

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до дипломної роботи
освітнього ступеня «Магістр»
на тему:

**Обґрунтування технології виробництва
морозива з рослинною олією**

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

_____ Євгеній СКЛАДНІКОВ

Керівник: _____ Олександр ПІВОВАРОВ

Дніпро 2025

**ДНПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

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

(підпис)

«24» жовтня 2025 р.

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

Складнікову Євгенію Олександровичу

1. Тема роботи: «Обґрунтування технології виробництва морозива з рослинною олією».

Керівник роботи: Півоваров Олександр Андрійович, доктор технічних наук, професор, затверджені наказом закладу вищої освіти від «24» жовтня 2025 року № 3184.

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 11 грудня 2025 року

3. Вихідні дані до роботи 1 Літературні джерела та періодичні видання. 2 Наукова та науково-технічна документація, що стосується питань виробництва морозива. 3 Нормативно-технологічна документація та інструкції щодо ведення технологічних процесів на підприємствах з виробництва морозива.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Літературний огляд. 2 Методика постановки експерименту. об'єкти та методи дослідження. Методи досліджень. 3 Обговорення результатів експериментальних досліджень. 4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 5 Організаційно-економічна частина. Загальні висновки. Бібліографія.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1 Мета та задачі досліджень. 2 Результати досліджень та їх аналіз. 3 Кошторис витрат на проведення досліджень. 4 Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Посада, прізвище та ім'я консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1 – 5	професор ПІВОВАРОВ Олександр	24.10.2025	11.12.2025

7. Дата видачі завдання 24 жовтня 2025 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	24.10-27.10.25	виконано
2	Літературний огляд	28.10-07.11.25	виконано
3	Методика постановки експерименту. об'єкти та методи дослідження. Методи досліджень	08.11-14.11.25	виконано
4	Обговорення результатів експериментальних досліджень	15.11-06.12.25	виконано
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	07.12-08.12.25	виконано
6	Організаційно-економічна частина	09.12.25	виконано
7	Загальні висновки та список джерел посилання	10.12.25	виконано
8	Розробка та підготовка демонстраційного матеріалу	11.12.25	виконано

Здобувач вищої освіти

_____ Євгеній СКЛАДНІКОВ
(підпис)

Керівник роботи

_____ Олександр ПІВОВАРОВ
(підпис)

РЕФЕРАТ

Тема: «Обґрунтування технології виробництва морозива з рослинною олією»

Кваліфікаційна робота: 61 сторінка 6 рисунків, 14 таблиць, 0 додатків, 55 літературних джерел.

Мета роботи – розробка технології виробництва морозива на основі композиції молочного жиру та жиру рослинних олій, також дослідження властивостей отриманого продукту.

Об’єкт дослідження – технологічний процес виробництва морозива з використанням композиції молочного жиру та жиру рослинних олій.

Предмет дослідження – склад, технологічні параметри та фізико-хімічні, структурно-механічні й органолептичні властивості морозива, виготовленого на основі композиції молочного жиру та жиру рослинних олій.

Морозиво є популярним продуктом масового споживання, рецептури якого традиційно містять молочні жири з високим вмістом насичених жирних кислот. У зв’язку з цим актуальним є пошук альтернативних жирових компонентів.

Використання рослинної олії у виробництві морозива дозволяє підвищити біологічну цінність продукту за рахунок ненасичених жирних кислот, покращити структурно-механічні властивості та розширити асортимент функціональних і дієтичних продуктів. Водночас технологічні аспекти заміни молочного жиру рослинним потребують наукового обґрунтування.

Таким чином, обґрунтування технології виробництва морозива з рослинною олією є актуальним з наукової, технологічної та економічної точок зору й відповідає сучасним тенденціям розвитку харчової галузі.

КЛЮЧОВІ СЛОВА

Морозиво, рослинна олія, технологія виробництва, жировий компонент, харчова цінність, функціональні продукти, рецептура, структурно-механічні властивості, якість продукції, харчова промисловість.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД.....	9
1.1 Класифікація видів морозива	9
1.2 Технологічний процес виробництва морозива	10
1.3 Основні компоненти морозива.....	13
1.4 Вплив компонентів морозива на якість та стабільність продукту	15
1.5 Нові тенденції у виробництві морозива.....	16
1.5.1 Заміна молочних білків	18
1.5.2 Заміна цукру.....	18
1.5.3 Застосування комбінованих стабілізаторів-емульгаторів	19
Висновки за розділом	19
2 МЕТОДИКА ПОСТАНОВКИ ЕКСПЕРИМЕНТУ. ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	22
2.1 Постанова експерименту	22
2.2 Методи дослідження.....	22
Висновки за розділом	24
3 ОБГОВОРЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ...	25
3.1 Вплив рідких рослинних олій на якість морозива	25
3.2 Вплив типу стабілізатора-емульгатора на якість морозива.....	29
3.3 Вплив часу дозрівання на якість морозива.....	31
3.4 Вплив кількості глюкози на якісні показники морозива	37
3.5 Вплив температури фризрування на швидкість танення морозива.....	39
Висновки за розділом	40
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	43
4.1 Розробка карти безпеки праці під час виробництва морозива з додаванням рослинних олій.....	43
4.2 Шляхи утилізації відходів під час виробництва морозива з додаванням рослинних олій.....	45

Висновки за розділом	48
5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	49
5.1 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження	49
5.2 Розрахунок вартості дослідження	52
Висновки за розділом	53
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	54
БІБЛІОГРАФІЯ	57

ВСТУП

Харчування визначає здоров'я та працездатність людини. Основа сучасних уявлень про раціональне харчування пов'язана з концепцією збалансованого харчування, що вимагає постачання в організм достатньої кількості продуктів, що забезпечують його потреби.

Нормальна життєдіяльність організму можлива тільки при надходженні відповідних кількостей жирів, цукрів і білків, а також при дотриманні строго певних співвідношень між харчовими та біологічно активними речовинами. Особливого значення надається збалансованості харчування. Необхідним є надходження в організм есенційних речовин, які не синтезуються організмом людини або синтезуються в недостатній кількості.

Одним із життєво необхідних компонентів їжі, що визначають її біологічну цінність, смакові переваги, калорійність є ліпіди. Основними факторами, що характеризують ефективність використання харчових ліпідів, є збалансованість їх жирнокислотного складу, що найбільш повно задовольняє потреби організму, а також забезпечення мінімальної вартості готового продукту. Особливу роль у складі ліпідів відіграють есенційні поліненасичені жирні кислоти, які не синтезуються в організмі. Досить важливим є і надходження фосфоліпідів. Виключення їх із раціону людини може призвести до серйозного порушення процесів життєдіяльності.

Одним з продуктів, що широко використовуються в харчуванні, людини є відоме з давніх часів морозиво, до традиційного складу якого входить досить велика кількість молочного жиру завдяки його високим смаковим і технологічним властивостям. Однак молочний жир має і ряд негативних властивостей: він містить значну кількість насичених жирних кислот і холестерину при дефіциті незамінних поліненасичених жирних кислот, а також має досить високу вартість. Для забезпечення збалансованості жирнокислотного складу морозива останнім часом розробляються технології його виробництва з модифікованим жирнокислотним складом за рахунок додавання до суміші рослинних жирів та

олій. Таке морозиво класифікується як морозиво зі складним сировинним складом, а саме: молочно-рослинне та рослинно-вершкове. Проведення досліджень, що дозволяють запропонувати технологію виробництва морозива з раціональним комбінуванням кількох джерел ліпідів, є актуальним як з економічної точки зору, так як дозволяє підприємствам мінімізувати витрати на сировину, так і з позицій збільшення харчової цінності кінцевого продукту при зниженні залежності виробництва від сезонних надходжень молока.

Виходячи з вищесказаного, метою роботи стала розробка технології виробництва морозива на основі композиції молочного жиру та жиру рослинних олій, також дослідження властивостей отриманого продукту.

Для реалізації поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- здійснити вибір рослинної олії і встановити найкраще співвідношення молочного жиру і рослинної олії;
- підібрати склад стабілізатора-емульгатора, що забезпечує високу якість морозива із суміші, що включає рідку олію;
- дослідити фізико-хімічний механізм стабілізації та дестабілізації жирових кульок у сумішах з молочним жиром та олією;
- вивчити вплив основних технологічних факторів на властивості морозива, отриманого із сумішей, що містять молочний жир і олію, скоригувати рецептуру продукту та встановити найкращі технологічні режими його виробництва;
- на підставі результатів проведених досліджень запропонувати технологічну схему виробництва морозива із сумішей, що містять молочний жир і рослинну олію;
- виконати розрахунок вартості проведених експериментальних досліджень.

Об'єкт дослідження – технологічний процес виробництва морозива з використанням композиції молочного жиру та жиру рослинних олій.

Предмет дослідження – склад, технологічні параметри та фізико-хімічні, структурно-механічні й органолептичні властивості морозива, виготовленого на основі композиції молочного жиру та жиру рослинних олій.

1 ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

1.1 Класифікація видів морозива

В даний час морозиво користується високим споживчим попитом практично у всіх країнах світу, що пояснюється не тільки його високими смаковими якостями, але і його харчової та біологічної цінністю. У морозиві містяться білки, жири, вуглеводи, вітаміни, мінеральні солі.

Морозиво – солодкий збитий заморожений продукт, що виробляється із сумішей різного складу. Основною сировиною при виробництві морозива є молочні продукти: молоко коров'яче цільне та знежирене кислотністю не більше 18 °Т; згущене цільне та знежирене з цукром і без; сухе цільне та знежирене; сухі суміші для морозива; вершки різної жирності з кислотністю не вище 24 °Т; молочна сироватка; закваска; кисломолочні продукти; пахта кислотністю трохи більше 19 °Т; масло вершкове несолоне.

Для надання морозиву солодкого смаку застосовуються: цукровий пісок, пудра, сироп, глюкоза, кристалічний мед, кукурудзяний сироп, крохмальна патока, харчові сорбіт та ксиліт.

Підвищення енергетичної цінності, поліпшення структури та консистенції досягається за рахунок використання курячих яєць та продуктів з них.

Використовується і плодово-ягідна сировина, що збагачує морозиво вуглеводами, органічними кислотами, мінеральними солями. Ця сировина відрізняється великою різноманітністю дикорослих і садових ягід і плодів.

Для покращення смаку та запаху, надання різноманітності в морозиво вносять смакові та ароматичні речовини, асортимент яких різноманітний: какао-порошок, кава, чай, шоколад, родзинки, горіхи; прянощі – ваніль, ванілін, гвоздика, кориця, органічні кислоти, ефірні олії, ароматичні есенції; алкоголь – коньяк, ром, лікер; кондитерські вироби – вафлі, цукати, карамель.

Для поліпшення консистенції морозива, забезпечення ніжної структури, що добре зберігається, застосовують різні стабілізатори: харчовий желатин, агар,

агороїд, альгінат натрію, казеїнат натрію, модифікований крохмаль, пектин, кукурудзяний крохмаль, борошно і різні синтетичні системи.

Як барвники застосовують натуральні сухі та концентровані, отримані з буряків, чорноплідної горобини, бузини, а також соки: журавлинний, смородиновий та інше [4, 5].

До основних видів відносять морозиво, отримане на основі молочних сумішей з наповнювачами та без, покрите шоколадною глазур'ю, а також плодово-ягідне на основі цукрового сиропу з додаванням харчових ароматичних есенцій та олій.

На молочній основі виробляють морозиво, що відрізняється за кількістю і видом жиру, що міститься в ньому: молочне 3,5 %, вершкове 10 – 15 %, пломбір 15 %.

Аматорські види морозива виробляють у менших кількостях, ніж основні, але при більшому розмаїтті комбінацій сировини. До них належать види як на молочній, так і плодоягідній основі, багат шарові, спеціального призначення та інше. За способом вироблення морозиво поділяють на загартоване, м'яке та домашнє [2].

Загартоване морозиво виробляється у виробничих умовах і після виходу з фризера додатково заморожується (загартовується) до температури $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ і нижче та в такому стані зберігається до реалізації. Загартоване морозиво відрізняється високою стійкістю та твердістю.

М'яке морозиво йде на реалізацію одразу після виходу із фризера, маючи температуру $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$.

1.2 Технологічний процес виробництва морозива

Технологічний процес виробництва морозива включає наступні основні операції: приймання та підготовку сировини, складання суміші, пастеризацію, гомогенізацію, охолодження та дозрівання суміші, фризрування, загартовування, упаковку, зберігання [4].

Перед складанням суміші всі компоненти відповідним чином готуються: рідка сировина фільтрується, сипуча сировина просіюється, сухе молоко перемішується з цукровим піском з розрахунку 2:1 і розчиняється, згущені молочні продукти вносяться в суміш без попереднього розчинення, вершкове масло очищається від штафу, розтоплюється або ріжеться на шматки.

Плодово-ягідну сировину сортують, при необхідності звільняють від шкірки, кісточок, насіння, розрізають на шматочки, дроблять, протирають, для отримання однорідної ніжної маси у вигляді пюре з соком. Готують стабілізатори. Складання суміші проводять у ваннах, що мають теплову сорочку та мішалку. Суміш складається у певній послідовності: вносяться рідкі продукти, підігріваються до температури 35 – 40 °С, потім згущене та розтоплене вершкове масло, сухі та яєчні продукти та останніми – стабілізатори.

