

**ДНПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

**Інженерно-технологічний факультет**

Кафедра харчових технологій

**П о я с н ю в а л ь н а   з а п и с к а**

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

**Обґрунтування технології виробництва  
морозива вершкового з низьким вмістом лактози**

**Виконала:** здобувачка вищої освіти 5 курсу, групи  
ХТз-1-20 освітньо-професійної програми «Харчові  
технології» зі спеціальності  
181 «Харчові технології»

\_\_\_\_\_ Анастасія ДОМАНОВА

**Керівник:** \_\_\_\_\_ Віталій КОШУЛЬКО

Дніпро 2025

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій  
Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»  
Освітньо-професійна програма: «Харчові технології»  
Спеціальність: 181 «Харчові технології»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

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

(підпис)

«07» травня 2025 р.

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

Домановій Анастасії Русланівні

1. Тема роботи: «Обґрунтування технології виробництва морозива вершкового з низьким вмістом лактози».  
Керівник роботи: Кошулько Віталій Сергійович, кандидат технічних наук, доцент, затверджені наказом закладу вищої освіти від «07» травня 2025 року № 962.
2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 09 червня 2025 року.
3. Вихідні дані до роботи: 1. Технологія виробництва вершкового морозива з низьким вмістом лактози. 2. Наукова, нормативна, технологічна, технічна та патентна документація.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Аналіз стану питання та завдання дослідження. 2 Організація роботи і методи дослідження. 3 Дослідна частина. 4 Охорона праці та довкілля. 5 Організаційно-економічна частина. Загальні висновки. Бібліографія.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1 Стан питання. 2 Мета і завдання досліджень. 3 Схема проведення досліджень.  
4 Обговорення результатів досліджень. 5 Кошторис витрат на проведення досліджень. 6 Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата   |                  |
|--------|---|----------------|------------------|
|        |   | завдання видав | завдання прийняв |
| 1-5    | Доцент Віталій КОШУЛЬКО                   | 07.05.25       | 09.06.25         |

7. Дата видачі завдання 07 травня 2025 року.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

| № з/п | Назва етапів кваліфікаційної роботи                            | Строк виконання етапів роботи | Примітка |
|-------|--|-------------------------------|----------|
| 1     | Вступ  | 07.05-08.05.25                | виконано |
| 2     | Аналіз стану питання та завдання дослідження                   | 09.05-14.05.25                | виконано |
| 3     | Організація роботи і методи дослідження                        | 15.05-16.05.25                | виконано |
| 4     | Дослідна частина   | 17.05-31.05.25                | виконано |
| 5     | Охорона праці та довкілля                                      | 01.06-02.06.25                | виконано |
| 6     | Організаційно-економічна частина                               | 02.06-03.06.25                | виконано |
| 7     | Формулювання висновків по роботі та списку використаних джерел | 04.06-05.06.25                | виконано |
| 8     | Підготовка демонстраційного матеріалу                          | 06.06-09.06.25                | виконано |

Здобувачка вищої освіти \_\_\_\_\_ Анастасія ДОМАНОВА  
( підпис )

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Віталій КОШУЛЬКО  
( підпис )

## РЕФЕРАТ

Тема: «**Обґрунтування технології виробництва морозива вершкового з низьким вмістом лактози**»

**Кваліфікаційна робота:** 59 сторінок, 5 рисунків, 26 таблиця, 0 додатків, 41 літературних джерел.

**Об'єкт дослідження** – процес виробництва вершкового морозива.

**Предмет дослідження** – технологічні аспекти розробки рецептури та виробництва вершкового морозива з низьким вмістом лактози.

**Метою кваліфікаційної роботи** є розробка технології низьколактозного загартованого морозива з використанням ферментативного гідролізу лактози (розщеплення молочного цукру (лактози) на більш прості цукри, глюкозу і галактозу, з використанням ферменту лактази).

*У кваліфікаційній роботі представлено наукове обґрунтування та практичну реалізацію технології виробництва загартованого вершкового морозива з низьким вмістом лактози. Метою дослідження була розробка технологічного процесу, що передбачає застосування ферментативного гідролізу лактози – розщеплення молочного цукру на глюкозу і галактозу за допомогою ферменту лактази. Проведено підбір сировини та досліджено вплив ферментної обробки на органолептичні та фізико-хімічні показники готового продукту. Результати роботи підтверджують ефективність використання ферменту лактази для створення морозива, придатного для споживачів із лактозною непереносимістю, без значного погіршення його якості та смакових властивостей..*

### КЛЮЧОВІ СЛОВА

*Морозиво, лактоза, непереносимість лактози, ферменти, технологія виробництва, молочні продукти, рецептура, гідроліз лактози, вершкове морозиво.*

## ЗМІСТ

|  |    |
|--|----|
| ВСТУП.....   | 7  |
| 1 АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ.....  | 9  |
| 1.1 Основні фактори непереносимості лактози.....   | 9  |
| 1.2 Способи одержання низьколактозних продуктів.....   | 11 |
| 1.2.1 Способи зниження вмісту лактози у молочних продуктах .....   | 12 |
| 1.3 Аналіз технологічного процесу виробництва низьколактозного морозива за допомогою ферментативного гідролізу лактози ..... | 14 |
| 1.3.1 Характеристика морозива та традиційні технології його виготовлення .   | 14 |
| 1.3.2 Аналіз технології виробництва низьколактозного морозива та заморожених десертів .....                                  | 17 |
| Висновки за розділом .....   | 18 |
| 2 ОРГАНІЗАЦІЯ РОБОТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....   | 21 |
| 2.1 Об'єкти дослідження. ....  | 21 |
| 2.2 Методика досліджень .....  | 22 |
| Висновки за розділом .....   | 23 |
| 3 ДОСЛІДНА ЧАСТИНА.....  | 24 |
| 3.1 Дослідження процесу ферментації лактози у промислових сумішах морозива .....   | 24 |
| 3.2 Визначення дози сахарози у рецептурах суміші низьколактозного морозива .....   | 26 |
| 3.3 Технологічний процес виробництва низьколактозного морозива .....   | 30 |
| Висновки за розділом .....   | 42 |
| 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ .....  | 44 |
| 4.1 Розроблення картки з безпеки праці для працівників цеху з виробництва морозива .....                                     | 44 |
| 4.2 Шляхи утилізації відходів під час виробництва морозива .....   | 46 |
| Висновки за розділом .....   | 47 |
| 5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА .....   | 48 |

|  |    |
|--|----|
| 5.1 Витрати на проведення досліджень ..... | 48 |
| 5.2 Визначення вартості дослідження .....  | 52 |
| Висновки за розділом .....                 | 52 |
| ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....                     | 53 |
| БІБЛІОГРАФІЯ .....                         | 55 |

## ВСТУП

Проведені в усьому світі дослідження в галузі фізіології людини все частіше рекомендують пропонувати харчову продукцію з певними властивостями, призначену для вживання різними групами населення, в тому числі і які мають які-небудь проблеми зі здоров'ям. Такі рекомендації поширюються і на морозиво. На сьогоднішній день існують найрізноманітніші варіанти рецептур морозива, яке може сприяти відновлення серцево-судинної системи, уповільнювати процеси старіння, знижувати ймовірність виникнення запальних та онкологічних захворювань тощо.

В даний час проблема лактазної недостатності є однією з найпоширеніших і відзначається практично у половини дорослого населення земної кулі. Через недостатність ферменту лактази в кишечнику травна система таких людей не в змозі засвоювати лактозу. В результаті лактоза ферментується в товстому кишечнику, що призводить до утворення газоподібного водню та метану, порушується загальна робота кишечника та скорочується надходження важливих для організму речовин, а також підвищується сприйнятливність до деяких паразитарних інфекцій.

Люди, котрі мають лактазну недостатність, мають або вилучати з раціону звичайні молочні вироби, або споживати препарати лактази регулярно. Спеціально для цієї групи споживачів розробляються профілактичні низьколактозні та безлактозні молочні продукти.

Покращення продуктів через ферментативний гідроліз лактози за допомогою препаратів  $\beta$ -галактозидази є одним із найперспективніших напрямів у технології молока та молочних виробів. Це особливо актуально для такої самостійної сфери молочної промисловості, як виробництво морозива.

Виробляються безлактозні молочні продукти, такі як молоко, фруктові йогурти, збиті вершки, вершкове масло, натуральні сири, вершки, сметана, домашній сир, кисле молоко, різноманітні сири, йогурти та молочні напої з фруктами. Також виготовляють заморожені десерти та м'яке морозиво. У процесі

виробництва використовуються ферментні препарати  $\beta$ -галактозидази, завдяки яким здійснюється частковий гідроліз лактози до 50 %.

В Україні виробництво низьколактозних продуктів представлено у незначних обсягах, а їх асортимент є недостатнім для повного задоволення потреб населення, яке має непереносимість лактози. Таким чином, розробка технології загартованого низьколактозного морозива є актуальною.

Метою цієї роботи була розробка технології низьколактозного загартованого морозива з використанням ферментативного гідролізу лактози (розщеплення молочного цукру (лактози) на більш прості цукри, глюкозу і галактозу, за допомогою ферменту лактази).

За для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- проаналізувати науково-технічну та нормативну літературу щодо особливостей виробництва низьколактозних молочних продуктів, зокрема морозива;
- дослідити фізико-хімічні властивості лактози та принципи її ферментативного гідролізу із застосуванням ферменту лактази;
- оцінити методи зниження вмісту лактози в молочних продуктах і обґрунтувати вибір ферментативного методу для виробництва морозива;
- розробити рецептуру вершкового морозива з низьким вмістом лактози, з урахуванням балансу поживних речовин, органолептичних характеристик та фізико-хімічних параметрів;
- дослідити вплив ферментативного гідролізу на якість готового продукту, включаючи його органолептичні та структурно-механічні властивості;
- розробити технологічну схему виробництва низьколактозного загартованого морозива та обґрунтувати її ефективність;
- розрахувати вартість проведених експериментальних досліджень.

Об'єкт дослідження – процес виробництва вершкового морозива.

Предмет дослідження – технологічні аспекти розробки рецептури та виробництва вершкового морозива з низьким вмістом лактози.

# 1 АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

## 1.1 Основні фактори непереносимості лактози

Термін «перенесення молока» виник з поширенням поняття гена LPH (ECT) толерантності до лактози. Ген LPH (ECT) кодує амінокислотну послідовність ферменту лактази. Припускають, що цей ген виник у Північній Європі близько 5000 до н. е., де нині має найвищу частоту. Хороша переносимість молочного цукру дала носіям цього гена переваги у боротьбі виживання і дозволила широко поширитися [10].

Проблеми з перетравленням лактози можуть виникати як через знижену активність окремих дисахаридаз, так і через порушення функціонування всього ферментативного комплексу.

На активність лактази впливають глюкокортикоїдні, тиреоїдні та соматотропні гормони, а також інсулін, пептидні й трансформуючі фактори росту.

У випадку, коли лактоза не розщеплюється ферментами людини і надходить у надмірній кількості до товстого кишечника, вона піддається ферментації бактеріями. Цей процес супроводжується утворенням молочної кислоти (лактату), що спричиняє зміщення рівня рН у кислий бік, а також веде до підвищення осмотичного тиску калових мас [1, 4].

Термін "лактазна недостатність" стосується непереносимості молочного цукру, зумовленої вродженим або набутим дефіцитом ферменту лактази. Цей стан призводить до порушення гідролізу і транспорту лактози в слизовій оболонці тонкої кишки і трапляється частіше, ніж інші форми дефіциту дисахаридаз. Лактазна недостатність може існувати у вродженій, набутій або транзиторній формі, кожна з яких має специфічні клінічні прояви.

Первинна (вроджена) лактазна недостатність виявляється одразу після народження, коли починається годування продуктами, що містять лактозу.

Вторинна (придбана) розвивається у старшому віці, зазвичай після перенесених захворювань шлунково-кишкового тракту.

