподарські науки № 1 (5), 2022. С. 357.

66. Скорченко Т.А., Поліщук Г.Є., Грек О.В., Технологія незбираних продуктів: навч. посібник . Нац. ун-т харч. технологій. Вінниця: Нова кн., 2005. 264 с.

67. Котенко І. Розроблення нового виду напою йогуртного з рослинним компонентами. Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті : програма і матеріали 80 міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів, 10-11 квітня 2014 р. К. : НУХТ, 2014. Ч. 1. С. 489-492.

68. 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.

69. Технологія переробки молока : навчальний посібник / Ф. В. Перцевий, П. В. Гурський, О. О. Грінченко [та ін.]. Харків : ХДУХТ, 2006. 378 с.

70. Мартинова О. Удосконалення технології виробництва молочних продуктів в умовах ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв» м. Миколаїв : кваліфікаційна робота на здобуття ступеня вищої освіти «Магістр» за спеціальністю 181 – «Харчові технології» / наук. керівн. Р. О. Трибрат. Миколаїв : МНАУ, 2024. 70 с.

71. Спирін А. В., Твердохліб І. В., Борисюк Д. В. Охорона праці в галузі. Практикум. Вінниця: РВВ ВНАУ, 2015. 127 с.

72. 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.