

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО
ФАКУЛЬТЕТ АГРОТЕХНОЛОГІЙ ТА ЕКОЛОГІЇ
КАФЕДРА ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ГОТЕЛЬНО-РЕСТОРАННОЇ
СПРАВИ**

«Допущено до захисту»
протокол засідання кафедри
№ 7 від « 30 » 02 _____ 2026 року
Зав. кафедрою ХТГРС
д.т.н, професор _____ Олеся ПРИСС

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

СВО «Магістр»
за освітньо-професійною програмою «Індустрія здорового харчування»
зі спеціальності 181 «Харчові технології»
(освітній ступінь, ОПП, спеціальність)

на тему: **ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ФРУКТОВО-ОВОЧЕВОГО
МАРМЕЛАДУ НА ОСНОВІ ПЕКТИНОВМІСНОЇ СИРОВИНИ**

23ХТД. 3430874.02.26

Виконав: <u>студент</u>	<u>21 Мб ХТ групи</u>	(підпис)	Давід СВАНІДЗЕ (прізвище та ініціали)
Керівник:	<u>к.т.н. доцент</u>	(підпис)	Тетяна КОЛІСНІЧЕНКО (прізвище та ініціали)
Консультант з ОП:	<u>к.т.н., доцент</u>	(підпис)	Михайло ЗОРЯ (прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	<u>к.-с.г.н., доцент</u>	(підпис)	Людмила КЮРЧЕВА (прізвище та ініціали)

Запоріжжя – 2026 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО

Інститут або факультет агротехнологій та екології

Кафедра харчових технологій та готельно-ресторанної справи
(назва кафедри)

Ступінь вищої освіти Магістр

Галузь знань 18 «Виробництво та технології»
(шифр і назва)

Спеціальність 181 «Харчові технології»
(шифр і назва)

Освітня програма «Індустрія здорового харчування»
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри ХТГРС

д.т.н., професор Оляся Прісс
(підпис)(ініціали та прізвище)

« ___ » вересня 2025 р

ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

СТУДЕНТУ Сванідзе Давиду Ернестовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Інноваційні технології фруктово-овочевого мармеладу на основі пектиновмісної сировини

керівник роботи к.т.н, доцент Колісніченко Тетяна Олександрівна
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

затверджені наказом Ректора університету від « ___ » вересня 2025 р. № _____

2. Строк подання студентом роботи « ___ » _____ 2026 р.

3. Вихідні дані до роботи рецептури мармеладу, класична технологія виробництва, фруктово-овочева пектиновмісна сировина

4. Перелік питань, які потрібно розробити вступ, аналітичний огляд літератури; об'єкти, методика та умови проведення досліджень; результати досліджень та їх узагальнення, технологічна частина, SWOT-аналіз впровадження розробленої технології, охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях, висновки, список літературних джерел

5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав (дата)	завдання прийняв (підпис)
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях			

6. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи (місяць)	Відмітка керівника про виконання (засвідчується підписом)
Вступ	вересень	
Аналітичний огляд літератури	жовтень	
Об'єкти, методика та умови проведення досліджень	жовтень	
Результати досліджень та їх узагальнення	листопад	
Технологічна частина	листопад	
SWOT-аналіз впровадження нової технології	грудень	
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	грудень	
Висновки	січень	
Список використаної літератури	січень	

Студент

_____ **Д. Е. Сванідзе**
(підпис) (ініціали та прізвище)

Керівник роботи
(підпис)

_____ **Т. О. Колісніченко**
(ініціали та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Сванідзе Д. Е. Інноваційні технології фруктово-овочевого мармеладу на основі пектиновмісної сировини. – Кваліфікаційна робота Кафедра харчових технологій та готельно-ресторанної справи. – Запоріжжя, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, 2026.

Текст викладений на 108 сторінках, містить 6 розділів, 26 таблиць, 5 рисунків, 83 літературних джерел.

Робота присвячена розробленню та науковому обґрунтуванню інноваційних технологій фруктово-овочевого мармеладу на основі пектиновмісної сировини з урахуванням сучасних вимог до якості, безпечності та функціональної спрямованості харчових продуктів.

Розроблено програму експериментальних досліджень та виготовлено контрольний і чотири дослідні зразки фруктово-овочевого мармеладу, у тому числі за рецептурою clean label без додавання промислового пектину. Встановлено, що дослідні зразки характеризуються високими органолептичними показниками (4,52–4,77 бала), зниженою енергетичною цінністю на 31–33 % порівняно з контролем та низьким глікемічним індексом (37,41–48,89), що дозволяє віднести їх до продуктів функціонального призначення. Розроблено та обґрунтовано удосконалену технологію виробництва фруктово-овочевого мармеладу з оптимізованими температурно-часовими режимами, яка є технологічно керованою та придатною для впровадження у промислових умовах.

Проведений SWOT-аналіз підтвердив ринкову доцільність і перспективність упровадження розробленої технології. У роботі також враховано вимоги охорони праці, пожежної безпеки та цивільного захисту, що забезпечує безпечні умови виробництва.

Ключові слова: фруктово-овочевий мармелад, пектиновмісна сировина, пектин, інноваційна технологія, clean label, функціональні харчові продукти, глікемічний індекс, енергетична цінність, органолептичні показники.

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД СУЧАСНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	10
1.1. Сучасний стан виробництва мармеладу	10
1.2 Роль пектиновмісної фруктово-овочевої сировини при виробництві мармеладу	12
1.3 Інноваційні підходи у виробництві фруктово-овочевого мармеладу на основі пектиновмісної сировини.....	16
Висновки до розділу 1.....	18
РОЗДІЛ 2. ОБ’ЄКТИ, МЕТОДИКА ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	20
2.1 Програма досліджень та схема дослідів.....	20
2.2 Об’єкти та матеріали досліджень.....	26
2.3 Методика проведення досліджень.....	36
Висновки до розділу 2.....	42
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ УЗАГАЛЬНЕННЯ.	44
3.1 Дослідження органолептичних властивостей мармеладу.....	44
3.2 Енергетична цінність розроблених рецептур мармеладів.....	47
3.3 Розрахунок глікемічного індексу дослідних рецептур фруктово- овочевих мармеладів на основі пектиновмісної сировини	53
3.4 Визначення біологічної цінності розроблених рецептур мармеладів.....	57
3.5 Структурно-механічні властивості фруктово-овочевого айво- гарбузового мармеладу.....	60
Висновки до розділу 3.....	62
РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	64

4.1 Класична технологія виготовлення мармеладу на основі яблучного пюре.....	64
4.2 Удосконалення технології виробництва фруктово-овочевого мармеладу на основі пектиновмісної сировини.....	66
Висновки до розділу 4.....	70
РОЗДІЛ 5. SWOT-АНАЛІЗ ВПРОВАДЖЕННЯ РОЗРОБЛЕНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ФРУКТОВО-ОВОЧЕВОГО МАРМЕЛАДУ НА ОСНОВІ ПЕКТИНОВМІСНОЇ СИРОВИНИ.....	72
Висновки до розділу 5.....	81
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	82
6.1 Нормативно-правова база з охорони праці в галузі.....	82
6.2 Вимоги до території підприємства та облаштування споруд і приміщень.....	84
6.3 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів.....	86
6.4 Заходи, щодо оптимізації умов праці.....	88
6.5 Засоби індивідуального захисту.....	90
6.6 Пожежна безпека.....	91
6.7 Заходи з цивільного захисту при надзвичайних ситуаціях.....	93
Висновки до розділу 6.....	95
ВИСНОВКИ.....	96
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	98

ВСТУП

Актуальність теми кваліфікаційної роботи. Сучасний розвиток харчової промисловості відбувається в умовах зміни споживчих пріоритетів у напрямі здорового харчування, зниження вмісту доданого цукру та підвищення функціональної цінності продуктів. У сегменті кондитерських виробів це зумовлює необхідність трансформації традиційних технологій, зокрема виробництва мармеладу, який історично належить до групи високовуглеводних желейних продуктів. Водночас мармелад має значний потенціал для інноваційного розвитку завдяки можливості використання фруктово-овочевої сировини, багатой на природні пектинові речовини, харчові волокна та біологічно активні сполуки. Застосування пектиновмісної сировини дозволяє формувати желейну структуру виробів без надмірного використання промислових гелеутворювачів, знижувати енергетичну цінність продукції та створювати мармелад із контрольованою глікемічною дією. У зв'язку з цим актуальним є наукове обґрунтування та розроблення інноваційних технологій фруктово-овочевого мармеладу, орієнтованих на концепції clean label і функціонального харчування та адаптованих до умов промислового виробництва.

Метою магістерської роботи є наукове обґрунтування та розроблення інноваційних технологій виробництва фруктово-овочевого мармеладу на основі пектиновмісної сировини з метою отримання продуктів функціонального призначення зі зниженою енергетичною цінністю та низьким глікемічним індексом.

Для досягнення поставленої мети в роботі передбачено вирішення таких завдань:

- проаналізувати сучасний стан та тенденції розвитку виробництва мармеладу;
- обґрунтувати доцільність використання пектиновмісної фруктово-овочевої сировини;

- розробити рецептури контрольного та дослідних зразків;
- провести дослідження органолептичних, фізико-хімічних і структурно-механічних показників якості;
- визначити енергетичну цінність та глікемічний індекс розроблених виробів;
- обґрунтувати удосконалення технології виробництва мармеладу;
- провести SWOT-аналіз впровадження розробленої технології виробництва мармеладів на основі фруктово-овочевої сировини;
- проаналізувати та описати заходи охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях на кондитерських підприємствах.

Об’єктом дослідження є технологічний процес виробництва фруктово-овочевого мармеладу функціонального призначення.

Предметом дослідження є рецептурний склад і технологічні параметри виробництва фруктово-овочевого мармеладу на основі пектиновмісної сировини, а також їх вплив на органолептичні, фізико-хімічні, структурно-механічні показники якості, енергетичну цінність і глікемічний індекс готової продукції.

Наукова новизна роботи полягає в обґрунтуванні можливості формування стабільної желейної структури фруктово-овочевого мармеладу за рахунок природних пектинових речовин сировини без додавання або з мінімальним використанням промислового пектину, встановленні взаємозв’язку між видом пектиновмісної сировини та фізико-хімічними й структурно-механічними властивостями мармеладу, а також експериментальному підтвердженні доцільності отримання мармеладних виробів зі зниженою енергетичною цінністю та низьким глікемічним індексом у межах концепції clean label.

Практична цінність роботи полягає в можливості використання отриманих результатів у діяльності кондитерських підприємств для розширення асортименту мармеладної продукції функціонального призначення. Розроблені рецептури та удосконалені технологічні режими

можуть бути впроваджені у виробництво з метою отримання натуральних мармеладних виробів із високими споживчими властивостями, зниженою калорійністю та контрольованою глікемічною дією.

Методи дослідження. У роботі використано комплекс загальнонаукових і спеціальних методів досліджень, зокрема аналітичні та узагальнюючі методи для опрацювання наукових і нормативних джерел, органолептичні методи оцінювання якості за п'ятибальною шкалою, фізико-хімічні методи визначення масової частки сухих речовин, активної та титрованої кислотності, вмісту цукрів і активності води, структурно-механічні методи оцінювання міцності гелю, еластичності та деформаційних характеристик, розрахункові методи визначення енергетичної цінності та глікемічного індексу, а також методи статистичної обробки результатів експериментальних досліджень для підвищення їх достовірності.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД СУЧАСНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Сучасний стан виробництва мармеладу

Сучасний стан виробництва мармеладу (желейно-фруктових і желейних кондитерських виробів) визначається одночасним впливом технологічних вимог до стабільної гелевої структури та ринкових запитів на «здоровіші» продукти, насамперед зі зниженим вмістом цукру, чистішим складом і підвищеною функціональною цінністю. Упродовж останнього десятиліття ключовим напрямом модернізації рецептур стало цілеспрямоване зменшення частки сахарози та/або її заміна комбінаціями підсолоджувачів, поліолів і харчових волокон, оскільки цукор у желейних системах виконує не лише смакову, а й структуроутворювальну та консервуючу функції, і його редукція потребує компенсації за рахунок гідроколоїдів та багатокомпонентних рішень; узагальнення для кондитерських виробів показують, що технологічно реалістичним є зниження цукру приблизно на 20–40% без критичного погіршення сенсорного сприйняття за умови коректного підбору рецептурних замін і керування текстурою [1].

Водночас у сегменті желейних виробів зростає інтерес до систем на основі пектину як «натурального» гелеутворювача, а також до оптимізації параметрів гелеутворення (тип пектину, ступінь естерифікації, роль іонів кальцію для низькоестерифікованих пектинів, рН, активність води, вміст розчинних сухих речовин), що дозволяє формувати задані реологічні властивості мармеладної маси та стабільність під час зберігання; оглядові роботи з технології та застосувань пектину підкреслюють розширення його використання саме в десертних і желейних матрицях та активний розвиток підходів до керування його функціональністю [2].

Окремий тренд сучасного виробництва мармеладу пов'язаний із переходом від «цукрового десерту» до продукту з доданою цінністю: рецептури доповнюють пектиновмісною фруктово-овочевою сировиною (пюре/пасти/концентрати), багатими на поліфеноли й харчові волокна компонентами, а також інгредієнтами, що знижують глікемічне навантаження (наприклад, розчинні волокна, поліюли), при цьому інноваційні технологічні рішення спрямовані на збереження біоактивних речовин та зменшення частки дорогих гелеутворювачів за рахунок використання багатокomпонентної фруктово-овочево-ягідної сировини й «м'якіших» режимів концентрування [3].

Наукові дослідження останніх років підтверджують практичну придатність пектинових систем для створення мармеладу з покращеним нутрієнтним профілем і нижчою калорійністю, зокрема в роботах, де пектин розглядається як функціональний інгредієнт у желеино-фруктовому мармеладі та оптимізується гелеутворення (у т.ч. за участю Ca^{2+}) для отримання стабільної структури [4].

Паралельно розвиваються інженерно-технологічні підходи, спрямовані на підвищення енергоефективності та стійкості виробництва (зменшення теплових навантажень, альтернативні схеми гелеутворення), а також на тонке налаштування текстури через комбінування гідроколоїдів і підсолоджувачів у низькоцукрових гелевих продуктах [5].

Отже, сучасний стан виробництва мармеладу можна охарактеризувати як перехід до інноваційних, науково обґрунтованих рецептур і режимів, у яких пектинові системи та пектиновмісна фруктово-овочева сировина є технологічною основою для формування структури, а зниження цукру й орієнтація на функціональність (у т.ч. низький/контрольований ГІ) визначають провідний вектор розвитку асортименту та конкурентоспроможності продукції.

1.2 Роль пектиновмісної фруктово-овочевої сировини при виробництві мармеладу

Пектиновмісна фруктово-овочева сировина відіграє ключову роль у технології мармеладу, визначаючи не лише фізико-хімічні властивості і структуру продукту, а й його харчову цінність, стабільність зберігання та функціональні характеристики. Пектин є природним полісахаридом, що належить до групи харчових волокон, здатних утворювати гелі в присутності цукрів та кислот або іонів кальцію, що робить його основним гелеутворювачем у традиційних мармеладних системах. У мармеладному виробництві пектиновий компонент визначає здатність маси до формування стійкої тривимірної гелевої матриці, яка забезпечує необхідну консистенцію, текстурну однорідність, відчуття «желейності» та пружності при збереженні структури під час зберігання й розрізання, що безпосередньо впливає на споживчі властивості готового продукту [6].

Використання фруктово-овочевої сировини з високим вмістом природного пектину, такої як яблучне, айвовоє, цитрусове, гарбузове або бурякове пюре (табл.1.1), дозволяє суттєво зменшити потребу в додаткових комерційних пектинових концентратах і водночас збільшити харчову цінність мармеладу за рахунок поліфенольних сполук, каротиноїдів, вітамінів та дієтичних волокон, присутніх у базовій сировині. Природні пектини цих джерел мають різний ступінь етерифікації й молекулярну масу, що визначає їхню здатність до гелеутворення в конкретних умовах рецептурного складу, кислотності та температурних режимів, і тому вибір конкретного виду сировини має технологічне значення [7].

Таблиця 1.1

Вміст пектинових речовин у плодоовочевій сировині

Найменування сировини	Вміст пектинових речовин, % на суху речовину	Технологічне значення у виробництві мармеладу
Яблука (недозрілі)	10,0–15,0	Основне промислове джерело пектину, забезпечують міцний гель
Яблучні вичавки	12,0–18,0	Використовуються для отримання харчового пектину
Айва	12,0–15,0	Формує щільну желейну структуру, інтенсивний аромат
Цитрусові (шкірка)	20,0–35,0	Найбільший вміст пектину, промислова сировина
Сливи	6,0–10,0	Покращують текстуру та смаковий профіль
Абрикоси	5,0–8,0	Сприяють формуванню м'якої гелевої структури
Чорна смородина	8,0–12,0	Поєднання високого пектину та органічних кислот
Агрис	7,0–10,0	Забезпечує стабільне гелеутворення
Морква	8,0–10,0	Використовується у фруктово-овочевих композиціях
Гарбуз	5,0–9,0	Підвищує вологоутримання та біологічну цінність
Столовий буряк	6,0–8,0	Джерело пектину та природних пігментів
Топінамбур	4,0–6,0	Комбінує пектин і інулін, знижує ГІ продукту

Наведені дані в таблиці 1.1 свідчать, що найбільший вміст пектинових речовин характерний для яблучної, айвової та цитрусової сировини, які традиційно використовуються як основні джерела пектину у мармеладному виробництві. Водночас овочева пектиновмісна сировина (гарбуз, морква, буряк, топінамбур) є перспективною для створення інноваційних фруктово-

овочевих мармеладів, оскільки дозволяє збагачувати продукт харчовими волокнами, біоактивними речовинами та регулювати глікемічне навантаження готової продукції.

Крім гелеутворювальної функції, пектиновмісна фруктово-овочева сировина сприяє формуванню оптимального поживного та текстурного профілю мармеладу: дієтичні волокна натуральних пектинів зв'язують воду й утворюють гелі із заданою міцністю, що важливо для досягнення бажаної консистенції без надмірного використання харчових добавок; поліфенольні компоненти та інші біоактивні сполуки фруктово-овочевих пюре можуть підвищувати антиоксидантну активність продукту, що потенційно розширює функціональний аспект мармеладу як продукту підвищеної харчової цінності [8].

Різноманітні джерела пектину відрізняються за ступенем естерифікації й функціональними властивостями, що має важливе значення для технології мармеладу: високометоксильований пектин утворює гелі при наявності цукру й кислої реакції середовища, тоді як низькометоксильований може гелеутворюватися за участі йонів кальцію незалежно від цукру, що відкриває можливості для створення мармеладу з нижчою калорійністю [9].

Загалом, пектин, екстрагований за допомогою звичайного процесу кислотної екстракції, є високометоксилованим (ВМ) пектином, а саме пектином зі ступенем естерифікації (ДЕ) $> 50\%$. Низькометоксилований (LM) пектин зі ступенем естерифікації (ДЕ) $< 50\%$ (отриманий шляхом контрольованого гідролізу ВМ пектину) цінується більше, ніж ВМ пектин, оскільки він здатний гелеутворювати без потреби в цукрі в широкому діапазоні рН у присутності невеликої кількості йонів Ca^{2+} , що координуються з вільними карбоксилатними групами через механізм зшивання «яєчної коробки» [10].

Крім того, включення пектиновмісної фруктово-овочевої сировини до рецептури сприяє підвищенню харчової цінності готового мармеладу за рахунок поліфенолів, вітамінів і дієтичних волокон, що позитивно впливає на

функціональні властивості продукту. Такі біоактивні компоненти, що містяться у фруктовому або овочевому пюре, можуть зберігатися в процесі мармеладоутворення і сприяти антиоксидантній активності мармеладу [11].

Важливою технологічною перевагою використання пектиновмісної фруктово-овочевої сировини є можливість створення більш «чистих» складів мармеладу, що відповідають сучасним вимогам споживачів до мінімізації штучних або технічно модифікованих інгредієнтів. За рахунок балансу природних пектинів, кислотності та цукрів у сирих фруктах і овочах досягається зниження потреби у додаткових гелеутворювачах або великих кількостях сахарози, що також сприяє формуванню продуктів із нижчою енергетичною цінністю та потенційно помірнішим глікемічним навантаженням [12].

Наукові дослідження підтверджують, що співвідношення природного пектину та інших компонентів пектиновмісної сировини значною мірою визначає кінцеві показники гелевих систем, включно з міцністю гелю, водоутримувальною здатністю, текстурними параметрами та термічною стабільністю, що є критично важливим для мармеладу як специфічного желейного продукту з високими вимогами до текстури. Це також визначає потребу в оптимізації технологічних режимів приготування, концентрування та гелеутворення для конкретних видів пектиновмісної сировини [13].

Пектиновмісна фруктово-овочева сировина відіграє багатоаспектну роль у виробництві мармеладу, джерело біологічно активних компонентів і харчових волокон, а також як чинник, що впливає на технологічні параметри, й харчову цінність кінцевої продукції [14]. Її включення до рецептури мармеладних виробів є одним із основних напрямів інноваційних технологічних підходів у сучасному харчовому виробництві.

Таким чином, роль пектиновмісної фруктово-овочевої сировини при виробництві мармеладу є багатогранною: вона виступає не лише як природне джерело гелеутворювача, що формує структуру й текстуру продукту, але й як чинник, що підвищує харчову та функціональну цінність мармеладу,

розширює можливості корекції рецептур та відповідає сучасним споживчим вимогам до здорового харчування.

1.3 Інноваційні підходи у виробництві фруктово-овочевого мармеладу на основі пектиновмісної сировини

Сучасні інноваційні підходи у виробництві фруктово-овочевого мармеладу на основі пектиновмісної сировини спрямовані на зниження вмісту доданого цукру, контроль глікемічної відповіді (низький ГІ/ГН) та підвищення функціональності продукту без погіршення текстури й органолептичних властивостей. Технологічна основа таких рішень полягає у керованому використанні пектинових систем (високометоксильованих та низькометоксильованих), оскільки властивості пектину та механізми гелеутворення (вплив рН, іонів кальцію, сухих речовин, температури) дозволяють формувати потрібну структуру навіть за умов зменшеного вмісту сахарози, що розширює можливості створення мармеладу зі «здоровішим» профілем [15].

Одним із найбільш поширених напрямів є часткова або повна заміна сахарози на комбінації підсолоджувачів і наповнювачів: поліюли (ізомальт, еритритол тощо), а також пребіотичні/волокнисті інгредієнти (інулін, полідекстроза), які одночасно виконують роль «тіла» продукту (bulk), коригують водозв'язування та реологію, підтримують желейну текстуру й зменшують енергетичну цінність. Практика використання інуліну як замітника цукру/жиру та модифікатора текстури добре описана в оглядових роботах, де підкреслюється важливість підбору типу інуліну та його кількості з урахуванням технологічних режимів, щоб уникати дефектів структури [16]. Дослідження в желейно-пектинових системах також демонструють можливість значного заміщення частки традиційних цукрів сумішами ізомальту/полідекстрози/інуліну зі зміною текстурних характеристик

(твердість, еластичність, вологість), що потребує оптимізації рецептури та режимів структуроутворення [17].