Для видалення осаду суміш фільтрується, а знищення патогенної мікрофлори пастеризується. У промисловості прийняті такі режими пастеризації: при температурі 70 °С – 30 хв, 75 °С – 20 хв, 80 – 85 °С – 50 – 60 с. Переважним є режим високотемпературної пастеризації, що пов'язано з високим вмістом сухих речовин, а отже, і високою в'язкістю суміші, що надають захисну дію на мікрофлору.

Пастеризація суміші в тонкому шарі безперервного потоку без доступу повітря забезпечує високу ефективність теплової обробки, збереження ароматичних речовин та вітамінів.

Гомогенізація покращує якість товару, так як відбувається дроблення та рівномірний розподіл жирових кульок. У добре гомогенізованій суміші діаметр жирових кульок не повинен перевищувати 1 – 2 мкм без наявності жирових скупчень. Підвищення дисперсності жирової фази сприяє утворенню дрібних кристалів льоду при заморожуванні, а, отже, поліпшенню структури готового продукту. Гомогенізація проводиться за температур, близьких до температури пастеризації, але не нижче 63 °С, так як при температурі нижче 60 °С відбувається посилена агрегація жирових кульок, що призводить до утворення жирових скупчень, збільшення в'язкості та зниження збиваності в процесі

фризерування. Тиск гомогенізації має бути тим вищим, чим нижче вміст жиру. Так, гомогенізацію ведуть при тиску: молочної суміші - 12,5 – 15 МПа, вершкової – 10 – 12,5 МПа і пломбірної -7,5 – 9 МПа.

Після гомогенізації суміш швидко охолоджують до температури 2 – 6 °С і направляють на дозрівання, тривалість якого становить від 4 до 24 год. При дозріванні відбувається затвердіння приблизно 50 % молочного жиру, набухання білків молока та стабілізаторів, в'язкість суміші зростає. Завдяки затверділому жиру дозріла суміш добре поглинає і утримує бульбашки повітря при заморожуванні. Готовий продукт повинен мати високу збитість, ніжну структуру, відсутність крупинок льоду.

У разі, коли як стабілізатори використовуються агар і агароїд, що володіють високою гідрофільністю, процес дозрівання може бути мінімізований, а суміш після охолодження надходить на фризери.

Фризери – основна операція у виробництві морозива, в процесі якого суміш перетворюється на масу, насичену бульбашками повітря, частково заморожену, збільшену в об'ємі. У процесі фризери розвивається типова структура морозива. Суміш надходить у фризери з температурою 2 – 6 °С, охолоджується до криоскопічної температури, а потім відбувається часткове заморожування вільної вологи. При цьому, чим менші розміри кристалів льоду, тим краще консистенція кінцевого продукту. Температура продукту на виході з фризери становить -4 – -6 °С, і що нижча ця температура, то менше утворені кристали льоду. У разі утворення кристалів розміром понад 100 мкм консистенція морозива стає грубою. Поруч із охолодженням суміші у фризери відбувається її збивання, тобто насичення бульбашками повітря діаметром близько 60 мкм, причому об'єм маси збільшується в 1,5 – 2 рази. М'яке морозиво, що виходить із фризери, може надходити на фасування та загартовування при температурах -30 - -45 °С [3, 8].

1.3 Основні компоненти морозива

Морозиво – складна багатокомпонентна система. Воно містить як справжні розчини солей, цукрів, так і колоїдні розчини та емульсії молочних білків, стабілізаторів, жирів та інше [4].

Молочний жир відрізняється приємним смаком, високою засвоюваністю і включає кілька десятків жирних кислот. Емульсія молочного жиру надає морозиву ніжну структуру та повноту смаку. У морозиві молочний жир представлений у вигляді жирових кульок, оточених ліпопротеїновими оболонками. Однак, він має і ряд негативних властивостей: перш за все дефіцит незамінних поліненасичених жирних кислот при надмірному вмісті насичених і холестерину. У зв'язку з цим застосовуються різні варіанти модифікації складу та властивостей жирів, найбільш раціональним з яких є часткове додавання в продукт жирів немолочного походження, в основному рослинних жирів і олій.

Сухе знежирене молоко (СЗМО – сухий знежирений молочний остаток) містить білок, лактозу і сахарозу, мінеральні солі. Білки представлені в основному казеїном (80 %), сироватковими білками – альбуміном та глобуліном (20 %), які частково коагулюють при пастеризації. Білки, що містяться в морозиві, є повноцінними і легко засвоюваними. У морозиві вуглеводи представлені сахарозою, глюкозою та молочним цукром – лактозою.

Вуглеводи, що входять до складу морозива, є підсолоджувальними до компонентів, що сприятливо впливають на смак продукту. У суміш продукту вноситься як сахароза, так і глюкоза, що впливає на температуру фазового переходу при фризруванні.

Завдяки наявності жирів, білків і вуглеводів морозиво є джерелом енергії в раціоні людини. Так, енергетична цінність традиційних сортів становить (кДж): молочного – 543,9, вершкового – 767,7, пломбіру – 968,8, плодово-ягідного – 463,9, ароматичного – 418,7 [4].

Вода, що входить до складу морозива, грає роль дисперсної середовища. Кількість вологи та її фазові перетворення у процесі виготовлення та зберігання

морозива лежать в основі формування смаку, структури, консистенції. Кріоскопічні температури становлять для вершкових сумішей $-2,4 - -2,5$ °С, пломбірних – $-3,4 - -3,5$ °С, за цих температур починається фазовий перехід вільної вологи з утворенням кристалічної структури.

Великий вплив на структуру та консистенцію морозива мають стабілізатори, які пов'язують вільну вологу, збільшують в'язкість суміші, перешкоджають утворенню великих кристалів льоду. Не менш значну роль відіграють і емульгатори, внесення яких підвищує емульгувальну та піноутворювальну здатність. Результатом дії емульгаторів і стабілізаторів є висока збитість, еластичність і опір морозива до танення. У Європі основними емульгаторами у виробництві морозива стали моногліцериди, в Америці – суміш моногліцеридів та полісорбатів. Емульгатори виконують, в основному, роль дестабілізуючих речовин. Процес дестабілізації дуже складний, він пов'язаний в першу чергу з кристалізацією жирових кульок і стабільністю поверхні розділу, утворена білками і емульгаторами навколо жирових кульок. Стабілізатори розрізняються за своєю природою – це білки (желатин, казеїнати), екстракти водоростей (агар, агароїди, альгінат натрію), похідні целюлози, пектини, камеді рослин [2, 9].

У процесі фризювання відбувається насичення сумішей, а потім і морозива бульбашками повітря, рівномірно розподіленими по всьому об'єму, тобто відбувається збивання продукту. За даними різних авторів середній розмір бульбашок варіюється від $100 - 186$ до 60 мкм [4, 9] при відстані між повітряними осередками $100 - 49$ мкм [8]. Збільшення збитості сприяє утворенню ніжнішої однорідної консистенції морозива. Збитість молочного морозива має бути не менше 50 %, пломбіру – не менше 60 %. Збитість морозива залежить від вмісту жиру, кількості стабілізатора і часу фризювання. На думку різних авторів збитість морозива як зростає зі збільшенням вмісту жиру, стабілізатора і часу фризювання [2], так і зменшується зі збільшенням вмісту жиру і цукру [9].

1.4 Вплив компонентів морозива на якість та стабільність продукту

Важливу роль у виробництві морозива відіграє молочний жир, що надає продукту вершковий смак, ніжну консистенцію та підвищений опір до танення. Жир вноситься до суміші з різними продуктами [1]. Переважно використовувати жир із високим вмістом твердих компонентів. Важливим параметром є і температура плавлення жиру: занадто низька температура плавлення призводить до швидкого танення морозива, занадто висока до відчуття воскової крупки в роті при споживанні продукту. Встановлено, що при вмісті жиру до 12 % спостерігається хороше диспергування повітряних бульбашок, формування кристалів льоду малих розмірів за умови хорошої стабілізації структури продукту. При більшому вмісті жиру погіршується збивання продукту [8]. Стабільність сумішей морозива залежить від стабільності жирової емульсії та стану білкової фракції [6, 8]. Дисперсність жирової емульсії в морозиві залежить від умов гомогенізації, масової частки СЗМО, складу мінеральних солей, тривалості та умов дозрівання суміші перед фризруванням. Дестабілізація збільшується за наявності кальцієвих та магнієвих солей, а також зі збільшенням вмісту рідкого жиру [7].

Якість морозива значною мірою залежить від вмісту СЗМО [2, 3]. Вміст СЗМО нижче 8 – 10 % призводить до появи водянистості, сніжистості або пластівцеподібної структури. Подібні вади можуть спостерігатися при невисокому вмісті стабілізаторів, при зберіганні морозива. При вмісті СЗМО понад 12 – 14 % розвивається така вада як піщанистість, пов'язана з утворенням кристалів лактози з розмірами 15 мкм і більше. Білки, що входять до складу СЗМО, відіграють роль емульгатора у процесі гомогенізації та піноутворювача при фризруванні.

Сахароза і глюкоза – компоненти, що надають морозиву еластичність і знижують температуру замерзання, сприятливо впливають його смак [4, 9].

Структура і консистенція морозива багато в чому визначається властивостями стабілізаторів [2], які регулюють на зростання кристалів льоду та

забезпечують однорідну структуру продукту. Крім стабілізаторів при виробництві морозива використовуються емульгатори, що сприяють утворенню деемульгованого жиру в процесах охолодження і дозрівання суміші. Внесення стабілізаторів у надмірній кількості призводить до появи тістоподібної, тягучої консистенції, а також пінистої структури.

1.5 Нові тенденції у виробництві морозива

В даний час вимоги до морозива пов'язані зі зниженням його калорійності, собівартості, а також розширенням асортименту. Багато в чому вирішення цих проблем пов'язане із заміною молочного жиру на рослинні жири та олії.

До цього часу в традиційній технології виробництва морозива в основному використовувався молочний жир, постачальником якого було вершкове масло. Проте останнім часом у рецептуру морозива крім молочного вводяться і рослинні жири, що потребує внесення до технології його виробництва низки змін. Рослинні жири мають ряд переваг: вони не містять холестерину, більш стійкі у зберіганні за рахунок присутності токоферолів і фосфоліпідів, які є природними антиоксидантами, які інгібують процес окислення. Крім того, рослинні жири багаті на поліненасичені жирні кислоти (до 60 %). Порівняно низька ціна рослинних олій призводить і до зниження собівартості морозива на їх основі.

Замінники молочного жиру поділяються на два класи; до першого відносяться рідкі рослинні олії, такі як соєва [8], кукурудзяна [7], соняшникова [7], оливкова [5, 7]. Однак рідкі рослинні жири повинні використовуватися в поєднанні з твердим молочним жиром. Слід зазначити, що рослинні олії відрізняються від вершкового масла своїми фізичними характеристиками: щільністю, в'язкістю, силами поверхневого натягу, що, у свою чергу, призводить до необхідності зміни параметрів гомогенізації та фризювання.

До другого класу рослинних жирів, що використовуються у виробництві морозива, відносяться тверді рослинні жири, до яких пред'являються специфічні вимоги: температура плавлення їх повинна бути не менше 40 °С, при зниженні

температури до 28 – 30 °С вміст твердого компоненту має бути мінімальним, а при 0 °С – не менше 50 %.

Жири повинні мати певні кристалізаційні властивості, зумовлені складом жирних кислот. Чим менші молекулярні маси жирних кислот, що входять до складу жиру, тим вища швидкість кристалізації, а отже, вища збитість, краща структура кінцевого продукту [8].

Твердими рослинними жирами, що використовуються у виробництві морозива є кокосовий, пальмовий, пальмоядровий [1, 2, 8]. Застосовуються і суміші на основі фракціонованих, рафінованих рослинних жирів, лецитину, ароматизаторів вершкового смаку, β -каротину та ін. Зниження вмісту холестерину [7] у морозиві можна досягти певним співвідношенням ненасичених жирних кислот. Ванільне морозиво з жирністю 12 %, отримане із суміші, що містить 65 % молочного жиру, 10 % соєвого та 25 % рапсової олії, має співвідношення насичених, мононенасичених та поліненасичених жирних кислот 3:2:1. Таке морозиво за своїми сенсорними, фізичними і хімічними властивостями не відрізняється від морозива, виготовленого традиційним способом із застосуванням молочного жиру, проте вміст холестерину в морозиві зменшується з 44 до 16 мг/100 г продукту, а кількість моно- і поліненасичених жирних кислот збільшується від 5,0 %.

Крім того виробляється морозиво, що є сумішшю натурального йогурту і морозива з обезжиреного молока і не має штучних добавок. Вміст холестерину та калорійність на 76 і 50 % відповідно нижче, ніж у звичайному молочному морозиві [3]. Основною тенденцією світової практики у виробництві морозива є випуск маложирного продукту, що містить 2 – 7 % молочного жиру та без нього [13]. Розробляються рецептури морозива із заміною молочних жирів такими продуктами, як паста з натуральних каліфорнійських родзинок, крохмаль, мальтодекстрин [7], замінник на основі білків молока та яєць [8]. Всі ці продукти, що вводяться до складу морозива, знижують його енергетичну цінність.

