

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 » січня 2026 року
Зав. кафедрою ХТГРС
д.т.н, професор _____ Олесья ПРИСС

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

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

на тему: **Удосконалення технології соусів функціонального призначення**
із застосуванням ферментованої рослинної сировини

23ХТД. 6141467.02.26

Виконав: <u>студент</u>	<u>21 Мб ХТ групи</u>	(підпис)	Микита ПАРАПАНОВ (прізвище та ініціали)
Керівник:	<u>д.т.н., професор</u> (науковий ступінь, вчене звання)	(підпис)	Марина СЕРДЮК (прізвище та ініціали)
Консультант з ОП:	<u>к.т.н., доцент</u> (науковий ступінь, вчене звання)	(підпис)	Михайло ЗОРЯ (прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	<u>к.-с.г.н., доцент</u> (науковий ступінь, вчене звання)	(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 Олесь Прісс
(підпис) (ініціали та прізвище)

« 24 » жовтня 2025 р

**ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

СТУДЕНТУ Парапанову Микиті Федоровичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення технології соусів функціонального призначення із застосуванням ферментованої рослинної сировини

керівник роботи д.т.н., професор Сердюк М.Є.
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

затверджені наказом Ректора університету від « 24 » жовтня 2025 р. № 573-С

2. Строк подання студентом роботи « 20 » січня 2026 р.

3. Вихідні дані до роботи технологія виробництва соусів, технологія ферментації рослинної сировини, рецептури соусів на основі ферментованої рослинної сировини

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 інноваційної технології виробництва соусів на основі ферментованої рослинної сировини, 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

24 жовтня 2025**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

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

Студент

Парапанов М. Ф.

(підпис)

(ініціали та прізвище)

Керівник роботи

Сердюк М.Є.

(підпис)

(ініціали та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Парапанов М.Ф. Удосконалення технології соусів функціонального призначення із застосуванням ферментованої рослинної сировини. – Кваліфікаційна робота. Кафедра харчових технологій та готельно-ресторанної справи. – Запоріжжя, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, 2026.

Текст викладений на 70 сторінках, містить 6 розділів, 15 таблиць, 8 рисунків, 66 літературних джерел.

Робота присвячена удосконаленню технології соусів функціонального призначення на основі ферментованої рослинної сировини. Моделювання трьох рецептур із використанням бобових, злакових та овочевих компонентів забезпечило отримання продуктів зі збалансованим складом та новими органолептичними профілями. Встановлено зниження рН до 3,6...4,2, що підтверджує активне утворення органічних кислот і природну кисломолочну стабілізацію. Ферментовані зразки продемонстрували однорідну консистенцію, мікробіологічну безпечність та нижчу енергетичну цінність порівняно з контролем. На основі експериментальних даних удосконалено технологію виробництва та підтверджено її доцільність шляхом SWOT-аналізу, який визначив високий потенціал комерціалізації продукту. Аналіз охорони праці засвідчив, що технологія потребує інтеграції санітарної, пожежної та цивільної безпеки, що є передумовою стійкого функціонування виробництва в сучасних умовах.

Ключові слова: соуси, ферментація, нут, морква, овес, сочевиця, кіноа, томати, кабачки, ячмінь та зелений горошок.

ЗМІСТ

Вступ.....	7
РОЗДІЛ 1. Теоретичні основи створення функціональних соусів на основі рослинної сировини.....	11
1.1 Сучасні тенденції у виробництві соусів для закладів харчування.....	11
1.2 Роль бобових, злаків та овочів у харчуванні	13
1.3 Мікробіологічна ферментація як засіб покращення якості рослинної сировини.....	15
1.4 Потенціал молочнокислої ферментації у формуванні органолептичних і функціональних властивостей соусів.....	17
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	20
2.3 Методика проведення досліджень.....	23
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ УЗАГАЛЬНЕННЯ.....	27
3.1 Дослідження впливу процесу ферментації на зміни властивостей сировини.....	27
3.2 Дослідження сенсорних показників соусів на основі ферментованої сировини.....	32
3.3 Дослідження вмісту основних макронутрієнтів та енергетична цінність соусів на основі ферментованої сировини.....	33
РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	37
4.1 Розробка принципової технологічної схеми виготовлення соусів.....	37
4.2 Опис апаратурно-технологічної схеми виробництва соусів в умовах міні виробництв.....	40
4.3 Удосконалена технологічна схема виробництва соусів на основі ферментованої сировини	41