Вроджений або віковий дефіцит даного ферменту спричиняє серйозні наслідки, зокрема зниження когнітивного потенціалу та порушення функціонування центральної нервової системи [1, 4, 7].

Транзиторна форма є фізіологічним процесом, який спостерігається протягом перших двох місяців життя і зумовлений незрілістю ферментних систем. Її клінічні прояви зазвичай незначні та піддаються корекції. Первинна лактазна недостатність виникає через порушення активації ферменту та його прояву на мембрані функціонального ентероцита. Вона може бути представлена транзиторною формою у недоношених, вродженою формою або недостатністю дорослого типу. Вторинна лактазна недостатність супроводжується зменшенням активності лактази, що пов'язано з ушкодженням ентероцитів внаслідок інфекційних, імунних чи неспецифічних запальних процесів у кишечнику, атрофії кишкових ворсинок, токсичних впливів або станів гіпоксії [5, 8].

Активність ферменту та швидкість її зменшення мають генетичну обумовленість і значною мірою визначаються етнічною належністю особи [13].

Китайці та японці, як правило, на 80 – 90 % втрачають здатність перетравлювати лактозу до 3 – 4 років. З іншого боку, багато японців здатні перетравлювати до 200 мл молока без симптомів отруєння.

Симптоми лактазної недостатності визначаються надлишковим зростанням та посиленням життєдіяльності мікрофлори кишечника, що засвоює лактозу, а також з осмотичним ефектом неперетравленої лактози в кишечнику (затримка води в калових масах). Основними клінічними симптомами ЛН є нудота, здуття, переймоподібний біль у животі, підвищене газоутворення, діарея, що виникають через 30 – 120 хв після прийому молока або продуктів, що містять лактозу [10, 12].

Для задоволення потреб цієї категорії споживачів розробляються продукти зі зниженою кількістю лактози.

## 1.2 Способи одержання низьколактозних продуктів

Усі молочні продукти за вмістом лактози ділять кілька груп (рисунок 1.1).

| <b>МОЛОЧНІ ПРОДУКТИ</b>             |   |  |
|-------------------------------------|---|--|
| <b>З нормальним вмістом лактози</b> | <b>З пониженим вмістом лактози</b><br>50-70% лактози<br>гідролізовано | <b>Безлактозні</b><br>70-100% лактози<br>гідролізовано |

Рисунок 1.1 – Класифікація продуктів за вмістом лактози [10]

Низьколактозні продукти рекомендують для людей, котрі страждають лактазної недостатності, і у ролі дієтичного харчування всіх вікових груп населення. Клінічні випробування показали, що низьколактозні продукти рекомендуються до споживання:

- при захворюваннях шлунково-кишкового тракту, що супроводжуються посиленням газоутворенням, метеоризмом, бурчанням;
- людям, які страждають на лактозну непереносимість, що вроджена або виникла після перенесених захворювань;
- з метою профілактики різних патологічних станів, пов'язаних з порушенням функції підшлункової залози, жовчного міхура, печінки, кишечника, при порушеннях обміну речовин, цукровому діабеті, ожирінні, серцево-судинних захворюваннях;
- для оптимізації раціону харчування здорових людей різних вікових груп [11, 13, 14].

Низьколактозні молочні продукти часто перевершують звичайні за органолептичними характеристиками. Проте безлактозне молоко має солодший смак, який може не сподобатися всім споживачам. Для цієї категорії людей розроблено спеціальні технології, що дозволяють зберігати звичний смак традиційного молока. Наприклад, у безлактозних кисломолочних продуктах надмірна солодкість відсутня, оскільки під час процесу сквашування

заквашувальні мікроорганізми перетворюють лактозу. У таких продуктах щонайменше 80 % лактози вже розщеплено [3, 8].

### 1.2.1 Способи зниження вмісту лактози у молочних продуктах

Існують різні способи зменшення вмісту лактози у молочних продуктах, які залежать від початкової сировини, бажаного результату та типу продукту.

Одним із методів є екстракція, тобто селективне розчинення лактози за допомогою спеціально підібраних розчинників. Наприклад, із сухого знежиреного молока, отриманого методом розпилювального сушіння, лактозу можна видалити за допомогою екстракції із застосуванням спеціальної системи розчинників. Ця безвідходна технологія дозволяє отримати два продукти: білковий концентрат у формі пористих частинок і екстракт, що містить лактозу [17].

Екстракцію лактози зазвичай виконують за допомогою дистильованої води або водно-спиртової суміші.

Запропонована технологія виробництва безлактозного молочного продукту базується на поетапній обробці молока, яка включає ультрафільтрацію, нанофільтрацію пермеату, концентрування отриманого НФ-пермеату методом зворотного осмосу, а також ферментативний гідроліз лактози за допомогою ферменту лактази. Процес ферментативного гідролізу може здійснюватися в діапазоні температур від 5 до 70 °С протягом 1 – 36 годин, залежно від необхідних показників готового продукту. Використання такого підходу дозволяє ефективно усунути лактозу з молока, зберігаючи при цьому його органолептичні характеристики на належному рівні. [9].

Також прикладом є ферментативне розщеплення молочного цукру (лактози) мікроорганізмами, внаслідок чого утворюються органічні кислоти, спирти та вуглекислий газ. Цей процес належить до мікробіологічного методу бродіння [10].

Під впливом ферментів лактоза розщеплюється на низькомолекулярні сполуки. Важливе місце у цьому процесі займає молочна кислота, яка є кінцевим продуктом обміну вуглеводів.

У молочній промисловості контрольоване бродіння лактози з утворенням молочної кислоти є одним із ключових технологічних процесів, що визначає якість готової продукції, зокрема під час дозрівання сирів. Проте невелика частка розчинів, які містять лактозу, може стати причиною неконтрольованого молочнокислого бродіння. Це, своєю чергою, створює ряд труднощів у процесі переробки молока та спричиняє зниження виходу кінцевої продукції [4, 8].

Залежно від типу мікроорганізмів та продуктів їхнього метаболізму (зокрема ферментів), у процесі біохімічного розщеплення лактози формуються різноманітні кінцеві продукти. Ці сполуки, разом із проміжними метаболітами, які, залежно від своєї природи, можуть мати як позитивний, так і негативний вплив, стають ключовими елементами, що впливають на формування смакових характеристик [4, 7].

Гідроліз лактози, що призводить до утворення глюкози та галактози, відбувається на місці кисневого мостика між цими двома компонентами. Лактоза гідролізується в присутності концентрованих розчинів мінеральних кислот, іонообмінних смол та ферментів.

Кисневий місток лактози характеризується високою міцністю. Органічні кислоти, здатні спричинити розпад сахарози, майже не впливають на лактозу. Для її гідролізу зазвичай використовують концентровані розчини мінеральних кислот, таких як сірчана чи соляна. Підвищена температура та висока концентрація кислот значно прискорюють процес гідролізу лактози. Проте одночасно можуть виникати небажані побічні явища, включно зі зміною кольору, утворенням гірких чи ароматичних речовин, а також продуктів розпаду лактози [5].

Практичний інтерес викликає процес кислотного гідролізу, спрямований на отримання лактозного сиропу. Зазначений процес забезпечує розпад лактози з утворенням глюкози та галактози, які відзначаються виразнішою солодкістю в порівнянні з початковою речовиною. Однак порівняння солодкості різних типів цукрів є складним завданням через характерну варіативність їх органолептичних властивостей. Для орієнтиру використовуються дані, наведені в таблиці 1.1, що базуються на джерелі [8]. Важливим аспектом також є підвищена фізіологічна

стійкість кисневого містка до впливу розведених кислот.

Таблиця 1.1 – Відносна солодкість цукрів у порівнянні із сахарозою.

| Цукри    | Відносна солодкість |
|----------|---------------------|
| Сахароза | 1,0                 |
| Глюкоза  | 0,72                |
| Лактоза  | 0,25                |
| Мальтоза | 0,6                 |
| Фруктоза | 1,0 – 1,5           |
| Гліцерин | 0,5                 |

1.3 Аналіз технологічного процесу виробництва низьколактозного морозива за допомогою ферментативного гідролізу лактози

#### 1.3.1 Характеристика морозива та традиційні технології його виготовлення

Виробництво морозива є однією із ключових сфер молочної промисловості, яка вже давно зарекомендувала себе на ринку і стала популярним продуктом для широкого споживання.

Морозиво – це солодкий заморожений десерт, що виготовляється зі спеціально підготовлених рідких сумішей. У його склад входять компоненти молока, фрукти, ягоди, овочі, сахароза, а в деяких рецептах також яєчні продукти, ароматичні та смакові добавки, ретельно підібрані у певних пропорціях [4].

Основними видами морозива є:

- - молочне, яке має жирність до 5%;
- - вершкове з жирністю до 10%;
- - пломбір, рівень жирності якого сягає до 15%;
- - фруктове, виготовлене на основі фруктових соків і характеризується відсутністю жирів.

Морозиво характеризується високою поживною цінністю та доброю засвоюваністю організмом. Цей продукт, створений на основі молока,

відрізняється вмістом молочного жиру, білків, вуглеводів, мінеральних речовин, а також вітамінів, таких як А, групи В, D, Е, Р. Крім того, морозиво є джерелом різноманітних мінеральних солей. Особливо корисним є морозиво, що включає до свого складу плоди та ягоди, адже воно містить значну кількість вітаміну С.

Також, морозиво відрізняється чудовими смаковими якостями, що додатково підкреслює його харчову цінність.

За методами приготування морозиво класифікується на загартоване, м'яке та домашнє.

Загартоване морозиво — це продукт, виготовлений у виробничих умовах, який після процесу фризювання заморожують (загартовують) до дуже низьких температур (-18 °С і більше) для підвищення його стійкості під час зберігання.

Загартоване морозиво класифікують за способом упаковки на кілька категорій: вагове (в ящиках з картону з поліетиленовими вкладишами та в гільзах), великофасоване (в картонних коробках, а також у вигляді тортів і кексів), дрібнофасоване (у брикетах, батончиках, вафельних, паперових чи пластикових стаканчиках, ріжках або конусах). Формоване морозиво може бути покрито шоколадною, молочно-шоколадною, плодово-ягідною глазур'ю, або залишатися без глазурування, як у випадку з тістечками та іншими видами [4].

М'яке морозиво – це продукт, який зазвичай виготовляють у закладах громадського харчування та споживають одразу після виходу з фризера, коли його температура становить близько -5 – -7 °С. Його консистенція та вигляд нагадують кремоподібну масу. Сьогодні, завдяки появі на ринку готових сухих сумішей із високоефективними комплексними стабілізаторами-емульгаторами, ароматизаторами та барвниками, що забезпечують швидке приготування морозива стабільної якості, м'яке морозиво стало особливо популярним.

На сьогодні асортимент морозива значно збільшився, і продовжується розробка нових його видів, спрямованих на вирішення різних завдань, зокрема у сфері здоров'я. Важливу увагу приділено компонентам, таким як триптофан, який є досить ефективним природним транквілізатором. Він сприяє покращенню настрою та забезпечує заспокійливий вплив на нервову систему.

Суміші морозива являють собою складні системи. У водному середовищі, що складає 60 – 75% від загальної маси суміші, присутні інші компоненти, які характеризуються різною величиною частинок, агрегатним станом і хімічним складом. У випадку сумішей на основі молока це середовище містить розчинені солі як органічних, так і неорганічних кислот (приблизно 20 видів), органічні кислоти, сахарозу, глюкозу, сечовину (з частинками розміром менше ніж  $10^{-3}$  мкм), молочні білки, стабілізатори (із частинками розміром від  $10^{-1}$  до  $10^{-3}$  мкм). Крім цього, у водному середовищі присутні жирові включення, а в сумішах морозива з наповнювачами додаються ще й частинки останніх [11].