1.5.1 Заміна молочних білків

Джерелом білка в морозиві, як правило, є знежирене молоко. Для зниження собівартості готового продукту пропонується часткове використання молочних сироваткових білків та казеїнатів. Включення цих інгредієнтів, змінюючи склад суміші, призводить до збільшення її в'язкості, стабільності емульсії і уповільнює танення готового продукту. Пропонуються і дешеві замітники молочних білків – рекомбіновані білки рослинного походження, наприклад, білки сої [14]. Розглядається і можливість внесення в суміш для м'якого морозива желатину, пектину і гідролізів рослинних білків [17]. Однак, при цьому слід контролювати вміст лактози та мінеральних солей. Підвищення масової частки лактози в морозиві збільшує ймовірність появи таких вад структури, як борошністість, піщанистість, пов'язана з формуванням відносно великих кристалів лактози. У ряді випадків утворюється солонуватий смак, зумовлений підвищеним вмістом мінеральних солей. Іноді виникає необхідність зменшення вмісту лактози, що досягається шляхом ферментативного гідролізу останньої [4].

1.5.2 Заміна цукру

При виробництві морозива іноді виникає необхідність заміни сахарози, для чого використовуються підсолоджувальні речовини рослинного походження: сироп глюкози, кукурудзяна патока, що володіє високим вмістом фруктози і на 40 – 50 % більш економічна, ніж цукор [5], плодові соки [3]. Крім того, використовуються і підсолоджувальні речовини, отримані хімічним шляхом: аспартам та його провідні, сахарин та ін [6, 8].

Склад цукрів значною мірою визначає реологічні властивості та солодкість морозива. Крім того, вміст глюкози, декстрози у суміші знижує її криоскопічну температуру, яка може бути скоригована до необхідного значення [5]. Заміна сахарози іншими підсолоджувальними речовинами дозволяє зменшити калорійність без зниження біологічної цінності продукту.

1.5.3 Застосування комбінованих стабілізаторів-емульгаторів

Отримання морозива з ніжною консистенцією, приємним смаком, оптимальною структурою пов'язане з використанням ретельно підібраної системи емульгаторів, стабілізаторів, загусників у строго певному дозуванні. Емульгатори – це речовини, внесення яких у малих кількостях сприяє поліпшенню дисперсії жирових кульок у суміші морозива, при дозріванні та охолодженні суміші частково дестабілізує жирові кульки, у процесі заморожування прискорює агломерацію жиру. Емульгатори зв'язують воду, знижують рідкість морозива. Як емульгатори найчастіше застосовуються моно- і дигліцериди, лецитин і полісорбати [6, 7]. Стабілізатори найчастіше використовуються в комбінації, складеній таким чином, щоб компенсувати недоліки одних і посилити переваги інших та отримати найкращий синергетичний ефект. Під синергетичним ефектом розуміється те, що комбінація стабілізаторів дозволяє досягти більшого ефекту, ніж застосування кожного стабілізатора окремо. Використовуються і комбіновані стабілізатори-емульгатори, що викликають поліпшення в'язкості суміші, впровадження та розподіл повітря, в результаті чого підвищується збитість продукту, регулюється агломерація жиру, надається відчуття жирності, створюється більш рівномірна текстура і консистенція, а також уповільнюється зростання кристалів під час зберігання та транспортування морозива, процес старіння.

Висновки за розділом

Аналіз літературних джерел показав, що морозиво є багатокомпонентним харчовим продуктом з високою харчовою та біологічною цінністю, а його асортимент класифікується за видом сировини, вмістом жиру, способом виробництва та ступенем заморожування.

Встановлено, що якість морозива формується на всіх етапах технологічного процесу, ключовими з яких є пастеризація, гомогенізація, дозрівання суміші та фризеравання, параметри яких істотно впливають на структуру, збитість і

стабільність готового продукту.

Основними структуроутворювальними компонентами морозива є молочний жир, білки, вуглеводи, вода, стабілізатори та емульгатори, взаємодія яких визначає реологічні, органолептичні та фізико-хімічні властивості продукту.

Доведено, що молочний жир позитивно впливає на смак і консистенцію морозива, однак характеризується високим вмістом насичених жирних кислот і холестерину, що обумовлює доцільність часткової заміни його рослинними жирами та оліями.

Показано, що стабілізатори й емульгатори відіграють вирішальну роль у формуванні дрібнокристалічної структури, високої збитості та стійкості морозива до танення, а їх надлишок або дефіцит призводить до структурних вад продукту.

Узагальнення наукових даних свідчить, що використання рослинних жирів у виробництві морозива дозволяє знизити вміст холестерину, підвищити частку ненасичених жирних кислот і зменшити собівартість продукції, за умови коригування технологічних режимів.

Виявлено сучасні тенденції розвитку галузі, спрямовані на створення маложирного, функціонального та комбінованого морозива із заміною молочного жиру, білків і цукру альтернативними інгредієнтами.

Отже, результати літературного огляду підтверджують актуальність розробки та наукового обґрунтування технології виробництва морозива на основі композиції молочного жиру та рослинних олій з метою отримання продукту з покращеними споживчими та харчовими властивостями.

метою роботи стала розробка технології виробництва морозива на основі композиції молочного жиру та жиру рослинних олій, також дослідження властивостей отриманого продукту.

Для реалізації поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- здійснити вибір рослинної олії і встановити найкраще співвідношення молочного жиру і рослинної олії;
- підібрати склад стабілізатора-емульгатора, що забезпечує високу якість морозива із суміші, що включає рідку олію;

- дослідити фізико-хімічний механізм стабілізації та дестабілізації жирових кульок у сумішах з молочним жиром та олією;
- вивчити вплив основних технологічних факторів на властивості морозива, отриманого із сумішей, що містять молочний жир і олію, скоригувати рецептуру продукту та встановити найкращі технологічні режими його виробництва;
- на підставі результатів проведених досліджень запропонувати технологічну схему виробництва морозива із сумішей, що містять молочний жир і рослинну олію;
- виконати розрахунок вартості проведених експериментальних досліджень.

Об'єкт дослідження – технологічний процес виробництва морозива з використанням композиції молочного жиру та жиру рослинних олій.

Предмет дослідження – склад, технологічні параметри та фізико-хімічні, структурно-механічні й органолептичні властивості морозива, виготовленого на основі композиції молочного жиру та жиру рослинних олій.

2 МЕТОДИКА ПОСТАНОВКИ ЕКСПЕРИМЕНТУ. ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Постановка експерименту

Проведення процесу вироблення морозива складалося зі змішування сухих компонентів (сухого незбираного молока, сухого знежиреного молока, цукру, глюкози, стабілізатора, змішаного з цукром у співвідношенні 1:1), відновлених незбираним молоком при температурі $t = 45\text{ }^{\circ}\text{C}$, емульгування рослинної олії з молоком, підігрів суміші до температури $t = 60 - 65\text{ }^{\circ}\text{C}$, та введення жирової фракції, пастеризації при температурі $t = 85\text{ }^{\circ}\text{C}$ протягом 1 – 5 хв, дозріванні не менше 1 год, фризруванні до температури $t = -3 - -4\text{ }^{\circ}\text{C}$, фасування, загартовування, зберігання.

При введенні рідких рослинних олій необхідно проведення емульгування рослинної олії в 25 % (від загальної витрати) молока.

В ході експерименту поводитися оцінка якісних показників вершкового морозива, а також вершкового морозива з частковою заміною молочного жиру на рослинні олії.

Технологічна схема промислового виробництва морозива з рідкими оліями представлена на рисунку 2.1.

2.2 Методи дослідження

Крім стандартних методів досліджень при проведенні даної роботи виникла необхідність розробки модифікованих методів визначення параметрів, а також використання маловідомих методик.

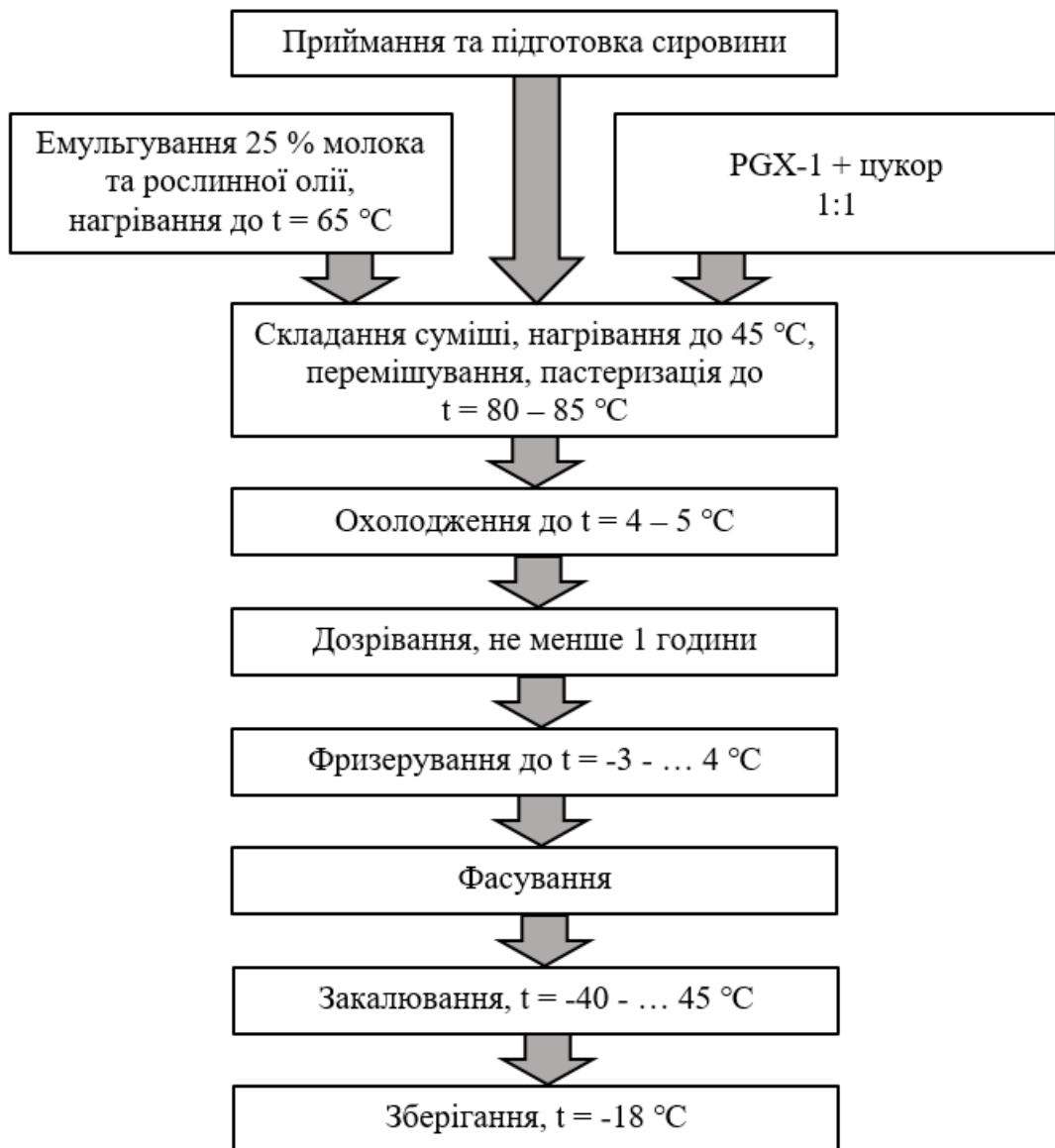


Рисунок 2.1 – Технологічна схема виробництва морозива

До стандартних методик відносяться:

- визначення титрованої кислотності;
- визначення збитості морозива;
- визначення опірності танення морозива;
- визначення вологоутримуючої здатності стабілізаторів;
- визначення в'язкості суміші морозива;
- визначення розмірів жирових кульок;
- визначення розмірів кристалів льоду;
- визначення розмірів повітряних кульок.

Висновки за розділом

У роботі розроблено та обґрунтовано методику постановки експерименту з виробництва морозива на основі композиції молочного жиру та рослинних олій, що охоплює всі основні технологічні етапи – від підготовки сировини до загартовування і зберігання готового продукту.

Встановлено доцільність попереднього емульгування рідких рослинних олій у частині молочної фази, що забезпечує стабільність жирової емульсії та рівномірний розподіл жиру в суміші.

Об'єктами дослідження обрано вершкове морозиво традиційної рецептури та морозиво з частковою заміною молочного жиру на рослинні олії, що дозволяє коректно оцінити вплив жирової композиції на якість продукту.

Для оцінки якості та стабільності морозива застосовано комплекс стандартних фізико-хімічних, структурно-механічних і технологічних методів дослідження, які забезпечують достовірність та відтворюваність експериментальних результатів.

Запропонована методика досліджень дозволяє встановити закономірності формування структури морозива, оцінити вплив рослинних олій на дисперсність жирової фази, збитість, опір таненню готового продукту.

3 ОБГОВОРЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Вплив рідких рослинних олій на якість морозива

У ході експериментів проводилися вироблення молочного та вершкового морозива з масовою часткою жиру 3,5 та 12 % відповідно. Вибірки проводилися за загальноприйнятою схемою: відновлення сухих компонентів цільним молоком з температурою 45 °С, підігрів суміші до температури 60 – 65 °С і внесення молочного жиру, з'єднання з сумішшю, нагрів, пастеризація при температурі 85 °С протягом 1 хв, фільтрування, охолодження до температури 8 – 10 °С, дозрівання від 0 до -4 °С.