Другий ключовий підхід – зниження глікемічної відповіді не лише через меншу кількість сахарози, а й через підвищення частки розчинних харчових волокон (пектин, інουλін, волокна з рослинної сировини), які можуть сповільнювати доступність вуглеводів і зменшувати постпрандіальну глікемію; у технології мармеладу це реалізують як за рахунок вибору пектиновмісних пюре/концентратів, так і додаванням волокнистих компонентів, що одночасно стабілізують гель [18]. Для підтвердження можливості одержання низького ГІ в пектинових желейних продуктах застосовуються підходи з використанням замінників цукру та збагачення матриці інгредієнтами з волокнами/фіто-компонентами; у роботах останніх років показано, що модифікація складу здатна знижувати глікемічну відповідь і глікемічний індекс порівняно з контролем [19]. Додатково, дані щодо «sugar-free» желейних продуктів вказують на нижчі показники глюкози/інсуліну та меншу площу під глікемічною кривою порівняно з контролем, що узгоджується з концепцією створення низькоглікемічних десертів і може бути адаптовано для мармеладної групи при коректному доборі гелеутворювача та підсолоджувача [20].

Третій напрям – підвищення функціональності мармеладу через максимальне використання біоактивного потенціалу фруктово-овочевої пектиновмісної сировини та/або додаткове збагачення (антиоксиданти, поліфеноли, каротиноїди, пребіотики) [21]. Пектинові гелі та «пектинові матриці» розглядаються як технологічна платформа для утримання та доставки біоактивних речовин, а також для формування продуктів із підвищеною часткою харчових волокон; сучасні огляди підкреслюють як технологічні, так і біофункціональні аспекти пектину (в т.ч. у контексті метаболічного здоров'я), що робить його перспективним інгредієнтом саме для функціональних мармеладних виробів [22].

Отже, інноваційні рішення у виробництві фруктово-овочевого мармеладу на основі пектиновмісної сировини концентруються на трьох взаємопов'язаних цілях: (1) зменшення доданого цукру (за рахунок поліолів, інтенсивних підсолоджувачів і «bulk-інгредієнтів» на кшталт інуліну/полідекстрази), (2) зниження ГІ/глікемічного навантаження (через корекцію вуглеводного профілю та підвищення частки розчинних волокон), (3) підвищення функціональності (збагачення волокнами та біоактивними компонентами фруктово-овочевої сировини), при цьому технологічним ядром залишається кероване пектинове гелеутворення та оптимізація параметрів процесу для збереження якості структури й сенсорної привабливості продукту.

Висновок до розділу 1

У результаті аналізу наукових джерел встановлено, що сучасний розвиток виробництва мармеладу характеризується переходом від традиційних високовуглеводних желейних виробів до продуктів з покращеними харчовими та функціональними властивостями. Провідними тенденціями є зниження вмісту доданого цукру, використання натуральних гелеутворювачів і формування асортименту продукції, орієнтованої на споживачів, які дотримуються принципів здорового харчування та контролюють глікемічне навантаження раціону.

Показано, що пектиновмісна фруктово-овочева сировина відіграє ключову роль у виробництві мармеладу, оскільки поєднує в собі функції природного гелеутворювача та джерела біологічно активних речовин і харчових волокон. Використання яблучної, цитрусової, айвової, гарбузової та бурякової сировини дозволяє формувати стабільну структуру мармеладу, зменшувати потребу у синтетичних або концентрованих добавках пектину, підвищувати харчову цінність продукту та забезпечувати більш «чистий» рецептурний склад.

Проаналізовані інноваційні підходи до виробництва фруктово-овочевого мармеладу свідчать, що поєднання пектинових систем із поліолами,

пребіотичними волокнами та альтернативними підсолоджувачами є ефективним шляхом створення мармеладних виробів зі зниженим глікемічним індексом і калорійністю. Одночасно пектин розглядається як технологічна матриця для збереження та доставки біоактивних сполук, що дозволяє позиціонувати мармелад не лише як кондитерський виріб, а як продукт функціонального призначення.

Отже, узагальнення літературних даних підтверджує наукову та практичну доцільність розроблення інноваційних технологій фруктово-овочевого мармеладу на основі пектиновмісної сировини. Виявлені тенденції та підходи слугують теоретичним підґрунтям для подальших експериментальних досліджень, обґрунтування рецептур і розробки технологічних рішень, спрямованих на створення мармеладних виробів функціонального призначення з контрольованими показниками якості та глікемічної дії.

РОЗДІЛ 2

ОБ'ЄКТИ, МЕТОДИКА ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Програма досліджень та схема дослідів

Програма досліджень спрямована на наукове обґрунтування та розроблення інноваційних технологій фруктово-овочевого мармеладу на основі пектиновмісної сировини з покращеними структурно-механічними, фізико-хімічними та споживчими властивостями, а також зі зниженим вмістом цукру та глікемічним індексом.

Дослідження проводили у декілька взаємопов'язаних етапів.

На першому етапі здійснювали аналітичний огляд сучасних наукових джерел та нормативно-технічної документації з питань виробництва мармеладу, властивостей пектиновмісної фруктово-овочевої сировини, особливостей гелеутворення пектину, а також інноваційних підходів до створення продуктів функціонального призначення зі зниженим глікемічним індексом.

Другий етап досліджень передбачав обґрунтування вибору та характеристику сировинних компонентів для виробництва мармеладу. Вивчали хімічний склад, вміст пектинових речовин, органічних кислот, сухих речовин та біологічно активних сполук у фруктово-овочевій сировині. Оцінювали доцільність використання натуральних підсолоджувачів і цукрозамінників у складі рецептурних композицій.

Окрему увагу приділяли пектиновмісній фруктово-овочевій сировині як ключовому структуроутворювальному та функціональному компоненту мармеладу. Досліджували видову та сортову різноманітність плодів і овочів з підвищеним вмістом пектинових речовин, зокрема яблук, груш, айви, гарбуза, буряка столового, моркви, а також ягід чорної смородини. Оцінювання

здійснювали з урахуванням загального вмісту пектину, співвідношення протопектину і розчинного пектину, а також рівня природної кислотності, що істотно впливає на процес гелеутворення мармеладної маси.

Крім того, вивчали функціонально-технологічні властивості пектиновмісної сировини, зокрема її здатність до формування стабільної гелевої структури за зниженого вмісту цукру, водоутримувальну здатність та вплив на реологічні характеристики готового продукту..

На третьому етапі розробляли рецептури фруктово-овочевого мармеладу на основі пектиновмісної сировини. Формували контрольні та дослідні зразки з різним співвідношенням плодово-овочевих пюре, пектину, цукру та цукрозамінників. Обґрунтовували вибір технологічних параметрів уварювання та формування мармеладної маси.

Четвертий етап включав дослідження фізико-хімічних показників якості розроблених зразків мармеладу. Визначали масову частку сухих речовин, активну та титровану кислотність, вміст редукуючих цукрів, а також показники, що характеризують процес гелеутворення та стабільність структури продукту.

На п'ятому етапі проводили органолептичну оцінку мармеладу за показниками зовнішнього вигляду, кольору, смаку, аромату, консистенції та загальної гармонійності. Оцінювання здійснювали з використанням бальної системи з подальшим узагальненням результатів.

Шостий етап досліджень був присвячений розрахунку харчової та енергетичної цінності мармеладу, а також визначенню орієнтовного глікемічного індексу розроблених рецептур з урахуванням складу сировинних компонентів та їхнього вуглеводного профілю.

На заключному етапі здійснювали узагальнення отриманих результатів, порівняльний аналіз контрольних і дослідних зразків, формулювання висновків щодо ефективності застосування пектиновмісної фруктово-овочевої сировини та інноваційних технологічних рішень у виробництві мармеладу, а

також оцінювали перспективи впровадження розробленої технології у промислових умовах.

Програма досліджень наведена на рисунку 2.1.

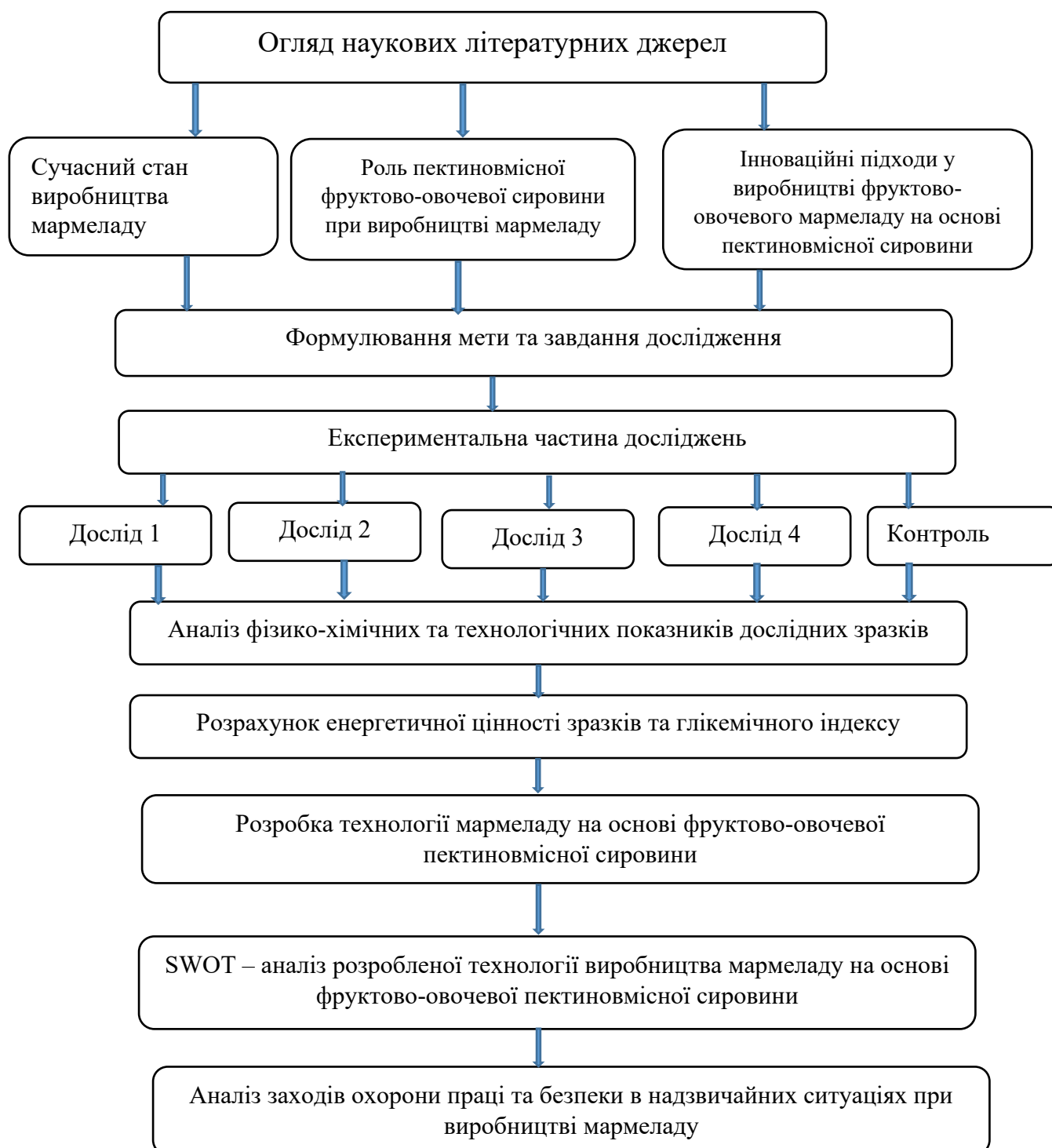


Рис. 2.1. Програма досліджень при розробці технології мармеладу на основі фруктово-овочевої пектиновмісної сировини

При розробці фруктово-овочевого мармеладу доцільно використовувати високопектинові фрукти як структуроутворювальну основу у поєднанні з овочевою сировиною, що виконує функціональну, текстурну та біологічну роль. Таке поєднання дозволяє отримати стабільну гелеву структуру, знизити вміст цукру та підвищити харчову цінність готового продукту.

Розробимо інноваційні рецептурні композиції фруктово-овочевого мармеладу на основі пектиновмісної сировини.

Контрольний зразок обрано як традиційний фруктовий мармелад, виготовлений за класичною рецептурою з використанням яблучного пюре, цукру та промислового пектину. Такий зразок широко застосовується у промисловості та відповідає загальноприйнятим технологічним підходам до виробництва мармеладу. Використання саме цього зразка дозволяє об'єктивно оцінити вплив заміни частини фруктової сировини овочевою, зниження вмісту цукру та застосування природних пектиновмісних компонентів на якість готового продукту.

Таблиця 2.1

Рецептура контрольного зразка

Сировинний компонент	Масова частка, %
Пюре яблучне	60,0
Цукор	25,0
Пектин яблучний	1,2
Лимонна кислота (або лимонний сік)	0,8
Вода	13,0
Разом	100,0

На основі результатів аналізу літературних джерел, обґрунтування вибору пектиновмісної сировини та визначення контрольного зразка було сформовано підхід до створення інноваційних рецептур плодово-овочевого мармеладу. З урахуванням технологічної сумісності фруктової й овочевої сировини, вимог до гелеутворення та орієнтації на зниження вмісту цукру розроблено серію рецептур, характеристику яких наведено нижче.

Таблиця 2.2

**Яблучно-морквяний мармелад – К1 (класичний, зі зниженим
вмістом цукру)**

Сировинний компонент	Масова частка, %
Пюре яблучне	55,0
Пюре морквяне	25,0
Цукор	12,0
Пектин яблучний	1,0
Лимонний сік	0,8
Вода	6,2
Разом	100,0

Рецептура К1 має стабільну желеву структуру, приємний солодкий смак, підвищений вміст β -каротину. Придатний для зниження вмісту цукру до 10–12 %.

Таблиця 2.3

Айвово-гарбузовий мармелад К2 – (clean label, без доданого пектину)

Сировинний компонент	Масова частка, %
Пюре айви	45,0
Пюре гарбуза	30,0
Цукор	15,0
Лимонний сік	0,7
Вода	9,3
Разом	100,0

Рецептура К2 має високий вміст природного пектину з айви забезпечує желеутворення без промислового пектину. Виріб з «чистою етикеткою».

Таблиця 2.4

**Яблучно-чорносмородиново-буряковий мармелад К3 –
(функціональний)**

Сировинний компонент	Масова частка, %
Пюре яблучне	40,0
Пюре чорної смородини	20,0
Пюре буряка	20,0
Цукор	12,0
Пектин	1,2

Продовження табл.2.4

Лимонний сік	0,8
Вода	6,0
Разом	100,0

Рецептура К3 має інтенсивний природний колір, високий вміст поліфенолів і антиоксидантів. Добре підходить для мармеладу функціонального призначення.

Таблиця 2.5

Грушево-гарбузовий мармелад з інуліном К4 – (низький ГІ)

Сировинний компонент	Масова частка, %
Пюре грушеве	45,0
Пюре гарбуза	25,0
Інулін	6,0
Цукор	8,0
Пектин	1,0
Лимонний сік	0,7
Вода	14,3
Разом	100,0

Рецептура К4 має знижений глікемічний індекс, підвищений вміст харчових волокон, м'який смак. Перспективний для дієтичного харчування.

Запропоновані рецептури плодово-овочевого мармеладу базуються на поєднанні високопектинової фруктової сировини з овочами функціонального призначення, що забезпечує формування стабільної гелевої структури, зниження вмісту цукру та підвищення харчової цінності готових виробів. Але повністю відмовитись від використання пектину в деяких рецептурах обмежено, тому що в рецептурах знижено вміст цукру та потрібна стандартизована щільність гелю.

Методика приготування дослідних зразків мармеладу наведена нижче.

2.2 Об'єкти та матеріали досліджень

У якості основної сировини використовували натуральну локальну фруктово-овочево сировину. В промислових умовах використовують плодово-ягідні пюре основи [23].

Об'єктами досліджень виступали: яблука, морква, айва, гарбуз, груші, ягоди чорної смородини, буряк.

Для виготовлення мармеладу найбільш доцільно використовувати пюре з кисло-солодких або кислих яблук осінньо-зимових сортів, які характеризуються підвищеним вмістом пектинових речовин та органічних кислот. Саме такі яблука забезпечують формування стабільної гелевої структури та дозволяють зменшити кількість доданого пектину і цукру. До таких сортів належать яблука типу Антонівка, Ренет Смиренка, Гренні Сміт, а також інші кисло-солодкі технічні сорти.

Біохімічний склад яблук зумовлює їхню здатність формувати стабільну гелеву структуру мармеладної маси без істотного внесення додаткових структуроутворювачів.

Основними компонентами сухих речовин яблук є вуглеводи, представлені переважно моно- і дисахаридами (фруктоза, глюкоза, сахароза), які формують солодкий смак та беруть участь у процесах гелеутворення. Вміст загальних цукрів у яблуках у середньому становить 9–12 %, що забезпечує помірний глікемічний ефект і дозволяє регулювати кількість доданого цукру в рецептурі мармеладу [24].

Особливу технологічну цінність мають пектинові речовини, масова частка яких у яблуках коливається в межах 1,0–1,5 % у перерахунку на сиру масу [25]. Значна частина пектину перебуває у формі протопектину, який під час теплової обробки пюре переходить у розчинний стан і забезпечує формування щільної, пружної гелевої структури мармеладу. Наявність природних органічних кислот (переважно яблучної) створює оптимальні умови для желювання пектину.

Яблука також містять харчові волокна, поліфенольні сполуки та вітамін С, які підвищують біологічну цінність мармеладу. Хоча частина термолабільних сполук руйнується під час уварювання, пектин і фенольні речовини зберігаються у достатній кількості, що дозволяє відносити мармелад на яблучному пюре до продуктів з елементами функціональної спрямованості [26].

Таблиця 2.6

Поживна цінність яблук (у середньому на 100 г сирої сировини)

Показник	Значення
Вода, г	84–86
Сухі речовини, %	14–16
Білки, г	0,3–0,5
Жири, г	0,2–0,4
Вуглеводи, г	9,0–12,0
у тому числі цукри, г	8,0–10,5
Харчові волокна, г	2,0–2,5
Пектинові речовини, г	1,0–1,5
Органічні кислоти (у перерахунку на яблучну), %	0,5–1,0
Вітамін С, мг	8–15
Енергетична цінність, ккал	45–55

Груші є перспективною фруктовою сировиною для виробництва мармеладу завдяки високому вмісту вуглеводів, харчових волокон та приємному солодкому смаку [27]. У біохімічному складі груш домінують цукри (фруктоза та глюкоза), що формують м'який смаковий профіль мармеладу та дозволяють зменшувати частку доданого цукру. Вміст пектинових речовин у грушах є помірним, тому в технології мармеладу їх доцільно поєднувати з високопектиновими фруктами або додатковим пектином.

Органічні кислоти в грушах містяться у невеликій кількості, що зумовлює необхідність корекції кислотності мармеладної маси для забезпечення оптимальних умов желювання.

Таблиця 2.7

Поживна цінність груш (на 100 г)

Показник	Значення
Вода, г	83–85
Вуглеводи, г	10–13
Харчові волокна, г	2,5–3,0
Пектинові речовини, г	0,4–0,8
Органічні кислоти, %	0,2–0,4
Вітамін С, мг	5–10
Енергетична цінність, ккал	42–55

Айва є однією з найбільш цінних пектиновмісних фруктових культур і широко використовується як природний структуроутворювач у технології мармеладу [28]. Її біохімічний склад характеризується високим вмістом пектинових речовин, органічних кислот та фенольних сполук [29]. Значна частка протопектину під час теплової обробки переходить у розчинну форму, забезпечуючи інтенсивне гелеутворення навіть за зниженого вмісту цукру [30].

Айва дозволяє формувати мармелад із «чистою етикеткою» без додавання промислового пектину.

Таблиця 2.8

Поживна цінність айви (на 100 г)

Показник	Значення
Вода, г	80–82
Вуглеводи, г	8–11
Харчові волокна, г	3,0–3,5
Пектинові речовини, г	1,2–1,8
Органічні кислоти, %	0,9–1,5
Вітамін С, мг	15–25
Енергетична цінність, ккал	40–50

Морква належить до пектиновмісної овочевої сировини з помірним вмістом пектину та високою біологічною цінністю [31]. Вона є важливим джерелом β -каротину, харчових волокон і мінеральних речовин [32]. Пектинові речовини моркви представлені переважно протопектином, який у

процесі теплової обробки частково переходить у розчинну форму, сприяючи підвищенню в'язкості та стабільності мармеладної маси.

У мармеладі морква виконує не лише структурну, а й функціональну та кольороутворювальну роль.

Таблиця 2.9

Поживна цінність моркви (на 100 г)

Показник	Значення
Вода, г	86–88
Вуглеводи, г	7–9
Харчові волокна, г	2,5–3,0
Пектинові речовини, г	0,6–1,2
Органічні кислоти, %	0,2–0,3
β -каротин, мг	8–12
Енергетична цінність, ккал	35–42

Гарбуз є низькокалорійною овочевою сировиною з помірним вмістом пектинових речовин і високою водоутримувальною здатністю. У біохімічному складі гарбуза переважають вуглеводи у вигляді простих цукрів, харчові волокна та каротиноїди [33]. Завдяки низькій кислотності гарбуз потребує поєднання з кислими фруктами або корекції рН мармеладної маси [34].

У технології мармеладу гарбуз сприяє формуванню ніжної, пластичної текстури та зниженню енергетичної цінності продукту.

Таблиця 2.10

Поживна цінність гарбуза (на 100 г)

Показник	Значення
Вода, г	88–90
Вуглеводи, г	6–8
Харчові волокна, г	1,5–2,0
Пектинові речовини, г	0,5–0,9
Органічні кислоти, %	0,1–0,2
Каротиноїди, мг	2–5
Енергетична цінність, ккал	22–30

Буряк столовий є цінною овочевою сировиною для виробництва плодово-овочевого мармеладу завдяки вмісту пектинових речовин, харчових волокон та біологічно активних пігментів – беталаїнів [35]. У його біохімічному складі переважають вуглеводи у вигляді сахарози, глюкози та фруктози, що забезпечує помірну природну солодкість і дозволяє частково зменшити кількість доданого цукру в рецептурі [36].

Пектинові речовини буряка представлені переважно протопектином, який у процесі теплової обробки пюре переходить у розчинну форму та сприяє підвищенню в'язкості і стабільності мармеладної маси. Органічні кислоти містяться у незначній кількості, тому при використанні бурякового пюре в технології мармеладу необхідна корекція кислотності шляхом поєднання з кислими фруктами або ягодами.

Особливу технологічну цінність буряка зумовлює високий вміст беталаїнів, які надають готовому продукту інтенсивного природного забарвлення та антиоксидантних властивостей.

Таблиця 2.11

Поживна цінність буряка (на 100 г)

Показник	Значення
Вода, г	86–88
Вуглеводи, г	8–10
Харчові волокна, г	2,5–3,0
Пектинові речовини, г	0,8–1,3
Органічні кислоти, %	0,1–0,3
Беталаїни, мг	20–50
Енергетична цінність, ккал	40–45

Ягоди чорної смородини належать до високобіологічно цінної пектиновмісної ягідної сировини, що широко використовується у виробництві мармеладу функціонального призначення. Їх біохімічний склад

характеризується поєднанням пектинових речовин, органічних кислот, вітамінів і поліфенольних сполук, зокрема антоціанів [37].