Процес виробництва морозива включає кілька ключових технологічних етапів. Спочатку створюється суміш із сировинних компонентів, яка ретельно перемішується до отримання однорідної консистенції. Далі суміш проходить пастеризацію, фільтрацію та гомогенізацію, що дозволяє покращити дисперсність жирових частинок у жировмісних сумішах. Наступним кроком є охолодження, яке може супроводжуватися короткочасним проміжним зберіганням за потреби. Потім здійснюється фризювання, під час якого частково заморожується вода в складі суміші. Після цього відбувається загартовування – завершальне заморожування готового продукту, яке забезпечує необхідну текстуру морозива. Наприкінці готовий продукт зберігається до моменту реалізації. Таким чином, на різних етапах виробництва суміш і готове морозиво зазнають ретельної технологічної обробки. У процесі змінюються розміри частинок дисперсної фази та формуються нові компоненти – повітряні бульбашки і кристали льоду, що впливають на структуру та якість кінцевого продукту [3, 7, 9].

Після гомогенізації суміші розміри жирових частинок зменшуються, а при фризюванні та проміжному зберіганні м'якого морозива в циліндрі фризера вони збільшуються. Формування кристалів льоду відбувається під час загартовування морозива і його подальшого зберігання. Це також стосується кристалів лактози. Бульбашки повітря змінюються у розмірах під час фризювання. Якщо класифікувати морозиво за агрегатним станом, суміші можна бачити як суспензію молочного жиру або як концентровану систему газу у воді залежно від

температури. У загартованому морозиві жирові частинки, перебуваючи практично у твердому стані, розташовуються як у рідині, так і в кристалах льоду. Повітря існує як у рідині (у формі піни), так і в льоду (у формі твердої піни). Кристали льоду розподіляються у водному розчині солей, кислот, вуглеводів та інших компонентів, хоча за умов зберігання мороженого кількість льоду значно перевищує незаморожену вологу. Розмір жирових кульок, бульбашок повітря, кристалів льоду та лактози, а також частинок наповнювачів у сумішах і морозиві в основному не перевищує 1 мкм. Такі включення впливають на процес утворення кристалів льоду і навіть на його смакові якості [1, 3].

### 1.3.2 Аналіз технології виробництва низьколактозного морозива та заморожених десертів

Спираючись на загальновідомі дані про виробництво морозива, американські дослідники запропонували метод отримання м'якого морозива, що базується на процесі гідролізу лактози. Цей метод включає змішування інгредієнтів, таких як знежирене молоко, демінералізована суха сироватка, цукор, стабілізатори, фермент  $\beta$ -галактозидаза, барвники, ароматизатори та вода. Після цього здійснюють гідроліз лактози приблизно на 50 %, після чого додають жир. Завершальним етапом є пастеризація, гомогенізація, фризювання та загартовування продукту [11].

Іншим прикладом може служити використання ферментного препарату  $\beta$ -галактозидази в розробках американських вчених при отриманні низькокалорійних заморожених десертах із заміном цукру для цього суміш молочних інгредієнтів і води нагрівають до температури, необхідної для пастеризації, охолоджують і вносять фермент на час, необхідний для гідролізу лактози протягом 5 – 60 хвилин; потім додають вискоєфективний підсолоджувач та ароматизатор у зазначену суміш; заморожують суміш. Також ферментний препарат  $\beta$ -галактозидази використовується під час виробництва заморожених йогуртів [12, 13].

Дослідження, спрямовані на створення низьколактозного загартованого

морозива на основі традиційних молочних компонентів (цільне молоко, знежирене молоко, вершки), гідролізованих за допомогою дріжджової лактази для отримання продукту з лікувально-профілактичними властивостями, високою якістю фізико-хімічних показників і добрими органолептичними характеристиками, раніше не виконувалися.

Отримання низьколактозного морозива шляхом ферментативного гідролізу лактози за допомогою ферментного препарату  $\beta$ -галактозидази є важливим завданням. Його застосування сприяє вдосконаленню існуючих технологій і розширенню асортименту продукції цього виду.

### Висновки за розділом

Низьколактозні продукти є важливим компонентом раціону харчування для людей, що страждають на лактазну недостатність, а також рекомендовані для дієтичного харчування осіб із хронічними захворюваннями шлунково-кишкового тракту, обміну речовин, серцево-судинної системи та інших патологій. Вони також можуть бути доцільно включені до раціону здорових людей з метою профілактики.

Органолептичні властивості низьколактозних молочних продуктів зазвичай не поступаються, а іноді й перевищують традиційні аналоги. Проте характерна підвищена солодкість через розщеплення лактози на глюкозу і галактозу може потребувати додаткового технологічного регулювання рецептури для досягнення звичного смаку.

Існує кілька ефективних методів зниження вмісту лактози у молочних продуктах, серед яких: екстракція лактози, ультрафільтрація, зворотний осмос, ферментативний гідроліз та мікробіологічне бродіння. Серед них найбільш перспективним для виробництва морозива є ферментативний гідроліз за допомогою ферменту  $\beta$ -галактозидази (лактази), який дозволяє зберегти смакові властивості готового продукту.

Гідроліз лактози може відбуватись як кислотним, так і ферментативним

шляхом. Проте кислотний гідроліз супроводжується побічними небажаними реакціями (зміна кольору, утворення гіркоти тощо), тому в харчовій промисловості для делікатних продуктів, таких як морозиво, перевагу надають ферментативному методу.

Морозиво є складною дисперсною системою, і якість кінцевого продукту значною мірою залежить від технології гомогенізації, пастеризації, фризрування, загартування та правильного підбору інгредієнтів. Використання ферментованих молочних основ не погіршує структуру морозива і забезпечує належні органолептичні показники.

Розробка технології низьколактозного загартованого морозива шляхом ферментативного гідролізу є доцільною та актуальною, адже дозволяє розширити асортимент продукції функціонального призначення. Таке морозиво задовольняє потреби споживачів із лактозною непереносимістю, не втрачаючи привабливості для загального ринку.

Метою даної роботи є створення технології для приготування низьколактозного загартованого морозива через ферментативний гідроліз лактози. Це здійснюється шляхом розщеплення молочного цукру, лактози, на простіші складові – глюкозу і галактозу – з використанням ферменту лактази.

За для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- проаналізувати науково-технічну та нормативну літературу щодо особливостей виробництва низьколактозних молочних продуктів, зокрема морозива;
- дослідити фізико-хімічні властивості лактози та принципи її ферментативного гідролізу із застосуванням ферменту лактази;
- оцінити методи зниження вмісту лактози в молочних продуктах і обґрунтувати вибір ферментативного методу для виробництва морозива;
- розробити рецептуру вершкового морозива з низьким вмістом лактози, з урахуванням балансу поживних речовин, органолептичних характеристик та фізико-хімічних параметрів;
- дослідити вплив ферментативного гідролізу на якість готового

продукту, включаючи його органолептичні, структурно-механічні та мікробіологічні властивості;

- розробити технологічну схему виробництва низьколактозного загартованого морозива та обґрунтувати її ефективність;

- розрахувати вартість проведених експериментальних досліджень.

Об'єкт дослідження – процес виробництва вершкового морозива.

Предмет дослідження – технологічні аспекти розробки рецептури та виробництва вершкового морозива з низьким вмістом лактози.

## 2 ОРГАНІЗАЦІЯ РОБОТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

### 2.1 Об'єкти дослідження.

Схема проведення експериментальних досліджень наведено на рисунку 2.1.

Як об'єкт дослідження служили зразки морозива з різною масовою сахарози, а також модельні суміші для морозива. Для приготування експериментальних зразків використовувалося молоко за ДСТУ 2661:2010, вершки за ДСТУ 8131:2015, молоко сухе знежирене за ДСТУ ISO 12080-1:2007, цукор за ДСТУ 4623:2023, ванілін за ДСТУ 1009:2005, ферментний препарат галактозидази «Ha-Lactase» від «Хансен» Данія.



Рисунок 2.1 – Схема проведення експерименту

## 2.2 Методика досліджень

При проведенні експериментів використовувалися стандартні та загальноприйняті методики визначення характеристик морозива:

- визначення масової частки сухих речовин;
- визначення кислотності сумішей;
- визначення смаку, кольору, консистенції;
- час танення;
- збитість морозива – характеризує об'ємне збільшення маси морозива

внаслідок насичення його повітрям під час фризювання.

Збитість (%) обчислювали за формулою:

$$Z = [(V_2 - V_1) / V_1] \times 100, \quad (2.1)$$

де:  $V_1$  – об'єм початкової суміші до заморожування,

$V_2$  – об'єм готового морозива після фризювання.

При проведенні досліджень визначалися показники стійкості до танення одного й того обсягу морозива. Дослідження проводились за двома методиками. Відповідно до однієї з них, із загартованого морозива порожнистим пробником вирізувався певний обсяг продукту, який розташовувався на ситі і поміщався всередину вирви, розташованої над мірним циліндром. Підготовлений таким чином зразок витримували при температурі 25 °С фіксуючи час появи першої краплі і накопичення 10 см<sup>3</sup> розплавленого морозива.

При визначенні кількості морозива, що розплавився за певний період часу, зразок масою від 200 до 300 г поміщався на сито, встановлене над ємністю, розташованою на терезах і витримувався при температурі 25 °С протягом 2,5 годин, визначалася маса морозива, що розтанув, через встановлений час. Потім розраховувалася масова частка морозива.

## Висновки за розділом

У рамках експериментального дослідження як об'єкти були використані зразки морозива, а також модельні суміші на основі молочних компонентів та ферментного препарату галактозидази «Ha-Lactase».

Для виготовлення зразків застосовувалися стандартизовані інгредієнти відповідно до чинних ДСТУ, що забезпечує достовірність та відтворюваність результатів дослідження.

Вибір різного жирового складу сумішей дозволив дослідити вплив масової частки жиру на якість морозива та ефективність гідролізу лактози.

Методика експериментальних досліджень включала використання загальноприйнятих аналітичних методів для оцінювання фізико-хімічних та органолептичних властивостей морозива, таких як: масова частка сухих речовин, кислотність, збитість, смак, колір, консистенція та час танення.

Запропонований підхід до відбору об'єктів та методик дослідження забезпечує комплексне вивчення технологічних особливостей виробництва низьколактозного морозива та дозволяє зробити обґрунтовані висновки щодо впливу рецептурних змін на якість готового продукту.

### 3 ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

#### 3.1 Дослідження процесу ферментації лактози у промислових сумішах морозива

До сучасних рецептур морозива можуть входити компоненти молочного та не молочного походження. До молочних компонентів відносять молоко і молочні продукти до складу, яких, у свою чергу, крім лактози, входять молочний жир, білкові речовини, ліпоїди (жироподібні речовини), солі органічних і неорганічних кислот, мінеральні речовини, вітаміни, ферменти та ін.

До немолочним компонентам відносять сахарозу, цукристі речовини та інші солодкі сироп, патоку, глюкозу – фруктозний сироп, натуральний мед та ін. емульгатори та харчові барвники та інше.

Все це робить суміш для морозива багатокомпонентною дисперсною системою, що містить в істинному розчині вуглеводи та мінеральні компоненти, у колоїдному стані білкові частинки та стабілізаційні системи, в емульгованому – жири [12, 13].

Оскільки основною сировиною та основним джерелом лактози під час виробництва морозива є різні види молочної сировини, було проведено порівняння їх складу для обґрунтування виду рецептури низьколактозного морозива. При цьому був використаний умовний індекс співвідношення масової частки сухих речовин і масової частки лактози в лактозовмісній сировині – СР/Л. Порівняльний аналіз складу різної молочної сировини та сумішей для морозива наведено в таблиці 3.1.

Згідно з отриманими даними індекс СР/Л в сироватці майже в два рази менше, ніж в молоці. Що стосується сумішей морозива, то індекс СР/Л зменшується зі збільшенням їх жирності. Можна припустити, що для більш повного гідролізу лактози краще використовувати рецептури морозива на молочної основі із підвищеною жирністю. З іншого боку ефективність протікання процесу гідролізу лактози в молочних середовищах неоднозначна. Багато авторів

безпосередньо пов'язують цей процес з в'язкістю реакційного середовища [8, 9], оскільки гідроліз лактози  $\beta$ -галактозидазою можна віднести до ферментативного, тобто. чим, більш в'язке середовище, тим повільніше відбуватиметься утворення фермент-субстратного комплексу.