Було підібрано комбінацію молочного та рослинного жиру, що в сумі становить 12 % від маси суміші.

Жирова фракція морозива складається з молочного жиру і олії. На частку рослинного жиру досліджуваної суміші припадало 33,5 і 50 % від маси жирів. У контрольному виробленні весь жир був молочним.

Слід зазначити, що для збереження високої якості морозива, якому присутні рідкі замітники молочного жиру, вміст твердих жирів повинен становити не менше 50 % при температурі 0 °С.

У ході експерименту було проведено порівняльну оцінку щодо ряду якісних показників морозива, виробленого з використанням рідкої рафінованої та дезодорованої соняшникової олії та морозива контрольної партії, виробленої з використанням тільки молочного жиру. Рецептури дослідженого морозива представлені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Рецептури сумішей морозива

Склад зразків	Рецептури		
	Контроль	№1	№2
		Співвідношення вершкового масла та олії 50:50	Співвідношення вершкового масла та олії 66,5:33,5
Молоко незбиране жирністю 3,2 %, г	493	671	670
Вершки жирністю 35 %, г	297	-	-
Молоко сухе знежирене, г	55	60	55
Масло вершкове жирністю 72,5 %, г	-	57	80
Олія соняшникова, г	-	57	40
Цукор, г	150	150	150
Стабілізатор-емульгатор, г	5	5	5
Збитість, %.	40	55	65

Як видно з аналізу таблиці 3.1, збитість морозива, отриманого в процесі фризювання, виявилася вищою в досліджуваних зразках з рослинними жирами. Це підтверджується тим фактом, що у процесі гомогенізації цих сумішей отримані жирові кульки менших розмірів, ніж при використанні суміші з молочним жиром, а при використанні емульгатора-стабілізатора дестабілізація жирових кульок молочної та рослинної природи достатня для захисту повітряних бульбашок.

Слід зазначити, що при виробництві морозива використовувані емульсії – це емульсії з жирами, стабілізованими білком, ненасиченими моногліцеридами і полісорбатами, які спочатку необхідно частково дестабілізувати при охолодженні суміші, оскільки тільки після цієї операції суміш можна аерувати в однорідну кремоподібну піну. Як було зазначено, збитість при подальшому фризюванні залежить від розмірів жирових кульок. Функція розподілу жирових кульок за розмірами для сумішей з різними частками рослинних олій і молочним жиром представлені на рисунку 3.1 та в таблиці 3.2.

Найбільша збитість при фризюванні спостерігалася в суміші з олією, так

як. жирові кульки після гомогенізації в цих зразках мали середній діаметр менше 1 мкм, у той час як за тих же умов гомогенізації в сумішах з молочним жиром середній діаметр жирових кульок більше 1,5 мкм. Розрахункові значення діаметрів жирових кульок у суміші морозива з рослинною олією при співвідношенні рослинної олії і молочного жиру 33,5:66,5 представлені в таблиці 3.3.

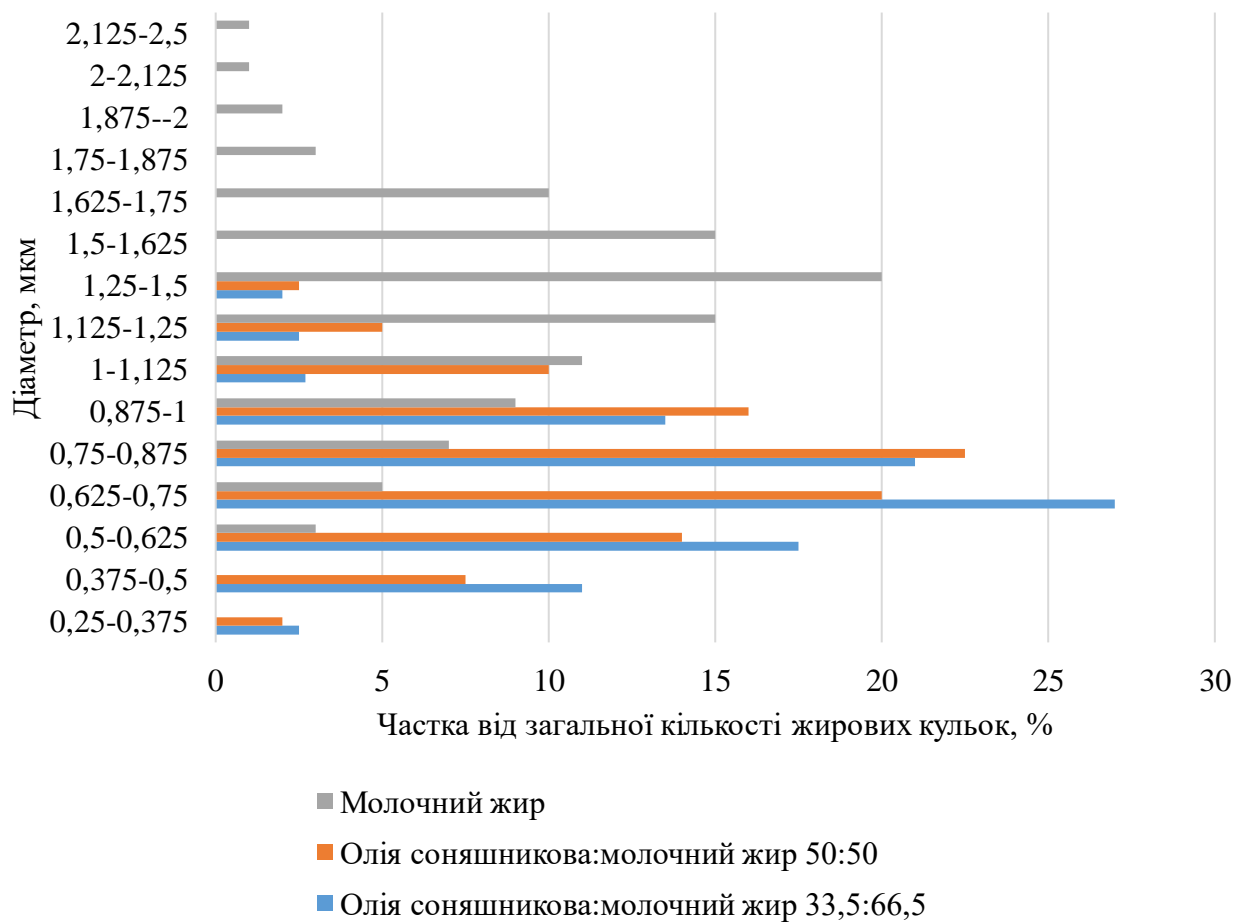


Рисунок 3.1 – Розподіл жирових кульок за розмірами в залежності від складу суміші для морозива

Таблиця 3.2 – Розподіл жирових кульок за розмірами в залежності від складу суміші для морозива

d, мкм	Частка від загальної кількості жирових кульок, %		
	Соняшникова олія до молочного жиру: 33,5:66,5	Соняшникова олія до молочного жиру: 50:50	Молочний жир
0,25 – 0,375	2,5	1,5	-
0,375 – 0,5	11,0	8,0	-
0,5 – 0,625	17,5	14,0	3,0
0,625 – 0,75	27,0	20,0	5,0
0,75 – 0,875	21,0	22,5	7,0
0,875 – 1	13,5	16,0	9,0
1 – 1,125	3,0	10,0	11,0
1,125 – 1,25	2,5	5,0	15,0
1,25 – 1,5	2,0	3,0	20,0
1,5 – 1,625	-	-	15,0
1,625 – 1,75	-	-	10,0
1,75 – 1,875	-	-	3,0
1,875 – 2,0	-	-	2,0
2,0 – 2,125	-	-	1,0
2,125 – 2,5	-	-	1,0

Таблиця 3.3 – Розрахункові значення діаметрів жирових кульок для суміші морозива із співвідношенням соняшникової олії до молочного жиру 33,5:66,5

Δp , МПа	σ , Н/м	d, мкм
10	0,01	1,3
12	0,01	1,0

Розрахункові значення діаметрів добре корелюють з експериментальними значеннями. Похибка менше 5 %.

Велику роль у поліпшенні якості морозива відіграють властивості стабілізатора-емульгатора, що змінюється.

3.2 Вплив типу стабілізатора-емульгатора на якість морозива

У ході експериментів проводилися дослідження, пов'язані з вибором стабілізатора-емульгатора, найбільш придатного для морозива, в якому частина молочного жиру замінена рослинною олією. Для цього були використані стабілізатори-емульгатори Prodamul IC-30 (Ingrema AG/Prodservis), Ingresan G-19/B, а також Stab 2000 (Louis Francois).

Було вироблено 6 зразків морозива з двома різними вмістами рідкої рослинної олії (таблиця 3.1) і трьома вище перерахованими стабілізаторами-емульгаторами. Контролем служив зразок вершкового морозива. Дегустаційна оцінка морозива виявила досить високі органолептичні показники всіх зразків. За смаковими показниками морозиво з рослинними жирами не поступається, а за деякими показниками навіть перевищує традиційне. Однак при використанні стабілізаторів-емульгаторів Prodamul IC-30 (Ingrema AG/Prodservis) та Ingresan G-19/B при виробництві морозива із заміною 50 % молочного жиру рослинними оліями спостерігається надмірно м'яка суміш готового продукту. У морозиві після загартовування визначалася збитість і час танення за появою однієї краплі і 100 мл плава.

Результати оцінки якості зразків представлені в таблицях 3.4 та 3.5.

Таким чином, найкращі показники отримані у морозива з олією при використанні стабілізатора-емульгатора Stab 2000 (Louis Francois).

Відповідно до декларації фірми виробника стабілізатор-емульгатор є сумішшю харчових добавок наступного складу: моно- і дигліцеридів вищих жирних кислот E 407, гуарової камеді E 412, полісорбату 80 E 433, карагінану E 407, алюмосилікату E 559.

Таблиця 3.4 – Якість зразків

Зразок	Стабілізатор, доза внесення	Збитість, %	Час танення, хв	Консистенція морозива
Контроль	Желатин	33	25/32	Пластична, однорідна, щільна
№1	Prodamul IC-30 (Ingrema AG/Prodservis); 0,5%	38	28/32	Однорідна, пластична
№1	Prodamul IC-30 (Ingrema AG/Prodservis); 0,7%	40	30/33	Однорідна кремоподібна
№1	Stab 2000 (Louis Francois); 0,2%	55	35/42	Однорідна, ніжна
№2	Ingresan G-19/B; 0,4%	40	29/32	Пластична кремоподібна
№2	Ingresan G-19/B; 0,6%	42	30/33	Пластична, однорідна
№2	Stab 2000 (Louis Francois); 0,3%	64	39/48	Однорідна, ніжна, кремоподібна, м'яка

Таблиця 3.5 – Вплив температури фризераування на час танення морозива

Температура, °C	Час танення, хв			Втрата маси			
	0	25	50	100	150	200	250
-4,5	0	25	40	60	86	98	100
-5,2	0	18	30	47	78	90	92
-5,8	0	10	15	37	58	70	80
-6,2	0	5	10	30	47	60	62

На нашу думку в емульгаторі-стабілізаторі Stab 2000 міститься достатня кількість ненасичених моногліцеридів, які добре проявили себе в морозиві, значно знижуючи коефіцієнт поверхневого натягу на межі розділу жир-суміш, їх дестабілізуючу дію зв'язку з утворенням змішаних плівок на поверхні. Білки та моногліцериди адсорбуються сегментами на поверхні жирової кульки. Такі

змішані плівки легше видаляються з поверхні жирової кульки, ніж плівки з чистого білка. Крім того, Stab 2000 містить і полісорбати, що сприяють дестабілізації поверхні жирової кульки навіть при високих температурах, у комбінації з моногліцеридами сприяє підвищенню сухості при екструзії у фризери, а також більш високої стійкості до танення і кращим характеристикам консистенції готового продукту.

Слід зазначити, що уповільнення швидкості танення для емульсій з рослинними жирами можна досягти і зниженням температури фризеравання.

Як видно (рисунок 3.2), навіть незначне зниження температури фризеравання призводить до уповільнення танення. Це можна пояснити тим, що нижчі температури фризеравання призводять до більшої в'язкості продукту у фризери, більшій кількості дрібних кристалів льоду, а, отже, підвищення механічного тертя і кращої збитості готового продукту. Велике значення має і протяжність жирових кульок на бульбашках повітря, що визначає, наскільки мікроструктура морозива може протистояти руйнуванню. Таким чином, утворення і збереження значної кількості стабільних дрібних бульбашок повітря, як було показано раніше, пов'язане з наявністю досить дрібних жирових кульок.

3.3 Вплив часу дозрівання на якість морозива

Вибравши стабілізатор-емульгатор слід визначити необхідний час дозрівання та вплив його тривалості на властивості готового морозива. Дозрівання суміші проводилося після гомогенізації за температури 2 – 6 °С. Тривалість дозрівання становила 0,5; 1; 1,5; 2; 3; 4 години. Також було перевірено вплив перемішування на час дозрівання. Було виявлено, що перемішування практично не впливає на час дозрівання та властивості готового продукту. Таким чином, при виробництві морозива з олією перемішування не потрібно. Результати досліджень з впливу часу дозрівання на властивості морозива для вершкового морозива (контроль) і морозива з вмістом рослинної олії та молочного жиру із співвідношенням 33,5:66,5 % представлені на рисунках 5.3, 5.4, 5.5. Аналіз

представлених експериментальних даних вказує на те, що дозрівання суміші незалежно від виду жирів покращує якісні показники морозива.