Високий вміст органічних кислот (переважно лимонної та яблучної) створює оптимальні умови для желювання пектину, що дозволяє формувати стабільну гелеву структуру мармеладу навіть за зниженого вмісту цукру. Пектинові речовини чорної смородини частково перебувають у розчинній формі, що позитивно впливає на текстурні властивості продукту [38].

Антоціани чорної смородини забезпечують інтенсивне темно-фіолетове забарвлення мармеладу та надають йому антиоксидантних властивостей, що підвищує функціональну цінність готових виробів [39].

Таблиця 2.12

Поживна цінність ягід чорної смородини (на 100 г)

Показник	Значення
Вода, г	80–83
Вуглеводи, г	7–9
Харчові волокна, г	3,5–4,5
Пектинові речовини, г	1,1–1,6
Органічні кислоти, %	2,0–3,0
Вітамін С, мг	150–300
Антоціани, мг	200–400
Енергетична цінність, ккал	40–45

Буряк столовий і ягоди чорної смородини суттєво відрізняються за кислотністю та вмістом біологічно активних сполук, однак їх поєднання з фруктовою пектиновмісною сировиною дозволяє формувати мармелад з вираженими структурними, кольороутворювальними та функціональними властивостями.

Лимон є важливою допоміжною сировиною у виробництві плодово-овочевого мармеладу завдяки високому вмісту органічних кислот, пектинових речовин і біологічно активних сполук. У технології мармеладу лимон використовується переважно у вигляді соку або пюре з метою корекції

активної кислотності мармеладної маси та створення оптимальних умов для желювання пектину.

Біохімічний склад лимона характеризується високою концентрацією лимонної кислоти, яка забезпечує зниження рН до рівня 3,0–3,3, що є оптимальним для формування стабільної гелевої структури мармеладу. Пектинові речовини лимона зосереджені переважно у шкірці та альbedo, тоді як м'якоть містить їх у меншій кількості [40]. Під час теплової обробки частина протопектину переходить у розчинну форму, сприяючи стабілізації текстури продукту.

Лимон також є джерелом вітаміну С та флавоноїдів, які надають мармеладу антиоксидантних властивостей і підвищують його біологічну цінність [41]. Характерний аромат і кислий смак лимона дозволяють гармонізувати солодкість мармеладу, особливо у рецептурах зі зниженим вмістом цукру.

Таблиця 2.13

Поживна цінність лимона (у середньому на 100 г сировини)

Показник	Значення
Вода, г	87–89
Вуглеводи, г	6–9
Харчові волокна, г	2,5–3,0
Пектинові речовини, г	0,5–0,9
Органічні кислоти (у перерахунку на лимонну), %	5,0–7,0
Вітамін С, мг	40–60
Флавоноїди, мг	20–50
Енергетична цінність, ккал	30–35

Лимон у технології плодово-овочевого мармеладу використовується як природний регулятор кислотності та джерело біологічно активних сполук, що забезпечує оптимальні умови гелеутворення та підвищує харчову цінність готового продукту [42].

Яблучний пектин є природним полісахаридом, що отримується з яблучних вичавок, і належить до основних структуроутворювальних компонентів у технології мармеладу. За хімічною природою він являє собою полімер галактуронової кислоти з різним ступенем етерифікації, який визначає його желувальні властивості та умови формування гелевої структури.

У виробництві мармеладу найчастіше застосовують високоетерифікований яблучний пектин, який здатний утворювати міцний гель у присутності достатньої кількості цукру та за оптимальної кислотності (рН 2,8–3,5). За умов зниженого вмісту цукру можливе використання низькоетерифікованого яблучного пектину, гелеутворення якого відбувається за участю іонів кальцію.

Яблучний пектин характеризується високою гелеутворювальною та водоутримувальною здатністю, що забезпечує формування пружної, стабільної та однорідної консистенції мармеладу. Крім структурної функції, він виконує роль харчового волокна, позитивно впливаючи на фізіологічну цінність готового продукту [6].

Таблиця 2.14

Хімічний склад і поживна цінність яблучного пектину (на 100 г)

Показник	Значення
Масова частка вуглеводів, г	85–90
Харчові волокна, г	80–90
Білки, г	≤1,0
Жири, г	≤0,5
Зольні речовини, г	3–5
Ступінь етерифікації, %	55–75 (ВЕР) / <50 (НЕР)
Енергетична цінність, ккал	200–230

Примітка: яблучний пектин не засвоюється у тонкому кишечнику та не чинить істотного глікемічного впливу.

Яблучний пектин є ефективним природним структуроутворювачем, застосування якого у технології плодово-овочевого мармеладу забезпечує

формування стабільної гелевої структури, покращення текстурних властивостей та підвищення харчової цінності готових виробів.

У рецептурах на основі яблучного, грушевого та овочевого пюре з помірним вмістом природного пектину (морква, гарбуз, буряк) дозування яблучного пектину встановлено на рівні 0,8–1,2 %. Така кількість є достатньою для формування пружної, однорідної гелевої структури без проявів синерезису та забезпечує стабільність консистенції під час формування і зберігання мармеладу.

У рецептурах зі зниженим вмістом цукру або з частковою заміною його на інулін чи інші цукрозамінники застосування пектину в межах 1,0–1,2 % є технологічно доцільним, оскільки компенсує зменшення гелеутворювальної дії сахарози та дозволяє отримати продукт із заданими реологічними характеристиками.

Для рецептур, що містять високопектинову фруктову сировину (айва, чорна смородина), кількість доданого пектину зменшували до 0–0,5 % або повністю виключали його з рецептури. У таких випадках гелева структура формується переважно за рахунок природних пектинових речовин сировини та оптимального рівня кислотності.

Таким чином, обране дозування яблучного пектину є науково та технологічно обґрунтованим і дозволяє регулювати структуру мармеладу залежно від складу сировини, рівня цукру та функціонального спрямування продукту, забезпечуючи стабільну якість і споживчі властивості готових виробів.

Цукор-пісок (сахароза) є традиційним рецептурним компонентом у виробництві мармеладу та виконує одночасно солодку, структуроутворювальну і консервувальну функції. За хімічною природою сахароза є дисахаридом, що складається з залишків глюкози та фруктози, і належить до легкозасвоюваних вуглеводів.

У технології мармеладу цукор відіграє ключову роль у процесі гелеутворення високоетерифікованого пектину, оскільки забезпечує зниження

активності води та сприяє формуванню просторової пектинової сітки за наявності органічних кислот. Крім того, цукор формує характерний смак, впливає на консистенцію, блиск і прозорість мармеладної маси, а також підвищує мікробіологічну стабільність готового продукту.

Разом із тим цукор не містить біологічно активних речовин і характеризується високою енергетичною цінністю та високим глікемічним індексом, що зумовлює доцільність обмеження його вмісту у сучасних інноваційних рецептурах мармеладу та часткової заміни на цукрозамінники або харчові волокна.

Таблиця 2.15

Хімічний склад і поживна цінність цукру (на 100 г)

Показник	Значення
Вода, г	≤0,1
Вуглеводи (сахароза), г	99,7–99,9
Білки, г	0
Жири, г	0
Харчові волокна, г	0
Мінеральні речовини, г	≤0,1
Енергетична цінність, ккал	387–400
Глікемічний індекс	65–70

Цукор у технології плодово-овочевого мармеладу виконує багатофункціональну роль, поєднуючи властивості підсолоджувача та структуроутворювального агента, однак з огляду на його високу енергетичну цінність і глікемічний індекс доцільним є оптимізація його дозування у рецептурах інноваційного спрямування.

Інулін є природним полісахаридом з групи фруктанів, який міститься у коренеплодах та бульбах ряду рослин (топінамбур, цикорій, цибуля) і широко застосовується у технологіях харчових продуктів функціонального призначення [43]. За хімічною будовою інулін складається з ланцюгів залишків фруктози, з'єднаних β -(2→1)-глікозидними зв'язками, та невеликої кількості глюкози на кінці молекули .

Інулін не гідролізується ферментами травної системи людини, тому не засвоюється у тонкому кишечнику і практично не впливає на рівень глюкози в крові. У товстому кишечнику він ферментується корисною мікрофлорою, виконуючи роль пребіотики. Завдяки цьому інулін є перспективним інгредієнтом для створення мармеладу зі зниженим глікемічним індексом.

Таблиця 2.16

Хімічний склад і поживна цінність інуліну (на 100 г)

Показник	Значення
Вода, г	≤5,0
Вуглеводи, г	85–95
у тому числі інулін, г	85–90
Білки, г	≤1,0
Жири, г	≤0,5
Харчові волокна, г	80–90
Енергетична цінність, ккал	150–170
Глікемічний індекс	≈0

Примітка: енергетична цінність інуліну нижча за цукор, оскільки він частково ферментується мікрофлорою кишечника.

У технології плодово-овочевого мармеладу інулін виконує функції часткового замітника цукру, текстуроутворювача та джерела харчових волокон. Він підвищує в'язкість мармеладної маси, покращує відчуття «тіла» продукту та сприяє формуванню більш пластичної, м'якої консистенції, особливо у рецептурах зі зниженим вмістом сахарози.

2.3 Методика проведення досліджень

Методика досліджень передбачала виготовлення зразків мармеладу за контрольними та дослідними рецептурами з метою оцінювання впливу виду пектиновмісної сировини на фізико-хімічні, структурно-механічні та органолептичні показники готового продукту.

Методика досліджень передбачала виготовлення контрольного та дослідних зразків мармеладу за розробленими рецептурами, сформованими на

основі різних видів пектиновмісної плодово-овочевої сировини. Контрольний зразок готували за традиційною рецептурою з використанням яблучного пюре як основного структуроутворювального компонента. Дослідні зразки виготовляли із частковою або повною заміною яблучного пюре на інші види пектиновмісної сировини (грушеве, айвово, гарбузове, морквяне, бурякове, ягідне пюре чорної смородини) у співвідношеннях, визначених у розроблених рецептурах.

Усі зразки мармеладу виготовляли за єдиною технологічною схемою з дотриманням однакових параметрів теплової обробки, уварювання та формування, що забезпечувало коректність порівняльного аналізу. Дослідження проводили з метою оцінювання впливу виду пектиновмісної сировини та її рецептурного поєднання на фізико-хімічні показники (вміст сухих речовин, активна кислотність, титрована кислотність), структурно-механічні характеристики (міцність гелю, пружність, щільність структури) та органолептичні властивості (колір, смак, аромат, консистенція, загальне споживче сприйняття) готового мармеладу.

Для отримання пюре використовували стиглі, доброякісні овочі, фрукти та ягоди без ознак псування, механічних пошкоджень і мікробіологічного ураження. Сировину попередньо сортували, видаляли сторонні домішки та ретельно промивали проточною питною водою.

Опишемо приготування мармеладу за рецептурою вказаною в таблиці 2.3. Айвово-гарбузовий мармелад К2 виготовляли в лабораторних умовах відповідно до розробленої рецептури з використанням пектиновмісної рослинної сировини без додавання промислового пектину. Технологічний процес складався з послідовних стадій підготовки сировини, теплової обробки, уварювання мармеладної маси та формування готового продукту.

Підготовку сировини здійснювали шляхом миття, очищення та подрібнення плодів айви та гарбуза з подальшим отриманням однорідного пюре. Айвово та гарбузове пюре використовували у співвідношенні, передбаченому рецептурою (45,0 % та 30,0 % відповідно). Пюре змішували з

питною водою (9,3 %) до отримання рівномірної маси та піддавали попередньому підігріванню при температурі 85–90 °С протягом 5–7 хв з метою пом'якшення клітинних структур, активізації природних пектинових речовин та стабілізації кольору.

Після цього до суміші додавали цукор у кількості 15,0 % і проводили уварювання мармеладної маси за постійного перемішування. Пюре завантажували у лабораторний реактор із мішалкою. Уварювання здійснювали при температурі 100–105 °С до досягнення вмісту сухих речовин, характерного для мармеладної маси, що забезпечувало формування гелеподібної структури за рахунок власних пектинових речовин айви у поєднанні з гарбузовими полісахаридами.

На завершальному етапі уварювання до мармеладної маси вносили лимонний сік у кількості 0,7 %, який виконував функцію регулятора кислотності та сприяв створенню оптимальних умов для гелеутворення природного пектину. Після ретельного перемішування гарячу мармеладну масу розливали у форми та залишали для структуроутворення і охолодження за температури (18–22) °С.

Формування гелеподібної консистенції відбувалося упродовж 12–24 год без застосування механічних впливів. Після стабілізації структури вироби виймали з форм і додатково витримували протягом 24 год за температури 18–20 °С з метою вирівнювання вологості та остаточного закріплення текстурних властивостей. Сформовані зразки використовували для подальшого визначення фізико-хімічних та органолептичних показників.

Отриманий айвово-гарбузовий мармелад характеризувався сформованою гелеподібною консистенцією, вираженим натуральним смаком і ароматом сировини та відповідав концепції clean label, оскільки гелеутворення досягалося виключно за рахунок природних пектиновмісних компонентів без використання харчових добавок.

Органолептичну оцінку розроблених рецептур мармеладу проводили з метою визначення їх споживчих властивостей та встановлення впливу

рецептурного складу на формування якості готового продукту. Оцінювання здійснювали дегустаційним методом із залученням комісії у складі 5–7 підготовлених дегустаторів, які пройшли попередній інструктаж.

Дослідження проводили у спеціально підготовленому приміщенні за стандартних умов: температура повітря 20–22 °С, відносна вологість 60–70 %, нейтральне освітлення та відсутність сторонніх запахів і шумових подразників. Зразки мармеладу подавали дегустаторам у закодованому вигляді (рандомізоване цифрове маркування), що унеможливило ідентифікацію рецептури та знижувало суб'єктивний вплив на результати оцінювання.

Оцінку якості мармеладу здійснювали за п'ятибальною шкалою з урахуванням таких показників: зовнішній вигляд, колір, консистенція, аромат, смак та загальне споживче сприйняття. Кожен показник оцінювали окремо, після чого визначали середнє арифметичне значення за результатами індивідуальних оцінок дегустаторів.

Між оцінюванням окремих зразків дегустаторам пропонували нейтральні продукти (питна вода, несолоні крекери) для очищення рецепторів. Отримані органолептичні дані використовували для порівняльної характеристики контрольного та дослідних зразків мармеладу, побудови профілограм та обґрунтування оптимальної рецептури.

Таблиця 2.17

Критерії органолептичної оцінки якості мармеладу (0–5 балів)

Показник	5 балів	4 бали	3 бали	2 бали	1 бал	0 балів
Зовнішній вигляд	Форма правильна, поверхня рівна, без тріщин і деформацій	Незначні відхилення форми, поверхня майже рівна	Помітні нерівності, незначні дефекти поверхні	Деформована форма, нерівна поверхня	Значні дефекти форми та поверхні	Виріб непридатний до оцінки

Продовження табл. 2.17

Колір	Однорідний, яскраво виражений, характерний для сировини	Однорідний, дещо менш насичений	Слабко виражений або неоднорідний	Тьмяний із плямами	Невласливий даному виду мармеладу	Повністю неприйнятний
Консистенція	Щільна, пружна, гелеподібна, добре тримає форму	Достатньо щільна, незначно м'яка	Помірно щільна, частково втрачає форму	М'яка або надто жорстка	Розпливчаста або крихка	Відсутність гелеподібної структури
Аромат	Виражений чистий, характерний для рецептури	Достатньо виражений, без сторонніх запахів	Слабо виражений	Ледь відчутний або нестійкий	Наявні сторонні запахи	Неприйнятний
Смак	Гармонійний, добре збалансований, характерний	Приємний, незначні відхилення	Посередній, слабо виражений	Невиражений або з дисбалансом	Неприємний присмак	Різко неприємний
Загальне споживаче сприйняття	Високий рівень якості, продукт повністю привабливий	Якість добра	Задовільна якість	Низька якість	Дуже низька якість	Непридатний до споживання

Усі дослідження фізико-хімічних і структурно-механічних показників фруктово-овочевих мармеладів виконували відповідно до загальноприйнятих стандартних методик [44].

Фізико-хімічні дослідження зразків мармеладу проводили з метою визначення показників, що характеризують стабільність, якість та відповідність готового продукту вимогам желейних кондитерських виробів. Визначали масову частку сухих речовин рефрактометричним методом, активну кислотність (рН) – потенціометричним методом, а титровану кислотність – методом кислотно-лужного титрування з використанням стандартного лужного розчину. Усі визначення виконували щонайменше у трикратній повторюваності з подальшим усередненням результатів.

Структурно-механічні властивості мармеладу оцінювали шляхом визначення міцності гелеподібної структури, пружності та стійкості до деформації.

Міцність гелю фруктово-овочевого мармеладу визначали методом одноосьового стискання з використанням текстурного аналізатора типу Texture Analyzer. Дослідні зразки мармеладу формували у вигляді циліндрів із стандартизованими висотою та діаметром і перед проведенням вимірювань кондиціонували за температури (20 ± 2) °C протягом не менше 1 години. Стискання здійснювали плоским циліндричним зондом зі сталою швидкістю переміщення до заданого рівня деформації. Міцність гелю визначали як максимальне зусилля (Н), зафіксоване під час першого циклу навантаження до моменту руйнування зразка або досягнення встановленої деформації.

Деформацію при стисканні визначали в межах того самого випробування одноосьового стискання. Показник розраховували як відносну зміну висоти зразка (%) у момент досягнення максимального навантаження або при фіксованому зусиллі стискання. Значення деформації при стисканні характеризує пластичні властивості гелевої структури фруктово-овочевого мармеладу та її здатність змінювати форму під дією механічного навантаження без миттєвого руйнування.

Еластичність фруктово-овочевого мармеладу визначали методом двоциклового стискання (Texture Profile Analysis). Після завершення першого циклу навантаження зразок піддавали другому циклу стискання за аналогічних умов. Еластичність обчислювали як відношення показників відновлення зразка (висоти або часу) під час другого циклу до відповідних параметрів першого циклу. Цей безрозмірний показник характеризує здатність гелевої структури фруктово-овочевого мармеладу відновлювати початкову форму після зняття навантаження.

Клейкість (адгезію) фруктово-овочевого мармеладу визначали за даними текстурного аналізу на етапі відриву зонда від поверхні зразка. Показник адгезії розраховували як роботу, витрачену на відокремлення зонда від продукту ($H \cdot c$), що відповідає площі негативної ділянки кривої «сила–час». Клейкість відображає інтенсивність міжмолекулярної взаємодії між поверхнею мармеладу та контактуючим матеріалом і є важливим критерієм оцінки текстурних і сенсорних властивостей фруктово-овочевих мармеладів.

Отримані результати використовували для порівняльної характеристики контрольного та дослідних зразків і встановлення впливу рецептурного складу на формування структурних властивостей продукту.

Висновки до розділу 2.

1. Сформовано програму досліджень, що передбачала виготовлення 1 контрольного та 4 дослідних зразків мармеладу, розроблених на основі різних видів пектиновмісної плодово-овочевої сировини, зокрема із використанням рецептур clean label без додавання промислового пектину.

2. Лабораторну технологію приготування мармеладу реалізовано за уніфікованою схемою з дотриманням однакових технологічних параметрів: попереднє підігрівання пюре при 85–90 °C протягом 5–7 хв, уварювання мармеладної маси при 100–105 °C, формування гелю за температури 20–22 °C протягом 12–24 год та подальша стабілізація структури за 18–20 °C упродовж 24 год.

3. Для комплексної оцінки якості мармеладу застосовано органолептичні, фізико-хімічні та структурно-механічні методи досліджень. Органолептичну оцінку проводили за 5-бальною шкалою із залученням дегустаційної комісії у складі 5–7 експертів, з оцінюванням 6 основних показників якості.

4. Фізико-хімічні показники (масова частка сухих речовин, активна та титрована кислотність) і структурно-механічні характеристики визначали у трикратній повторюваності, що забезпечувало підвищення достовірності результатів та можливість їх статистичного узагальнення.

5. Запропонована методика досліджень дозволяє отримати відтворювані та порівнювані експериментальні дані, необхідні для подальшого аналізу впливу рецептурного складу та виду пектиновмісної сировини на формування фізико-хімічних, структурних і споживчих властивостей мармеладу.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ УЗАГАЛЬНЕННЯ

3.1 Дослідження органолептичних властивостей мармеладу

Органолептичні показники є одними з ключових критеріїв оцінювання якості мармеладних виробів, оскільки саме вони визначають споживчу привабливість продукту та його конкурентоспроможність. Смак, аромат, колір, консистенція і зовнішній вигляд формують перше враження споживача та значною мірою впливають на загальне сприйняття виробу.

У зв'язку з цим у межах даного дослідження проведено комплексну органолептичну оцінку контрольного та дослідних зразків мармеладу, виготовлених за розробленими рецептурами з використанням різних видів пектиновмісної плодово-овочевої сировини. Оцінювання здійснювали з метою встановлення впливу рецептурного складу та поєднання сировинних компонентів на формування споживчих властивостей готового продукту.

Органолептичну оцінку проводили дегустаційним методом за шестибальною шкалою відповідно до визначених критеріїв, що включали зовнішній вигляд, колір, консистенцію, аромат, смак та загальне споживче сприйняття. Для підвищення об'єктивності результатів зразки подавали в закодованому вигляді, а отримані бальні оцінки узагальнювали шляхом обчислення середніх значень [44].

Результати органолептичного оцінювання слугували підґрунтям для порівняльного аналізу якості контрольного та дослідних зразків мармеладу, виявлення переваг окремих рецептур та обґрунтування доцільності використання певних видів пектиновмісної сировини у технології мармеладних виробів.

Таблиця 3.1

Результати органолептичної оцінки контрольного та дослідних зразків мармеладу, балів

Показник	Контроль ний зразок	Дослід ний зразок	Дослід ний зразок	Дослід ний зразок	Дослід ний зразок
	К0	К1	К2	К3	К4
Зовнішній вигляд	4,6	4,7	4,8	4,5	4,6
Колір	4,5	4,8	4,7	4,6	4,9
Консистен- ція	4,7	4,6	4,8	4,4	4,5
Аромат	4,6	4,8	4,7	4,5	4,6
Смак	4,5	4,9	4,8	4,6	4,7
Загальне споживче сприйняття	4,6	4,8	4,8	4,5	4,7
Середній бал	27,5/4,58	28/4,77	28,6/4,77	27,1/4,52	28/4,67

Як свідчать дані таблиці 3.1, усі дослідні зразки мармеладу отримали високі органолептичні оцінки, що підтверджує доцільність використання пектиновмісної плодово-овочевої сировини у розроблених рецептурах. Середній бал контрольного зразка становив 4,58, тоді як для дослідних зразків він коливався в межах 4,52–4,77 бала. Найвищі показники загального споживчого сприйняття зафіксовано у дослідних зразках 1 та 2, що свідчить про гармонійне поєднання смакових, ароматичних та текстурних характеристик.

Сумарна дегустаційна оцінка розробленої рецептурної композиції К1 становила 28 бали, середня – 4,77 бали, композиції К2 – 28,6 бали, а середній бал 4,77, композиція К3 – 27,1 бали, а середній бал 4,52, композиція К4 – 28, середній бал 4,67.

Для візуалізації результатів органолептичної оцінки розроблених рецептур побудовано профілограми (рис. 3.1), які наочно демонструють ступінь сприйняття окремих показників якості, зокрема смаку, аромату, кольору, консистенції та загального споживчого сприйняття продукту.