Таблиця 3.1 – Склад молочної сировини та сумішей для морозива

| Найменування        | Масова частка    |                    |               |
|---------------------|------------------|--------------------|---------------|
|                     | Сухі речовини, % | Лактоза, %         | СР/Л, %       |
| Молоко 3,2 %;       | 12,5 $\pm$ 0,2   | 4,80 $\pm$ 0,02    | 2,7 $\pm$ 0,2 |
| Вершки 20 %;        | 27,1 $\pm$ 0,2   | 4,3-4,8 $\pm$ 0,02 | 5,6 $\pm$ 0,2 |
| Сироватка:          |                  |                    |               |
| - сирна;            | 6,6 $\pm$ 0,2    | 4,66 $\pm$ 0,02    | 1,3 $\pm$ 0,2 |
| - підсирна;         | 7,3 $\pm$ 0,2    |                    | 1,5 $\pm$ 0,2 |
| Суміш для морозива: |                  |                    |               |
| -молочна;           | 29,1 $\pm$ 0,2   | 4,82 $\pm$ 0,02    | 6,0 $\pm$ 0,2 |
| -вершкова;          | 32,0 $\pm$ 0,2   |                    | 6,6 $\pm$ 0,2 |
| -пломбір            | 40,2 $\pm$ 0,2   |                    | 8,2 $\pm$ 0,2 |

Так згідно з дослідженнями, ступінь гідролізу лактози в сироватці більш виражена, ніж у незбираному та знежиреному молоці. У незбираному молоці гідроліз йде в 1,5 – 2 рази менш активно; ніж у знежиреному молоці. Ймовірно; завдяки нижчій в'язкості знежиреного молока розподіл ферменту, у просторі об'єкта виражено краще, ніж у цільному, а також наявність у цільному молоці компонентів молочного жиру (фосфоліпіди, та ін) теж може бути причиною нижчого ступеня гідролізу.

Сенсорна оцінка сумішей після ферментації показала, що при збільшенні ступеня ферментації суміші морозива мали сильніше виражений солодкий смак, що викликано вищою насолодою глюкози та галактози в порівнянні з лактозою. Після 4-х годинного гідролізу смак ставав нудотно солодким.

### 3.2 Визначення дози сахарози у рецептурах суміші низьколактозного морозива

Для уточнення масової частки сахарози у рецептурах низьколактозного морозива було проведено наступний експеримент.

Проведення ферментації лактози помітно змінює смакові якості продукту, так як розщеплення лактози на більш солодкі моноцукри призводить до зайвої солодкості продукту. Так при ступені розщеплення лактози більше 30 % з'являється смакове відчуття надмірної солодкості морозива, яке при глибшому гідролізі (на рівні ферментації лактози 80 %) зростає до прояву вираженого нудотного присмаку.

Солодкість в морозиві, підданому впливу ферменту, може бути доведена до норми зниженням кількості цукру, що вноситься при складанні рецептур морозива, що дозволить знизити і собівартість продукту.

Відповідно до отриманих даних було розроблено ряд рецептур морозива з різною кількістю цукру, що вноситься, і масовою часткою жиру 5 % (таблиця 3.2).

Суміші морозива, складені за даними рецептурами, піддавалися ферментації лактози, при температурі термостатування ( $40 \pm 2$ ) °C дозі ферменту  $0,4 \text{ см}^3/\text{дм}^3$ , тривалістю 3 – 4 год. Кінцевий ступінь розщеплення лактози становив 70 – 75 %. З отриманих ферментованих сумішей вироблено низьколактозне морозиво, яке зазнало подальшого дослідження.

Таблиця 3.2 – Рецептури сумішей морозива

| Найменуванн | Найменування сировини та їх показники                        | Кількість, г/л |
|-------------|--|----------------|
| Суміш №1    | Молоко (масова частка жиру = 3,2%)                           | 500            |
|             | Вершки (масова частка жиру = 20%; масова частка СР = 26,4%)  | 170            |
|             | Молоко сухе знежирене  | 55             |
|             | Цукор  | 155            |
|             | Крохмаль   | 15             |
|             | Ванілін  | 0,1            |
|             | Вода   | 104,5          |
| Суміш №2    | Молоко (масова частка жиру = 3,2%)                           | 500            |
|             | Вершки (масова частка жиру = 20%; масова частка СР = 26,4%)  | 170            |
|             | Молоко сухе знежирене  | 55             |
|             | Цукор  | 78             |
|             | Крохмаль   | 15             |
|             | Ванілін  | 0,1            |
|             | Вода   | 181,9          |
| Суміш №3    | Молоко (масова частка жиру = 3,2%)                           | 500            |
|             | Вершки (масова частка жиру = 20%; масова частка СР = 26, 4%) | 170            |
|             | Молоко сухе знежирене  | 55             |
|             | Цукор  | 0              |
|             | Крохмаль   | 15             |
|             | Ванілін  | 0,1            |
|             | Вода   | 260            |

Після проведення розщеплення лактози у сумішах морозива відбулися зміни органолептичних показників порівняно з контрольним зразком (таблиця 3.3). Усі дані смакових змін внесено до таблиці 3.3.

Загальна сенсорна оцінка зразків морозива, виробленого з ферментованої та неферментованої суміші включала такі показники: консистенція, смак, запах, вершковий смак, післясмак.

Усі показники оцінювалися за 5-бальною шкалою групою незалежних

експертів. Результати представлені рисунку 3.1.

Таблиця 3.3 – Показники складу та властивостей низьколактозного морозива

| Найменування показника         | Характеристика (значення)   |   |   |  |
|--------------------------------|---|---|---|--|
|                                | Контрольна суміш  | Суміш № 1   | Суміш № 2   | суміш №3   |
| Смак та запах                  | Чистий, вершковий, солодкий, без сторонніх присмаків та запахів             | Чистий, вершковий, надмірно солодкий  | Чистий, вершковий, солодкий, без сторонніх присмаків та запахів             | Чистий, вершковий, злегка солодкуватий, без сторонніх присмаків та запахів |
| Консистенція                   | Снігова, досить щільна, без органолептично відчутних грудочок стабілізатора | Сніжина, досить щільна, без органолептично відчутних грудочок стабілізатора | Сніжина, досить щільна, без органолептично відчутних грудочок стабілізатора | Сніжина, мало щільна, з органолептично відчутними грудочками стабілізатора |
| Колір                          | світло-кремове забарвлення  | світло-кремове забарвлення  | світло-кремове забарвлення  | світло-кремове забарвлення   |
| Кислотність                    | 21,00 ±0,2  | 22,00±0,2   | 21,00 ±0,2  | 23,00 ±0.2   |
| Масова частка сухих речовин, % | 40,00±0,5   | 40,00±0,5   | 34,40±0,5   | 21,10±0,5  |

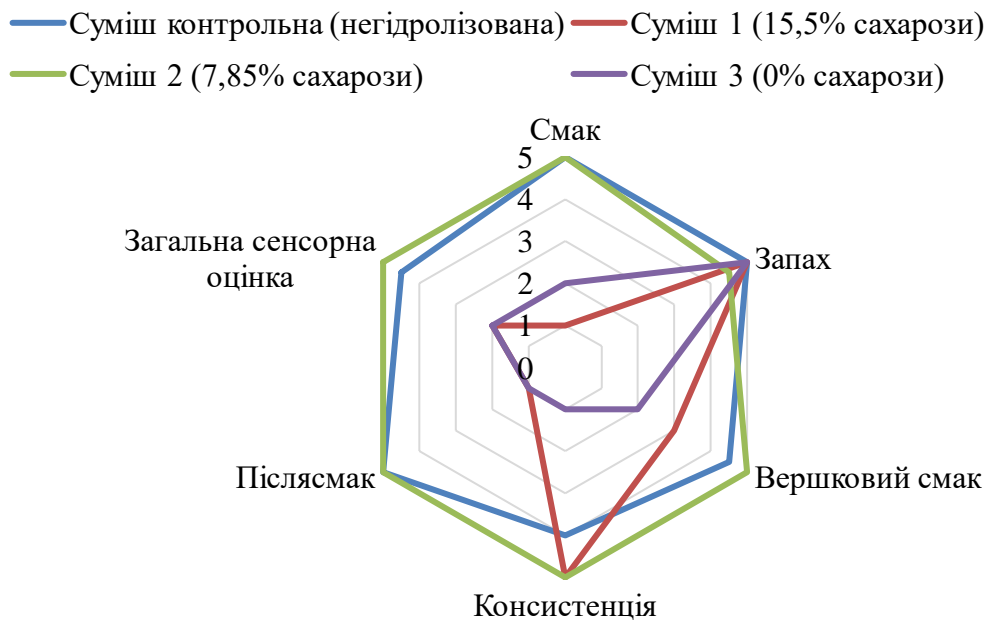


Рисунок 4.1 – Загальна сенсорна оцінка суміші морозива

З наведених даних випливає, що суміш (1) з вмістом цукру  $155 \pm 0,25$  г/л має надмірно солодкий смак по відношенню до контрольної суміші, в якій розщеплення не проводився, а суміш (3) з вмістом цукру  $0,00$  г/л має мало солодкий смак і при цьому має погану консистенцію через знижений вміст сухих речовин. Суміш (2) із вмістом цукру  $78 \pm 0,25$  г/л отримала найвищі бали, стосовно контрольної суміші за показниками: «вершкового» смаку та відчуття жирності продукту, консистенції, смаку та післясмаку.

*Збитість і танення.* Досліджували вплив рецептурного складу трьох сумішей для низьколактозного молочного морозива на такі технологічні показники, як збитість та час танення, та визначити найбільш збалансовану рецептуру за структурними та стійкісними характеристиками продукту.

Суміш 1 є класичною базою для молочного морозива. Досліди зі збитості та часу танення, що описані у 2 розділі, показали, що збитість склала 80 %, а час танення – 18 хв.

Морозиво із суміші 1 має помірну текстуру, добре збивається, але через більшу частку вологи швидше тане.

Суміш 2 мала збитість 95 %, та час танення 25 хв. Морозиво має легку, пишну консистенцію, високу однорідність. Витримує тривале танення без втрати

структури.

Суміш 3 характеризувалась збитістю 78 %, та часом танення 15 хв. Продукт мав щільну текстуру, менш повітряний, швидко розм'якшується, особливо при транспортуванні чи викладці у вітринах.

Дані про збитість та час танення зведені в таблицю 3.4.

Таблиця 3.4 – Збитість та час танення зразків морозива зі зниженим вмістом лактози

| Показник        | Суміш 1 | Суміш 2  | Суміш 3   |
|-----------------|---------|----------|-----------|
| Збитість        | 80 %    | 95 %     | 78 %      |
| Час танення     | 18 хв   | 25 хв    | 15 хв     |
| Загальна оцінка | Добра   | Відмінна | Посередня |

Суміш 2 продемонструвала найкращі характеристики, а саме висока збитість (95 %) свідчить про ефективне насичення повітрям – ключ до ніжної текстури морозива. Максимальний час танення (25 хв) забезпечує кращу термостабільність та зручність у транспортуванні й реалізації.

Таким чином, дана суміш морозива відповідала необхідним вимогам за своїм складом і властивостями. Відповідно до отриманих даних рецептура № 2 була обрана для розробки технології загартованого низьколактозного морозива та використовувалась для подальших досліджень.

У морозиві виробленому за запропонованою рецептурою, збитість становила 95 %, а стійкість до танення склала на 20 % більше, ніж у морозиві негідролізованого промислового вироблення.

### 3.3 Технологічний процес виробництва низьколактозного морозива

На підставі проведених досліджень був розроблений технологічний процес виробництва молочного морозива з низьким вмістом лактози, що включає наступні операції: приймання та підготовка сировини, дозування та змішування окремих видів сировини, фільтрація суміші, пастеризація, гомогенізація,

ферментація, охолодження та дозрівання суміші, фризрування, фасування, загартовування (рисунок 3.2).