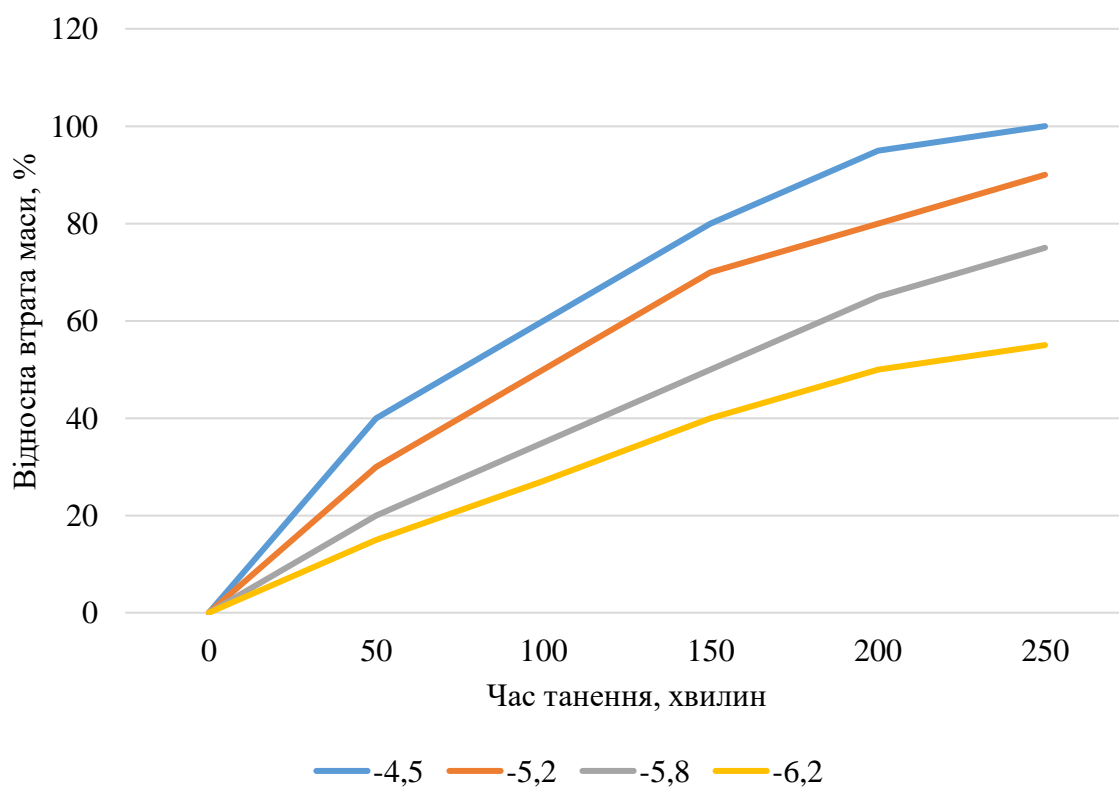


Рисунок 3.2 – Вплив температури фризера на швидкість танення морозива

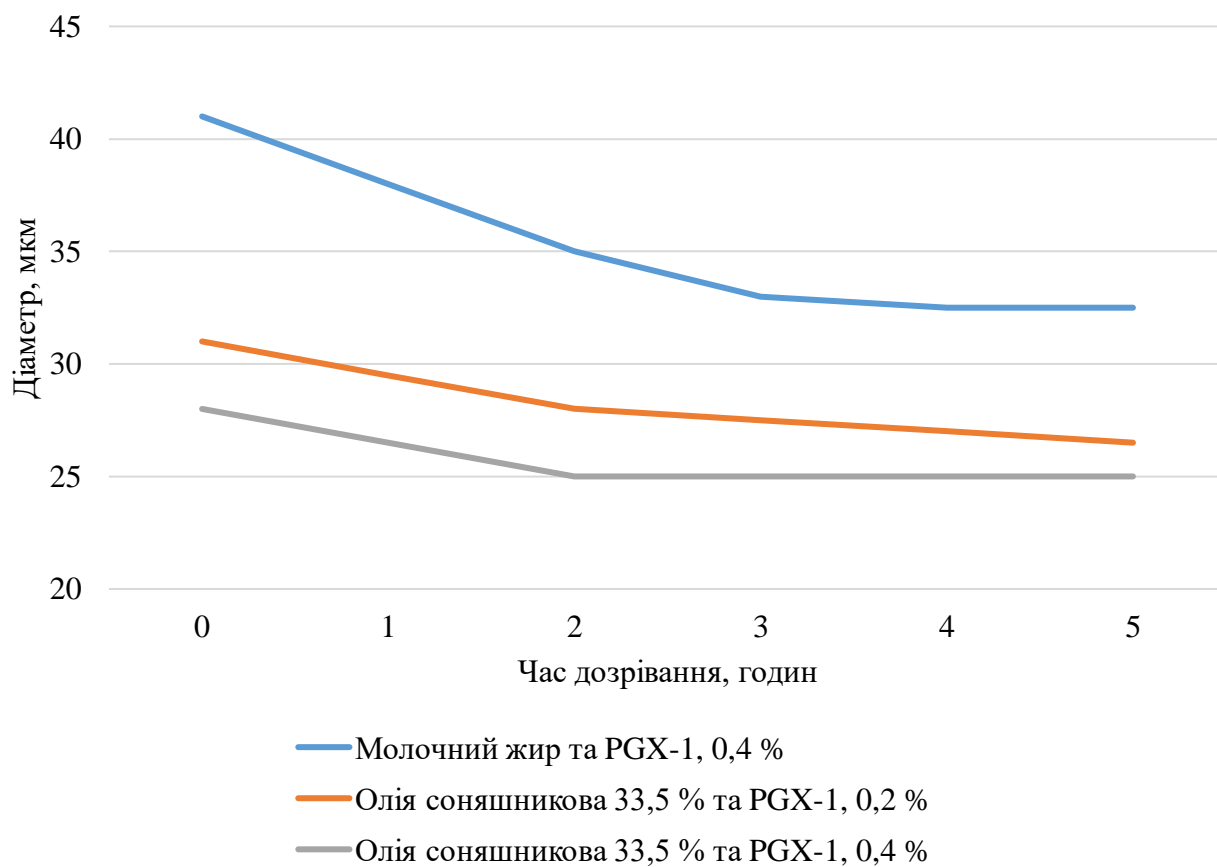


Рисунок 3.3 – Залежність розмірів кристалів льоду від часу дозрівання при різному вмісті емульгатора-стабілізатора

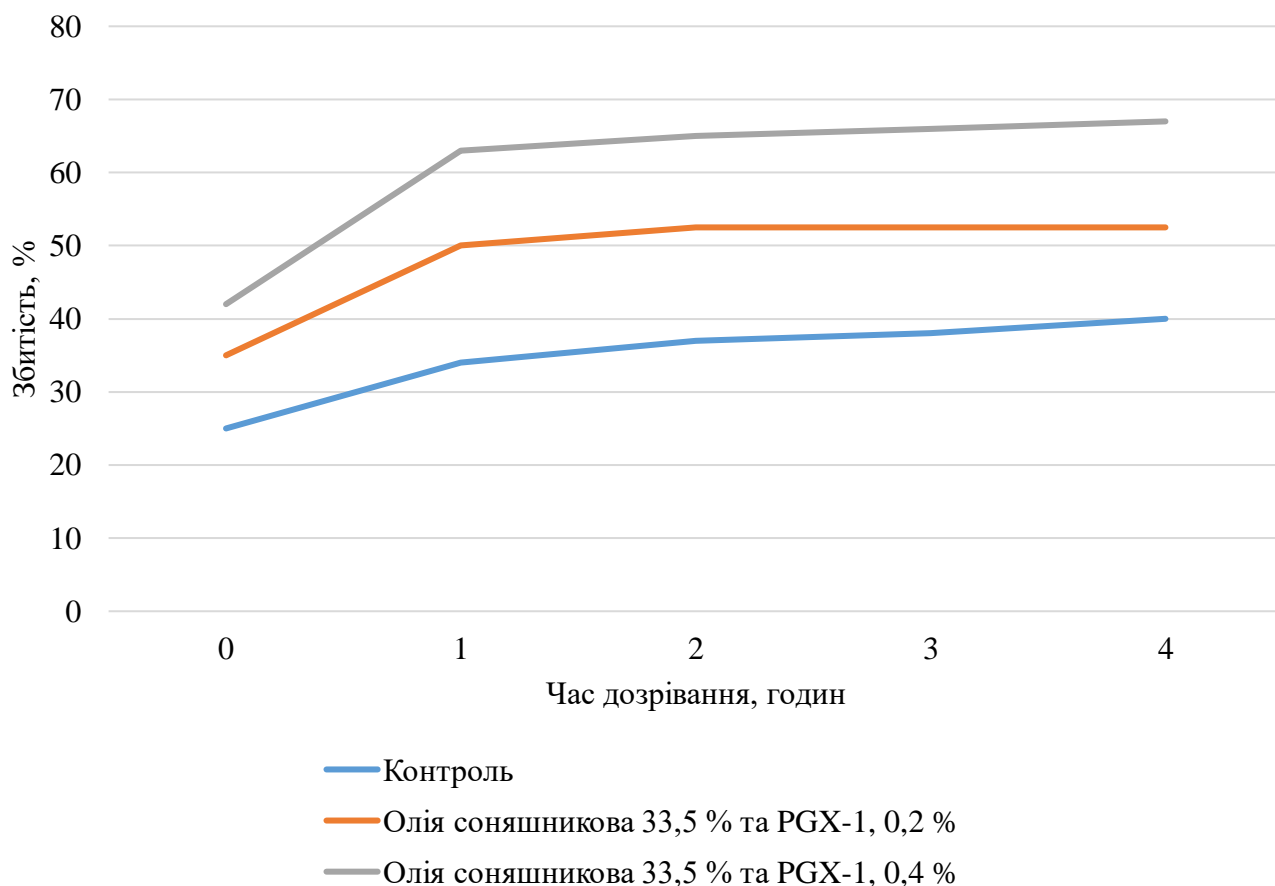


Рисунок 3.4 – Залежність збитості від часу дозрівання при різному вмісті емульгатора-стабілізатора

Однак, надзвичайно велику роль відіграють властивості використовуваного емульгатора-стабілізатора. Зокрема, при використанні Stab 2000, необхідний час дозрівання невеликий. Розміри кристалів (рисунок 3.3, таблиця 3.6) зменшуються незначно при збільшенні часу дозрівання понад одну-дві години для сумішей, що містять рослинні олії. Досить малий час дозрівання, очевидно, пов'язаний із складом і властивостями моногліцеридів, що входять до складу Stab 2000. Співвідношення насичених і ненасичених моногліцеридів забезпечує, з одного боку, досить швидку дестабілізацію жирових кульок за рахунок ненасичених моногліцеридів, а з іншого боку, досить швидку кристалізацію в кульках молочних жирів і збільшення в'язкості в кульках рослинних олій. Це дозволяє створити досить міцну захисну оболонку навколо бульбашок повітря. Тоді подальше збільшення часу дозрівання не призведе до значного поліпшення якості

морозива. Збільшення часу дозрівання може бути потрібне при використанні емульгаторів-стабілізаторів з малою часткою ненасичених моногліцеридів і полісорбатів.

Таблиця 3.6 – Залежність розмірів кристалів льоду від часу дозрівання за різного вмісту Stab 2000

Вид суміші	Час дозрівання t, год	Діаметр кристалів льоду d_d , мкм
Суміш із молочним жиром (контроль). Вміст Stab 20000,4%	0,5	21,2
	1,0	18,0
	2,0	15,6
	3,0	12,5
	4,0	12,3
	5,0	12,0
Суміш з часткою олії 33,5 %. Вміст Stab 2000 0,2%	0,5	12,4
	1,0	8,1
	2,0	7,6
	3,0	7,8
	4,0	7,5
	5,0	7,5
Суміш із часткою олії 33,5 %. Вміст Stab 2000 0,4 %	0,5	8,2
	1,0	6,2
	2,0	5,0
	3,0	5,2
	4,0	5,0
	5,0	5,0

Збільшення насиченості суміші повітрям (рисунок 3.4) призводить до утворення стійкої піни, збільшення опірності танення та пояснюється зменшенням теплопровідності при збільшенні аерованості суміші. Збільшення в'язкості системи, викликане збільшенням часу дозрівання, як було сказано раніше, призводить до зменшення розміру кристалів льоду в морозиві (рисунок 3.3). Однак, частка сорбованих білків на поверхні жирових кульок значною мірою залежить від часу дозрівання та виду стабілізатора-емульгатора (рисунок 3.5,

таблиця 3.8). Наявність ненасичених моногліцеридів змінює теплофізичні та гідродинамічні властивості суміші, що призводять і до зменшення часу наступного фризювання.