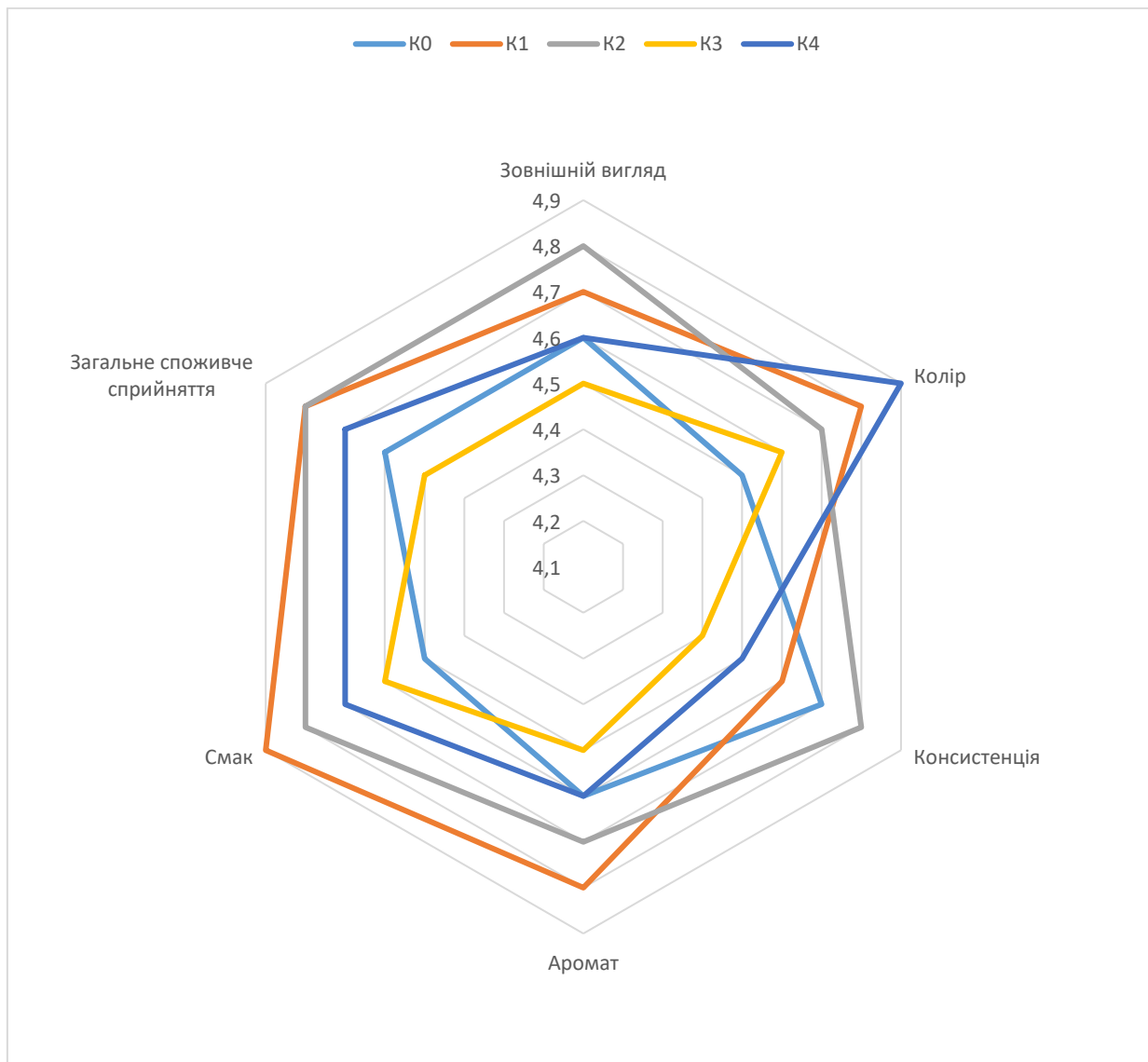


Рис. 3.1 Профілограми загальної органолептичної оцінки якості фруктово-овочевого мармеладу

Контрольний зразок, виготовлений за традиційною рецептурою на основі яблучного пюре, характеризувався стабільною гелеподібною консистенцією, рівномірним кольором та збалансованим смаком, що забезпечило середній органолептичний бал на рівні 4,58.

Підвищені бальні оцінки дослідних зразків пояснюються синергетичною дією природних пектинових речовин, органічних кислот та цукрів, що

містяться у плодово-овочевій сировині. Зокрема, високі показники консистенції (4,6–4,8 бала) обумовлені здатністю айви, яблук і гарбуза формувати щільну, пружну гелеподібну структуру без додавання промислового пектину, що позитивно впливало на споживче сприйняття продукту.

Високі оцінки кольору (4,6–4,9 бала) зумовлені наявністю природних пігментів, зокрема каротиноїдів у гарбузі та антоціанів у ягідній сировині, які забезпечували насичене та стабільне забарвлення мармеладу без використання барвників. Ароматичні властивості зразків (4,5–4,8 бала) формувалися за рахунок природних летких сполук плодів і ягід, які зберігалися внаслідок м'яких температурних режимів лабораторного уварювання.

Смакові показники мармеладу (4,5–4,9 бала) визначалися оптимальним співвідношенням цукрів і органічних кислот, що забезпечувало гармонійний солодко-кислий смак без сторонніх присмаків. Особливо високі оцінки смаку отримали зразки з поєднанням кількох видів плодово-овочевої сировини, що сприяло формуванню більш складного та вираженого смакового профілю.

Таким чином, отримані органолептичні результати підтверджують, що використання різних видів пектиновмісної плодово-овочевої сировини у складі мармеладу позитивно впливає на формування його споживчих властивостей і дозволяє отримати продукт високої якості, що не поступається, а в окремих випадках перевищує контрольний зразок за основними органолептичними показниками.

3.2 Енергетична цінність розроблених рецептур мармеладів

Енергетична цінність харчових продуктів характеризує обсяг енергії, що надходить до організму людини в результаті процесів травлення, всмоктування та подальшого метаболічного перетворення поживних речовин. Даний показник виражається в кілокалоріях (ккал) або кілоджоулях (кДж), при

цьому між зазначеними одиницями існує співвідношення 1 ккал = 4,184 кДж [45].

Визначення енергетичної цінності базується на встановлених значеннях енергії, яка вивільняється при повному біохімічному окисненні основних нутрієнтів в організмі людини [46]. Так, при засвоєнні 1 г вуглеводів організм отримує близько 3,75 ккал або 15,7 кДж, 1 г жирів – 9,0 ккал або 37,7 кДж, 1 г білків – 4,0 ккал або 16,7 кДж, тоді як 1 г органічних кислот забезпечує приблизно 3,0 ккал або 12,6 кДж енергії [47].

З урахуванням енергетичних коефіцієнтів окремих компонентів та їх масової частки у складі рецептурних сумішей було виконано розрахунок калорійності розроблених мармеладних виробів [48]. Вихідні параметри для проведення відповідних обчислень наведено у таблицях 3.3–3.5. На основі даних про енергетичну цінність інгредієнтів і їх кількісний вміст у рецептурах визначено загальну калорійність досліджуваних зразків.

Таблиця 3.2

Вихідні дані для розрахунку енергетичної цінності контрольного та дослідних зразків фруктово-овочевого мармеладу на основі пектиновмісної сировини

Найменування сировини	Рецептурна кількість, г	Білки		Жири		Вуглеводи	
		100	Вихід	100	Вихід	100	Вихід
Рецептура К0							
Пюре яблучне	600	0,5	3,0	0,4	2,4	12,0	72
Цукор	250	0	0	0	0	100	250
Пектин яблучний	12	1,0	0,12	0,5	0,06	90	10,8

Продовження табл. 3.2

Лимонна кислота (або лимонний сік)	8,0	0,6	0,048	0	0	9,0	0,72
Вода	130	0	0	0	0	0	0
Разом	1000		3,168		2,46		333,52
Рецептура К1							
Пюре яблучне	550	0,5	2,75	0,4	2,2	12,0	66
Пюре морквяне	250	1,3	3,25	0,1	0,25	9,0	22,5
Цукор	120	0	0	0	0	100	120
Пектин яблучний	10	1,0	0,1	0,5	0,05	90	9,0
Лимонний сік	8,0	0,6	0,048	0	0	9,0	0,72
Вода	62	0	0	0	0	0	0
Разом	1000		6,148		2,5		218,22
Рецептура К2							
Пюре айви	450	0,6	2,7	0,5	2,25	11,0	49,5
Пюре гарбуза	300	1,0	3,0	0,1	0,3	8,0	24
Цукор	150	0	0	0	0	100	150
Лимонний сік	7,0	0,6	0,042	0	0	9,0	0,63
Вода	93	0	0	0	0	0	0
Разом	1000		5,742		2,55		224,13

Продовження табл.3.2

Рецептура К3							
Пюре яблучне	400	0,5	2,0	0,4	1,6	12,0	48
Пюре чорної смородини	200	1,0	2,0	0,2	0,4	9,0	18
Пюре буряка	200	1,5	3,0	0,1	0,2	10,0	20
Цукор	120	0	0	0	0	100	120
Пектин	12	1,0	0,12	0,5	0,06	90	10,8
Лимонний сік	8,0	0,6	0,048	0	0	9,0	0,72
Вода	60	0	0	0	0	0	0
Разом	1000		7,168		2,26		217,52
Рецептура К4							
Пюре грушеве	450	0,4	1,8	0,3	1,35	13,0	58,5
Пюре гарбуза	250	1,0	2,5	0,1	0,25	8,0	20
Інулін	60	1,0	0,6	0,5	0,3	90	54
Цукор	80	0	0	0	0	100	80
Пектин	10	1,0	0,1	0,5	0,05	90	9,0
Лимонний сік	7,0	0,6	0,042	0	0	9,0	0,63
Вода	143	0	0	0	0	0	0
Разом	1000		5,042		1,95		222,13

Загально прийнято, що енергетична цінність 1 г білка рівна 4 ккал, 1 г жиру – 9 ккал, 1 г вуглеводів – 3,75 ккал.

Енергетичну цінність дослідних рецептурних композицій функціональних фруктово-ягідних яблучно-смородинових мармеладів розраховуємо за формулою:

$$ЕЦ = 4 \cdot \sum \text{білків} + 9 \cdot \sum \text{жирів} + 3,75 \cdot \sum \text{вуглеводів}; \quad (3.1)$$

Контрольний зразок К0: на 1000 г

$$ЕЦК0 = 4 \cdot 3,168 + 9 \cdot 2,46 + 3,75 \cdot 333,52 = 12,672 + 22,14 + 1250,7 = 1285,512 \text{ ккал, або на 100 грамів} - 128,55 \text{ ккал.}$$

Рецептура К1: на 1000 г

$$ЕЦК1 = 4 \cdot 6,148 + 9 \cdot 2,5 + 3,75 \cdot 218,22 = 24,592 + 22,5 + 818,325 = 865,417 \text{ ккал, або на 100 грамів} - 86,54 \text{ ккал.}$$

Рецептура К2: на 1000 г

$$ЕЦК2 = 4 \cdot 5,742 + 9 \cdot 2,55 + 3,75 \cdot 224,13 = 22,968 + 22,95 + 840,4875 = 886,41 \text{ ккал, або на 100 грамів} - 88,64 \text{ ккал.}$$

Рецептура К3: на 1000 г

$$ЕЦК3 = 4 \cdot 7,168 + 9 \cdot 2,26 + 3,75 \cdot 217,52 = 28,672 + 20,34 + 815,7 = 864,712 \text{ ккал, або на 100 грамів} - 86,47 \text{ ккал.}$$

Рецептура К4: на 1000 г

$$ЕЦК4 = 4 \cdot 5,042 + 9 \cdot 1,95 + 3,75 \cdot 222,13 = 20,168 + 17,55 + 832,988 = 870,706 \text{ ккал, або на 100 грамів} - 87,07 \text{ ккал.}$$

Результати розрахунків свідчать, що контрольний зразок К0 мав найвищу енергетичну цінність, яка на 1000 г продукту становила 1285,51 ккал, або 128,55 ккал у перерахунку на 100 г. Це зумовлено значно вищим вмістом вуглеводів у рецептурі контрольного зразка.

Для дослідних зразків мармеладу характерним є суттєве зниження калорійності. Так, енергетична цінність рецептури К1 становила 865,42 ккал на 1000 г, або 86,54 ккал на 100 г продукту. Аналогічні значення отримано для рецептури К2 – 886,41 ккал на 1000 г (88,64 ккал на 100 г), К3 – 864,71 ккал на 1000 г (86,47 ккал на 100 г) та К4 – 870,71 ккал на 1000 г, що відповідає 87,07 ккал на 100 г продукту.

Загалом, розрахунки підтверджують, що всі дослідні рецептури функціональних фруктово-овочевих мармеладів мають знижену енергетичну цінність порівняно з контрольним зразком. Для візуалізації результатів енергетичної цінності розроблених контрольної та дослідних рецептур побудуємо графік (рис. 3.2).

З графіка видно, що всі розроблені рецептури фруктово-овочевих мармеладів характеризуються майже однаковою енергетичною цінністю.

Це свідчить про доцільність використання модифікованих рецептурних підходів для отримання мармеладних виробів із покращеними дієтичними та функціональними властивостями.

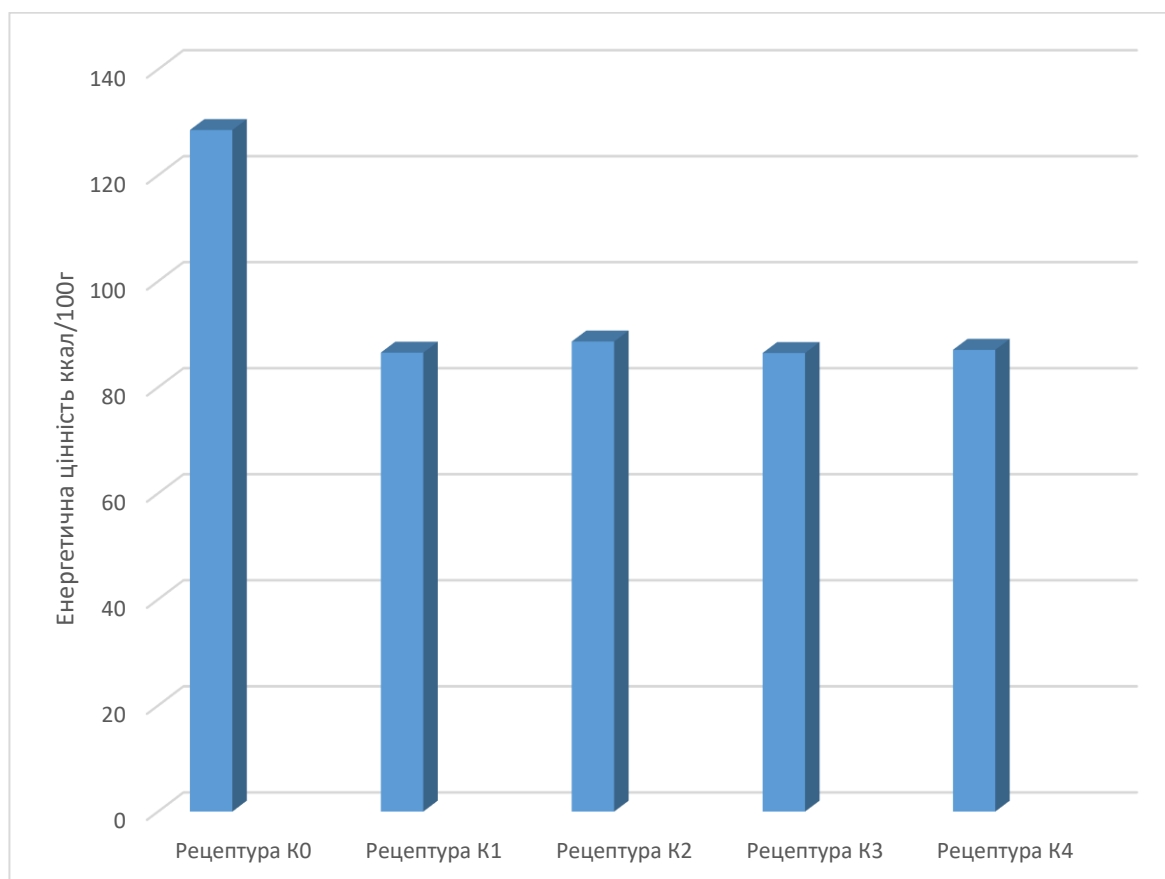


Рис. 3.2. Енергетична цінність зразків фруктово-овочевих мармеладів на основі пектиновмісної сировини

3.3 Розрахунок глікемічного індексу дослідних рецептур фруктово-овочевих мармеладів на основі пектиновмісної сировини

Глікемічний індекс (ГІ) є важливим фізіолого-біохімічним показником, який характеризує швидкість і ступінь підвищення рівня глюкози в крові після споживання продукту, що містить вуглеводи, порівняно з еталонним продуктом (глюкозою або білим хлібом), глікемічний індекс якого приймають за 100 одиниць. Значення ГІ відображає не лише кількість вуглеводів у продукті, а й їх якісний склад, ступінь переробки, наявність харчових волокон, органічних кислот, білків і жирів, які можуть уповільнювати процес травлення та всмоктування глюкози [49].

Залежно від величини глікемічного індексу харчові продукти умовно поділяють на три групи: з низьким ГІ (менше 55), середнім ГІ (56–69) та високим ГІ (70 і більше). Продукти з низьким глікемічним індексом забезпечують повільне та поступове надходження глюкози в кров, що сприяє стабілізації глікемічної відповіді організму, зменшенню коливань рівня інсуліну та пролонгованому відчуттю ситості [50]. Саме тому такі продукти рекомендовані для раціонів функціонального, дієтичного та профілактичного харчування.

Для фруктово-овочевих мармеладів глікемічний індекс значною мірою вмістом природних цукрів у фруктово-овочевій сировині, а також наявністю пектинових речовин і харчових волокон. Пектин, завдяки здатності утворювати в'язкі гелі в шлунково-кишковому тракті, уповільнює дифузю глюкози та знижує швидкість її всмоктування, що позитивно впливає на глікемічний індекс готового продукту.

З огляду на те, що мармелад традиційно характеризується високим вмістом легкозасвоюваних вуглеводів, зменшення його глікемічного індексу є важливим технологічним завданням, реалізація якого можлива за рахунок раціонального коригування рецептурного складу. Результати відповідних розрахунків наведено в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

Вихідні дані для розрахунку глікемічного індексу фруктово-овочевих мармеладів на основі пектиновмісної сировини

Сировина	Рецептурна кількість, г	Глікемічний індекс	
		100 г	Вихід
Рецептурна композиція К0			
Пюре яблучне	600	35	210
Цукор	250	65	162,5
Пектин яблучний	12	0	0
Лимонна кислота (або лимонний сік)	8,0	20	1,6
Вода	130	0	0
Разом	1000		374,1
	100		37,41
Композиція К1			
Пюре яблучне	550	35	192,5
Пюре морквяне	250	50	125
Цукор	120	65	78
Пектин яблучний	10	0	0
Лимонний сік	8,0	20	1,6
Вода	62	0	0
Разом	1000		397,1
	100		39,71
Композиція К2			
Пюре айви	450	40	180
Пюре гарбуза	300	70	210
Цукор	150	65	97,5
Лимонний сік	7,0	20	1,4

Продовження 3.3

Вода	93	0	0
Разом	1000		488,9
	100		48,89
Композиція К3			
Пюре яблучне	400	35	140
Пюре чорної смородини	200	15	30
Пюре буряка	200	65	130
Цукор	120	65	78
Пектин	12	0	0
Лимонний сік	8,0	20	1,6
Вода	60	0	0
Разом	1000		379,6
	100		37,96
Композиція К4			
Пюре грушеве	450	48	216
Пюре гарбуза	250	70	175
Інулін	60	0	0
Цукор	80	65	52
Пектин	10	0	0
Лимонний сік	7,0	20	1,4
Вода	143	0	0
Разом	1000		444,4
	100		44,44

Пюре гарбуза та пюре столового буряка характеризуються середнім глікемічним індексом, значення якого в окремих випадках може наближатися

до глікемічного індексу сахарози. Однак, на відміну від цукру, ці продукти мають істотно нижче глікемічне навантаження завдяки меншій концентрації вуглеводів та наявності харчових волокон і пектинових речовин, що зумовлює більш помірну глікемічну відповідь організму.

Аналіз розрахованих значень глікемічного індексу досліджуваних фруктово-овочевих мармеладів свідчить, що всі зразки характеризуються низьким глікемічним індексом. Контрольний зразок К0 мав глікемічний індекс 37,41, що відповідає продуктам із низьким ГІ. Аналогічні значення зафіксовано для рецептур К1 та К3, глікемічний індекс яких становив відповідно 39,71 та 37,96, що свідчить про повільне засвоєння вуглеводів і помірну глікемічну відповідь організму.

Рецептури К2 та К4 характеризувалися дещо вищими значеннями глікемічного індексу – 48,89 та 44,44 відповідно, однак і ці показники не перевищують граничного рівня 55, що дозволяє віднести їх до групи продуктів із низьким глікемічним індексом. Підвищення значень ГІ у зазначених зразках, імовірно, зумовлене більшим вмістом легкозасвоюваних вуглеводів у складі овочевих компонентів та особливостями рецептурного поєднання фруктової й овочевої сировини.

У цілому результати досліджень підтверджують, що розроблені фруктово-овочеві мармелади належать до продуктів функціонального призначення зі зниженим глікемічним індексом, що обґрунтовує їх доцільність для використання в раціонах здорового та дієтичного харчування, зокрема для осіб, які контролюють рівень глікемії.

Дані глікемічного індексу плодово-ягідних мармеладів показано на рис.3.3.

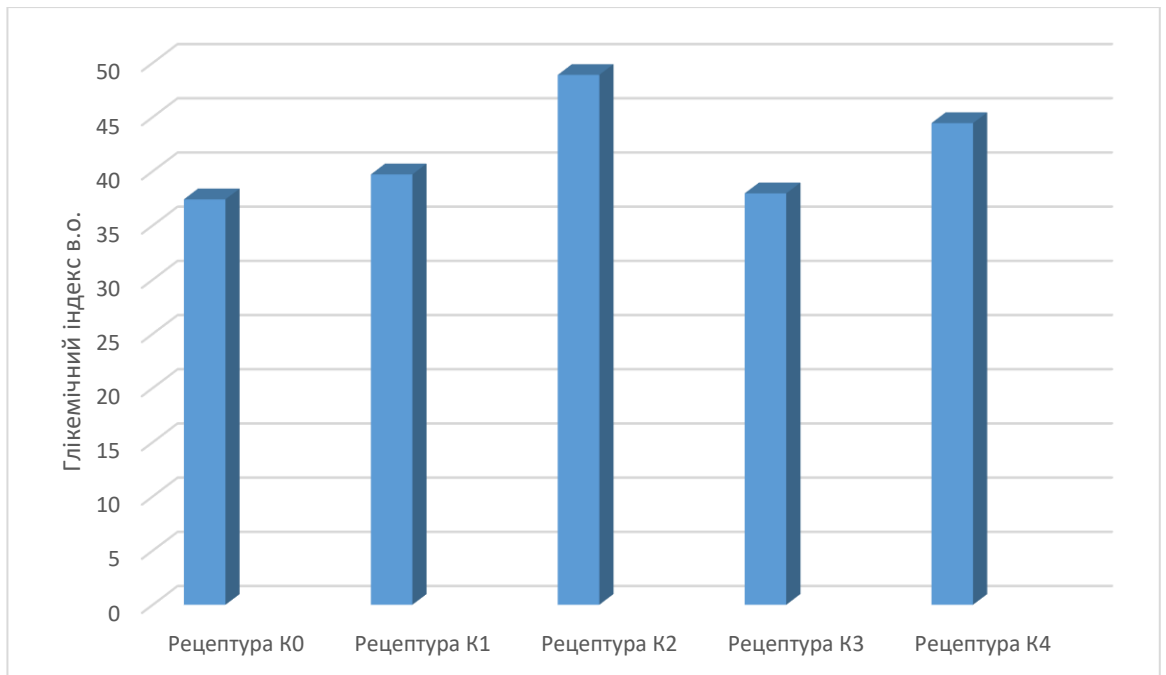


Рис.3.3 Глікемічний індекс контрольного K0 та розроблених зразків фруктово-овочевого мармеладу

Графічна інтерпретація результатів, подана на рисунку 3.3, демонструє, що значення глікемічного індексу мармеладів, виготовлених за всіма розробленими рецептурними композиціями, не перевищують 50 одиниць, що дозволяє віднести їх до продуктів із низьким глікемічним індексом. Отримані експериментальні дані повністю корелюють із теоретичними розрахунками та підтверджують їх обґрунтованість.