РОЗДІЛ 5. SWOT-АНАЛІЗ ВПРОВАДЖЕННЯ УДОСКОНАЛЕНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА СОУСІВ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ФЕРМЕНТОВАНОЇ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ.....	44
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	50
6.1 Нормативно-правова база з охорони праці при виробництві соусів функціонального призначення на основі ферментованої сировини.....	50
6.2 Вимоги до території підприємства та облаштування споруд і приміщень	53
6.3 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів. Заходи, щодо оптимізації умов праці.....	55
6.4 Засоби індивідуального захисту.....	57
6.5 Пожежна безпека та заходи з цивільного захисту при надзвичайних ситуаціях.....	59
Висновки	61
Список використаної літератури.....	63

ВСТУП

У сучасних умовах розвитку харчової промисловості особлива увага приділяється створенню продуктів функціонального призначення, що поєднують високу харчову цінність із позитивним впливом на здоров'я людини. Функціональні харчові продукти сприяють профілактиці захворювань, зміцненню імунної системи та загальному покращенню фізіологічних функцій організму. Одним із перспективних напрямів є удосконалення технологій соусів – важливої групи кулінарних виробів, які здатні не лише покращувати смак основних страв, а й служити джерелом біологічно активних речовин [1].

Актуальність обраної тематики зумовлена цілою низкою чинників. Світові тенденції у харчовій промисловості та громадському харчуванні дедалі більше орієнтуються на розробку продуктів із високим ступенем натуральності, мінімальним вмістом харчових добавок та підвищеною біологічною цінністю. Зростання обізнаності споживачів щодо взаємозв'язку між харчуванням і здоров'ям спричинило стійкий попит на функціональні продукти, здатні забезпечувати не лише базову поживність, а й чинити профілактичний ефект, знижуючи ризик розвитку серцево-судинних, метаболічних та шлунково-кишкових захворювань [2].

Соуси, як універсальні компоненти страв, мають величезний потенціал для трансформації у напрямі функціоналізації раціонів харчування. Проте традиційні соуси часто містять високі рівні кухонної солі, насичених жирів та рафінованих цукрів, що обмежує їх використання у дієтичних раціонах. Таким чином, виникає потреба у створенні нової генерації соусів, які б поєднували поліпшені органолептичні властивості із оздоровчим ефектом [3].

Перспективним шляхом вирішення цього завдання є застосування ферментованої рослинної сировини. Бобові, злакові культури та овочі мають високу природну концентрацію харчових волокон, пребіотиків, антиоксидантів, вітамінів і мінералів. Мікробіологічна ферментація, особливо молочнокислого типу, дозволяє підвищити біодоступність цінних нутрієнтів, зменшити вміст антипоживних факторів, забезпечити збагачення продуктів пробіотичними мікроорганізмами та

покращити органолептичні характеристики соусів – зокрема, аромат, текстуру та смакові властивості [4].

Актуальність дослідження також підкріплюється необхідністю створення асортименту соусів, що відповідали б сучасним вимогам різних груп споживачів, включаючи вегетаріанців, веганів, осіб із непереносимістю лактози або глютену, а також прихильників здорового способу життя. Використання ферментованої рослинної сировини дає можливість створити інноваційні кулінарні вироби, що відповідають вимогам функціональності, безпеки, натуральності та високої споживчої привабливості [5].