Таблиця 3.7 – Залежність збитості морозива від часу дозрівання за різного вмісту стабілізатора-емульгатора

Склад суміші	Вміст Stab 2000, %	Час дозрівання, год	Збитість, %
Вершкове морозиво	0,4	0	25
		0,5	29
		1,0	35
		2,0	35
		2,5	40
		3,0	38
		4,0	40
Морозиво з відносним вмістом рослинного жиру до молочного жиру 33,5:66,5	0,2	0	35
		0,5	45
		1,0	50
		2,0	53
		2,5	53
		3,0	53
		4,0	53
Морозиво з відносним вмістом рослинного жиру до молочного жиру 33,5:66,5	0,4	0	42
		0,5	45
		1,0	62
		2,0	64
		2,5	64
		3,0	64
		4,0	64

Таблиця 3.8 – Залежність частки сорбованих білків від часу дозрівання при $t = 5\text{ }^{\circ}\text{C}$

Суміш без стабілізатора-емульгатора		Суміш із вмістом стабілізатора-емульгатора 0,2 %	
Час дозрівання, год	%	Час дозрівання, год	%
0	100	0	92,7
1	91,8	1	74,45
2	89,1	2	70,0
3	86,4	3	63,6
4	80	4	61,8
5	73,6	5	60,9

3.4 Вплив кількості глюкози на якісні показники морозива

Часткова заміна сахарози на глюкозу знижує криоскопічну температуру суміші. Для суміші, що містить рослинну олію, необхідно досліджувати вплив глюкози на якісні показники готового продукту. Дослідження проводили з рецептурою суміші, представленої в таблиці 3.1. Однак, цукор вноситься в суміш наступним чином: в контрольну суміш вноситься 150 г цукру; в досліджувані суміші вносяться послідовно 120 г цукру та 30 г глюкози; 112,5 г цукру та 37,5 г глюкози; 105 г цукру та 45 г глюкози; 90 г цукру та 60 г глюкози та 75 г цукру та 75 г глюкози. У тому випадку, коли фризрування всіх видів досліджуваних сумішей проводиться до однієї і тієї ж кінцевої температури, час фризрування зменшується зі збільшенням частки внесеної глюкози, що, своєю чергою, пов'язано зі зменшенням криоскопічної температури і вимороженої частки вологи. Вплив вмісту глюкози на збитість продукту представлено рисунку 3.6.

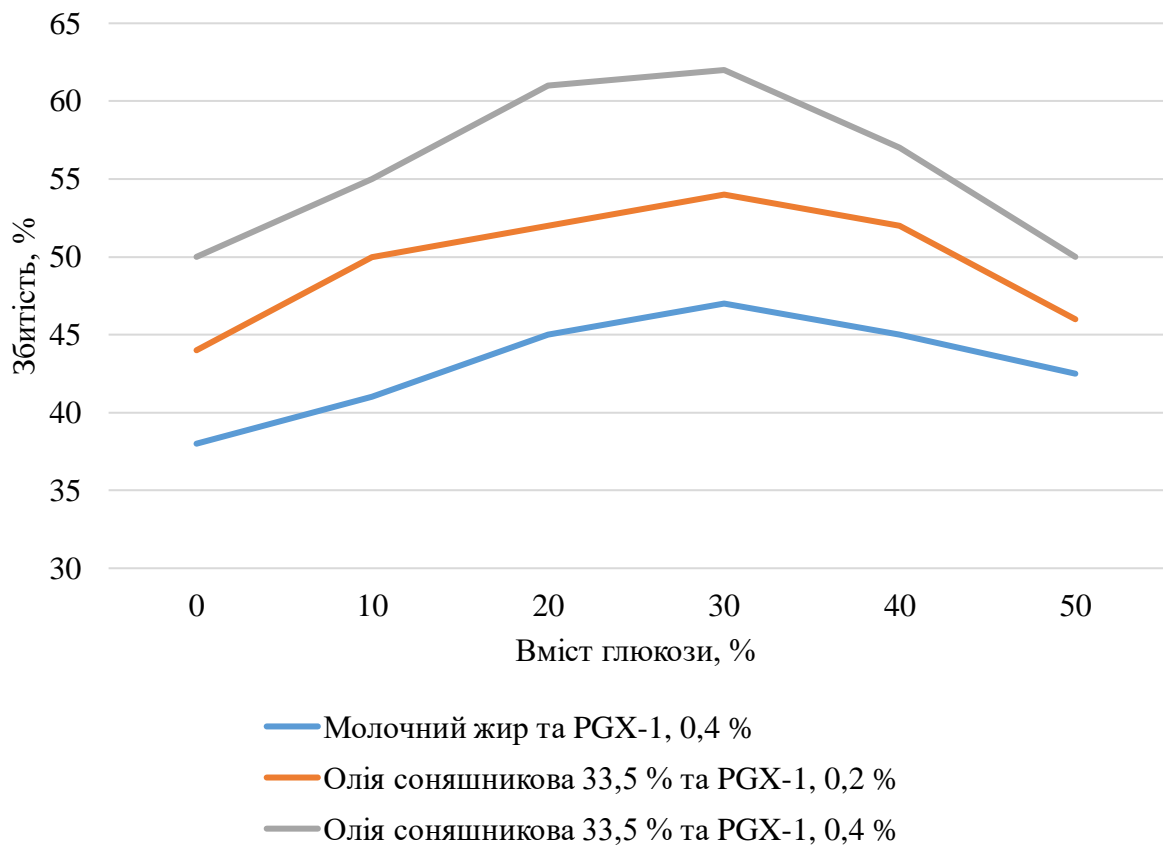


Рисунок 3.6 – Залежність збитості від вмісту глюкози

З аналізу графіка видно, що функція має екстремум. Максимальна збитість всіх видів сумішей, що розглядаються, спостерігається при внесенні 45 г глюкози, тобто 30 % від загальної кількості цукрів. Однак збитість сумішей з олією вище, ніж контрольних. Найкращий результат був досягнутий при внесенні стабілізатора-емульгатора Stab 2000 у кількості 0,4 %. На думку це пов'язано зі зниженням кріоскопічної температури суміші. Кристалізація вологи починається при більш низькій температурі, коли значна кількість молочних жирів переходить у твердий стан, це призводить до підвищеної дестабілізації жирових кульок, яка може бути скомпенсована порівняно малою дестабілізацією кульок рослинної олії. Більш імовірним є і утворення кристалів лактози. Така система забезпечує високу збитість суміші. При подальшому збільшенні частки глюкози збільшується в'язкість суміші при фризюванні, а консистенція продукту стає тягучою. Збільшення в'язкості суміші призводить до зменшення швидкості дифузії вологи до зародка льоду, а отже, до утворення дрібніших кристалів льоду,

ніж у контрольній суміші (рисунок 3.3). Як видно з аналізу представлених залежностей найменші кристали льоду отримані в сумішах з олією при вмісті стабілізатора-емульгатора Stab 2000, рівним 0,4 %. Крім того, збільшення в'язкості суміші до певних меж сприяє утворенню дрібних бульбашок повітря, які добре утримуються сумішшю. Збільшення частки глюкози понад 30 % призводить до настільки значного збільшення в'язкості суміші, що час фризеравання, необхідне досягнення заданої збитості суміші, збільшується.

Таким чином, при виробництві морозива з олією можна рекомендувати використання глюкози в кількості 20 – 30 % від загальної кількості цукрів.

3.5 Вплив температури фризеравання на швидкість танення морозива

Одним із шляхів зниження швидкості танення суміші морозива є зниження температури фризеравання.

При нижчих температурах фризеравання перш за все збільшується частка дестабілізованого жиру за рахунок зменшення енергії притягання сольватної оболонки до поверхні жирової кульки. Більша кількість дестабілізованого жиру, у свою чергу, міцніше з'єднує жирові кульки в міцну сітку навколо повітряної бульбашки.

Сильний вплив незначного зменшення температури на ступінь дестабілізації може бути пояснено тим, частка кристалізованого жиру значно збільшується при малому зменшенні температури. У свою чергу, величина потенційної енергії тяжіння сольватної оболонки жировою кулькою залежить, в основному, від структури жирової кульки, яка різко змінюється при досить малому зменшенні температури.

Результати, подані у таблиці 3.5 та на рисунку 3.2 та ілюструють різке зменшення швидкості танення зі зменшенням температури фризеравання, пояснюються кращим захистом повітряних кульок, а їх наявність призводить до різкого зменшення теплопровідності системи, а значить, і до уповільнення швидкості прогрівання та танення.

Крім того, при зниженні температури фризера значно збільшується в'язкість суміші за рахунок зниження температури рідкої частини плазми і збільшення кількості кристалів, що утворилися.

Збільшена в'язкість суміші призводить до збільшення напруження зсуву у фризери, що сприяє утворенню великої кількості дрібних повітряних бульбашок, а, отже, до додаткового падіння теплопровідності системи та додаткової механічної дестабілізації жирових кульок за рахунок механічних сил. Особливо важлива частка кульок з олії, так як рослинні олії не змінюють свого агрегатного стану (збільшується лише їх в'язкість), а, отже, не зменшуються і сили тяжіння сольватної оболонки до поверхні жирової кульки.

Посилений захист бульбашок повітря сіткою жирових кульок особливо важливий при нагріванні морозива, коли захисна дія кристалів льоду зменшується, а після завершення танення припиняється.

Спостерігався також позитивний вплив наявності кульок рослинної олії, що сприяє утворенню міцної жирової сітки навколо повітряних бульбашок. Міцність сітки збільшується зі зменшенням температури фризера, а також залежить від складу поверхні жирових кульок і характеристик сольватного шару, адсорбованого на поверхні розділу та навколишньої кульки.

Висновки за розділом

Встановлено, що часткова заміна молочного жиру рідкою соняшниковою олією у складі морозива (33,5 – 50 % від загальної маси жиру при загальному вмісті жиру 12 %) є технологічно доцільною та не погіршує якості готового продукту за умови забезпечення вмісту твердих жирів не менше 50 % при 0 °С.

Доведено, що використання рослинних олій сприяє формуванню дрібнодисперсної жирової фази: середній діаметр жирових кульок у дослідних зразках становив <1,0 мкм, тоді як у контрольному зразку з молочним жиром – понад 1,5 мкм, що забезпечує вищу збитість морозива.

Збитість морозива з рослинними жирами перевищувала контроль і

становила 55 – 65 % проти 40 % у зразку з виключно молочним жиром, що зумовлено кращою дестабілізацією жирових кульок і ефективнішим захистом повітряних бульбашок.

Визначено, що тип стабілізатора-емульгатора істотно впливає на консистенцію, збитість і опір таненню морозива. Найкращі результати отримано при використанні стабілізатора-емульгатора Stab 2000 (Louis Francois).

Морозиво з рослинною олією та стабілізатором Stab 2000 (0,2 – 0,4 %) характеризувалося найвищими показниками збитості (до 64 %), тривалішим часом танення (до 48 хв) та однорідною ніжною кремоподібною консистенцією порівняно з іншими стабілізаторами.

Встановлено, що оптимальний час дозрівання сумішей з рослинною олією при використанні Stab 2000 становить 1 – 2 години, оскільки подальше збільшення тривалості дозрівання не приводить до суттєвого зменшення розмірів кристалів льоду чи підвищення збитості.

Мінімальні розміри кристалів льоду (5,0 – 7,5 мкм) та максимальна збитість досягалися у сумішах з вмістом рослинної олії 33,5 % і стабілізатора Stab 2000 у кількості 0,4 %, що свідчить про формування стабільної мікроструктури морозива.

Доведено, що часткова заміна сахарози глюкозою позитивно впливає на якість морозива з рослинною олією; оптимальним є вміст глюкози 20 – 30 % від загальної кількості цукрів, за якого спостерігається максимальна збитість і дрібнокристалічна структура льоду.

Встановлено, що зниження температури фризювання з -4,5 до -6,2 °C суттєво уповільнює швидкість танення морозива, що зумовлено підвищенням в'язкості суміші, зростанням кількості дрібних кристалів льоду та формуванням міцної жирової сітки навколо повітряних бульбашок.

Показано, що наявність рідких рослинних олій у поєднанні з оптимальними режимами фризювання та стабілізації сприяє підвищенню стійкості морозива до танення, особливо на завершальних стадіях плавлення, коли захисна дія кристалів льоду зменшується.

Отримані результати підтверджують можливість цілеспрямованого регулювання структури, збитості та термостійкості морозива шляхом оптимізації складу жирової фази, типу стабілізатора-емульгатора, тривалості дозрівання та температури фризрування.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Розробка карти безпеки праці під час виробництва морозива з додаванням рослинних олій

Розробка карти безпеки праці під час виробництва морозива з додаванням рослинних олій є актуальною та необхідною з огляду на розширення асортименту молоковісних продуктів і впровадження нових технологічних рішень у харчовій промисловості. Використання рослинних олій змінює фізико-хімічні властивості сумішей, режими теплової обробки, гомогенізації та фризювання, що, у свою чергу, впливає на умови праці персоналу та рівень виробничих ризиків.

У процесі виробництва морозива працівники контактують із підвищеними температурами (пастеризація), низькими температурами (фризювання, загартовування), рухомими частинами обладнання, мийними та дезінфекційними засобами, а також електрообладнанням. Додатково введення рослинних олій потребує використання емульгаторів і стабілізаторів, що може створювати хімічні та санітарно-гігієнічні небезпеки.