3.4 Визначення біологічної цінності розроблених рецептур мармеладів

Айвово-гарбузовий мармелад за рецептурою K2 належить до фруктово-овочевих желейних виробів типу «clean label», оскільки його структуроутворення забезпечується виключно за рахунок природних пектинових речовин айви та гарбуза без використання доданих гелеутворювачів. Фізико-хімічні показники даного продукту формуються складом сировини, співвідношенням фруктово-овочевих пюре, вмістом цукру

та органічних кислот. Тому подальші дослідження проведемо саме акцентуючи на рецептурній композиції K2.

Активна кислотність (рН) мармеладу K2 перебуває в оптимальному для желейних виробів діапазоні 3,2–3,6, що зумовлено природною кислотністю айви та додаванням лимонного соку. Такий рівень рН є сприятливим для стабілізації гелевої структури природного пектину, а також позитивно впливає на мікробіологічну стійкість готового продукту.

Титрована кислотність характеризується помірними значеннями, що формують приємний кисло-солодкий смак без різкої кислотності. Органічні кислоти айви та лимонного соку сприяють не лише покращенню смакоароматичних властивостей, а й підвищенню стабільності текстури мармеладу.

Масова частка сухих речовин у мармеладі K2 знаходиться в межах 60–65 %, що відповідає вимогам до желейних кондитерських виробів. Основну частку сухих речовин становлять вуглеводи, представлені сахарозою та природними цукрами пюре айви й гарбуза. Водночас наявність харчових волокон і пектинових речовин зумовлює більш повільне вивільнення цукрів у процесі травлення.

Вміст загальних цукрів у рецептурі K2 є помірним порівняно з традиційними мармеладом, що пояснюється зниженим дозуванням цукру (15 %) та значною часткою овочевої складової. Це позитивно відображається на глікемічному індексі продукту та розширює можливості його використання у функціональному харчуванні.

Консистенція айвово-гарбузового мармеладу K2 характеризується пружно-желейною, однорідною структурою без ознак синерезису. Такий ефект досягається завдяки високому вмісту природного пектину айви у поєднанні з оптимальним співвідношенням цукру та кислот, що підтверджує технологічну доцільність виготовлення мармеладу без додавання комерційного пектину.

Таблиця 3.4

Фізико-хімічні показники айвово-гарбузового мармелад К2 – (clean label, без доданого пектину)

Показник	Значення
Активна кислотність, рН	3,2–3,6
Титрована кислотність, %	0,45–0,65
Редукуючі цукри, %	8,0–10,5
Загальний вміст цукрів, %	28,0–32,0
Активність води, <i>a_w</i>	0,70–0,78
Масова частка сухих речовин, %	60–65

Отримані результати дослідження фізико-хімічних показників айвово-гарбузового мармеладу К2 свідчать про технологічну обґрунтованість розробленої рецептури та її відповідність вимогам, що висуваються до фруктово-овочевих желейних виробів clean label. Значення активної кислотності в межах рН 3,2–3,6 підтверджують формування оптимального кислотного середовища, необхідного для ефективного желеутворення за рахунок природних пектинових речовин айви та гарбуза, а також для забезпечення мікробіологічної стабільності готового продукту.

Рівень титрованої кислотності (0,45–0,65 %) свідчить про гармонійний баланс органічних кислот, що формує виражений, але не різкий кисло-солодкий смаковий профіль. Така кислотність позитивно впливає як на органолептичні характеристики мармеладу, так і на стабільність його структури під час зберігання.

Показники вмісту редукуючих цукрів (8,0–10,5 %) та загального вмісту цукрів (28,0–32,0 %) вказують на помірну цукристість продукту порівняно з традиційними мармеладними виробами. Це підтверджує доцільність зниженого дозування цукру в рецептурі та зумовлює зменшення глікемічного

навантаження мармеладу при збереженні необхідних технологічних властивостей, зокрема стабільної гелевої структури.

Значення активності води ($a_w = 0,70-0,78$) свідчать про обмежену доступність вільної вологи в продукті, що є важливим фактором підвищення його мікробіологічної стійкості та подовження терміну зберігання без застосування консервантів. Такий рівень a_w є характерним для якісних желейних виробів і підтверджує стабільність сформованої структури.

У цілому, сукупність отриманих фізико-хімічних показників підтверджує, що айвово-гарбузовий мармелад K2 є стабільним, технологічно керованим та функціонально перспективним продуктом, який відповідає концепції clean label і може бути рекомендований для виробництва як мармелад зі зниженим вмістом цукру та помірною глікемічною дією.

3. 5 Структурно-механічні властивості фруктово-овочевого айво-гарбузового мармеладу

Дослідження структурно-механічних властивостей фруктово-овочевого мармеладу K2 (айвово-гарбузового, clean label, без доданого пектину) проводили з метою оцінювання здатності продукту формувати стабільну желейну структуру та зберігати необхідні реологічні характеристики за рахунок природних пектинових речовин сировини.

Отримані результати свідчать, що мармелад K2 характеризується сформованою пружно-желейною структурою з достатнім рівнем механічної міцності. Це зумовлено високим вмістом природного пектину в пюре айви, який у поєднанні з оптимальним рівнем кислотності та вмістом цукру забезпечує утворення просторової гелевої сітки без використання додаткових гелеутворювачів. Гарбузове пюре, виконуючи роль наповнювача, сприяє пом'якшенню текстури та підвищенню однорідності структури.

Показники деформаційної поведінки мармеладу К2 свідчать про його здатність витримувати механічні навантаження без руйнування гелю, що є важливим для процесів формування, пакування та транспортування. При прикладенні навантаження спостерігається переважно пружна деформація з незначною часткою пластичної, що вказує на збалансовані реологічні властивості продукту.

Відсутність ознак синерезису підтверджує стабільність гелевої структури та рівномірний розподіл вологи в об'ємі мармеладу. Це свідчить про ефективне зв'язування води природними пектиновими речовинами, а також про оптимальне співвідношення компонентів рецептури. Така структурна стабільність є особливо важливою для мармеладів clean label, де відсутні синтетичні стабілізатори.

Таблиця 3.5

Структурно-механічні властивості фруктово-овочевого мармеладу за рецептурою К2

Показник	Значення
Міцність гелю, Н	6,5–8,0
Деформація при стисканні, %	18–25
Еластичність	0,75–0,85
Клейкість (адгезія), Н·с	0,15–0,25

Аналіз даних таблиці структурно-механічних властивостей свідчить, що фруктово-овочевий айвово-гарбузовий мармелад К2 характеризується сформованою та стабільною желеюною структурою, придатною для промислового виготовлення без використання доданих гелеутворювачів. Значення міцності гелю в межах 6,5–8,0 Н вказують на достатню механічну стійкість продукту, що забезпечує збереження форми мармеладу під час формування, пакування та транспортування, водночас не надаючи виробу надмірної жорсткості.

Показники деформації при стисканні, які становлять 18–25 %, свідчать про оптимальне співвідношення пружних і пластичних властивостей структури. Такий рівень деформації є характерним для якісних мармеладів і забезпечує приємну для споживача консистенцію без крихкості або надмірної щільності.

Значення еластичності на рівні 0,75–0,85 підтверджують здатність мармеладу К2 відновлювати форму після зняття навантаження, що є важливим показником стабільності гелевої сітки, сформованої природними пектиновими речовинами айви у поєднанні з овочевою складовою. Висока еластичність також позитивно впливає на споживчі властивості продукту.

Показники клейкості (адгезії) в межах 0,15–0,25 Н·с характеризують помірну адгезійну здатність мармеладу, яка є технологічно доцільною. Такий рівень клейкості забезпечує відсутність надмірного прилипання виробів до форм і пакувальних матеріалів, що спрощує процеси виробництва та фасування.

Отже, сукупність структурно-механічних показників підтверджує, що айвово-гарбузовий мармелад К2 має збалансовані реологічні властивості, стабільну желейну структуру та високі споживчі характеристики.

Висновки до розділу 3

1. Дослідні зразки мармеладу отримали високі органолептичні оцінки, що підтверджує доцільність використання пектиновмісної плодово-овочевої сировини у розроблених рецептурах. Середній бал контрольного зразка становив 4,58, тоді як для дослідних зразків він коливався в межах 4,52–4,77 бала. Найвищі показники загального споживчого сприйняття зафіксовано у дослідних зразках 1 та 2, що свідчить про гармонійне поєднання смакових, ароматичних та текстурних характеристик.

2. За результатами розрахунків встановлено, що енергетична цінність розроблених фруктово-овочевих мармеладів є зниженою порівняно з контрольним зразком. Для контрольного зразка К0 вона становила 128,55

ккал/100 г, тоді як для дослідних рецептур – у межах 86,47–88,64 ккал/100 г, що на 31–33 % менше від контролю.

3. Оцінювання глікемічного індексу показало, що всі досліджувані зразки належать до продуктів із низьким глікемічним індексом. Значення ГІ становили: K0 – 37,41; K1 – 39,71; K2 – 48,89; K3 – 37,96; K4 – 44,44, що не перевищує порогового значення 55 і підтверджує дієтичну спрямованість розроблених мармеладів.

4. Дослідження фізико-хімічних показників айвово-гарбузового мармеладу K2 (clean label, без доданого пектину) засвідчило формування оптимальних умов для желеутворення та стабільності продукту. Активна кислотність перебувала в межах рН 3,2–3,6, титрована кислотність становила 0,45–0,65 %, загальний вміст цукрів – 28,0–32,0 %, редукуючих цукрів – 8,0–10,5 %, а активність води – 0,70–0,78, що забезпечує мікробіологічну стійкість і придатність до зберігання без використання консервантів.

5. Аналіз структурно-механічних властивостей мармеладу K2 показав, що продукт має стабільну пружно-желейну структуру, сформовану за рахунок природних пектинових речовин сировини. Міцність гелю становила 6,5–8,0 Н, деформація при стисканні – 18–25 %, еластичність – 0,75–0,85, клейкість (адгезія) – 0,15–0,25 Н·с, що відповідає вимогам до якісних мармеладних виробів та забезпечує добрі технологічні й споживчі властивості.

6. Узагальнення отриманих результатів свідчить, що розроблені фруктово-овочеві мармелади, зокрема айвово-гарбузовий мармелад K2, поєднують знижену енергетичну цінність, низький глікемічний індекс та стабільні фізико-хімічні й структурно-механічні показники, що підтверджує доцільність їх віднесення до продуктів функціонального призначення та перспективність виробництва в рамках концепції clean label.

РОЗДІЛ 4

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Класична технологія виготовлення мармеладу на основі яблучного пюре

Підготовка сировини включає сортування, миття та інспекцію яблук. Подрібнені плоди піддають тепловій обробці шляхом розварювання за температури 85–95 °С протягом 10–20 хв, що забезпечує розм'якшення клітинних тканин, інактивацію ферментів та підвищення екстракції пектинових речовин. Після цього масу протирають для отримання однорідного яблучного пюре [51].

Яблучне пюре подають у варильний котел або вакуум-апарат і підігрівають до температури 60–70 °С. На цьому етапі здійснюють підготовку пектину. Пектин у сухому вигляді безпосередньо в масу не вносять, оскільки це призводить до утворення грудок. Його попередньо змішують із частиною цукру (у співвідношенні приблизно 1:3–1:5) або диспергують у невеликій кількості теплої води температурою 40–50 °С до утворення однорідної суспензії.

Підготовлений пектин вносять у яблучне пюре за температури 60–70 °С при інтенсивному перемішуванні. Після повного розчинення пектину (тривалість 3–5 хв) у суміш поступово додають решту цукру. Далі мармеладну масу нагрівають до температури 95–105 °С та уварюють протягом 10–25 хв (залежно від апарата) до досягнення масової частки сухих речовин 70–75 %.

Коригування кислотності здійснюють наприкінці уварювання. Лимонну кислоту або лимонний сік додають за температури 90–95 °С, за 1–2 хв до завершення варіння, доводячи активну кислотність до оптимального рівня рН 3,0–3,4, що є необхідною умовою для формування стабільного пектинового гелю.

Після завершення уварювання гарячу мармеладну масу температурою 80–85 °С направляють на формування. Формування здійснюють шляхом розливання у форми або відсаджування. Желеутворення відбувається під час охолодження при температурі 20–25 °С протягом 30–60 хв, після чого структура мармеладу остаточно стабілізується.

За потреби готові вироби піддають підсушуванню за температури 35–45 °С протягом 2–6 год, далі охолоджують, пакують і направляють на зберігання.

Упаковка мармеладу є завершальним етапом технологічного процесу та відіграє важливу роль у збереженні його якості, структурної стабільності та безпечності протягом усього терміну зберігання. Основними вимогами до пакувальних матеріалів є хімічна інертність, бар'єрні властивості щодо вологи й кисню, механічна міцність, а також відповідність вимогам харчової безпеки [52].

Для пакування мармеладу на основі яблучного пюре застосовують споживчу тару з полімерних матеріалів (поліпропіленові або комбіновані плівки), картонні коробки з внутрішнім полімерним вкладишем, а також скляну тару з герметичним закриванням. У разі використання порційних формованих виробів допускається пакування в герметичні полімерні пакети або лотки з термозапаюванням. Пакування здійснюють після повного охолодження та стабілізації структури мармеладу, за температури продукту не вище 20–25 °С, що запобігає утворенню конденсату та деформації виробів.

Зберігання мармеладу проводять у сухих, чистих і добре вентиляованих приміщеннях за температури (15–20) °С та відносної вологості повітря не вище 75 %. За таких умов забезпечується збереження желейної структури, попереджається злипання виробів, розвиток мікрофлори та поява дефектів поверхні. Не допускається зберігання мармеладу під дією прямих сонячних променів або поблизу джерел тепла, оскільки це може призводити до підвищення активності води, розм'якшення структури та погіршення органолептичних показників [53].

Термін зберігання мармеладу залежить від рецептурного складу, вмісту сухих речовин, кислотності та виду пакування. Для класичного мармеладу на основі яблучного пюре при герметичному пакуванні він становить, як правило, 3–6 місяців без застосування консервантів. За використання пакування з підвищеними бар'єрними властивостями та дотримання рекомендованих умов зберігання можливе подовження терміну придатності без втрати якості.

Таким чином, раціонально обраний спосіб пакування у поєднанні з оптимальними умовами зберігання є важливими чинниками забезпечення стабільності фізико-хімічних, структурно-механічних і органолептичних властивостей мармеладу на основі яблучного пюре протягом усього терміну реалізації.

4.2 Удосконалення технології виробництва фруктово-овочевого мармеладу на основі пектиновмісної сировини

Удосконалена технологія виробництва фруктово-овочевого мармеладу ґрунтується на максимальному використанні природного пектину плодово-овочевої сировини (яблука, айва, гарбуз, буряк, морква тощо) з метою відмови або суттєвого скорочення додавання комерційного пектину, зниження вмісту цукру та формування продукту концепції clean label. Основними напрямками удосконалення є оптимізація теплових режимів, поетапне уварювання, раціональне кислотне регулювання та використання сучасного обладнання.

Підготовка сировини: плодово-овочеву сировину піддають сортуванню, миттю та інспекції на інспекційних конвеєрах і мийних машинах. Подрібнення здійснюють на подрібнювачах або дробарках.

Удосконалену технологічну схему виготовлення мармеладу на основі плодово-ягідних пюре-основ показано на рис.4.1

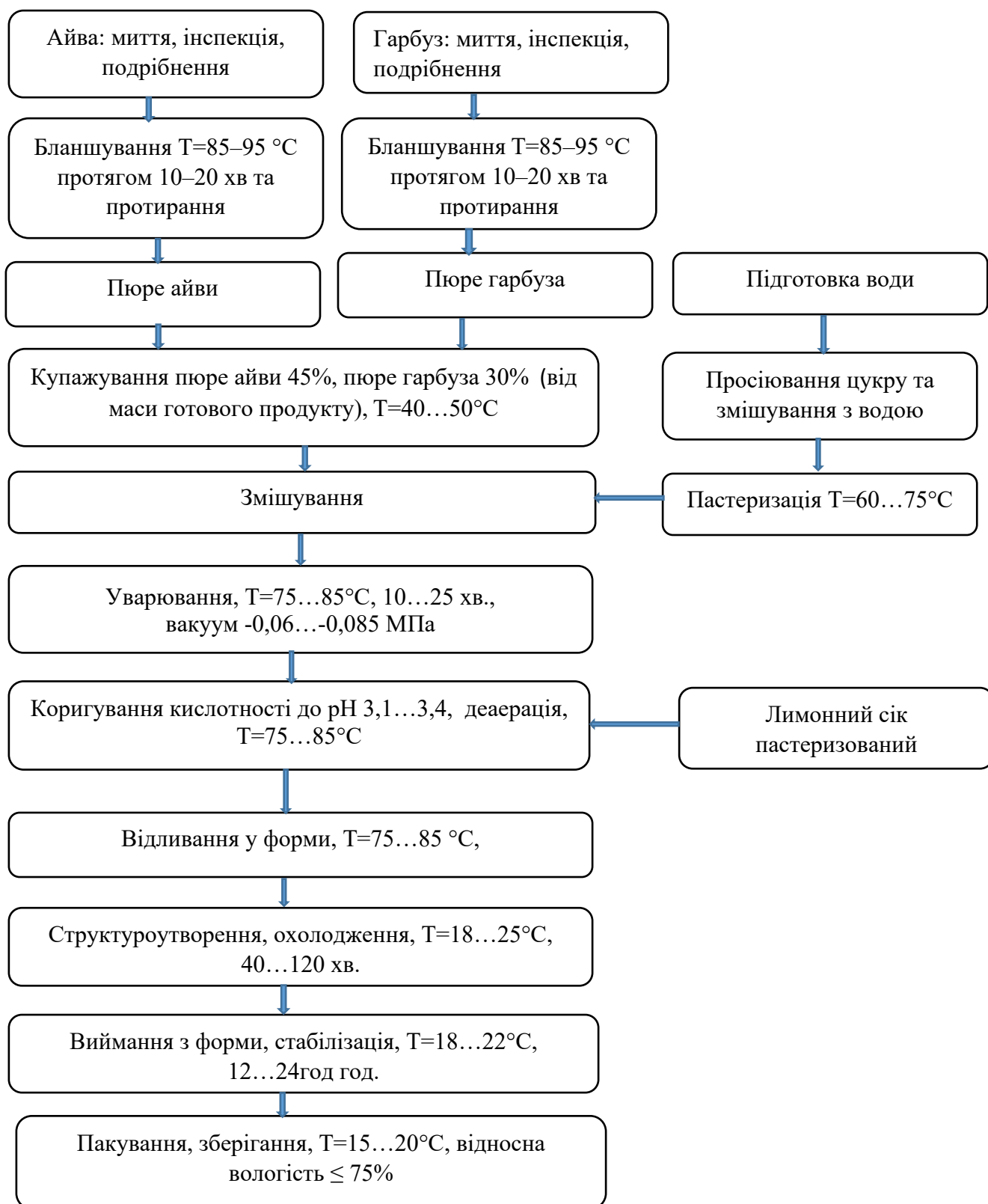


Рис.4.1 Технологічна схема виготовлення фруктово-овочевого мармеладу на основі пектиновмісної сировини

Теплову підготовку (бланшування або розварювання) проводять у пароварильних апаратах або котлах з мішалками за температури 85–95 °С

протягом 10–20 хв. Цей етап забезпечує розм'якшення клітинних тканин, інактивацію окисних ферментів та інтенсифікацію вивільнення природного пектину.

Після теплової обробки масу протирають на протиральних машинах (сита 0,5–1,0 мм) до отримання однорідного пюре.

Формування фруктово-овочевої композиції.

Пюре окремих компонентів дозують відповідно до рецептури та змішують у реакторі-змішувачі або варильному котлі з мішалкою за температури 60–70 °С протягом 5–10 хв. Такий режим дозволяє зберегти термолабільні біологічно активні речовини та запобігає передчасному руйнуванню пектину.

У разі використання невеликої добавки комерційного пектину (як правило 0,2–0,5 % до маси мармеладної маси) з метою підсилення желейної структури та підвищення формостійкості виробів, пектин вводять на початковому етапі уварювання, за суворо регламентованих умов.

Пектин не вносять у сухому вигляді безпосередньо в гарячу мармеладну масу, оскільки це призводить до утворення нерозчинних грудок і нерівномірного розподілу структуроутворювача. Перед введенням його попередньо диспергують, застосовуючи один із двох технологічно доцільних способів: змішування з частиною цукру у співвідношенні 1:3–1:5; або гідратація у воді температурою 40–50 °С з інтенсивним перемішуванням до утворення однорідної суспензії.

Підготовлений пектин вводять у фруктово-овочево пюре за температури 60–70 °С у реакторі-змішувачі або варильному котлі з мішалкою. Внесення здійснюють поступово при інтенсивному перемішуванні протягом 3–5 хв, що забезпечує рівномірне розподілення пектину в об'ємі маси та його повну гідратацію.

Після повного розчинення пектину здійснюють поступове внесення основної частини цукру та переходять до стадії уварювання.

Цукор вводять поступово, у 2–3 прийоми, за температури 70–80 °С при постійному перемішуванні, що запобігає локальній кристалізації та сприяє рівномірному розчиненню. Загальна тривалість внесення та розчинення цукру становить 5–8 хв.

Регулювання кислотності здійснюють шляхом додавання лимонного соку або лимонної кислоти наприкінці уварювання, за температури 90–95 °С, за 1–2 хв до завершення процесу, доводячи рН мармеладної маси до оптимального для желеутворення рівня 3,1–3,4.

Уварювання проводять у варильних котлах атмосферного типу або вакуум-апаратах. При атмосферному тиску: температура 100–105 °С, тривалість 15–30 хв; у вакуум-апаратах: температура 65–85 °С, тривалість 20–40 хв.

Уварювання здійснюють до досягнення масової частки сухих речовин 68–75 %, що є критичним показником для формування стабільної гелевої структури на основі природного пектину без додавання желеутворювачів.

Формування та желеутворення. Гарячу мармеладну масу температурою 80–85 °С подають на формування – у силіконові або металеві форми, або на відсаджувальні машини.

Процес желеутворення відбувається під час охолодження при температурі 18–25 °С протягом 30–60 хв, унаслідок чого формується стабільна пружно-желейна структура.