Таким чином, удосконалення технології виробництва соусів функціонального призначення із застосуванням ферментованих овочів, бобових і злаків є актуальним завданням сучасної науки і практики харчування, що має вагомим значення для підвищення якості життя населення, розвитку індустрії здорового харчування та інноваційного ресторанного сервісу.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконувалась в межах тематики науково-дослідної програми ДР № 0121U110200 «Розроблення інноваційних технологій харчової та кулінарної продукції».

Мета і задачі досліджень. Метою кваліфікаційної роботи було удосконалення технології соусів функціонального призначення шляхом використання ферментованої рослинної сировини, визначення оптимальних рецептурних композицій та дослідження їх фізико-хімічних і органолептичних властивостей.

Для досягнення поставленої мети передбачено вирішення наступних задач:

- розробити рецептури соусів на основі ферментованих рослинних інгредієнтів із різним складом сировини;
- дослідити динаміку фізико-хімічних показників у процесі ферментації;
- визначити зміни у вмісті макронутрієнтів і оцінити енергетичну цінність готових соусів;
- провести органолептичну характеристику та встановити функціонально-технологічні властивості соусів;

- удосконалити технологію виробництва соусів на основі на основі ферментованої сировини;
- провести swot-аналіз та оцінити перспективи практичного застосування удосконаленої технології соусів функціонального призначення на основі ферментованої рослинної сировини;
- провести аналіз заходів охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях при виробництві соусів на основі ферментованої рослинної сировини.

Об'єкт дослідження: технологія виготовлення соусів функціонального призначення на основі ферментованої рослинної сировини.

Предметом дослідження виступають фізико-хімічні, функціональні та органолептичні властивості соусів, створених із використанням ферментованих овочів, бобових та злаків.

Наукова новизна: розроблено підходи до створення соусів функціонального призначення на основі ферментованої рослинної сировини з урахуванням видового складу бобових, злакових та овочевих культур, оптимізації параметрів молочнокислого бродіння для підвищення біодоступності нутрієнтів і покращення органолептичних характеристик готових виробів. Встановлено раціональні умови ферментації рослинної сировини за участю специфічних штамів молочнокислих бактерій для формування стабільної текстури, збільшення вмісту біологічно активних сполук та зниження рівня антинутрієнтів. Запропоновано інтеграцію ферментованих компонентів до рецептури соусів з метою одночасного поліпшення функціональності та смакових властивостей без використання синтетичних стабілізаторів, консервантів і підсилювачів смаку.

Практичне значення роботи полягає в розробці технологічних підходів до виготовлення соусів із заданими функціональними характеристиками, що дозволить розширити асортимент здорового харчування в закладах ресторанного господарства.

Методи дослідження: У процесі дослідження застосовано комплекс загальнонаукових і спеціальних методів, що забезпечили системний підхід до розробки функціонального ферментованого соусу.

Метод аналізу використовувався для детального вивчення властивостей окремих компонентів сировини, їх хімічного складу та змін, які відбуваються у процесі ферментації.

Метод синтезу забезпечив інтеграцію отриманих даних для формування цілісного уявлення про ефективність кожної рецептурної комбінації, дозволивши сформулювати нові підходи до створення соусів з підвищеною функціональною цінністю.

Порівняльний метод дав змогу зіставити фізико-хімічні, органолептичні та харчові характеристики контрольного зразка і ферментованих рецептур, встановити ключові відмінності та оцінити переваги використання ферментованих інгредієнтів.

Емпіричні методи включали лабораторні експерименти з визначення рН, окисно-відновного потенціалу, титрованої кислотності, а також хімічного складу – вмісту білків, жирів, вуглеводів, що дозволило здійснити кількісну оцінку трансформацій, які відбувалися у продуктах унаслідок мікробіологічної обробки.