Рисунок 3.2 – Технологічна схема виробництва низьколактозного морозива

*Приготування сумішей.* Суміші готують, користуючись рецептурами, наведеними у таблиці 3.5.

Рецептури можуть коригуватися залежно від наявності конкретної сировини, її якості та складу. При цьому враховується необхідність зниження загальної собівартості використаних матеріалів. Точний розрахунок рецептур у поєднанні з ретельним аналізом сировини та сумішей допомагає запобігти виробництву морозива з невідповідним складом. Водночас у рецептурах не враховуються виробничі втрати сировини та готової продукції.

Таблиця 3.5 – Рецептури сумішей морозива

| Найменування сировини             | Молочне низьколактозне морозиво |         |         |
|-----------------------------------|---------------------------------|---------|---------|
|                                   | Маса, г /1000 г                 |         |         |
|                                   | Суміш 1                         | Суміш 2 | Суміш 3 |
| Молоко масова частка жиру = 3,2%  | 500,00                          | -       | -       |
| Молоко масова частка жиру = 2,5%  | -                               | 700,00  |         |
| Вершки масова частка жиру = 20,0% | 170,00                          | 162,50  | 250,00  |
| Молоко сухе знежирене             | 55,00                           | 55,00   | 55,00   |
| Цукор                             | 155,00                          | 78,00   | 0,00    |
| Крохмаль                          | 15,00                           | 15,00   | 15,00   |
| Ванілін                           | 0,10                            | 0,10    | 0,10    |
| Вода                              | 181,90                          | 6,20    | 601,9   |

У морозиві зі зниженим вмістом лактози має бути близько 29 % сухих речовин, це може бути досягнуто за допомогою внесення молока сухого знежиреного, стабілізатора та сахарози.

*Підготовка та змішування сировини* відбуваються відповідно до вимог чинної нормативно-технічної документації. Сировину зважують згідно з затвердженою рецептурою. Суміш створюють у спеціальних ємностях з мішалкою, куди спершу додають рідкі компоненти, такі як вода, молоко чи вершки. Їх нагрівають до температури 40–45 °С, що сприяє повному та швидкому розчиненню сухих інгредієнтів. При підвищенні температури понад 60 °С можливе витошення жиру та коагуляція білків. Цукровий пісок додають у сухому вигляді, просіваючи через сито з осередками діаметром 2–3 мм, або у формі сиропу. Для забезпечення кращого розчинення сухі молочні продукти разом із деякими стабілізаторами перемішують із цукром у пропорції 1:2 [1, 3].

*Нормалізація сумішей морозива.* У процесі нормалізації сумішей для морозива перевіряються масові частки жиру та сухих речовин у кожній партії. Зазвичай не визначають масові частки цукрози і стабілізаторів, адже зазвичай

вважається, що ці компоненти містяться у розрахунковій кількості.

*Фільтрування та пастеризація сумішей.* Для видалення грудочок сировини (сухого молока, стабілізаторів тощо) та можливих механічних домішок із суміші, її фільтрують після розчинення компонентів. Для цього використовують дискові, плоскі, пластинчасті, циліндричні та інші різновиди фільтрів. Фільтрувальні матеріали у таких фільтрах регулярно очищають або замінюють, щоб уникнути накопичення значної кількості осаду. У разі відсутності спеціалізованих фільтрів, суміш фільтрують через лавсан або марлю, складену у 2 – 4 шари.

Суміш із змішувальної ванни проходить через фільтр і потім потрапляє на етап пастеризації. При використанні пастеризаційно-охолоджувальних установок суміш пастеризують за температури 80 – 85 °С з витримкою 50 – 60 с. Пастеризацію в трубчастих пастеризаторах здійснюють при температурі суміші від 80 до 85 °С з витримкою на 50-60 секунд або без витримки при температурах між 92 і 95 °С. У пастеризаторах із витіснювальним барабаном суміш обробляється при температурі 80 – 85 °С з витримкою 15 – 20 секунд. Для апаратів періодичної дії використовуються такі режими пастеризації сумішей морозива: при температурі від 68 до 72 °С витримка займає від 30 до 25 хвилин; при температурі 73 – 77 °С тривалість складає 15 – 20 хвилин; при температурі 78 – 82 °С витримка триває 8 – 10 хвилин, а при температурі 83 – 87 °С вона становить 3 – 5 хвилин.

Для морозива з пониженим вмістом лактози рекомендується вибирати більш жорсткі умови пастеризації, 90 – 92 °С без витримки або 83 – 87 °С з витримкою 50 – 60 с.

Пастеризація здійснюється для усунення патогенної мікрофлори, а також для зменшення загальної кількості мікроорганізмів у суміші. Якщо використовуються апарати періодичної дії, які одночасно виконують змішування, розчинення компонентів і пастеризацію, фільтрацію суміші проводять вже після завершення пастеризації. У результаті цього процесу майже повністю припиняється активність мікроорганізмів.

Разом з тим, можливе повторне бактеріальне обсіменіння суміші. У зв'язку

з цим необхідно при подальшій технологічній обробці суміші та її зберіганні дотримуватися всіх санітарно-гігієнічних правил виробництва. При пастеризації обов'язковим є дотримання відповідних режимів – температури пастеризації та тривалості витримування суміші при цій температурі. На підприємствах, що виробляють морозиво, суміш пастеризують в апаратах безперервної дії – автоматизованих пластинчастих пастеризаційно-охолоджувальних установках, трубчастих пастеризаторах і пастеризаторах з витіснювальним барабаном, а також в апаратах періодичної дії – ваннах зі змішувальною мішалкою, ваннах тривалої пастеризації, парових котлах.

Використане обладнання можна використовувати для реалізації розробленої технології одержання морозива з пониженим вмістом лактози.

*Гомогенізація сумішей морозива.* Після пастеризації та фільтрації жирової суміші її гомогенізують, щоб розбити жирові кульки, зменшуючи їх осідання під час ферментації та дозрівання.

Суміші гомогенізують при температурі, що наближається до температури пастеризації, запобігаючи їх охолодженню. При цьому, що вища частка жиру в суміші, то нижчим має бути тиск під час процесу. Оптимальний тиск гомогенізації визначається залежно від особливостей вихідної сировини та типу конструкції гомогенізатора. Для молочних сумішей при одноступінчастій гомогенізації тиск зазвичай становить від 12,5 до 15,0 МПа. Після гомогенізації суміш охолоджують перед ферментацією до  $40 \pm 2$  °С за допомогою пластинчастої пастеризаційно-охолоджувальної установки [7].

*Ферментація.* Ферментацію проводять у гомогенізованій суміші, яку відправляють у спеціальні теплоізольовані ємності з мішалками. У суміш, охолоджену до температури  $40 \pm 2$  °С вносять фермент  $\beta$ -галактозидази «Na-Lactase» у кількості  $0,4 \pm 0,02$  дм<sup>3</sup> на 1000 дм<sup>3</sup> суміші. Суміш витримується  $4,0 \pm 0,2$  год при постійному перемішуванні.

*Охолодження сумішей морозива.* Після закінчення ферментації суміш охолоджують до температури 2–6 °С, що допомагає створити несприятливі умови для життєдіяльності та розвитку мікроорганізмів, які вціліли в попередню

пастеризацію.

Для охолодження сумішей застосовують автоматизовані установки пластинчастого типу, пастеризаційно-охолоджувальне обладнання, трубчасті зрошувальні охолоджувачі закритої конструкції, ванни типу ВДП, визрівальні ванни та інші види техніки. Таке обладнання придатне для виробництва морозива з пониженим вмістом лактози.

Процес охолодження здійснюється поетапно: спершу використовують холодну воду, а потім – крижану або охолоджувачі з нижчою температурою.

Охолодження суміші здійснюється при температурі від  $-5$  до  $-7$  °С. Перевищення цього температурного діапазону у бік зниження призводить до надмірного згущення маси, утворення небажаних нашарувань на охолоджувальній поверхні та зменшення ефективності тепловіддачі від суміші до охолоджувального елемента.

Під час охолодження у зрошувальних охолоджувачах ароматизатори, зокрема ванілін, додають у збірний жолоб. У разі використання автоматизованих пластинчастих установок для пастеризації та охолодження або кожухотрубних охолоджувачів, ароматичні речовини вводять у спеціальні резервуари для зберігання суміші. Остаточне охолодження триває до досягнення температури визрівання в межах  $2 - 6$  °С [4, 7].

*Дозрівання сумішей морозива.* Процес дозрівання здійснюють з метою забезпечення повної дії стабілізатора, що називають «старінням» суміші. У цей період важливо дотримуватись усіх санітарно-гігієнічних вимог, щоб запобігти надмірному розвитку мікрофлори.

Охолоджену суміш перекачують у спеціальні термоізольовані ємності з охолоджувальною системою. Дозрівання відбувається при температурі  $2 - 6$  °С протягом  $4 - 8$  годин. Тривалість цього етапу може змінюватись залежно від властивостей використовуваного стабілізатора: у деяких випадках її скорочують або навіть виключають, особливо якщо враховується час на ферментацію [4, 7].

*Фризерування.* Фризерування є ключовим етапом у виробництві морозива, під час якого суміш частково заморожується і насичується повітрям. Повітря в

продукті рівномірно розподіляється у вигляді дрібних пухирців, що формує його характерну структуру. Остаточне формування текстури морозива завершується на наступному етапі – під час остаточного заморожування.

Для цього процесу використовують фризери періодичної дії з охолодженням за допомогою розсолу або безпосереднього випаровування холодоагенту, а також фризери безперервної дії з прямим охолодженням. У фризер суміш надходить охолодженою до температури не вище 6 °С, а на виході продукт має температуру приблизно -3,5 °С.

Кількість повітря в морозиві та розміри пухирців залежать від ряду факторів: типу та режиму роботи фризера, конструктивних особливостей мішалки (її швидкості обертання, форми, гостроти ножів), а також від фізико-хімічних властивостей самої суміші – її в'язкості, вмісту жиру та типу стабілізатора.

Структура готового морозива визначається розміром кристалів льоду, ступенем насичення повітрям і дисперсністю цього повітря. Чим дрібніші кристали і пухирці, тим м'якша консистенція й вищі органолептичні показники продукту [6].

*Фасування та загартовування морозива.* Після виходу з фризера морозиво одразу подається на фасування, а далі негайно переміщується до камери загартовування. Температура зберігання в таких камерах становить від -18 до -20 °С або навіть нижче.

Для швидкого заморожування фасованого продукту застосовують спеціалізоване обладнання: скороморозильні апарати з повітряним або розсольним охолодженням, плиткові установки та морозильні тунелі безперервної дії. У таких тунелях можливе загартовування морозива як у дрібній, так і у великій упаковці при температурі від -20 до -35 °С.

Після обробки у швидкоморозильному обладнанні температура фасованого морозива має бути не вище -10 °С. Перед остаточним зберіганням продукт у дрібній упаковці додатково піддають загартовуванню у спеціальних камерах або ж безпосередньо у камерах зберігання, що триває в середньому від 24 до 36 годин.

Загартований продукт поміщають у холодильні камери для зберігання.

Вагове морозиво, розфасоване у металеві гільзи або картонні коробки з поліетиленовими вкладишами, заморожується в камерах із природною або штучною циркуляцією повітря. Оптимальна температура при цьому не повинна перевищувати  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а за відсутності компресорів із двоступеневим стисненням – не вище  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  [4, 7].

*Зберігання та реалізація.* Для збереження початкових споживчих властивостей морозиво рекомендується реалізовувати у стислі строки. Під час зберігання у продукті поступово збільшуються розміри кристалів льоду та моноцукрів, що можуть впливати на температуру замерзання. Оскільки лактоза не кристалізується, ці зміни особливо активізуються при нестабільному температурному режимі та підвищеній температурі зберігання.