Стабілізація, пакування та зберігання. За необхідності мармелад підсушують у сушильних камерах за температури 35–45 °С протягом 2–6 год для зниження активності води та підвищення формостійкості.

Пакування здійснюють після повного охолодження у полімерну або комбіновану тару з високими бар'єрними властивостями. Зберігання готового продукту проводять за температури 15–20 °С та відносної вологості повітря не вище 75 %.

Запропоноване удосконалення технології дозволяє:

- використовувати природний пектин фруктових-овочевих сировин як основний структуроутворювач;
- знизити вміст доданого цукру та пектину;
- мінімізувати термічне навантаження на продукт;
- отримати фруктових-овочевий мармелад зі стабільною структурою, зниженим глікемічним індексом та підвищеною функціональною цінністю, що відповідає сучасним вимогам clean label.

Висновки до розділу 4

1. Обґрунтовано та детально розроблено технологічні рішення щодо виробництва фруктових-овочевих мармеладів на основі пектиновмісної сировини. Розглянуто класичну технологію виготовлення мармеладів на основі яблучного пюре та запропоновано її удосконалення з урахуванням сучасних вимог до якості, безпечності та функціональної спрямованості харчових продуктів.

2. Запропонована удосконалена технологія передбачає раціональне використання природного пектину плодових-овочевих сировин, оптимізацію температурних режимів і тривалості теплової обробки, а також регламентоване введення незначних доз комерційного пектину на ранніх етапах процесу за необхідності. Встановлено доцільність поетапного внесення цукру та кислотного коригування наприкінці уварювання, що забезпечує формування стабільної желевної структури без надмірного термічного навантаження на продукт.

3. У розділі визначено оптимальні параметри основних технологічних операцій – теплової підготовки сировини, уварювання мармеладної маси, формування, желеутворення, пакування та зберігання – із зазначенням типового обладнання, температур і тривалості процесів. Показано, що дотримання запропонованих режимів забезпечує отримання мармеладів зі стабільними фізико-хімічними та структурно-механічними показниками, зниженим глікемічним індексом і високими споживчими властивостями.

4. Таким чином, розроблені технологічні рішення є технологічно керованими, адаптованими до умов промислового виробництва та відповідають концепції clean label, що підтверджує доцільність упровадження удосконаленої технології фруктово-овочевого мармеладу на основі пектиновмісної сировини в практику кондитерських підприємств.

РОЗДІЛ 5

SWOT-АНАЛІЗ ВПРОВАДЖЕННЯ РОЗРОБЛЕНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ФРУКТОВО-ОВОЧЕВОГО МАРМЕЛАДУ НА ОСНОВІ ПЕКТИНОВМІСНОЇ СИРОВИНИ

У сучасних умовах розвитку харчової промисловості впровадження нових або удосконалених технологій потребує не лише технологічного та економічного обґрунтування, але й комплексної оцінки їх конкурентоспроможності та ризиків. Особливо це актуально для виробництва функціональних кондитерських виробів, зокрема фруктово-овочевого мармеладу на основі пектиновмісної сировини, який орієнтований на споживачів, що надають перевагу натуральним продуктам із підвищеною харчовою та біологічною цінністю.

SWOT-аналіз є ефективним аналітичним інструментом стратегічного планування, який дозволяє систематизувати внутрішні та зовнішні фактори, що впливають на можливість впровадження розробленої технології у промислових умовах [54]. Застосування даного методу дає змогу виокремити сильні та слабкі сторони технології (Strengths, Weaknesses), а також визначити потенційні можливості та загрози зовнішнього середовища (Opportunities, Threats), зумовлені ринковими, економічними, нормативними та споживчими чинниками.

Проведення SWOT-аналізу дозволяє обґрунтувати доцільність практичного впровадження технології фруктово-овочевого мармеладу на основі пектиновмісної сировини, оцінити її адаптованість до умов сучасного кондитерського виробництва, виявити можливі ризики та сформулювати стратегічні напрями мінімізації негативних факторів. Отримані результати є підґрунтям для прийняття управлінських рішень щодо масштабування виробництва, оптимізації рецептури, вибору ринкової стратегії та підвищення конкурентних переваг готової продукції.

Таблиця 5.1

**Дослідження сильних та слабких сторін розробленої технології
фруктово-овочевого мармеладу на основі пектиновмісної сировини**

Сильні сторони	Слабкі сторони
Високі органолептичні показники: середній бал контрольного зразка K0 = 4,58, тоді як у дослідних зразків 4,52–4,77; найвищі оцінки загального споживчого сприйняття мають K1 = 4,77 (28,0 бала) та K2 = 4,77 (28,6 бала)	Нерівномірність органолептичних переваг між рецептурами: частина зразків має нижчі підсумкові оцінки порівняно з лідерами; зокрема K3 = 4,52 (27,1 бала), що може зменшувати уніфікованість асортименту при масштабуванні
Знижена енергетична цінність: контроль K0 = 128,55 ккал/100 г, дослідні зразки 86,47–88,64 ккал/100 г, що на 31–33 % менше від контролю (підвищення дієтичної привабливості продукту)	Калорійність дослідних зразків майже однакова: K1 = 86,54, K2 = 88,64, K3 = 86,47, K4 = 87,07 ккал/100 г — обмежує можливість позиціонування лінійки за критерієм «ще нижча калорійність», потрібні додаткові рецептурні модифікації
Низький глікемічний індекс усіх зразків: значення ГІ не перевищують 55; K0 = 37,41, K1 = 39,71, K2 = 48,89, K3 = 37,96, K4 = 44,44, що дозволяє відносити продукт до категорії з низьким ГІ	Вищий ГІ в окремих рецептурах: у K2 = 48,89 та K4 = 44,44 (вище, ніж у K0 = 37,41 та K3 = 37,96), що може потребувати уточнення позиціонування при маркетинговій комунікації («низький», але не мінімальний серед зразків)
Технологічна інноваційність (clean label): зразок K2 забезпечує структуроутворення без доданого пектину (за рахунок природних пектинових речовин айви та гарбуза), що відповідає концепції «clean label»	Залежність від природної варіабельності сировини: для clean label-рішень (як K2) технологічна стабільність більше залежить від якості айвового/гарбузового пюре та природного вмісту пектинових речовин (потребує посиленого вхідного контролю партій)
Стабільні фізико-хімічні параметри (K2), що формують умови для гелеутворення і зберігання: рН 3,2–3,6; титрована кислотність 0,45–0,65	Не всі фізико-хімічні показники деталізовані для всіх рецептур: кількісні фізико-хімічні параметри в розділі 3 наведені детально лише для K2, тому для впровадження всієї

Продовження табл.5.1

%; сухі речовини 60–65 %; загальні цукри 28,0–32,0 %; редукуючі цукри 8,0–10,5 %; a_w 0,70–0,78 (передумови мікробіологічної стійкості без консервантів)	лінійки потрібне розширення досліджень (аналогічні таблиці для К1, К3, К4)
Відповідні структурно-механічні властивості (К2) для формування/пакування/транспортування: міцність гелю 6,5–8,0 Н, деформація при стисканні 18–25 %, еластичність 0,75–0,85, клейкість 0,15–0,25 Н·с; відсутність синерезису	Потрібність контролю реології при масштабуванні: задані параметри (наприклад, міцність гелю 6,5–8,0 Н, a_w 0,70–0,78) вимагають стабільного дотримання режимів уварювання та кислотності; при переході на промислові об'єми можливі коливання текстури без належного технологічного контролю
Підвищення конкурентоспроможності через натуральність: високі показники кольору 4,6–4,9 бала та смаку 4,5–4,9 бала досягаються за рахунок природних пігментів і смакоароматичних речовин сировини без необхідності синтетичних барвників/ароматизаторів	Необхідність пояснення споживачу цінності «clean label»: для продукту із натуральним позиціонуванням потрібна комунікація переваг (низький ГІ, знижена калорійність, відсутність доданого пектину в К2), інакше перевага може бути недостатньо «видимою» при виборі

Отримані результати аналізу внутрішніх факторів, узагальнені в таблиці 1, свідчать про наявність суттєвих конкурентних переваг розробленої технології фруктово-овочевого мармеладу на основі пектиновмісної сировини. Високі органолептичні показники, знижена енергетична цінність, низький глікемічний індекс, а також стабільні фізико-хімічні й структурно-механічні властивості, зокрема для рецептури clean label К2, формують міцну основу для її практичного впровадження у виробничих умовах. Водночас ідентифіковані слабкі сторони, пов'язані з варіабельністю властивостей природної сировини та необхідністю посиленого технологічного контролю,

вказують на наявність внутрішніх обмежень, які можуть впливати на ефективність масштабування технології.

У зв'язку з цим подальший етап SWOT-аналізу доцільно спрямувати на оцінювання факторів зовнішнього середовища, які не залежать безпосередньо від виробника, але суттєво впливають на перспективи впровадження та комерціалізації продукту. Аналіз можливостей і загроз дозволить визначити ринкові, споживчі, нормативні та економічні умови, за яких наявні сильні сторони можуть бути максимально реалізовані, а слабкі – компенсовані або мінімізовані. Результати такого аналізу наведено у таблиці 5.2.

Таблиця 5.2

**Дослідження зовнішніх можливостей та загроз впровадження
розробленої технології фруктово-овочевого мармеладу на основі
пектиновмісної сировини**

Потенційні зовнішні можливості (О) (Opportunities)	Потенційні зовнішні загрози (Т) (Threats)
Зростання попиту на продукти функціонального та здорового харчування: мармелади зі зниженою енергетичною цінністю (86,47–88,64 ккал/100 г) і низьким глікемічним індексом (37,41–48,89) відповідають сучасним споживчим трендам	Конкуренція з боку традиційних мармеладів і желейних виробів з нижчою ціною реалізації, але вищим вмістом цукру та калорійністю
Розширення сегмента продуктів “clean label”: рецептура К2, що не містить доданого пектину, відповідає вимогам мінімальної обробки та натурального складу	Нестабільність якості пектиновмісної сировини залежно від сорту, врожайності та умов зберігання, що може впливати на відтворюваність гелевої структури
Зростаючий інтерес споживачів до продуктів з низьким глікемічним індексом, зокрема серед осіб, які контролюють рівень глюкози в крові або дотримуються дієтичного харчування	Цінова чутливість споживачів: використання фруктово-овочевої сировини та зниженого вмісту цукру може підвищувати собівартість порівняно з масовими аналогами

Продовження табл. 5.2

Можливість диференціації асортименту: створення лінійки мармеладів з різним рецептурним складом (К1–К4), органолептичними характеристиками (4,52–4,77 бала) та функціональними властивостями	Обмежена поінформованість ринку щодо переваг мармеладів із низьким ГІ та зниженою калорійністю, що може ускладнювати первинне просування продукту
Використання локальної плодово-овочевої сировини сприяє зниженню логістичних ризиків та підвищує привабливість продукту з позицій сталого розвитку	Сезонність сировини може призводити до коливань обсягів виробництва або потреби у створенні запасів пюре
Потенціал впровадження в сегмент NoReCa та спеціалізованого харчування (дієтичні, функціональні, профілактичні раціони) завдяки стабільним фізико-хімічним і структурно-механічним показникам (міцність гелю 6,5–8,0 Н, рН 3,2–3,6)	Підвищені вимоги до технологічного контролю при масштабуванні виробництва для збереження показників консистенції, глікемічного індексу та органолептичної якості
Можливість науково обґрунтованого позиціонування продукту як функціонального мармеладу на основі експериментально підтверджених даних	Регуляторні та маркетингові обмеження щодо використання тверджень про «функціональність» і «користь для здоров'я» без додаткових підтверджень

Аналіз зовнішнього середовища впровадження розробленої технології фруктовово-овочевого мармеладу на основі пектиновмісної сировини свідчить про наявність низки сприятливих ринкових та споживчих чинників. Передусім, простежується стійка тенденція зростання попиту на продукти функціонального та здорового харчування, що зумовлено підвищеною увагою споживачів до енергетичної цінності та глікемічної відповіді харчових продуктів. У цьому контексті розроблені мармелади з енергетичною цінністю 86,47–88,64 ккал/100 г та низьким глікемічним індексом 37,41–48,89 мають вагомі передумови для успішної комерціалізації.

Суттєвою можливістю є також розвиток сегмента продуктів типу clean label. Рецептūra K2, у якій желеутворення забезпечується виключно природними пектиновими речовинами айви та гарбуза без додавання комерційного пектину, відповідає сучасним вимогам мінімізації харчових добавок і може бути використана як ключова конкурентна перевага. Додатковими можливостями є використання локальної плодово-овочевої сировини, що підвищує ресурсну незалежність виробництва, а також потенціал розширення асортименту за рахунок декількох рецептурних композицій з різними органолептичними профілями (4,52–4,77 бала).

Водночас зовнішнє середовище характеризується низкою загроз. Основною з них є висока конкуренція з боку традиційних мармеладних виробів, які мають нижчу собівартість та усталену присутність на ринку. Крім того, варіабельність якості пектиновмісної сировини, сезонність її надходження та цінова чутливість споживачів можуть ускладнювати стабільність виробництва й прогнозування економічної ефективності. Додатковими стримувальними чинниками є підвищені вимоги до технологічного контролю при масштабуванні виробництва та обмеження щодо використання оздоровчих тверджень у маркетингових комунікаціях.

З урахуванням виявлених можливостей і загроз доцільним є формування матриці SWOT-стратегій (табл.5.3), яка дозволяє визначити напрями практичного використання сильних сторін технології, мінімізації її слабких сторін та зниження впливу зовнішніх ризиків.

Аналіз матриці SWOT-аналізу впровадження технології фруктово-овочевого мармеладу на основі пектиновмісної сировини свідчить про раціональне поєднання стратегічних напрямів розвитку, захисту та мінімізації ризиків, сформованих з урахуванням внутрішніх можливостей технології та впливу зовнішнього середовища. Структура матриці дозволяє чітко простежити взаємозв'язок між сильними і слабкими сторонами розробленої технології та відповідними можливостями й загрозами ринку.

Таблиця 5.3

Матриця SWOT-стратегій впровадження технології фруктово-овочевого мармеладу на основі пектиновмісної сировини

	Сильні сторони (S)	Слабкі сторони (W)
Можливості (O)	SO – дії стратегії розвитку	WO – дії стратегії захисту, направлені на покращення можливостей
	<p>SO1. Використання зниженої енергетичної цінності (на 31–33 % нижче контролю) та низького глікемічного індексу (37,41–48,89) для позиціонування мармеладу як продукту функціонального та дієтичного харчування.</p> <p>SO2. Просування рецептури K2 (clean label) без доданого пектину як інноваційного продукту з натуральним складом.</p> <p>SO3. Розширення асортименту за рахунок різних рецептур (K1–K4) з високими органолептичними оцінками (4,52–4,77 бала) для охоплення різних споживчих сегментів.</p>	<p>WO1. Оптимізація рецептур з метою вирівнювання органолептичних показників між зразками та посилення диференціації продукції за функціональними властивостями.</p> <p>WO2. Використання зростаючого попиту на продукти <i>clean label</i> для обґрунтування впровадження стандартизованого контролю якості пектиновмісної сировини.</p> <p>WO3. Інформаційне супроводження продукту (маркування, науково обґрунтовані твердження) з метою підвищення обізнаності споживачів щодо низького ГІ та зниженої калорійності мармеладу.</p>
Загрози (T)	ST – дії стратегії захисту, допомагають правильно використовувати сильні сторони	WT – дії стратегії захисту, направлені на покращення слабких сторін

Продовження табл. 5.3

	<p>ST1. Протидія ціновій конкуренції з традиційними мармеладами за рахунок акценту на функціональні властивості та підтверджені експериментальні дані.</p> <p>ST2. Використання стабільних фізико-хімічних і структурно-механічних показників (рН 3,2–3,6, міцність гелю 6,5–8,0 Н) для зниження ризиків при виробництві та транспортуванні.</p> <p>ST3. Коректне позиціонування продукту без надмірних оздоровчих тверджень для мінімізації регуляторних обмежень.</p>	<p>WT1. Мінімізація впливу сезонності та варіабельності сировини шляхом використання пюре-напівфабрикатів і створення запасів сировини.</p> <p>WT2. Поетапне масштабування виробництва з попереднім виготовленням пілотних партій для зниження технологічних ризиків.</p> <p>WT3. Орієнтація на нішеві сегменти (функціональне, дієтичне харчування) як альтернатива прямій конкуренції з масовими виробниками.</p>
--	---	---

У блоці SO-стратегій акцент зроблено на активному використанні наявних конкурентних переваг для реалізації ринкових можливостей. Поєднання високих органолептичних показників (4,52–4,77 бала), зниженої енергетичної цінності (на 31–33 % нижче контрольного зразка) та низького глікемічного індексу (37,41–48,89) створює передумови для позиціонування продукту як функціонального мармеладу дієтичного спрямування. Особливу роль у цій групі стратегій відіграє використання концепції clean label для рецептури K2, що дозволяє ефективно інтегрувати продукт у сегмент натурального харчування та задовольнити зростаючі споживчі очікування щодо «чистого» складу.

WO-стратегії орієнтовані на подолання виявлених внутрішніх обмежень за рахунок зовнішніх можливостей. Зокрема, підвищений інтерес до здорового харчування та продуктів із низьким глікемічним індексом створює сприятливі умови для вдосконалення рецептур з метою вирівнювання органолептичних характеристик між окремими зразками та підвищення їхньої диференціації. Водночас розвиток сегмента clean label стимулює впровадження більш жорсткого контролю якості пектиновмісної сировини, що дозволяє знизити вплив її природної варіабельності на стабільність готового продукту.

У межах ST-стратегій розглянуто використання сильних сторін технології для нейтралізації зовнішніх загроз. Функціональні властивості мармеладу, підтверджені експериментальними даними, дозволяють зменшити негативний вплив цінової конкуренції з боку традиційних мармеладів. Стабільні фізико-хімічні (рН 3,2–3,6, a_w 0,70–0,78) та структурно-механічні показники (міцність гелю 6,5–8,0 Н) слугують підґрунтям для забезпечення надійності виробництва, пакування та транспортування, що особливо важливо в умовах масштабування технології.

WT-стратегії мають превентивний характер і спрямовані на одночасну мінімізацію слабких сторін технології та зовнішніх ризиків. До таких заходів належать поетапне впровадження технології у виробничі умови, використання пюре-напівфабрикатів для зниження сезонних коливань якості сировини та орієнтація на нішеві сегменти ринку. Реалізація зазначених стратегій дозволяє зменшити технологічні та економічні ризики на початкових етапах комерціалізації продукту.

Таким чином, аналіз матриці SWOT-аналізу підтверджує, що розроблена технологія фруктово-овочевого мармеладу має збалансований стратегічний потенціал. Найбільш доцільною є стратегія поступального розвитку з акцентом на функціональні властивості та концепцію clean label, за умови впровадження механізмів контролю якості сировини та поетапного масштабування виробництва. Це забезпечує стійкість технології до зовнішніх викликів і підвищує її перспективність у сучасних ринкових умовах.

Висновок за розділом 5

Проведений SWOT-аналіз упровадження розробленої технології фруктово-овочевого мармеладу на основі пектиновмісної сировини дозволив комплексно оцінити внутрішні можливості технології та умови її функціонування у зовнішньому середовищі. Установлено, що наявні сильні сторони, зокрема високі органолептичні показники (4,52–4,77 бала), знижена енергетична цінність на 31–33 % порівняно з контрольним зразком, низький глікемічний індекс (37,41–48,89) і відповідність концепції clean label (для рецептури K2), формують вагомні конкурентні переваги продукту на ринку функціональних кондитерських виробів.

Аналіз можливостей зовнішнього середовища показав доцільність орієнтації розробленої продукції на сегменти здорового, дієтичного та спеціалізованого харчування, де попит на натуральні продукти зі зниженою калорійністю та помірною глікемічною дією стабільно зростає. Водночас ідентифіковані загрози, пов'язані з високою конкуренцією з боку традиційних мармеладів, сезонністю плодово-овочевої сировини та підвищеними вимогами до технологічного контролю, потребують застосування захисних і компенсаторних стратегій.

Сформована матриця SWOT-стратегій (SO, WO, ST, WT) засвідчила, що найбільш перспективною є стратегія розвитку, спрямована на максимальне використання функціональних та clean label-переваг продукту, підтверджених експериментальними даними. Реалізація стратегій оптимізації рецептур, стандартизації сировини та поетапного масштабування виробництва дозволить мінімізувати вплив слабких сторін і зовнішніх ризиків.

Загалом результати SWOT-аналізу підтверджують технологічну керованість, ринкову доцільність і перспективність упровадження розробленої технології фруктово-овочевого мармеладу на основі пектиновмісної сировини у виробничих умовах, зокрема в рамках концепції функціонального та натурального харчування.

РОЗДІЛ 6

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

6.1 Нормативно-правова база з охорони праці на підприємстві

Охорона праці на підприємствах з виробництва фруктово-овочевого мармеладу регламентується комплексом законодавчих, нормативно-правових і галузевих документів України, спрямованих на забезпечення безпечних і здорових умов праці, запобігання виробничому травматизму, професійним захворюванням та аварійним ситуаціям. Вимоги охорони праці поширюються на всі етапи технологічного процесу – від приймання та підготовки сировини до термічної обробки, уварювання мармеладної маси, формування виробів, пакування, зберігання та транспортування готової продукції.

Основоположним законодавчим актом у сфері охорони праці є Закон України «Про охорону праці» [55], який визначає загальні принципи державної політики щодо забезпечення безпечних умов праці, права та обов'язки роботодавців і працівників, а також відповідальність за порушення вимог безпеки. Відповідно до цього Закону роботодавець зобов'язаний створити на підприємстві умови праці, що відповідають нормативно-правовим актам з охорони праці, забезпечити працівників засобами індивідуального захисту, організувати навчання, інструктажі та перевірку знань з питань охорони праці.

Важливу роль у регулюванні трудових відносин відіграє Кодекс законів про працю України [56], який містить норми щодо тривалості робочого часу, режимів праці та відпочинку, вимог до безпеки праці жінок і молоді, а також обов'язків сторін трудового договору у сфері охорони праці. Дані положення є актуальними для кондитерських підприємств, де робота часто пов'язана з підвищеним тепловим навантаженням, використанням механізованого обладнання та хімічних речовин.

Санітарно-гігієнічні вимоги до умов праці на підприємствах харчової промисловості встановлюються Державними санітарними нормами і правилами, які регламентують параметри мікроклімату виробничих приміщень, рівні шуму, вібрації, освітленості, а також вимоги до вентиляції, водопостачання та особистої гігієни персоналу [57]. Для виробництва фруктово-овочевого мармеладу ці норми є особливо важливими з огляду на використання теплового обладнання (варильні котли, вакуум-апарати), що може створювати несприятливі умови праці [58, 59].

Пожежна безпека виробничих приміщень і технологічного обладнання регламентується Правилами пожежної безпеки в Україні, які встановлюють вимоги до утримання приміщень, евакуаційних шляхів, електрообладнання, зберігання горючих матеріалів та дій персоналу у разі виникнення пожежі [60]. На підприємствах з виробництва мармеладу ці вимоги мають особливе значення через використання електронагрівального обладнання та наявність пакувальних матеріалів.