У зв'язку з цим розробка карти безпеки праці є необхідною для:

- ідентифікації небезпечних і шкідливих виробничих факторів;
- запобігання виробничому травматизму та професійним захворюванням;
- забезпечення відповідності вимогам охорони праці та харчової безпеки;
- підвищення рівня безпеки та культури виробництва;
- створення безпечних умов праці при впровадженні нових рецептур і технологій.

Основні положення карти приведено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Карта безпеки праці під час виробництва морозива з додаванням рослинних олій

Етап технологічного процесу	Потенційно небезпечні та шкідливі фактори	Можливі наслідки	Заходи безпеки	Засоби індивідуального захисту
Підготовка сировини	Контакт із мийними та дезінфекційними засобами, слизька підлога	Хімічні опіки, падіння	Дотримання інструкцій, вентиляція, своєчасне прибирання	Рукавички, спецвзуття
Підігрів та пастеризація суміші	Висока температура, гарячі поверхні обладнання	Термічні опіки	Теплоізоляція труб, попереджувальні знаки	Термостійкі рукавиці, спецодяг
Гомогенізація	Підвищений тиск, рухомі частини	Травмування	Заборона роботи з відкритими кожухами, техогляд	Халат, головний убір
Дозрівання суміші	Підвищена вологість, низька температура	Переохолодження	Контроль мікроклімату, регламент часу перебування	Теплий спецодяг
Фризерування	Низька температура, рухомі механізми	Обмороження, механічні травми	Захисні кожухи, автоматика зупинки	Рукавиці, спецодяг
Загартовування та зберігання	Дуже низькі температури	Обмороження	Обмеження часу роботи, інструктаж	Утеплений спецодяг
Миття та санітарна обробка обладнання	Луги, кислоти, гаряча вода	Хімічні та термічні опіки	Чітке дозування реагентів, інструкції	Захисні окуляри, рукавиці

Отже, картки безпеки праці є невід'ємною складовою системи охорони праці на підприємствах з виробництва морозива, зокрема при застосуванні технологій із використанням рослинних олій. Їх впровадження спрямоване на захист здоров'я та життя працівників, мінімізацію впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів, що виникають на етапах пастеризації, гомогенізації, фризювання, загартовування та санітарної обробки обладнання.

Наявність чітко розроблених карток безпеки праці забезпечує систематизацію вимог безпеки, регламентує дії персоналу у стандартних та аварійних ситуаціях, а також сприяє формуванню відповідального ставлення працівників до дотримання правил охорони праці. Це особливо важливо в умовах роботи з підвищеними та зниженими температурами, рухомими механізмами, електрообладнанням, а також мийними й дезінфекційними засобами, що широко застосовуються у виробництві морозива.

Крім того, застосування карток безпеки праці сприяє підвищенню продуктивності виробничих процесів, зниженню кількості простоїв обладнання та виробничого травматизму, а також забезпечує стабільну й безперебійну роботу підприємства. У підсумку це підвищує рівень культури виробництва, якість готової продукції та відповідність діяльності підприємства чинним вимогам охорони праці, санітарних норм і стандартів харчової безпеки.

4.2 Шляхи утилізації відходів під час виробництва морозива з додаванням рослинних олій

У процесі виробництва морозива з використанням рослинних олій утворюється низка відходів різного походження: харчові, технологічні, пакувальні та допоміжні. Раціональна організація їх утилізації є важливою складовою екологічної та економічної ефективності підприємства.

Визначені шляхи утилізації відходів виробництва морозива з додаванням рослинних олій представлено в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Шляхи утилізації відходів виробництва морозива з додаванням рослинних олій

Вид відходів	Джерело утворення	Характеристика відходів	Рекомендований спосіб утилізації	Обґрунтування доцільності
Залишки молочної сировини та сумішей	Підготовка суміші, фризрування, фасування	Органічні, швидкопсувні	Передача на корм тваринам або утилізація через біоочищення	Зниження біологічного забруднення та санітарних ризиків
Залишки рослинних олій та жирових емульсій	Емульгування, гомогенізація	Жировмісні відходи	Збір та передача на спеціалізовану утилізацію	Запобігання засміченню каналізації та ґрунтів
Промивні води після миття обладнання	Санітарна обробка апаратів	Водні розчини з органічними домішками	Очищення у локальних очисних спорудах	Зменшення екологічного навантаження на стічні води
Пакувальні матеріали (пластик, картон)	Фасування готового продукту	Вторинна сировина	Сортування та передача на переробку	Економія ресурсів і зменшення кількості твердих відходів
Відпрацьовані мийні та дезінфекційні засоби	Миття та дезінфекція	Хімічні відходи	Утилізація відповідно до вимог виробника	Дотримання вимог екологічної та хімічної безпеки

Доцільність утилізації відходів обумовлена, насамперед, необхідністю зниження негативного впливу на навколишнє середовище. Залишки молочної сировини, емульсій із рослинними оліями, мийні розчини та пакувальні матеріали при неконтрольованому видаленні можуть спричиняти забруднення водних ресурсів і ґрунтів.

Важливим аспектом є також економічна доцільність, оскільки частина відходів (зокрема пакувальні матеріали, вторинна тара, органічні залишки) може бути повторно використана, перероблена або передана спеціалізованим підприємствам. Це дозволяє зменшити витрати на утилізацію та знизити собівартість готової продукції.

Крім того, впровадження системи утилізації відходів сприяє дотриманню санітарно-гігієнічних вимог і норм харчової безпеки, що є особливо важливим для підприємств харчової промисловості. Своєчасне видалення та обробка відходів запобігає розвитку мікрофлори, погіршенню санітарного стану виробничих приміщень і зниженню якості морозива.

Таким чином, утилізація відходів під час виробництва морозива з додаванням рослинних олій є необхідною умовою екологічної безпеки, економічної ефективності та стабільної роботи підприємства.

Отже, раціональне поводження з відходами виробництва морозива з додаванням рослинних олій є необхідною складовою безперебійної, безпечної та екологічно відповідальної діяльності підприємства. У процесі виробництва утворюється низка відходів: залишки молочної сировини, емульсії з рослинними оліями, відпрацьовані мийні розчини, пакувальні матеріали та інші допоміжні компоненти. Ефективне управління цими відходами дозволяє знизити ризики забруднення навколишнього середовища, дотримуватися санітарно-гігієнічних норм, запобігати псуванню продукції та забезпечувати високі стандарти харчової безпеки.

Крім екологічної складової, раціональна утилізація відходів сприяє економічній ефективності виробництва, оскільки частина відходів може бути перероблена або повторно використана, що дозволяє зменшити витрати на

сировину та знизити собівартість готового морозива. Наприклад, залишки сумішей можуть бути використані як корм для тварин або для виготовлення харчових добавок, а пакувальні матеріали – для повторної переробки.

Таким чином, організація системи утилізації та переробки відходів під час виробництва морозива з рослинними оліями забезпечує комплексний ефект: підвищення безпеки праці, стабільність технологічного процесу, збереження ресурсів і дотримання екологічних стандартів. Це робить підприємство більш соціально та екологічно відповідальним, а продукцію – більш якісною та конкурентоспроможною на ринку.

Висновки за розділом

Розробка карти безпеки праці під час виробництва морозива з додаванням рослинних олій є необхідною для мінімізації виробничих ризиків і забезпечення безпечних умов праці. Впровадження картки дозволяє систематизувати дії персоналу при роботі з високими та низькими температурами, рухомими механізмами, хімічними речовинами та мийними засобами.

Раціональна утилізація відходів виробництва (залишки сумішей, емульсії, промивні води, пакувальні матеріали) підвищує екологічну та економічну ефективність підприємства. Системний підхід до безпеки та утилізації сприяє зниженню травматизму, стабільності технологічного процесу, підвищенню якості продукції та соціально-екологічній відповідальності підприємства.

5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження

Вартість основних і побічних матеріалів визначають за формулою:

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

де m_1 – кількість використаного i -го матеріалу;

C_1 – ціна одиниці i -го матеріалу, грн.

Результати розрахунку матеріальних витрат наведено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Необхідна кількість основних матеріалів та їхня вартість з розрахунку на 1 кг готового продукту кожного зразку

Найменування, одиниці	Кількість	Ціна, грн.	Сума, грн.
Молоко незбиране жирністю 3,2 %, кг	2,00	50,00	100,00
Вершки жирністю 35 %, кг	0,30	120,00	36,00
Молоко сухе знежирене, кг	0,20	310,00	62,00
Масло вершкове жирністю 72,5 %, кг	0,20	590,00	118,00
Олія соняшникова, кг	0,10	80,00	8,00
Цукор, кг	0,50	33,00	16,50
Стабілізатор-емульгатор, кг	0,015	2500,00	375,00
Всього			715,50

Розрахунок витрат на оплату праці наведено в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Розрахунок витрат на заробітну плату

Посада	Середньомісячний заробіток, грн	Середньочасовий заробіток, грн	Кількість людино-годин	Сума, грн
Дипломний керівник	9500	50,00	20	1190,00
Всього				1190,00

Нарахування на заробітну плату виконують за ставкою 22 % від суми брутто-зарплати:

$$H = \frac{1190,00 \cdot 22}{100} = 261,80 \text{ грн.}$$

Споживання електроенергії визначають за формулою:

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

де M – потужність обладнання, кВт;

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

T – тривалість роботи, год;

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

Витрата електроенергії для змішування рецептурних компонентів:

$$E_1 = 1,5 \cdot 0,9 \cdot 8 \cdot 6,4 = 69,12 \text{ грн.}$$

Витрата електроенергії для фризювання емульсії:

$$E_2 = 1,8 \cdot 0,9 \cdot 8 \cdot 6,4 = 82,94 \text{ грн.}$$

Споживання електроенергії під час роботи комп'ютера:

$$E_3 = 0,7 \cdot 0,9 \cdot 248 \cdot 6,4 = 999,94 \text{ грн.}$$

Загальні витрати електроенергії:

$$E_{\text{заг}} = E_1 + E_2 + E_3 = 69,12 + 82,94 + 999,94 = 1152,00 \text{ грн.}$$

Амортизація обладнання, що використовується в процесі дослідження, розраховується за такою формулою:

$$A = \frac{\Phi \cdot H \cdot t}{100 \cdot 12}, \quad (5.3)$$

де A – амортизаційні відрахування, грн;

Φ – вартість устаткування, грн;

H – річна норма амортизації, %;

t – тривалість проведення дослідження на устаткуванні, днів;

365 – кількість днів у році.,

Розрахунки амортизації наведено в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 – Розрахунки витрат на амортизацію

Устаткування	Вартість, грн.	Річна норма амортизації, %	Тривалість роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн.
Машина для змішування	23480,30	10	1	6,40
Фризер морозива побутовий	12600,00	10	1	3,45
Ноутбук	27000,00	24	31	550,35
Всього				560,20

Накладні витрати становлять:

$$\frac{(1190 \cdot 80)}{100} = 952,00 \text{ грн.}$$

Зведені витрати подано в таблиці 6.5.

Таблиця 5.5 – Кошторис зведених витрат на проведення дослідження

Найменування витрат	Сума, грн.
Матеріали основні	715,50
Оплата праці учасникам досліджень	1190,00
Нарахування на заробітну плату	261,80
Електроенергія	1152,00
Амортизація	560,20
Накладні витрати	952,00
Всього	4831,50

Аналіз показує, що найбільшу частку витрат становлять електроенергія та оплата праці – відповідно 1152,00 грн і 1190,00 грн.

5.2 Розрахунок вартості дослідження

Ціну проведених досліджень розраховують за формулою:

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

де $Ц$ – загальна вартість дослідження, грн;

C – фактичні витрати, грн;

P – норматив рентабельності ($P = 30$), %.

$$Ц = 4831,50 + \frac{30 \cdot 4831,50}{100} = 6280,95 \text{ грн.}$$

Отже, з урахуванням рентабельності 30 %, кінцева вартість дослідження становить 6280,95 грн.

Висновки за розділом

Проведений аналіз витрат показав, що основними складовими вартості дослідження є матеріальні ресурси, оплата праці та електроенергія. Найбільшу частку займають оплата праці (1190,00 грн) та витрати на електроенергію (1152,00 грн), що обумовлено трудомісткістю технологічних процесів і енергозалежністю обладнання.

Загальні зведені витрати на проведення дослідження становлять 4831,50 грн, а з урахуванням нормативу рентабельності 30 % кінцева вартість дослідження дорівнює 6280,95 грн.

Отримані результати підтверджують економічну доцільність проведення дослідження, дозволяють планувати бюджет та ресурси, а також слугують основою для оптимізації технологічного процесу виробництва морозива з додаванням рослинних олій.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Встановлено, що часткова заміна молочного жиру рідкою соняшниковою олією у складі морозива (33,5 – 50 % від загальної маси жиру при загальному вмісті жиру 12 %) є технологічно доцільною та не погіршує якості готового продукту за умови забезпечення вмісту твердих жирів не менше 50 % при 0 °С.

Доведено, що використання рослинних олій сприяє формуванню дрібнодисперсної жирової фази: середній діаметр жирових кульок у дослідних зразках становив <1,0 мкм, тоді як у контрольному зразку з молочним жиром – понад 1,5 мкм, що забезпечує вищу збитість морозива.