Оптимальними умовами вважається температура не вище  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ , за якої морозиво може зберігатися від 1,5 до 4,5 місяців. При температурному діапазоні від  $-22$  до  $-26\text{ }^{\circ}\text{C}$  тривалість зберігання скорочується до 1,5 – 4 місяців. Якщо підприємство не обладнане компресорами із двоступеневим стисканням, допустимою є температура не вище  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а строки зберігання у такому разі становлять від 1 до 3 місяців.

Тривалість зберігання також залежить від типу морозива. При відвантаженні з виробництва температура продукту не повинна перевищувати  $-12$  –  $-14\text{ }^{\circ}\text{C}$  [4, 9].

На основі результатів експериментальних досліджень було створено технологічний процес виробництва загартованого морозива з пониженим вмістом лактози. За підсумками дегустаційної оцінки молочне морозиво з низьким вмістом лактози отримало найвищі бали.

Таблиця 3.6 – Органолептичні та фізико-хімічні показники дослідної партії морозива

| Показник                       | Значення (характеристика)  |
|--------------------------------|--|
| Смак та запах                  | Чистий, вершковий  |
| Консистенція                   | Сніжна, досить щільна, без органолептично відчутних грудочок стабілізатора |
| Колір                          | Білий, однорідний  |
| Кислотність, °Т                | 22   |
| Масова частка сухих речовин, % | 29   |
| У тому числі:                  | 7,8  |
| Масова частка стабілізатора, % | 1,5  |
| Збитість, %                    | 95   |
| Час танення, хв                | 25   |

*Харчова цінність низьколактозного морозива.* Морозиво, виготовлене за обраною рецептурою суміші 2, характеризується збалансованим вмістом жирів, білків та вуглеводів, з перевагою на користь низької калорійності, низького вмісту лактози та високої поживної цінності. Завдяки використанню молока зниженої жирності (2,5 %) та помірної кількості вершків (162,5 кг/1000 кг), продукт має легку кремову текстуру при зниженому енергетичному навантаженні. А процес ферментації лактози додає морозиву функціональні властивості за рахунок зниження вмісту лактози, а також дозволяє зменшити кількість введеного цукру.

Наявність сухого знежиреного молока збагачує суміш білками та мікроелементами, а крохмаль виконує роль стабілізатора, утримує вологу та частково замінює частину жиру, зберігаючи консистенцію без підвищення калорійності.

Згідно ДСТУ на продукти, що входять до рецептури низьколактозного морозива та їх кількості, було розраховано харчову цінність морозива (таблиця 3.7).

Таблиця 3.7 – Поживна цінність низьколактозного морозива

| Показник           | Орієнтовне значення |
|--------------------|---------------------|
| Білки, г           | 3,2                 |
| Жири, г            | 4,5                 |
| Вуглеводи, г       | 15,0                |
| Калорійність, ккал | 120 – 125           |

На рисунку 3.3 зображено сектор з розрахованою поживною цінністю.

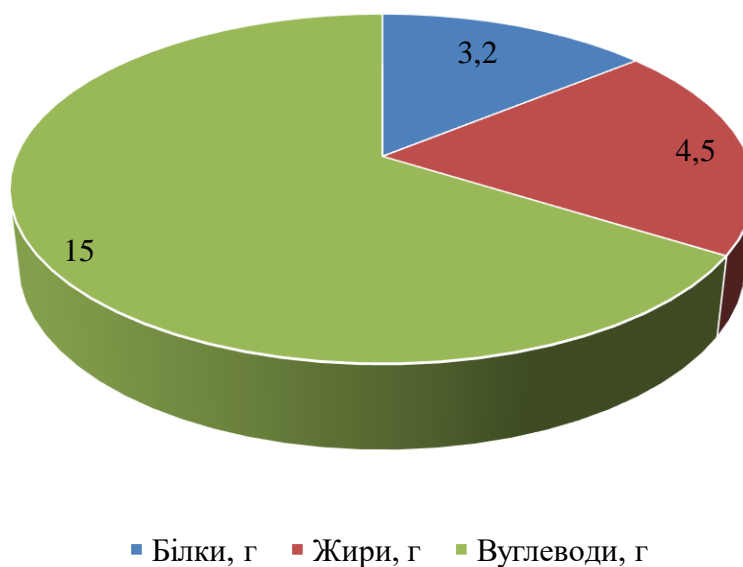


Рисунок 3.3 – Поживна цінність низьколактозного морозива

Ця діаграма чітко демонструє, що основну частину поживної цінності продукту забезпечують вуглеводи, що є характерним для десертної групи. Жири та білки представлені в помірних кількостях, що робить морозиво одночасно легким і поживним.

*Вміст мікроелементів.* Також згідно літературних даних було розраховано вміст основних вітамінів та мікроелементів розробленого морозива (таблиця 3.8).

Таблиця 3.8 – Вміст основних вітамінів та мікроелементів низьколактозного морозива

| Показник                                | Кількість (на 100 г) |
|---|----------------------|
| Кальцій (Ca), мг                        | 15,2                 |
| Фосфор (P), мг                          | 11,6                 |
| Магній (Mg), мг                         | 1,3                  |
| Вітамін А, мг                           | 3,08                 |
| Вітамін В <sub>2</sub> (рибофлавін), мг | 0,02                 |
| Вітамін В <sub>12</sub> , мг            | 0,04                 |

Згідно даних таблиці видно, що розроблене морозиво є джерелом цінних мінералів, передусім кальцію та фосфору. Наявність вітамінів А, В<sub>2</sub> і В<sub>12</sub> підтверджує поживну цінність продукту, особливо в контексті молочної основи. Незважаючи на знижену кількість лактози, морозиво зберігає біологічну цінність молочної сировини.

*Дослідження терміну придатності морозива.* Метою даного етапу є визначення оптимального терміну зберігання низьколактозного морозива, виготовленого з використанням суміші №2, шляхом дослідження його органолептичних, фізико-хімічних та мікробіологічних показників у процесі зберігання при температурі  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Дослідження проводили протягом 6 місяців, із вибіркоким контролем зразків щомісяця. Морозиво зберігалось в морозильній камері при стабільній температурі  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Зразки оцінювалися за такими показниками:

- органолептичні властивості (смак, запах, консистенція, колір);
- кислотність,  $^{\circ}\text{T}$ ;
- масова частка сухих речовин, %.

Згідно з таблицею 3.3, початкові показники суміші №2 були наступні:

- кислотність —  $21,0\text{ }^{\circ}\text{T}$ ;
- масова частка сухих речовин —  $34,0\text{ }%$ ;
- консистенція — «щільна, однорідна»;
- смак – «чистий, вершковий, солодкий».

Протягом перших 3 місяців зберігання показники морозива залишались на задовільному рівні. Органолептичні властивості зберігалися практично без змін, а мікробіологічні показники не перевищували допустимих норм. Проте з 4-го місяця було зафіксовано поступове погіршення смаку, поява легкого присмаку зберігання та часткова втрата однорідності текстури.

До 6-го місяця зберігання спостерігалось:

- підвищення кислотності на 1,2 °Т, що свідчить про незначне бродіння або окиснення лактози;
- зниження масової частки сухих речовин, можливо через сублімацію вологи.

Таблиця 3.9 — Зміни основних показників морозива (суміш №2) під час зберігання

| Період зберігання, міс | Смак і запах                       | Консистенція          | Кислотність, °Т | Сухі речовини, % |
|------------------------|------------------------------------|-----------------------|-----------------|------------------|
| 0 (свіжий зразок)      | Чистий, вершковий, солодкий        | Щільна, однорідна     | 21,0            | 34,0             |
| 1                      | Без змін                           | Без змін              | 21,1            | 34,0             |
| 2                      | Смак дещо приглушений              | Легка кристалізація   | 21,3            | 33,9             |
| 3                      | Відчутна кристалізація             | Мікрозернистість      | 21,5            | 33,8             |
| 4                      | Легкий присмак зберігання          | Однорідність знижена  | 21,7            | 33,7             |
| 5                      | Сторонній запах слабо виражений    | Тенденція до сухості  | 22,0            | 33,6             |
| 6                      | Втрата вираженого вершкового смаку | Консистенція порушена | 22,2            | 33,5             |

На основі проведених досліджень встановлено, що оптимальний термін зберігання морозива з низьким вмістом лактози становить до 4 місяців при

температурі  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Саме в цей період якість продукту відповідає всім нормативним вимогам ДСТУ за органолептичними, фізико-хімічними та мікробіологічними показниками.

Подальше зберігання (5 – 6 місяців) призводить до значного погіршення смакових властивостей та зниження однорідності консистенції.

Таким чином, рекомендований термін реалізації морозива з низьким вмістом лактози – не більше 120 діб з дати виробництва.

### Висновки за розділом

В ході проведення експериментальних досліджень було встановлено, що ступінь гідролізу лактози суттєво залежить від виду сировини: у сироватці він найвищий, у знежиреному молоці – помірний, а в незбираному – найнижчий. Це пояснюється вищою в'язкістю цільного молока та наявністю компонентів жиру, що знижують ефективність ферменту.

Сенсорна оцінка сумішей після гідролізу підтвердила, що зі збільшенням ступеня розщеплення лактози посилюється солодкість продукту. При 4-х годинному гідролізі спостерігається надмірна солодкість, обумовлена глюкозою та галактозою, які мають вищу солодкість порівняно з лактозою.

Розроблено три рецептури морозива з масовою часткою жиру 5 % і різним вмістом цукру. Рецептатура №2 (78 г/л цукру) забезпечила найкращий баланс між смаком, текстурою та структурними характеристиками продукту.

Ферментативний гідроліз (70 – 75 %) здійснювався за температури  $(40\pm 2)\text{ }^{\circ}\text{C}$ , дозі ферменту  $0,4\text{ см}^3/\text{дм}^3$  і тривалості 3 – 4 год, що дозволило отримати низьколактозну суміш без втрати сенсорної якості.

За результатами органолептичної оцінки морозива з ферментованих сумішей, зразок на основі рецептури №2 отримав найвищі бали за смак, вершковість, консистенцію та післясмак, перевершивши контрольні зразки.

Технологічні дослідження показали, що морозиво з рецептури №2 має

оптимальні показники збитості (95 %) та стійкості до танення (25 хв), що забезпечує йому ніжну консистенцію, однорідність і добру термостабільність.

Встановлено, що морозиво з низьким вмістом лактози, виготовлене за рецептурою №2, має збалансований склад білків, жирів і вуглеводів, відзначається високою поживною цінністю при зниженій калорійності. Гідроліз лактози дозволив зменшити кількість доданого цукру.

Продукт є джерелом кальцію, фосфору та вітамінів (А, В2, В12), зберігаючи біологічну цінність молока навіть після ферментації, що робить його функціональним десертом.

Дослідженнями доведено, що оптимальний термін зберігання морозива при температурі  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  становить до 4 місяців. У цей період зберігаються стабільні органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні властивості. Після 4 місяців спостерігається деградація текстури і смаку.

Рекомендовано реалізовувати продукт не пізніше ніж через 120 діб після виробництва, зберігаючи його при температурі не вище  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ , щоб забезпечити якість та споживчу привабливість.

## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ

### 4.1 Розроблення картки з безпеки праці для працівників цеху з виробництва морозива

#### 1. Загальні відомості:

- підприємство: товариство з обмеженою відповідальністю «Ласунка»;
- виробнича дільниця: цех виробництва морозива;
- посада працівника: оператор виробничої лінії, технолог, пакувальник, прибиральник;

- дата складання карти: 06.06.2025 року.

#### 2. Основні етапи виробництва:

- приймання та зберігання сировини;
- підготовка сумішей (пастеризація, гомогенізація);
- заморожування;
- формування та пакування;
- зберігання готової продукції.

3. Небезпечні та шкідливі виробничі фактори – у таблиці 5.1 приведено основні небезпечні та шкідливі фактори виробництва морозива.

#### 4. Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ):

- спецодяг із теплоізоляцією;
- непромокаюче та антиковзке взуття;
- захисні рукавички;
- захисні окуляри;
- маски або респіратори при роботі з хімічними речовинами;
- шоломи (в зонах підвищеної небезпеки).