Безпека технологічних процесів і обладнання забезпечується виконанням вимог НПАОП (нормативно-правових актів з охорони праці), зокрема правил безпечної експлуатації машин і механізмів, устаткування, що працює під тиском, електроустановок та підіймально-транспортного обладнання [61, 62, 63]. Дані документи визначають порядок технічного обслуговування, оглядів і допуску персоналу до роботи з потенційно небезпечним обладнанням.

Крім того, у сфері харчової промисловості застосовуються ДСТУ та технічні регламенти, які встановлюють вимоги до безпеки виробничих процесів, сировини та готової продукції, а також опосередковано впливають на умови праці персоналу. Вони доповнюють загальні норми охорони праці, враховуючи специфіку виробництва фруктово-овочевих кондитерських виробів [64].

Таким чином, нормативно-правова база з охорони праці при виробництві фруктово-овочевого мармеладу є комплексною та охоплює

законодавчі, санітарні, пожежні й галузеві вимоги. Її дотримання забезпечує зниження рівня професійних ризиків, збереження здоров'я працівників і безпечне функціонування підприємств кондитерської галузі.

6.2 Вимоги до території підприємства та облаштування споруд і приміщень

Територія підприємства з виробництва фруктово-овочевого мармеладу та розміщені на ній будівлі і споруди повинні відповідати вимогам чинних нормативно-правових актів з охорони праці, санітарного законодавства та пожежної безпеки, забезпечуючи безпечні умови праці, належний санітарно-гігієнічний стан і запобігання аварійним ситуаціям. Планування території та приміщень здійснюють з урахуванням специфіки харчового виробництва, потоковості технологічних процесів і мінімізації впливу шкідливих виробничих факторів на персонал [65].

Територія підприємства повинна бути впорядкованою та огороженою. Ширина внутрішньозаводських проїздів для двостороннього руху автотранспорту має становити не менше 6,0 м, а для одностороннього – не менше 3,5–4,0 м. Пішохідні доріжки повинні мати ширину не менше 1,0–1,5 м та бути відокремленими від проїздів. У темний час доби територія має освітлюватися з рівнем освітленості не менше 10–20 лк. Покриття проїздів і доріжок повинно бути твердим, рівним та неслизьким, з ухилом для відведення дощових і талих вод.

Розміщення виробничих, складських, допоміжних і адміністративно-побутових будівель здійснюється з дотриманням санітарних розривів, які, залежно від категорії виробництва, повинні становити не менше 25–50 м.

Виробничі приміщення повинні забезпечувати раціональне розміщення обладнання для підготовки фруктово-овочевої сировини, уварювання мармеладної маси, формування, охолодження та пакування виробів. Мінімальна висота виробничих приміщень має становити не менше 3,3 м, а

площа – не менше 4,5–6,0 м² на одного працівника. Проходи між технологічним обладнанням повинні мати ширину не менше 1,0 м, а головні проходи – не менше 1,5 м.

Будівельні конструкції виробничих приміщень мають бути виконані з матеріалів, дозволених для харчової промисловості. Підлоги повинні бути водонепроникними, неслизькими, з ухилом 1–2 % у бік трапів для відведення стічних вод. Стіни рекомендується облицьовувати глазурованою плиткою на висоту не менше 1,8–2,0 м, а стелі фарбувати вологостійкими світлими фарбами.

Параметри мікроклімату у виробничих приміщеннях повинні відповідати санітарним нормам. У теплий період року температура повітря в основних виробничих цехах має становити 18–25 °С, у холодний період – 16–22 °С, відносна вологість – 40–60 %, швидкість руху повітря – не більше 0,3 м/с. У зонах з тепловим обладнанням допускається підвищення температури до 28–30 °С, за умови ефективної загальнообмінної та місцевої витяжної вентиляції.

Освітлення виробничих приміщень повинно відповідати характеру виконуваних робіт. Нормована освітленість на робочих поверхнях при штучному освітленні має становити не менше 200–300 лк, а в зонах контролю якості та пакування – до 400–500 лк. Світильники повинні мати захисні плафони та бути розміщені так, щоб уникати утворення тіней і засліплення персоналу.

Адміністративно-побутові приміщення (гардеробні, душові, санітарні вузли) слід розміщувати окремо від виробничих зон. Кількість душових сіток визначається з розрахунку 1 сітка на 10–15 працівників, санітарних вузлів – 1 унітаз на 15–20 осіб. Температура повітря в побутових приміщеннях повинна підтримуватися на рівні 18–22 °С.

Зелені насадження на території підприємства з виробництва фруктово-овочевого мармеладу відіграють важливу санітарно-гігієнічну та захисну роль. Вони сприяють зниженню запиленості повітря, поглинанню шкідливих газів і

шуму, покращенню мікроклімату та створенню більш комфортних умов праці для персоналу. Озеленення території здійснюють шляхом висадження дерев, кущів і газонів уздовж меж підприємства, транспортних шляхів та між будівлями з урахуванням інсоляції та рози вітрів. Зелені насадження не повинні перешкоджати природному освітленню виробничих приміщень, вентиляції та проїзду транспорту, а їх розміщення має забезпечувати пожежну безпеку і можливість вільного доступу до інженерних комунікацій.

Отже, дотримання встановлених кількісних і якісних вимог до території підприємства та облаштування споруд і приміщень забезпечує створення безпечних, комфортних і санітарно-гігієнічних умов праці при виробництві фруктово-овочевого мармеладу, а також сприяє зниженню професійних ризиків і підвищенню ефективності виробничого процесу.

6.3 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів

Виробництво фруктово-овочевого мармеладу належить до харчової промисловості з поєднанням механічних, теплових, фізичних, хімічних та психофізіологічних навантажень, що зумовлює наявність низки небезпечних і шкідливих виробничих факторів. Їх своєчасна ідентифікація та аналіз є необхідною умовою забезпечення безпечних умов праці, зниження рівня виробничого травматизму та професійних захворювань [66].

До механічних небезпечних факторів належать рухомі та обертові частини технологічного обладнання – подрібнювачі, мийні машини, транспортери, мішалки, формувальні та пакувальні агрегати. Небезпека полягає у можливості защемлення, порізів або затягування одягу працівників у рухомі механізми. Підвищений ризик травмування виникає під час завантаження сировини, очищення, налагодження та санітарної обробки обладнання, особливо за відсутності або несправності захисних огорожень.

Теплові фактори є характерними для етапів уварювання мармеладної маси, пастеризації та роботи з варильними котлами і вакуум-апаратами.

Підвищена температура поверхонь обладнання (до 120–130 °С) і мармеладної маси створює ризик термічних опіків. Висока температура повітря в зоні теплового обладнання може досягати 28–30 °С, що призводить до теплового навантаження на організм працівників, зниження працездатності та підвищення ймовірності помилок у роботі.

До фізичних шкідливих факторів відносяться підвищені рівні шуму та вібрації, що виникають під час роботи дробарок, насосів, вентиляторів, пакувальних машин. Рівень шуму на окремих робочих місцях може досягати 80–85 дБ, що за тривалого впливу негативно впливає на слуховий апарат і нервову систему працівників. Також до фізичних факторів належить недостатнє або нерівномірне освітлення, яке спричиняє зорову втому та підвищує ризик виробничих травм.

Хімічні шкідливі фактори пов'язані з використанням мийних і дезінфекційних засобів, а також з можливим виділенням парів органічних кислот (лимонної, яблучної) під час уварювання сировини. Концентрації цих речовин у повітрі робочої зони, як правило, не перевищують гранично допустимі рівні, проте за порушення режимів вентиляції можуть спричинити подразнення слизових оболонок і органів дихання. Крім того, під час роботи з цукром і сухими інгредієнтами можливе утворення пилу, що негативно впливає на дихальні шляхи.

До біологічних факторів належать мікроорганізми, які можуть розвиватися на фруктово-овочевій сировині та у вологих зонах виробництва за недотримання санітарно-гігієнічних вимог. Контакт із мікрофлорою може становити небезпеку як для здоров'я працівників, так і для безпечності харчової продукції, що зумовлює необхідність суворого дотримання санітарних режимів.

Психофізіологічні фактори проявляються у вигляді фізичного перенавантаження під час ручного переміщення вантажів (мішки з цукром масою до 25–50 кг), монотонності операцій на пакувальних лініях, а також нервово-емоційного напруження, пов'язаного з відповідальністю за якість і

безпеку продукції. Тривале перебування в умовах підвищеної температури та шуму додатково посилює негативний вплив цих факторів.

Таким чином, виробництво фруктово-овочевого мармеладу характеризується комплексом небезпечних і шкідливих виробничих факторів, вплив яких може призводити до травмування персоналу, зниження працездатності та розвитку професійних захворювань. Проведений аналіз є підґрунтям для розроблення та впровадження ефективних організаційних, технічних і санітарно-гігієнічних заходів з охорони праці на підприємстві.

6.4 Заходи, щодо оптимізації умов праці

Оптимізація умов праці на підприємстві з виробництва фруктово-овочевого мармеладу є важливою складовою системи управління охороною праці та спрямована на зниження впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів, збереження здоров'я працівників і підвищення ефективності виробничої діяльності. Комплекс заходів з оптимізації умов праці повинен охоплювати організаційні, технічні, санітарно-гігієнічні та медико-профілактичні аспекти [67].

До організаційних заходів належить раціональна організація робочих місць з урахуванням ергономічних вимог і характеру виконуваних операцій. Працівників необхідно забезпечувати чіткими інструкціями з охорони праці, проводити вступний, первинний, повторний і позаплановий інструктажі, а також регулярно навчання і перевірку знань з питань безпеки праці [68].

Важливим є дотримання режимів праці та відпочинку, особливо для працівників, зайнятих у зонах підвищеного теплового навантаження, із впровадженням регламентованих перерв тривалістю 5–10 хв кожні 1,5–2 год роботи.

Технічні заходи передбачають використання сучасного технологічного обладнання з підвищеним рівнем безпеки, оснащеного захисними огороженнями, блокувальними та сигнальними пристроями. Для зниження

теплового навантаження на персонал слід застосовувати теплоізоляцію нагрівальних поверхонь, автоматизацію процесів уварювання та дистанційне керування обладнанням. Рівень шуму доцільно знижувати шляхом встановлення шумопоглинальних кожухів, використання вібродемпфувальних опор і регулярного технічного обслуговування машин [69].

До санітарно-гігієнічних заходів належить забезпечення нормативних параметрів мікроклімату у виробничих приміщеннях: підтримання температури повітря на рівні 18–25 °С, відносної вологості 40–60 % та швидкості руху повітря не більше 0,3 м/с. Для цього необхідно застосовувати ефективні системи загальнообмінної та місцевої витяжної вентиляції, особливо в зонах теплового обладнання [70]. Освітлення робочих місць повинно відповідати нормативам і становити не менше 200–300 лк, а в зонах пакування та контролю якості – до 400–500 лк. Важливим є регулярне прибирання виробничих приміщень, своєчасна санітарна обробка обладнання та контроль за якістю повітря робочої зони.

Засоби індивідуального захисту є обов'язковим елементом оптимізації умов праці. Працівники повинні забезпечуватися спеціальним одягом і взуттям, термостійкими рукавицями, захисними фартухами, головними уборами, а за необхідності – засобами захисту органів дихання та слуху. Заміна і прання спецодягу мають здійснюватися регулярно відповідно до встановлених норм [71].

До медико-профілактичних заходів належать попередні та періодичні медичні огляди працівників, контроль за станом їхнього здоров'я, профілактика професійних захворювань і проведення санітарно-просвітницької роботи. Особливу увагу слід приділяти працівникам, які працюють в умовах підвищеної температури, шуму або контакту з мийними та дезінфекційними засобами [72].

Отже, впровадження комплексу організаційних, технічних, санітарно-гігієнічних і медико-профілактичних заходів забезпечує оптимізацію умов

праці при виробництві фруктово-овочевого мармеладу, сприяє зниженню професійних ризиків, підвищенню безпеки праці та збереженню працездатності персоналу.

6.5 Засоби індивідуального захисту

Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) є невід'ємною складовою системи охорони праці на підприємствах з виробництва фруктово-овочевого мармеладу та застосовуються з метою зниження впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів на працівників у випадках, коли їх неможливо повністю усунути технічними або організаційними заходами. Використання ЗІЗ здійснюється відповідно до чинних нормативно-правових актів та внутрішніх інструкцій підприємства.

Працівники виробничих цехів повинні забезпечуватися спеціальним одягом і взуттям, що відповідає характеру виконуваних робіт. До основного комплекту спецодягу належать халати або костюми з бавовняних чи змішаних тканин, фартухи з волого- і термостійких матеріалів, головні убори (ковпаки, сітки), а також спеціальне взуття з неслизькою підошвою. Для робіт у зонах з підвищеною вологістю та температурою передбачаються водонепроникні та термостійкі елементи одягу [73].

Для захисту рук від механічних ушкоджень, впливу гарячих поверхонь і мармеладної маси працівники повинні використовувати рукавиці та рукавички різного типу: бавовняні – для загальних робіт, термостійкі – при обслуговуванні варильних котлів і теплового обладнання, гумові або полімерні – під час миття, дезінфекції та роботи з мийними засобами [74].

Захист органів зору забезпечується застосуванням захисних окулярів або щитків, особливо під час мийки обладнання, роботи з дезінфекційними розчинами та виконання ремонтних або налагоджувальних операцій [75]. За наявності підвищених рівнів шуму на окремих ділянках виробництва працівники повинні використовувати засоби захисту органів слуху (беруші

або навушники), що дозволяє знизити акустичне навантаження до допустимого рівня [76].

У випадках можливого утворення пилу або парів хімічних речовин (під час роботи з цукром, сухими інгредієнтами, мийними та дезінфекційними засобами) застосовують засоби захисту органів дихання – фільтрувальні маски або респіратори відповідного класу захисту. Їх використання є обов'язковим під час проведення санітарної обробки приміщень і обладнання.

Забезпечення працівників ЗІЗ здійснюється роботодавцем безоплатно, відповідно до встановлених норм, з урахуванням професії, виду робіт і умов праці. ЗІЗ повинні бути сертифікованими, справними та підібраними за розміром. На підприємстві має бути організований контроль за правильністю застосування засобів індивідуального захисту, їх своєчасною заміною, пранням, очищенням і зберіганням.

Таким чином, раціональне та систематичне використання засобів індивідуального захисту є важливою умовою забезпечення безпеки праці при виробництві фруктово-овочевого мармеладу, сприяє профілактиці виробничого травматизму та професійних захворювань, а також підвищує загальний рівень культури безпеки на підприємстві.

6.6 Пожежна безпека

Пожежна безпека на підприємствах з виробництва фруктово-овочевого мармеладу є обов'язковою складовою системи охорони праці та спрямована на запобігання виникненню пожеж, мінімізацію їх можливих наслідків і захист життя та здоров'я працівників, матеріальних цінностей та готової продукції. Вимоги пожежної безпеки повинні дотримуватися на всіх етапах виробничого процесу – від зберігання сировини до пакування і складування готових виробів [77].

Виробничі, складські та допоміжні приміщення підприємства належать, як правило, до категорій В або Г за вибухопожежною та пожежною

небезпекою, що зумовлено використанням електрообладнання, пакувальних матеріалів, а також наявністю горючих речовин (цукор, папір, полімерна тара). У зв'язку з цим будівлі повинні бути обладнані автоматичними системами пожежної сигналізації та оповіщення людей про пожежу [78].

Приміщення підприємства мають бути забезпечені первинними засобами пожежогасіння. Виробничі та складські зони оснащують вогнегасниками з розрахунку не менше одного вогнегасника на 100–200 м² площі, при цьому на кожному поверсі повинно бути не менше двох вогнегасників. Для електроустановок і електрообладнання рекомендується застосовувати вуглекислотні або порошкові вогнегасники. Вогнегасники повинні розміщуватися у легкодоступних і добре видимих місцях, на висоті не більше 1,5 м від рівня підлоги [79].

Евакуаційні шляхи і виходи повинні бути вільними, постійно доступними та позначеними відповідними світловими знаками. Кількість евакуаційних виходів із виробничих приміщень має бути не менше двох, а ширина основних евакуаційних проходів – не менше 1,2 м. Двері на шляхах евакуації повинні відчинятися у напрямку виходу з приміщення [80].

Електрообладнання та електромережі необхідно експлуатувати відповідно до вимог правил улаштування електроустановок. Забороняється використання пошкоджених кабелів, саморобних подовжувачів і перевантаження електромереж. Планово-попереджувальні огляди та вимірювання опору ізоляції слід проводити не рідше одного разу на 1–3 роки залежно від умов експлуатації [77].

Зберігання сировини, пакувальних матеріалів і готової продукції повинно здійснюватися з дотриманням протипожежних відстаней між стелажми не менше 0,8–1,0 м, а висота штабелювання не повинна перевищувати встановлених норм. Забороняється зберігати горючі матеріали поблизу нагрівальних приладів і теплового обладнання на відстані менше 1,0 м.

На підприємстві повинні бути розроблені та затверджені інструкції з пожежної безпеки, плани евакуації людей у разі пожежі, а також призначені відповідальні особи за пожежну безпеку. Працівники мають проходити первинний і повторний інструктаж з пожежної безпеки не рідше одного разу на рік, а також практичні тренування з евакуації.

Таким чином, дотримання вимог пожежної безпеки на підприємствах з виробництва фруктово-овочевого мармеладу забезпечує своєчасне виявлення та ефективну ліквідацію пожеж, зменшення матеріальних втрат і, найголовніше, захист життя та здоров'я персоналу.

6.7 Заходи з цивільного захисту при надзвичайних ситуаціях

Заходи з цивільного захисту на підприємстві з виробництва фруктово-овочевого мармеладу спрямовані на захист працівників, матеріальних цінностей і виробничих об'єктів у разі виникнення надзвичайних ситуацій природного, техногенного або воєнного характеру. Система цивільного захисту підприємства функціонує відповідно до вимог чинного законодавства України та є складовою загальної системи безпеки праці.

На підприємстві повинна бути створена організаційна структура цивільного захисту з призначенням відповідальних осіб, розробленням і затвердженням плану реагування на надзвичайні ситуації та плану евакуації персоналу. Дані документи мають передбачати порядок дій працівників у разі пожежі, аварій на інженерних мережах, витоку небезпечних речовин, стихійних лих, а також сигналів повітряної тривоги. Ознайомлення персоналу з планами цивільного захисту здійснюється під час інструктажів і навчань [80].

Одним з основних заходів цивільного захисту є своєчасне оповіщення персоналу про загрозу або виникнення надзвичайної ситуації. Для цього на підприємстві використовуються системи звукового та візуального оповіщення, а також засоби зв'язку з територіальними органами цивільного

захисту. Після отримання сигналу оповіщення працівники повинні діяти відповідно до затверджених інструкцій, зберігаючи спокій і організованість.

У разі загрози життю та здоров'ю працівників організовується евакуація персоналу з виробничих і адміністративних приміщень до безпечних зон або захисних споруд цивільного захисту. Евакуаційні шляхи повинні бути чітко позначені, постійно вільні та освітлені. Час евакуації з будівель підприємства не повинен перевищувати 3–5 хв, що досягається завдяки наявності достатньої кількості виходів і регулярному проведенню тренувань [81].

Для захисту персоналу під час надзвичайних ситуацій, зокрема в умовах воєнного стану, передбачено використання захисних споруд цивільного захисту – укриттів, підвальних або напівпідвальних приміщень, які забезпечують захист від уламків, вибухової хвилі та вторинних уражаючих факторів. За відсутності спеціально обладнаних укриттів допускається використання приміщень, захищених двома стінами від зовнішнього впливу.

Важливим елементом цивільного захисту є навчання та підготовка персоналу. Працівники повинні проходити навчання з питань цивільного захисту не рідше одного разу на рік, брати участь у практичних тренуваннях з евакуації та надання домедичної допомоги постраждалим. На підприємстві доцільно формувати нештатні аварійно-рятувальні групи або призначати відповідальних осіб, навчених діям у надзвичайних ситуаціях [82].

Крім того, підприємство повинно бути забезпечене первинними засобами домедичної допомоги, аптечками, запасами питної води та засобами індивідуального захисту для використання в разі надзвичайних ситуацій. Періодично здійснюється перевірка їх наявності та придатності [83].

Отже, реалізація комплексу заходів з цивільного захисту при надзвичайних ситуаціях забезпечує готовність підприємства з виробництва фруктово-овочевого мармеладу до оперативного реагування на загрози, зменшує ризик для життя і здоров'я персоналу та сприяє збереженню безперервності виробничої діяльності.

Висновки до розділу 6.

1. Проведений аналіз нормативно-правової бази показав, що безпечні умови праці на підприємствах харчової промисловості забезпечуються дотриманням вимог законодавчих, санітарно-гігієнічних, пожежних і галузевих нормативних документів, які регламентують організацію виробничого процесу, експлуатацію обладнання та захист персоналу.

2. Встановлено, що раціональне планування території підприємства, правильне облаштування виробничих, складських і побутових приміщень, дотримання нормативних показників площ, проходів, мікроклімату, освітлення та озеленення території є важливими умовами зниження впливу шкідливих виробничих факторів і створення безпечного виробничого середовища. Особливу увагу приділено забезпеченню нормативних параметрів температури, вологості та вентиляції в зонах теплового обладнання.

3. У ході аналізу небезпечних і шкідливих виробничих факторів встановлено, що при виробництві фруктово-овочевого мармеладу основну загрозу становлять механічні, теплові, фізичні, хімічні, біологічні та психофізіологічні фактори, вплив яких може призводити до виробничого травматизму та професійних захворювань. Обґрунтовано необхідність впровадження комплексу організаційних, технічних і санітарно-гігієнічних заходів з оптимізації умов праці.

4. Показано, що ефективне застосування засобів індивідуального захисту, дотримання вимог пожежної безпеки та реалізація заходів з цивільного захисту при надзвичайних ситуаціях є обов'язковими складовими системи безпеки підприємства. Регулярне навчання персоналу, інструктажі, тренування з евакуації та готовність до дій у надзвичайних умовах значно знижують рівень професійних ризиків і підвищують рівень захищеності працівників.

ВИСНОВКИ

1. На основі узагальнення сучасних наукових джерел встановлено, що розвиток виробництва мармеладу відбувається в напрямі формування асортименту продуктів із покращеними харчовими та функціональними властивостями. Ключовими тенденціями є зниження вмісту доданого цукру, використання натуральних гелеутворювачів і орієнтація на концепції здорового харчування та clean label, що обґрунтовує актуальність розроблення інноваційних технологій фруктово-овочевого мармеладу на основі пектиновмісної сировини.

2. Теоретично обґрунтовано, що пектиновмісна фруктово-овочева сировина виконує подвійну функцію в технології мармеладу – природного гелеутворювача та джерела харчових волокон і біологічно активних речовин. Це дозволяє зменшити або повністю виключити застосування промислового пектину, підвищити харчову цінність виробів і сформувати «чистий» рецептурний склад.

3. Розроблено та реалізовано програму експериментальних досліджень, що включала виготовлення контрольного та чотирьох дослідних зразків мармеладу з різних видів пектиновмісної плодово-овочевої сировини. Запропонована методика досліджень, яка поєднує органолептичні, фізико-хімічні та структурно-механічні методи, забезпечила отримання достовірних і відтворюваних результатів для комплексної оцінки якості продукції.

4. Експериментально доведено, що розроблені фруктово-овочеві мармелади характеризуються високими органолептичними показниками (4,52–4,77 бала), які не поступаються контрольному зразку (4,58 бала), а в окремих рецептурах перевищують його. Це підтверджує доцільність використання пектиновмісної сировини для формування гармонійних смакових і текстурних властивостей мармеладу.