Також застосовано метод індукції для формулювання загальних висновків на основі результатів дослідження окремих зразків, а метод дедукції – для перевірки гіпотез щодо очікуваних змін у хімічному складі й функціональних характеристиках соусів під впливом ферментації. Системний підхід дозволив інтегрувати усі методологічні етапи в єдину логічну структуру, що забезпечило наукову обґрунтованість і достовірність отриманих результатів.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ СТВОРЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ СОУСІВ НА ОСНОВІ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ

1.1 Сучасні тенденції у виробництві соусів для закладів харчування

На сучасному етапі розвитку ресторанного господарства та харчової промисловості спостерігається інтенсивна трансформація підходів до створення кулінарних виробів, у тому числі соусів. Соуси традиційно розглядаються не лише як доповнення до основних страв, а як важливий елемент, що визначає смаковий профіль, ароматичну композицію, текстуру та загальне враження від страви. Проте із зростанням обізнаності споживачів щодо питань харчування, безпеки продуктів та впливу їжі на здоров'я змінюються й вимоги до якості соусної продукції [6,7].

Однією з ключових тенденцій є прагнення до підвищення натуральності складу соусів. Споживачі дедалі частіше надають перевагу продуктам без штучних консервантів, барвників, ароматизаторів і стабілізаторів, віддаючи перевагу виробам, у яких збережені природні властивості інгредієнтів. У зв'язку з цим виробники активно шукають альтернативи синтетичним добавкам, використовуючи натуральні згущувачі (наприклад, пектини, камеді, рослинні волокна), натуральні консерванти (екстракти розмарину, ферментовані компоненти) та природні джерела кольору і аромату [8-11].

Іншою важливою тенденцією є розширення асортименту соусів з урахуванням особливих дієтичних потреб споживачів. Зокрема, спостерігається зростання попиту на веганські, безглютенові, безлактозні, низьковуглеводні та високобілкові варіанти соусів. Це зумовлено як медичними показаннями (непереносимість глютену, лактози, алергії), так і поширенням світових дієтичних трендів, таких як кето-, палео-, рослинне харчування тощо [7, 12-15].

Ще однією суттєвою тенденцією є інноваційний підхід до складу соусів шляхом збагачення їх функціональними компонентами. Йдеться про включення до

складу пребіотиків (інулін, олігосахариди), пробіотичних культур (молочнокислі бактерії), антиоксидантних сполук (флавоноїди, поліфеноли), омега-3 жирних кислот, вітамінів та мінералів. Такі продукти спрямовані на задоволення потреб споживачів, які прагнуть інтегрувати у щоденний раціон функціональні елементи без необхідності радикальної зміни харчових звичок [16-18].

Окремий напрямок сучасного виробництва соусів – це впровадження технологій ферментації. Використання ферментованих компонентів дозволяє отримати соуси із покращеними органолептичними характеристиками, тривалішим терміном зберігання, зниженою потребою у додатковій консервації, а також із вищою біодоступністю цінних нутрієнтів. Ферментація сприяє розвитку унікальних смакових профілів, зокрема шляхом утворення органічних кислот, ароматичних сполук, амінокислот і вітамінів групи В [19].

Не менш важливим є впровадження принципів сталого розвитку при виборі сировини для виробництва соусів. Все більше виробників орієнтуються на використання локальних культур, органічно вирощеної продукції, мінімізацію харчових відходів та застосування технологій з низьким енергоспоживанням. Такі підходи відповідають екологічній відповідальності бізнесу та позитивно сприймаються цільовою аудиторією [20].

На тлі перерахованих змін зростає інтерес до соусів на основі рослинної сировини, особливо ферментованої. Бобові, зернові культури та овочі після ферментації здатні виступати не лише структуроутворювачами або смаковими модифікаторами, а й активними носіями функціональної дії. Завдяки молочнокислій ферментації формується більш збалансований профіль кислотності, знижується вміст антипоживних речовин, покращуються біохімічні властивості кінцевого продукту, що є важливим для реалізації концепції здорового харчування в закладах ресторанного господарства [19, 21].