#### 5. Інструктажі та навчання:

- початковий та періодичний інструктаж з охорони праці;
- навчання правилам користування обладнанням;
- курси першої медичної допомоги;

- протипожежні тренування.

Таблиця 4.1 – Небезпечні та шкідливі виробничі фактори

| Фактор                    | Джерело                          | Можливі наслідки        | Заходи безпеки  |
|---------------------------|----------------------------------|-------------------------|---|
| Висока/низька температура | Оборуднання, холодильники        | Обмороження, перегрів   | Захисний одяг, режим роботи                               |
| Рухомі механізми          | Машини для змішування, пакування | Травми рук, ніг         | Використання спецодягу, інструктаж                        |
| Електричний струм         | Електрообладнання                | Електротравми           | Заземлення обладнання, перевірка технічного стану         |
| Хімічні речовини          | Миючі та дезінфекційні засоби    | Опіки, отруєння         | ЗІЗ (рукавички, маски), правильне зберігання              |
| Слизькі підлоги           | Пролиті рідини, конденсат        | Падіння, травми         | Протипожежні та антиковзкі покриття, регулярне прибирання |
| Фізичне навантаження      | Підйом важких вантажів           | Перевтома, травми спини | Використання механізмів, тренінги по ергономіці           |

#### 6. Аварійні заходи:

- відключення обладнання у разі несправностей;
- використання вогнегасників при загорянні;
- евакуація за сигналом тривоги;
- надання першої медичної допомоги постраждалим.

#### 7. Контроль безпеки:

- регулярні перевірки справності обладнання;
- оцінка ризиків на робочому місці;
- ведення журналу обліку порушень і заходів усунення.

## 4.2 Шляхи утилізації відходів під час виробництва морозива

Дотримання інструкції щодо утилізації відходів під час виробництва морозива, допоможе організувати процес екологічно безпечно та відповідно до норм законодавства. В таблиці 5.2 приведені основні критерії відповідальності за поводженням з відходами на виробництві.

Таблиця 4.2 – Основні критерії відповідальності за поводженням з відходами

| Тип відходів            | Відповідальний підрозділ          | Основні обов'язки   |
|-------------------------|-----------------------------------|---|
| Харчові відходи         | Цех виробництва, технолог         | Збір в окремі контейнери, здача на утилізацію або переробку |
| Папір та картон         | Склад готової продукції           | Сортування, накопичення, передача на переробку              |
| Пластикові упаковки     | Пакувальний відділ                | Сортування за типами пластику, здача на переробку           |
| Виробничі стічні води   | Служба технічного обслуговування  | Очищення стічних вод, облік обсягів, контроль за якістю     |
| Хімічні відходи         | Відділ санітарії та гігієни       | Безпечне зберігання, передача ліцензованій організації      |
| Технічні відходи        | Енергетична служба                | Сортування технічного обладнання, організація вивезення     |
| Навчання працівників    | Відділ охорони праці              | Проведення інструктажів та перевірка знань                  |
| Контроль за утилізацією | Еколог (якщо є) або служба якості | Збір документів, звітність, перевірки виконання процедур    |

Основні принципи відповідальності:

- кожен підрозділ відповідає за правильність збору і первинного сортування своїх відходів;
- відділ охорони праці/екології контролює виконання процедур і веде необхідну документацію;
- відповідальний працівник повинен знати, куди саме і як потрібно

утилізувати кожен тип відходу.

### Висновки за розділом

Розроблено карту безпеки праці для працівників цеху з виробництва низьколактозного вершкового морозива, яка охоплює всі основні етапи технологічного процесу: від підготовки сировини (молока, вершків, ферментів, цукру) до фасування, заморожування та зберігання готової продукції. У карті визначено основні шкідливі та небезпечні виробничі фактори, а також шляхи їх усунення або мінімізації з урахуванням специфіки використання ферментів (галактозидази) та обладнання, що працює в умовах низьких температур.

Розглянуто систему утилізації відходів, що утворюються в процесі виробництва низьколактозного морозива. Визначено, що найбільшу частку становлять органічні відходи (залишки сумішей, неякісна сировина, молочні залишки), а також полімерні та паперові упаковки. Запропоновано ефективні рішення: для органічних відходів – використання в якості кормових добавок або відправка на біогазові установки; для вторинної сировини – сортування та передача на переробку відповідним підприємствам.

## 5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

### 5.1 Витрати на проведення досліджень

Складений кошторис витрат слугує основою для визначення фінансових потреб, пов'язаних із проведенням наукових досліджень. У ньому враховуються такі складові, як витрати на матеріальні ресурси, спожиту електроенергію, заробітна плата працівників, амортизаційні нарахування та накладні витрати.

Вартість основних і допоміжних матеріалів обчислюється за такою формулою:

$$M = \sum m_1 \cdot C_1, \quad (5.1)$$

де  $m_1$  – кількість витраченого матеріалу;

$C_1$  – вартість одиниці витраченого матеріалу, грн/кг.

У таблиці 5.1 представлено результати розрахунків щодо вартості матеріалів.

Таблиця 5.1 – Обсяги необхідних основних матеріалів та їхня вартість

| Найменування, одиниці                   | Кількість, г | Ціна, грн/кг. | Сума, грн. |
|---|--------------|---------------|------------|
| Молоко масова частка жиру<br>= 3,2%, г  | 500,00       | 35,00         | 17,50      |
| Молоко масова частка жиру<br>= 2,5%, г  | 700,00       | 32,00         | 22,40      |
| Вершки масова частка жиру<br>= 20,0%, г | 600,00       | 95,00         | 57,00      |
| Молоко сухе знежирене, г                | 165,00       | 180,00        | 29,70      |
| Цукор, г                                | 250,00       | 36,00         | 9,00       |
| Крохмаль, г                             | 45,00        | 48,00         | 2,16       |
| Ванілін, г                              | 0,30         | 1500,00       | 0,45       |
| Вода, г                                 | 800,00       | 2,00          | 1,60       |
| Всього                                  |              |               | 138,21     |

Таблиця 5.2 містить результати обчислення витрат на заробітну плату учасників дослідження, яка визначається шляхом множення середньої погодинної оплати праці на загальну кількість відпрацьованих годин.

Таблиця 5.2 – Розрахунок витрат на заробітну плату учасників наукового дослідження

| Посада         | Середньомісячний заробіток, грн | Середньочасовий заробіток, грн | Кількість людино-годин | Сума, грн |
|----------------|---------------------------------|--------------------------------|------------------------|-----------|
| Керівник робіт | 8300                            | 49,40                          | 15                     | 741,00    |
| Всього         |                                 |                                |                        | 741,00    |

Нарахування на заробітну плату становить 22 % від загального обсягу оподаткованої суми, що підлягає єдиному соціальному внеску:

$$H = \frac{741,00 \cdot 22}{100} = 163,02 \text{ грн.}$$

Розрахунок вартості спожитої електроенергії здійснюється за наступною формулою:

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

де  $M$  – загальна потужність лабораторного устаткування, кВт;

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

$T$  – час роботи дослідного устаткування, год;

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

Витрати на енергоспоживання обладнання, що використовується для приготування вершкового морозива низьколактозного:

$$E_{\text{змішувач}} = 0,5 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 6,4 = 2,88$$

$$E_{\text{фризер}} = 1,3 \cdot 0,9 \cdot 3 \cdot 6,4 = 22,46 \text{ грн.}$$

Вартість витрат електроенергії на ПК:

$$E_{\text{п.к.}} = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 200 \cdot 6,4 = 1036,8 \text{ грн.}$$

Сумарні затрати на електроенергію:

$$E_{\text{заг}} = E_{\text{змішувач}} + E_{\text{фризер}} + E_{\text{п.к.}} = 2,88 + 22,46 + 1036,8 = 1062,14 \text{ грн.}$$

На основі рівняння 5.3 розраховується сума амортизаційних витрат на обладнання, задіяне під час проведення дослідження:

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

де  $A$  – відрахування на амортизацію обладнання, грн;

$\Phi$  – вартість обладнання, грн;

$H$  – річна норма амортизації, %;

$t$  – тривалість проведення дослідження на устаткуванні, днів;

365 – тривалість року.

У таблиці 5.3 наведені результати розрахунків амортизаційних відрахувань.

Таблиця 5.3 – Результати розрахунків витрат на амортизацію обладнання

| Устаткування              | Вартість,<br>грн. | Річна норма<br>амортизації,<br>% | Тривалість<br>роботи,<br>днів | Витрати на<br>амортизацію,<br>грн. |
|---------------------------|-------------------|----------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|
| Змішувач                  | 3000,0            | 10                               | 1                             | 0,82                               |
| Фризер                    | 15000,0           | 10                               | 1                             | 4,11                               |
| Персональний<br>комп'ютер | 20800,0           | 24                               | 25                            | 341,91                             |
| Всього                    |                   |                                  |                               | 346,84                             |

Накладні витрати, що стосуються технічного обслуговування та організації виробничого процесу, охоплюють виплати обслуговуючому та адміністративному персоналу. Витрати на технічне обслуговування обладнання становлять 80 % від розрахункової заробітної плати дослідника:

$$\frac{(741,00 \cdot 80)}{100} = 592,80 \text{ грн.}$$

Розрахункова вартість проведення лабораторного дослідження приведена в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 – Розрахункова вартість дослідження

| Витрати                              | Сума, грн. |
|--------------------------------------|------------|
| Основні матеріали (ОМ)               | 138,21     |
| Заробітна плата (ЗП)                 | 741,00     |
| Нарахування на заробітну плату (НЗП) | 163,02     |
| Електроенергія (Е)                   | 1062,14    |
| Амортизація (А)                      | 350,34     |
| Накладні витрати (НВ)                | 592,80     |
| Всього                               | 3047,51    |

На основі проведеного аналізу, основними та найзначущими витратами є витрати на заробітну плату та електроенергію, які займають провідні позиції у загальній структурі витрат.

## 5.2 Визначення вартості дослідження

Оскільки дослідження має фундаментальний характер, розрахунок вартості здійснювався з урахуванням витрат та очікуваної прибутковості від його проведення:

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

де  $Ц$  – вартість дослідження, грн;

$C$  – витрати на дослідження, грн;

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

$$Ц = 3047,51 + \frac{30 \cdot 3047,51}{100} = 3961,76 \text{ грн.}$$

Загальна сума витрат, пов'язаних із проведенням досліджень, становить 3961,76 грн.

### Висновки за розділом

На основі проведеного аналізу встановлено, що основними та найзначущими витратами є витрати на заробітну плату (741,00 грн) та витрати електроенергію (1062,14 грн), які займають провідні позиції у загальній структурі витрат.

Загальна сума витрат, пов'язаних із проведенням досліджень, становить 3961,76 грн.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Розроблено три рецептури морозива з масовою часткою жиру 5 % і різним вмістом цукру. Рецептатура №2 (78 г/л цукру) забезпечила найкращий баланс між смаком, текстурою та структурними характеристиками продукту.

Ферментативний гідроліз (70 – 75 %) здійснювався за температури  $(40 \pm 2)$  °С, дозі ферменту  $0,4 \text{ см}^3/\text{дм}^3$  і тривалості 3 – 4 год, що дозволило отримати низьколактозну суміш без втрати сенсорної якості.

За результатами органолептичної оцінки морозива з ферментованих сумішей, зразок на основі рецептури №2 отримав найвищі бали за смак, вершковість, консистенцію та післясмак, перевершивши контрольні зразки.

Технологічні дослідження показали, що морозиво з рецептури №2 має оптимальні показники збитості (95 %) та стійкості до танення (25 хв), що забезпечує йому ніжну консистенцію, однорідність і добру термостабільність.

Встановлено, що морозиво з низьким вмістом лактози, виготовлене за рецептурою №2, має збалансований склад білків, жирів і вуглеводів, відзначається високою поживною цінністю при зниженій калорійності. Гідроліз лактози дозволив зменшити кількість доданого цукру.