5. Встановлено, що енергетична цінність дослідних зразків мармеладу знижена на 31–33 % порівняно з контролем і становить 86,47–88,64 ккал/100 г, що відповідає вимогам до дієтичних і функціональних харчових продуктів. Оцінка глікемічного індексу показала, що всі розроблені зразки належать до продуктів із низьким ГІ (37,41–48,89), що підтверджує їх придатність для раціонів зі зниженим глікемічним навантаженням.

6. Доведено можливість формування стабільної желейної структури мармеладу без додавання промислового пектину (на прикладі айвово-гарбузового мармеладу К2). Фізико-хімічні та структурно-механічні показники (рН 3,2–3,6; активність води 0,70–0,78; міцність гелю 6,5–8,0 Н) забезпечують мікробіологічну стійкість, добрі споживчі властивості та придатність продукту до зберігання без використання консервантів.

7. Розроблено удосконалену технологію виробництва фруктово-овочевого мармеладу, що базується на раціональному використанні природного пектину сировини, оптимізації температурно-часових режимів і регламентованому введенні компонентів. Запропоновані технологічні рішення є технологічно керованими, адаптованими до умов промислового виробництва та відповідають сучасним вимогам до якості й безпеки харчових продуктів.

8. Результати SWOT-аналізу підтвердили конкурентоспроможність і ринкову доцільність упровадження розробленої технології. Високі органолептичні показники, знижена калорійність, низький глікемічний індекс і відповідність концепції clean label формують стійкі конкурентні переваги у сегменті функціональних кондитерських виробів за умови застосування стратегій стандартизації сировини та поетапного масштабування виробництва.

9. Проведений аналіз охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях показав, що впровадження розробленої технології можливе за умови дотримання чинної нормативно-правової бази та реалізації комплексу організаційних, технічних і санітарно-гігієнічних заходів, що забезпечують безпечні та здорові умови праці персоналу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. McKenzie, E., & Lee, S. Y. (2022). Sugar reduction methods and their application in confections: a review. *Food science and biotechnology*, 31(4), 387–398. <https://doi.org/10.1007/s10068-022-01046-7>
2. Xiang, T., Yang, R., Li, L., Lin, H., & Kai, G. (2024). Research progress and application of pectin: A review. *Journal of Food Science*, 89, 6985–7007. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.17438>
3. Samokhvalova, O., Kasabova, K., Shmatchenko, N., Zagorulko, A., Zahorulko, A. Improving the Marmalade Technology by Adding a Multicomponent Fruit-and-Berry Paste (December 9, 2021). *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6(11 (114)), 6–14, 2021. doi:10.15587/1729-4061.2021.245986, Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=4008014>
4. Babaoglu Farzaliev, E., & Ökten, S. (2025). Pectin as a functional food ingredient in jelly marmalade. *Natural Product Research*, 1–6. <https://doi.org/10.1080/14786419.2025.2455461>
5. Matheus Henrique Mariz de Avelar, Priscilla Efraim. Alginate/pectin cold-set gelation as a potential sustainable method for jelly candy production, *LWT*, Vol.123, 2020, 109119, ISSN 0023-6438, <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109119>
6. Shubhangi Sharma, Khalid Mehmood Wani, Shaik Mahammad Mujahid, Laksmi S. Jayan, Sneha Soundara Rajan, Review on Pectin: Sources, Properties, Health Benefits and Its Applications in Food Industry, *Journal of Future Foods*, Vol. 6, Iss. 2, 2026, P. 205-219, ISSN2772-5669, <https://doi.org/10.1016/j.jfutfo.2024.04.009>.
7. ПЕКТИН. Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page (дата звернення 12.09.2025)
8. Yi, L., Cheng, L., Yang, Q., Shi, K., Han, F., Luo, W., & Duan, S. (2024). Source, Extraction, Properties, and Multifunctional Applications of Pectin: A Short Review. *Polymers*, 16(20), 2883. <https://doi.org/10.3390/polym16202883>

9. Jafari, F.; Khodaiyan, F.; Kiani, H.; Hosseini, S.S. Pectin from carrot pomace: Optimization of extraction and physicochemical properties. *Carbohydr. Polym.* 2017, 157, 1315–1322. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2016.11.013>
10. Wanyou Han, Yonghong Meng, Chingyuan Hu, Guiru Dong, Yuling Qu, Hong Deng, Yurong Guo, Mathematical model of Ca²⁺ concentration, pH, pectin concentration and soluble solids (sucrose) on the gelation of low methoxyl pectin, *Food Hydrocolloids*, Vol. 66, 2017, P. 37-48, ISSN 0268-005X, <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2016.12.011>.
11. Шматченко Н. В. Удосконалення технології мармеладу желеино-фруктового з використанням плодово-овочевих кріодобавок: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01 – Технологія хлібопекарських продуктів, кондитерських виробів та харчових концентратів; наук. кер. Артамонова М. В. Харків, 2018. 339 с. <https://repo.btu.kharkov.ua//handle/123456789/34165>
12. A. Roman-Benn, C.A. Contador, M.W. Li, et al. Pectin: an overview of sources, extraction and applications in food products and health. *Food Chem*, 2 (2023), Article 100192, <https://10.1016/j.focha.2023.100192>
13. R. Ciriminna, A. Fidalgo, A. Scurria, et al. Pectin: new science and forthcoming applications of the most valued hydrocolloid *Food Hydrocoll*, 127 (2022), Article 107483, <https://10.1016/j.foodhyd.2022.107483>
14. Rosaria Ciriminna, Alexandra Fidalgo, Antonino Scurria, Laura M. Ilharco, Mario Pagliaro, Pectin: New science and forthcoming applications of the most valued hydrocolloid, *Food Hydrocolloids*, Vol. 127, 2022, 107483, ISSN 0268-005X, <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2022.107483>.
15. Shuixian Huang, Yanbing Zhang, Qin Chen, Yitong Liu, Lin Lu, Muhammad Muntaqem Arain, Zhaohui Li, Siyi Pan, Fengxia Liu, Pectin based gels and their advanced application in food: From hydrogel to emulsion gel, *Food Hydrocolloids*, Vol. 160, Part 3, 2025, 110841, ISSN 0268-005X, <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2024.110841>
16. Jackson, P. P. J., Wijeyesekera, A., & Rastall, R. A. (2022). Inulin-type fructans and short-chain fructooligosaccharides-their role within the food industry

as fat and sugar replacers and texture modifiers-what needs to be considered!. Food science & nutrition, 11(1), 17–38. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3040>

17. Ünal, M. H., & Arslan, D. (2022). Single and combined use of isomalt, polydextrose, and inulin as sugar substitutes in production of pectin jelly. Journal of Food Processing and Preservation, 46, e17174. <https://doi.org/10.1111/jfpp.17174>

18. Figueroa, L. E., & Genovese, D. B. (2018). Pectin Gels Enriched with Dietary Fibre for the Development of Healthy Confectionery Jams. Food technology and biotechnology, 56(3), 441–453. <https://doi.org/10.17113/ftb.56.03.18.5641>

19. Gorjanović, S., Zlatanović, S., Laličić-Petronijević, J. et al. Enhancing composition and functionality of jelly candies through apple and beetroot pomace flour addition. npj Sci Food 8, 85 (2024). <https://doi.org/10.1038/s41538-024-00323-5>

20. Han, H., Kim, Y., Gim, M., Shin, H., Jang, H., Yoon, W. J., Lee, G.-H., & Park, Y. K. (2024). Effect of Sugar-Free Jelly on Glycemic Metabolism and Its Potential Health Benefits in Non-Diabetic Adults. Foods, 13(6), 920. <https://doi.org/10.3390/foods13060920>

21. Y. Ben-Fadhel, B. Maherani, J. Manus, S. Salmieri, M. Lacroix, Physicochemical and microbiological characterization of pectin-based gelled emulsions coating applied on pre-cut carrots, Food Hydrocolloids, Vol. 101, 2020, 105573, ISSN 0268-005X, <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.105573>.

22. Shuixian Huang, Yanbing Zhang, Qin Chen, Yitong Liu, Lin Lu, Muhammad Muntaqem Arain, Zhaohui Li, Siyi Pan, Fengxia Liu. Pectin based gels and their advanced application in food: From hydrogel to emulsion gel. Food Hydrocolloids. 2025, Vol. 160, Part 3, 110841. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2024.110841>

23. ДСТУ 8639:2016 «Пюре-напівфабрикати фруктові. Загальні технічні умови». ДП «УкрНДНЦ», [Чинний від 2016 –01–01]. Київ, 2014. 26 с. (інформація та документація)

24. Patocka, J., Bhardwaj, K., Klimova, B., Nepovimova, E., Wu, Q., Landi, M., Kuca, K., Valis, M., & Wu, W. (2020). *Malus domestica*: A Review on Nutritional Features, Chemical Composition, Traditional and Medicinal Value. *Plants*, 9(11), 1408. <https://doi.org/10.3390/plants9111408>
25. Dianne A. Hyson, A. Comprehensive Review of Apples and Apple Components and Their Relationship to Human Health, *Advances in Nutrition*, Vol. 2, Iss. 5, 2011, P. 408-420, ISSN 2161-8313, <https://doi.org/10.3945/an.111.000513>
26. Arnold, M., Gramza-Michalowska, A. Recent Development on the Chemical Composition and Phenolic Extraction Methods of Apple (*Malus domestica*) – A Review. *Food Bioprocess Technol* 17, 2519–2560 (2024). <https://doi.org/10.1007/s11947-023-03208-9>
27. Joanna Kolniak-Ostek, Chemical composition and antioxidant capacity of different anatomical parts of pear (*Pyrus communis* L.), *Food Chemistry*, Vol. 203, 2016, P. 491-497, <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.02.103>.
28. Левківська, . Т. М., & Душак , О. В. (2023). Айва – перспективна сировина для промислового перероблення. *Продовольчі ресурси*, 11(20), 54–60. <https://doi.org/10.31073/foodresources2023-20-06>
29. Israa Al-Zughbi, Maha Krayem, Quince fruit *Cydonia oblonga* Mill nutritional composition, antioxidative properties, health benefits and consumers preferences towards some industrial quince products: A review, *Food Chemistry*, Vol. 393, 2022, 133362, ISSN 0308-8146, <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.133362>.
30. Blanda, G., Rodriguez-roque, M. J., Comandini, P., Flores-Cordova, M. A., Salas-Salazar, N. A., Cruz-Alvarez, O., & Soto-Caballero, M. C. (2020). Phenolic profile and physicochemical characterization of quince (*Cydonia oblonga* Mill) fruits at different maturity index. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 48(4), 2306–2315. <https://doi.org/10.15835/nbha48412108>
31. Tian, Z., Dong, T., Wang, S., Sun, J., Chen, H., Zhang, N., & Wang, S. (2024). A comprehensive review on botany, chemical composition and the impacts

of heat processing and dehydration on the aroma formation of fresh carrot. *Food chemistry*: X, 22, 101201. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2024.101201>

32. Ikram, A., Rasheed, A., Ahmad Khan, A., Khan, R., Ahmad, M., Bashir, R., & Hassan Mohamed, M. (2024). Exploring the health benefits and utility of carrots and carrot pomace: a systematic review. *International Journal of Food Properties*, 27(1), 180–193. <https://doi.org/10.1080/10942912.2023.2301569>

33. Borecka, M., & Karaś, M. (2025). A Comprehensive Review of the Nutritional and Health-Promoting Properties of Edible Parts of Selected Cucurbitaceae Plants. *Foods*, 14(7), 1200. <https://doi.org/10.3390/foods14071200>

34. Batool, M., Ranjha, M. M. A. N., Roobab, U., Manzoor, M. F., Farooq, U., Nadeem, H. R., Nadeem, M., Kanwal, R., AbdElgawad, H., Al Jaouni, S. K., Selim, S., & Ibrahim, S. A. (2022). Nutritional Value, Phytochemical Potential, and Therapeutic Benefits of Pumpkin (*Cucurbita* sp.). *Plants (Basel, Switzerland)*, 11(11), 1394. <https://doi.org/10.3390/plants11111394>

35. Sobhy, E. S., Abdo, E., Shaltout, O., Abdalla, A., & Zeitoun, A. (2020). Nutritional Evaluation of Beetroots (*Beta vulgaris* L.) and Its Potential Application in a Functional Beverage. *Plants (Basel, Switzerland)*, 9(12), 1752. <https://doi.org/10.3390/plants9121752>

36. Stoica, F., Râpeanu, G., Rațu, R. N., Stănciuc, N., Croitoru, C., Țopa, D., & Jităreanu, G. (2025). Red Beetroot and Its By-Products: A Comprehensive Review of Phytochemicals, Extraction Methods, Health Benefits, and Applications. *Agriculture*, 15(3), 270. <https://doi.org/10.3390/agriculture15030270>

37. Ejaz, A., Waliat, S., Afzaal, M., Saeed, F., Ahmad, A., Din, A., Ateeq, H., Asghar, A., Shah, Y. A., Rafi, A., & Khan, M. R. (2023). Biological activities, therapeutic potential, and pharmacological aspects of blackcurrants (*Ribes nigrum* L): A comprehensive review. *Food science & nutrition*, 11(10), 5799–5817. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3592>

38. Kierońska, E., Skoczyła, J., Dziadek, K., Pomietło, U., Piątkowska, E., & Kopec, A. (2024). Basic Chemical Composition, Selected Polyphenolic Profile

and Antioxidant Activity in Various Types of Currant (*Ribes* spp.) Fruits. Applied Sciences, 14(19), 8882. <https://doi.org/10.3390/app14198882>

39. Oksana Struk, Galyna Starchenko, Oleh Koshovyi, Oleksandr Stremoukhov, Yurii Klymenko, Ain Raal, Mineral Composition of Blackcurrant (*Ribes Nigrum* L.) Fruits and Leaves, Vol. 18, 2024, ISSN 1874-3315, <https://doi.org/10.2174/0118743315309357240507103606>

40. Qurban, Faiza & Hussain, Shabbir & Waqas, Muhammad & Shahzad, Hafiza & Rukhsar, Aqsa & Javed, Atif. (2024). Phytochemistry, Nutritional, and Pharmacological Potential of Citrus Limonum. Scientific Inquiry and Review. 8. 1-23. 10.32350/sir.83.01.

41. Magalhães, D., Vilas-Boas, A. A., Teixeira, P., & Pintado, M. (2023). Functional ingredients and additives from lemon by-products and their applications in food preservation: a review. Foods, 12(5), 1-29. Article 1095. <https://doi.org/10.3390/foods12051095>

42. Klimek-Szczykutowicz, M., Szopa, A., & Ekiert, H. (2020). Citrus limon (Lemon) Phenomenon-A Review of the Chemistry, Pharmacological Properties, Applications in the Modern Pharmaceutical, Food, and Cosmetics Industries, and Biotechnological Studies. Plants (Basel, Switzerland), 9(1), 119. <https://doi.org/10.3390/plants9010119>

43. Ankan Kheto, Yograj Bist, Anchal Awana, Samandeep Kaur, Yogesh Kumar, Rachna Sehrawat, Utilization of inulin as a functional ingredient in food: Processing, physicochemical characteristics, food applications, and future research directions, Food Chemistry Advances, Vol. 3, 2023, 100443, ISSN 2772-753X, <https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100443>

44. Сердюк М. Є., Бандура В. М., Колісніченко Т. О., Сефіханова К. А. Моделювання рецептури мультизлакових пудингів з плодово-ягідною сировиною для здорового дитячого харчування. Вісник національного технічного університету «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. Збірник наукових праць. № 2(24)' 2025. С.97-104.[doi:10.20998/2413-4295.2025.02.14](https://doi.org/10.20998/2413-4295.2025.02.14)

45. Сердюк М. Є., Прісс О.П., Гапріндашвілі Н.А., Здоровцева Л.М., Сухаренко О.І., Іванова І.Є. Дослідницький практикум. Частина 1. Методи дослідження плодоовочевої та ягідної продукції. Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2020. 370 с.

46. Бандура В.М. Сердюк М.Є., Колісніяєнко Т.О., Сефіханова К.А. Розроблення сиркового десерту з каротиновмісною сировиною. Інновації та технології в сфері послуг і харчування. (2 (16), С.18-24 [https://doi.org/10.32782/2708-4949.2\(16\).2025.3](https://doi.org/10.32782/2708-4949.2(16).2025.3)

47. Моделювання та створення інноваційних продуктів харчової промисловості: Лабораторний практикум для студентів освітнього ступеня бакалавр спеціальності 181 «Харчові технології» ден. та заоч. форм навч.: / В.В. Шутюк, О.С. Бессараб, О.В. Бендерська. Київ: НУХТ, 2017. 92 с.

48. Сердюк, М. Є., Бандура, В. М., Олюніна, С. Л., & Колісніченко, Т. О. (2025). Технологічні аспекти виробництва фруктово-ягідного пюре-основи для напоїв підвищеної харчової цінності. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету, 25(2), 254-261.

49. Сердюк М., Бандура В., Колісніченко Т., Сефіханова К. Розробка джемів із локальної сировини зі зниженим глікемічним індексом. Technical sciences.Herald of Khmelnytskyi national university, Issue 3, part 2, 2025 (353). С.160-166.

50. Бандура.В.М., Прісс О.П., Колісніченко Т.О.,Сердюк Д.І. Розробка рецептури низькокалорійного лимонадного концентрату з використанням натуральних підсолоджувачів. Праці ТДАТУ Випуск 25. Том 1. С.85-92 DOI 10.32782/2078-0877-2025-25-1-10

51. Сучасні технології кондитерського виробництва: підручник. / [Гайдук О. В., Герлянд Т. М., Дрозіч І. А., Кулалаєва Н. В.,Романова Г. М.]. К.: ПІТО НАПН України, 2020. 440 с.

52. Дорохович А. М., Ковбаса В. М., Дорохович В. В. Технологія та лабораторний практикум кондитерських виробів і харчових концентратів: навч. посіб. Київ: Інкос, 2015. 632 с.

53. ДСТУ 4333:2018 Мармелад. Загальні технічні умови. Діючий з 01.01.2019 https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=75905&utm_source

54. Колісниченко Т.О. Пріс О. Методичні рекомендації до виконання кваліфікаційної роботи для здобувачів ступеня вищої освіти «Магістр», зі спеціальності G13 «Харчові технології» за ОПІ Індустрія здорового харчування (на основі ОС Бакалавр). – Запоріжжя, ТДАТУ – 39 с.

55. Закон України «Про охорону праці» від 14.10.1992 № 2694-ХІІ

56. Кодекс законів про працю України. Кодекс України від 10.12.1971 № 322-VIII, <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/322-08#Text>

57. СНіП 2.09.02-85 «Виробничі будівлі» https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=48098

58. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування. Діючий 01.01.2014 https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=50154

59. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. Діючий 01.12.1999. https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=48147

60. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. Діючий 01.06.2017.47с. https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=68456

61. НПАОП 15.0-1.01-88 Правила з техніки безпеки і виробничої санітарії в консервній та овочесушильній промисловості.

62. Про затвердження Правил безпечної експлуатації електроустановок споживачів (ДНАОП 0.00-1.21-98) <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0093-98#Text>

63. НПАОП 0.00-1.81-18 Правила охорони праці під час експлуатації обладнання, що працює під тиском. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0433-18#Text>

64. ДСТУ ISO 22000:2019 Системи управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги до будь-якої організації в харчовому ланцюзі (ISO 22000:2018, IDT) Діючий 01.12.2019 39с
https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=86029.

65. ДБН В.2.2-28:2010 Будинки і споруди. Будинки адміністративного та побутового призначення. Діючий 01.10.2011
https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=27263

66. ДСТУ ISO 45001:2019 Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці. Вимоги та настанови щодо застосування (ISO 45001:2018, IDT) Діючий 01.01.2021 https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=88004

67. Директива Ради Європейських Співтовариств 89\391\ЕЕС «Про впровадження заходів, що сприяють поліпшення безпеки й гігієни праці працівників». URL.: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_b23#Text

68. Яковлев О.А. Принципи державної політики в галузі охорони праці: погляд правника. Право та інновації, № 2 (18), 2017. С. 75-80
<https://ndipzir.org.ua/wp-content/uploads/2017/06/Yakovlev18.pdf>

69. Войналович О. В, Марчиниша Є. І. Охорона праці в галузі (харчові технології): підручник. К.: Центр навчальної літератури. 2019. 582 с.

70. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування. Діючий 01.01.2014 https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=50154

71. Про затвердження Мінімальних вимог безпеки і охорони здоров'я при використанні працівниками засобів індивідуального захисту на робочому місці. Наказ Мінсоцполітики України від 29.11.2018 № 1804
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1494-18#Text>

72. Наказ МОЗ від 21.05.2007 р. № 246 «Про затвердження Порядку проведення медичних оглядів працівників певних категорій»

73. ДСТУ EN ISO 13688:2016 Одяг захисний. Загальні вимоги (EN ISO 13688:2013, IDT; ISO 13688:2013, IDT). Діючий 01.10.2017.
https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=67538

74. ДСТУ EN ISO 374-1:2018 Рукавички захисні від небезпечних хімічних речовин та мікроорганізмів. Частина 1. Термінологія та вимоги до експлуатаційних характеристик щодо ризиків від хімічних речовин (EN ISO 374-1:2016; A1:2018, IDT; ISO 374-1:2016; Amd. 1:2018, IDT) Діючий 01.01.2020 https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=7936

75. ДСТУ EN 166:2017 Засоби індивідуального захисту очей. Технічні умови (EN 166:2001, IDT) Діючий 01.02.2018 27с
https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=75013

76. ДСТУ EN 352-1:2018 Засоби індивідуального захисту органів слуху. Загальні вимоги. Частина 1. Навушники протишумові (EN 352-1:2002, IDT) Діючий 01.01.2020. 22с.
https://www.ksv.biz.ua/GOST/DSTY_ALL/DSTU3/dstu_EN_352-1-2002.pdf

77. Пожежна безпека на підприємствах харчової галузі [Текст]: монографія / О. О. Фесенко, В. М. Лисюк, З. М. Сахарова, С. М. Неменуша. Одеса: Освіта України, 2017. 168 с.: табл., рис. ОНАХТ. Бібліогр.: с. 125-128. ISBN 978-6177366-30-9.

78. ДСТУ Б В.1.1-36:2016. Визначення категорії приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною безпекою. Діючий 01.01.2017. 66с. https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=65419

79. Про затвердження Правил експлуатації та типових норм належності вогнегасників. Наказ МВС України від 15.01.2018 № 25
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0225-18#Text>

80. Про затвердження Порядку здійснення навчання населення діям у надзвичайних ситуаціях. Постанова Кабінету Міністрів України від 26.06.2013 № 444 <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/444-2013-%D0%BF#Text>

81. Хіврич О.В., Халмурадов Д.Б., Слободян О.П., Литвиненко О.М., Володченкова Н.В. Цивільний захист на підприємствах харчової промисловості. Центр учбової літератури. 2020, 240с.

82. Про затвердження Плану реагування на надзвичайні ситуації державного рівня. Постанова Кабінету Міністрів України. План. від 14.03.2018 № 223 <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/223-2018-%D0%BF#Text>

83. Про затвердження переліків лікарських засобів у медичних аптечках транспортних засобів. Наказ МОЗ України від 07.07.1998 № 187. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0465-98#Text>