Збитість морозива з рослинними жирами перевищувала контроль і становила 55 – 65 % проти 40 % у зразку з виключно молочним жиром, що зумовлено кращою дестабілізацією жирових кульок і ефективнішим захистом повітряних бульбашок.

Визначено, що тип стабілізатора-емульгатора істотно впливає на консистенцію, збитість і опір таненню морозива. Найкращі результати отримано при використанні стабілізатора-емульгатора Stab 2000 (Louis Francois).

Морозиво з рослинною олією та стабілізатором Stab 2000 (0,2 – 0,4 %) характеризувалося найвищими показниками збитості (до 64 %), тривалішим часом танення (до 48 хв) та однорідною ніжною кремоподібною консистенцією порівняно з іншими стабілізаторами.

Встановлено, що оптимальний час дозрівання сумішей з рослинною олією при використанні Stab 2000 становить 1 – 2 години, оскільки подальше збільшення тривалості дозрівання не приводить до суттєвого зменшення розмірів кристалів льоду чи підвищення збитості.

Мінімальні розміри кристалів льоду (5,0 – 7,5 мкм) та максимальна збитість досягалися у сумішах з вмістом рослинної олії 33,5 % і стабілізатора Stab 2000 у кількості 0,4 %, що свідчить про формування стабільної мікроструктури морозива.

Доведено, що часткова заміна сахарози глюкозою позитивно впливає на

якість морозива з рослинною олією; оптимальним є вміст глюкози 20 – 30 % від загальної кількості цукрів, за якого спостерігається максимальна збитість і дрібнокристалічна структура льоду.

Встановлено, що зниження температури фризеравання з $-4,5$ до $-6,2$ °C суттєво уповільнює швидкість танення морозива, що зумовлено підвищенням в'язкості суміші, зростанням кількості дрібних кристалів льоду та формуванням міцної жирової сітки навколо повітряних бульбашок.

Показано, що наявність рідких рослинних олій у поєднанні з оптимальними режимами фризеравання та стабілізації сприяє підвищенню стійкості морозива до танення, особливо на завершальних стадіях плавлення, коли захисна дія кристалів льоду зменшується.

Отримані результати підтверджують можливість цілеспрямованого регулювання структури, збитості та термостійкості морозива шляхом оптимізації складу жирової фази, типу стабілізатора-емульгатора, тривалості дозрівання та температури фризеравання.

Розробка карти безпеки праці під час виробництва морозива з додаванням рослинних олій є необхідною для мінімізації виробничих ризиків і забезпечення безпечних умов праці. Впровадження картки дозволяє систематизувати дії персоналу при роботі з високими та низькими температурами, рухомими механізмами, хімічними речовинами та мийними засобами.

Раціональна утилізація відходів виробництва (залишки сумішей, емульсії, промивні води, пакувальні матеріали) підвищує екологічну та економічну ефективність підприємства. Системний підхід до безпеки та утилізації сприяє зниженню травматизму, стабільності технологічного процесу, підвищенню якості продукції та соціально-екологічній відповідальності підприємства.

Проведений аналіз витрат показав, що основними складовими вартості дослідження є матеріальні ресурси, оплата праці та електроенергія. Найбільшу частку займають оплата праці (1190,00 грн) та витрати на електроенергію (1152,00 грн), що обумовлено трудомісткістю технологічних процесів і енергозалежністю обладнання.

Загальні зведені витрати на проведення дослідження становлять 4831,50 грн, а з урахуванням нормативу рентабельності 30 % кінцева вартість дослідження дорівнює 6280,95 грн.

Отримані результати підтверджують економічну доцільність проведення дослідження, дозволяють планувати бюджет та ресурси, а також слугують основою для оптимізації технологічного процесу виробництва морозива з додаванням рослинних олій..

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Грек О. В. Молокопереробка. Інновації : підручник / О. В. Грек, О. О. Красуля ; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т харч. технол. Київ : НУХТ, 2017. 390 с.
2. Власенко В. В., Головка М. П., Семко Т. В., Головка Т. М. Технологія молока та молочних продуктів : навч. посіб. Харків : ХДУХТ, 2018. 202 с.
3. Семко Т.В., Власенко І.Г. Технологія молока та молочних продуктів з елементами НАССР. Київ: Світ книг, 2021. 290 с.
4. Іванов С. В. Молокопереробка. Промисловий інжиніринг : підручник / С. В. Іванов, О. В. Грек, Т. Г. Осмак ; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т харч. технол. Київ: НУХТ, 2017. 275 с.
5. Півоваров О.А., Ковальова О.С., Кошулько В.С. Інноваційний інжиніринг в окремих галузях харчового виробництва. Дніпро: ФОП Обдимко О.С., 2022. 407 с.
6. Грек О. В. Технологія комбінованих продуктів на молочній основі : підручник / О. В. Грек, Т. А. Скорченко ; Нац. ун-т харч. технол. Київ : НУХТ, 2012. 362 с.
7. Грек О. В. Технологія продуктів зі знежиреного молока, молочної сироватки і маслянки : навч. посібник / О. В. Грек, Г. Є. Поліщук, О. О. Онопрійчук ; МОН молоді та спорту України, Нац. ун-т харч. технол. Київ : НУХТ, 2011. 210 с.
8. Єресько Г. О. Технологічне обладнання молочних виробництв: навч. посіб. / Г. О. Єресько, М. М. Шинкарик, В. Я. Ворощук. Київ: Інкос, Центр навч. літ., 2007. 344 с.
9. Божидарнік Т. В. Розвиток молокопродуктового підкомплексу АПК в умовах глобалізації : теоретико-методологічні та прикладні аспекти : монографія / Т. В. Божидарнік. – Луцьк : РВВ Луцького НТУ, 2011. 412 с.
10. Ветеринарно-санітарна експертиза з основами технології і стандартизації продуктів тваринництва : підручник / О. М. Якубчак, В. І.

Хоменко, С. Д. Мельничук, В. М. Ковбасенко ; за ред. О. М. Якубчак, В. І. Хоменка. 2-е вид., випр., доп. Київ : Біопром, 2005. – 800 с.

11. 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.

12. Кузьмін Є. С. Ефективність інвестицій підприємств молочної промисловості: монографія / Є. С. Кузьмін. Київ : ІАЕ, 2015. 254 с.

13. Методичні положення та норми продуктивності у виробництві молочних продуктів / В. В. Вітвіцький, Г. Т. Шкурін, В. І. Ковальчук, А. Є. Величко. Київ : Украгропромпродуктивність, 2005. 468 с.

14. Мікробіологія молока і молочних продуктів з основами ветеринарно-санітарної експертизи : навч. посіб. / О. М. Бергілевич, В. В. Касянчук, В. З. Салата и др. ; ред. В. В. Касянчук. Суми : Унів. кн., 2010. 320 с.

15. Молоко та молочні продукти (GMP. HACCP) : довідник / ред. О. М. Якубчак. Київ : Біопром, 2010. 168 с.

16. 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.

17. Скорченко, Т. А. Технологія дитячих молочних продуктів : навч. посібник / Т. А. Скорченко, О. В. Грек ; Нац. ун-т харч. технол. Київ : НУХТ, 2012. 330 с.

18. Товарознавство молочних товарів : навч. посібник / А. Б. Рудавська, Г. В. Дейниченко, В. М. Козлов, Г. І. Дюкарева. Київ : Професіонал, 2004. 312 с.

19. Бартковський, І. І., Поліщук, Г. Є., Шарахматова, Т. Є., & Гудз, І. С. (2010). Технологія морозива.

20. Gunstone, F. (Ed.). (2011). Vegetable oils in food technology: composition, properties and uses. John Wiley & Sons.

21. Антонюк, О. В. (2014). Розроблення технології морозива молочного та ароматичного з рослинними екстрактами.

22. Гулак, О. В. (2012). Нові натуральні інгредієнти у технології морозива.
23. Поліщук, В. М. Розробка технології нових видів морозива з солодовими екстрактами (Doctoral dissertation, –Київ, 2000.–224 с).
24. Güven, M., Kalender, M., & Taşpınar, T. (2018). Effect of using different kinds and ratios of vegetable oils on ice cream quality characteristics. *Foods*, 7(7), 104.
25. Безжовча, Д. О., Ковальова, О. С., & Кошулько, В. С. (2022). Перспективи використання гречаного солоду у виробництві солодових екстрактів.
26. Шарахматова, Т. Є., & Лозова, О. (2009). Розробка технології морозива для людей з лактазною недостатністю. Наукові праці [Одеської національної академії харчових технологій], (36 (2)), 311-315.
27. Осьмак, Т., & Михайлюк, І. (2013). Технологія морозива з цукрозамінниками. *Продовольча індустрія АПК*, (6), 21-25.
28. Півоваров, О. А., Ковальова, О. С., & Лазаренко, У. І. (2024). Застосування нетрадиційних підсолоджувачів натурального походження для виготовлення сухих сніданків. *Наука, технології, інновації*, (2), 70-81.
29. Panasyuk, S., Taraymovich, I., & Sydoruk, T. (2025). Development and characterization of ice cream containing vegetable oils. *Olesia Priss*, 74.
30. Неміріч, О. В., Устименко, І. М., & Гавриш, А. В. (2020). Використання бульб чуфи в технології морозива (Doctoral dissertation).
31. Павлюк, Р. Ю., Погарська, В. В., & Берестова, А. А. (2013). Інноваційні технології вітамінного плодово-ягідного морозива з використанням заморожених дрібнодисперсних добавок з рослинної сировини. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*, 4(10 (64)), 57-62.
32. Ковальова, О. С. (2022). Особливості консервування харчової сировини з використанням плазмохімічно активованих водних розчинів.
33. Savchina, E., Grosso, A. L., Ferrentino, G., Massoner, P., & Scampicchio, M. M. (2023). Structured vegetable lipids as ice cream fat source. *Chemical engineering transactions*, 102, 19-24.

34. Шарахматова, Т. Є. (2010). Розробка технології безлактозного морозива, збагаченого пробіотичними культурами. Харчова наука і технологія, (2), 83-87.
35. Ковальова, О., Чернець, С., & Гоман, А. Кисломолочні продукти збагачені безглютенною зерновою сировиною.
36. 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.
37. 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.
38. Шарахматова, Т. Є., & Шкарупета, В. М. (2010). Розробка технології морозива геродієтичного призначення. Наукові праці [Одеської національної академії харчових технологій], (38 (2)), 255-260.
39. Рудакова, Т. В., Мінорова, А. В., & Наріжний, С. А. (2019). Функціональні інгредієнти у рецептурі низькокалорійного морозива.
40. Півоваров, О. А., Ковальова, О. С., Пугач, А. М., & Кірьянова, К. Д. (2023). Виробництво шоколадної пасти з солодовим наповнювачем.
41. Настасяк, В. О. (2024). Сучасні напрями удосконалення технологій морозива. Сучасні напрями розвитку економіки, підприємництва, технологій та їх правового забезпечення, 682.
42. Kovaliova, O., Pivovarov, O., & Koshulko, V. (2022). Effect of plasma-chemically activated aqueous solutions on the process of disinfection of food production equipment.
43. Ковальова, О. С. (2023, February). Особливості дезінфекції тари та пакування харчових виробництв. In The 8th International scientific and practical

conference “Trends, theories and ways of improving science”(February 28–March 03, 2023) Madrid, Spain. International Science Group (pp. 532-535).

44. Наконечна, Ю. Г., & Циганко, Р. А. (2020). Розроблення технології морозива на натуральних стабілізаторах.

45. Андрусик, Т. Д. (2024). Інноваційні технології морозива, виготовленого способом кріодисперсного подрібнення.

46. Pivovarov, O., Kovalova, O., Koshulko, V., & Aleksandrova, A. (2021). Study of use of antiseptic ice of plasma-chemically activated aqueous solutions for the storage of food raw materials.

47. Сухенко, Ю. Г., Поліщук, Г. Є., & Сарана, В. В. (2019). Наукове і технічне забезпечення виробництва морозива. Розділ 1. Морозиво як харчова полідисперсна система.

48. Ковальова, О. С., Дейнега, А. О., & Стрижак, Р. Г. (2021). Інноваційна технологія зберігання харчової сировини в антисептичному льоді.

49. Бреус, Н. М. (2019). Інформаційна технологія моделювання рецептур морозива (Doctoral dissertation).

50. Згурський, А. В. (2014). Технологія молочного морозива з продуктами перероблення гарбуза (Doctoral dissertation).

51. Рудакова, Т. В., Мінорова, А. В., & Наріжний, С. А. (2019). Інноваційні технології морозива із функціональними інгредієнтами.

52. Шарахматова, Т., & Танасова, Г. (2015). Розвиток галузі морозива в Україні. Продовольча індустрія АПК, (5), 7-9.

53. Боровець, Н. Б. Інноваційні напрями удосконалення технології морозива. Сучасні напрями розвитку економіки, підприємництва, технологій та їх правового забезпечення, 644.

54. Гулак, О. В., Поліщук, Г. Є., & Антонюк, М. М. (2011). Дослідження мікробіологічних показників рослинних екстрактів як рецептурних інгредієнтів у виробництві морозива.

55. Al-Assar, M. A. (2009). Impact of replacement milk fat with vegetable oils on the quality of ice cream. Journal of Food and Dairy Sciences, 34(3), 1735-1744.