Продукт є джерелом кальцію, фосфору та вітамінів (А, В2, В12), зберігаючи біологічну цінність молока навіть після ферментації, що робить його функціональним десертом.

Дослідженнями доведено, що оптимальний термін зберігання морозива при температурі  $-18$  °С становить до 4 місяців. У цей період зберігаються стабільні органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні властивості. Після 4 місяців спостерігається деградація текстури і смаку.

Рекомендовано реалізовувати продукт не пізніше ніж через 120 діб після виробництва, зберігаючи його при температурі не вище  $-18$  °С, щоб забезпечити якість та споживчу привабливість.

Розроблено карту безпеки праці для працівників цеху з виробництва низьколактозного вершкового морозива, яка охоплює всі основні етапи

технологічного процесу: від підготовки сировини (молока, вершків, ферментів, цукру) до фасування, заморожування та зберігання готової продукції.

Розглянуто систему утилізації відходів, що утворюються в процесі виробництва низьколактозного морозива. Визначено, що найбільшу частку становлять органічні відходи (залишки сумішей, неякісна сировина, молочні залишки), а також полімерні та паперові упаковки.

Встановлено, що основними та найзначущими витратами є витрати на заробітну плату (741,00 грн) та витрати електроенергію (1062,14 грн), які займають провідні позиції у загальній структурі витрат.

Загальна сума витрат, пов'язаних із проведенням досліджень, становить 3961,76 грн.

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. Власенко В. В., Головка М. П., Семко Т. В., Головка Т. М. Технологія молока та молочних продуктів : навч. посіб. Харків : ХДУХТ, 2018. 202 с.
2. Семко Т.В., Власенко І.Г. Технологія молока та молочних продуктів з елементами НАССР. Київ: Світ книг, 2021. 290 с.
3. Кузьмін Є. С. Ефективність інвестицій підприємств молочної промисловості: монографія. Київ : ІАЕ, 2015. 254 с.
4. Технологія сиру : підручник / Ю. Г. Сухенко, Г. Є. Поліщук, Р. Й. Раманаускас, Т. І. Шингарева ; під заг. ред. Ю. Г. Сухенка; Нац. ун-т біоресурсів і природокористування України. Київ : Компринт, 2015. 412 с.
5. Технологія молока і молочних продуктів : дайджест. Вип. 41 [Електронний ресурс] / Нац. ун-т харч. технол., Наук.-техн. б-ка ; підгот. О. В. Олабоді. Київ, 2017. 28 с. Режим доступу : <http://library.nuft.edu.ua>
6. Кочубей-Литвиненко, О. В. Технологія отримання та первинного оброблення молока : підручник / О. В. КочубейЛитвиненко, Н. М. Ющенко ; Нац. ун-т харч. технол. – Київ : НУХТ, 2013. – 211 с.
7. Практикум з технології молока та молочних продуктів : навч. посіб. / О. В. Грек, Н. М. Ющенко, Т. Г. Осьмак та ін. ; Мво освіти і науки України, Нац. ун-т харч. технол. – Київ : НУХТ, 2015. – 431 с.
8. Промислові технології переробки м'яса, молока та риби : підручник / Ф В. Перцевий, О. Г. Терешкін, П. В. Гурський та ін. ; за ред. Ф. В. Перцевого, О. Г. Терешкіна, П. В. Гурського. Київ : Інкос, 2014. – 340 с.
9. Савченко О. А. Актуальні питання технології молочно-білкових концентратів : теорія і практика : монографія / О. А. Савченко, О. В. Грек, О. О. Красуля ; Нац. ун-т біоресурсів і природокористування України. – Київ : Компринт, 2015. – 293 с.
10. Скорченко Т. А., Грек О. В. Технологія дитячих молочних продуктів : навч. посібник. Нац. ун-т харч. технол. Київ : НУХТ, 2012. 330 с.

11. Технологічні розрахунки у молочній промисловості : навч. посібник / Г. Є. Поліщук, О. В. Грек, Т. А. Скорченко та ін. ; Нац. ун-т харч. технол. – Київ : НУХТ, 2013. – 343 с.
12. Технологічні комплекси харчових виробництв : навч. посібник / В. І. Теличкун, О. М. Гавва, Ю. С. Теличкун та ін. ; Нац. ун-т харч. технол. – Київ : Сталь, 2017. – 456 с.
13. Технологія молочних продуктів : підручник / Г. Є. Поліщук, О. В. Грек, Т. А. Скорченко та ін.; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т харч. технол. – Київ : НУХТ, 2013. – 502 с.
14. Технологія сиру : підручник / Ю. Г. Сухенко, Г. Є. Поліщук, Р. Й. Раманаускас, Т. І. Шингарева ; під заг. ред. Ю. Г. Сухенка; Нац. ун-т біоресурсів і природокористування України. – Київ : Компринт, 2015. – 412 с.
15. Хімічний склад і фізичні характеристики молочних продуктів : довідник : навч. посібник / О. М. Скарбовійчук, О. В. Кочубей-Литвиненко, О. А. Чернюшок, В. Г. Федоров ; МОН України ; Нац. ун-т харч. технол. – Київ НУХТ, 2012. – 311 с.
16. Цехмістренко С. І., Кононський О. І. Біохімія молока та молокопродуктів : навч. посібник. Біла Церква : Білоцерк. кн. ф-ка, 2014. 168 с.
17. Власенко В.В., Семко Т.В., Шаблій Л.М., Лавицький В.П. Технологія молока та молочних продуктів : навчальний посібник. Вінницький національний аграрний університет. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2015. 330 с.  
<http://socrates.vsau.org/b04213/html/cards/getfile.php/11736.pdf>
18. Півоваров О.А., Ковальова О.С., Кошулько В.С. Інноваційний інжиніринг в окремих галузях харчового виробництва. Дніпро: ФОП Обдимко О.С., 2022. 407 с.
19. Trubnikova, A., Chabanova, O., Sharakhmatova, T., Bondar, S., & Savchak, Y. (2018). Розробка технології низьколактозного морозива на основі безлактозного концентрату маслянки. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Нові рішення у сучасних технологіях, (45 (1321)), 214-227.

20. Kovaliova O, Pivovarov O, Vasylieva N, Koshulko V. Obtaining of rice malt with the use of plasma-chemically activated aqueous solutions. Food science and technology.2022;16(4):64-76. <https://doi.org/10.15673/fst.v16i4.2542>

21. Сухенко, Ю. Г. Морозиво як харчова полідисперсна система / Ю. Г. Сухенко, Г. Є. Поліщук, В. В. Сарана ; за ред.. проф.. Г. Є. Поліщук // Наукове і технічне забезпечення виробництва морозива : монографія - Київ : НУБіП, 2019. С. 11-72. <https://dspace.nuft.edu.ua/handle/123456789/29452>

22. Гавриш, А. В. Морозиво функціонального призначення / А. В. Гавриш, О. Є. Шевченко // Удосконалення процесів та обладнання харчових виробництв 2012. - Донецьк : ДонНУЕТ. - Вип. 28. - С. 337-343. <https://dspace.nuft.edu.ua/handle/123456789/879>

23. Берник, І., & Новгородська, Н. (2022). Морозиво для оздоровчого харчування. ПРОДОВОЛЬЧІ РЕСУРСИ, 10(19), 47–57. <https://doi.org/10.31073/foodresources2022-19-05>

24. Берник, І., Руденко, І., Новгородська, Н., Овсієнко, С., Колісніченко, А., & Дідик, Т. (2024). Морозиво з ягідно-овочевим наповнювачем. ПРОДОВОЛЬЧІ РЕСУРСИ, 12(23), 24–35. <https://doi.org/10.31073/foodresources2024-23-03>

25. Ковальова О.С., Кошулько В.С., Відлога А.А. Виробництво йогурту збагаченого високобілковим зерновим наповнювачем. Ресурсозберігаючі технології легкої, текстильної і харчової промисловості : збірник тез доповідей Міжнародної наук.-практ. інтернет-конф. молодих вчених та студентів, 22 листопада 2023 р. Хмельницький: ХНУ, 2023. С. 208-209. [https://tksv.khmnu.edu.ua/inetconf/2023/kovaljova\\_koshuljko\\_vidloga\\_2023.pdf](https://tksv.khmnu.edu.ua/inetconf/2023/kovaljova_koshuljko_vidloga_2023.pdf)

26. Ціко, Ю. (2021). Морозиво збагачене білком. Матеріали ІV Міжнародної студентської науково-технічної конференції „Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання“, 74-74.

27. Гавриш, А. В., Шевченко, Є., & Неміріч, О. В. (2012). Морозиво підвищеної харчової цінності.

28. Kovaliova, O., Vasylieva, N., Stankevych, S., Zabrodina, I., Mandych, O., Hontar, T., Haliasnyi, I., Kotliar, O., Yanchyk, O., Bogatov, O. (2023). Development of a technology for the production of germinated flaxseed using plasma-chemically activated aqueous solutions. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (11 (124)), 6–19. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.284810>
29. Михалевич, А. П., Сапіга, В. Я., & Поліщук, Г. Є. (2023). Сироваткове морозиво з натуральними структуруючими інгредієнтами (Doctoral dissertation).
30. Ковальова О.С., Кошулько В.С. Інноваційна технологія дезінфекції технологічного обладнання харчових виробництв. The 5th International scientific and practical conference “Prospects of modern science and education” (February 07 – 10, 2023) Stockholm, Sweden. International Science Group. 2023. P. 609-612. <https://doi.org/10.46299/ISG.2023.1.5>
31. Лазоренко, В. В., Манжелій, А. В., & Мироненко, Л. С. (2023). Низьколактозне діабетичне морозиво.
32. Kovalova O., Pivovarov O., & Koshulko, V. Effect of plasma-chemically activated aqueous solutions on the process of disinfection of food production equipment. *Food Science and Technology*. 2022. 16 (3). P. 61-70. DOI: <https://doi.org/10.15673/fst.v16i3.2392>
33. Басс, О. О., & Поліщук, Г. Є. (2021). Низькокалорійне морозиво як альтернатива класичному продукту для дітей з особливими харчовими потребами (Doctoral dissertation).
34. Pivovarov O., Kovaliova O., Koshulko V. Effect of plasmochemically activated aqueous solution on process of food sprouts production // *Ukrainian Food Journal*. 2020. Volume 9. Issue 3. P. 575-587. DOI: <https://doi.org/10.24263/2304-974X-2020-9-3-7>
35. Авдовченко, О. Д. (2015). Морозиво: історія виникнення та етапи еволюції.
36. Kovaliova, O., Tchoursinov, Y., Kalyna, V., Koshulko, V., Kunitsia, E., Chernukha, A., Bezuglov, O., Bogatov, O., Polkovnychenko, D., & Grigorenko, N. (2020). Identification of patterns in the production of a biologically-active component

for food products. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2(11 (104), 61–68. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.200026>

37. Бажай-Жежерун, С. А. (2016). Морозиво з екстрактом стевії геродієтичного призначення. Проблемы старения и долголетия, (25, № 2), 287-297.

38. Ковальова О.С., Мовчан М.О. Генно-модифікована сировина в дитячому харчуванні // Проблеми та стан використання ГМО в харчових продуктах: матеріали міжнародної науково-практичної конференції (м. Львів, 26-27 квітня 2018) Львівський інститут економіки і туризму (ЛІЕТ). Львів: 2018. – С.52-55.

39. Рябоконт, Н. В. (2014). Морозиво щербет з фруктозою з підвищеним вітамінним і мінеральним складом.

40. Ковальова О.С. Особливості дезінфекції тари та пакувань харчових виробництв. The 8th International scientific and practical conference “Trends, theories and ways of improving science” (February 28 – March 03, 2023) Madrid, Spain. International Science Group. 2023. С. 532-535. <https://doi.org/10.46299/ISG.2023.1.8>

41. Гулак, О. В., & Поліщук, Г. Є. (2011). Морозиво з рослинними екстрактами. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені СЗ Гжицького, 13(4-4 (50)), 28-35.