Таким чином, сучасні тенденції виробництва соусів для закладів харчування передбачають синергію натуральності, функціональності, інноваційності та екологічної відповідальності. Саме в цьому контексті актуальним є дослідження удосконалення технології соусів функціонального призначення із застосуванням

ферментованої рослинної сировини як ефективного засобу підвищення якості та споживчої цінності кулінарних виробів.

1.2 Роль бобових, злаків та овочів у харчуванні

У контексті створення соусів функціонального призначення особливе значення має правильний вибір базової сировини, здатної не лише формувати необхідні органолептичні властивості виробу, а й виконувати певні фізіологічно активні функції в організмі людини. Найперспективнішими з цієї точки зору є бобові культури, злаки та овочі, кожна з яких має унікальні характеристики, що можуть бути ефективно використані при розробці інноваційних соусів [7].

Бобові культури (соя, нут, квасоля, сочевиця, горох) є одним із найцінніших джерел рослинного білка, що за амінокислотним складом наближається до тваринного білка. Білки бобових здатні забезпечувати високу харчову цінність соусів, одночасно виступаючи природними емульгаторами і стабілізаторами текстури завдяки їх здатності зв'язувати воду та жир. Крім того, бобові містять велику кількість харчових волокон, зокрема розчинних (пектини, геміцелюлози), які сприяють нормалізації ліпідного обміну, регуляції рівня глюкози в крові та підтримці здоров'я кишкової мікрофлори [22, 23].

Особливо важливою є присутність у бобових олігосахаридів (рафіноза, стахиоза), які діють як пребіотики, стимулюючи ріст корисних бактерій у товстому кишечнику. Бобові також є джерелом ізофлавонів – рослинних фітоестрогенів, що мають антиоксидантні властивості та сприяють профілактиці серцево-судинних захворювань та остеопорозу. Ферментація бобових дозволяє зменшити вміст антинутрієнтів (фітатів, танінів) і підвищити біодоступність мінералів, що є важливим чинником під час створення функціональних харчових продуктів [24, 25].

Злакові культури (овес, пшениця, ячмінь, просо, кукурудза) виступають важливими джерелами складних вуглеводів, харчових волокон, мінералів і біологічно активних речовин. У харчових технологіях особливо цінуються β -глюкани вівса та ячменю – розчинні волокна, які мають доведений

гіпохолестеринемічний ефект і здатність знижувати ризик розвитку серцево-судинних захворювань. Додавання злакових у ферментовану основу соусів не лише покращує поживну цінність, але й сприяє оптимізації їх текстурних характеристик за рахунок в'язкоутворюючих властивостей [26, 27].

Крім того, злаки містять антиоксидантні фенольні сполуки (флавоноїди, фенольні кислоти), які беруть участь у захисті клітин від окислювального стресу. Значним є і вміст вітамінів групи В (тіамін, рибофлавін, ніацин) та мінералів (магній, залізо, цинк), що важливо для підтримання метаболічних процесів. Застосування ферментації дозволяє активізувати процеси вивільнення біодоступних форм мінералів і вітамінів, а також формувати м'який, приємний смаковий профіль кінцевого продукту [28,29].

Овочі (морква, буряк, перець, броколі, томати, шпинат) є невід'ємною частиною функціональних харчових систем завдяки високому вмісту вітамінів (А, С, К, фолієвої кислоти), мінералів, харчових волокон і біоактивних сполук (каротиноїдів, антоціанів, поліфенолів). Овочі сприяють збільшенню антиоксидантної активності соусів, підтримці імунної функції організму та профілактиці хронічних запальних процесів [30].

Особливо цінними є овочі з високим вмістом природних пектинових речовин (буряк, морква), які покращують консистенцію соусів, стабілізують емульсійні системи та сприяють створенню необхідної текстури без використання синтетичних загусників. Ферментація овочевої сировини дозволяє зменшити вміст нітратів, поліпшити органолептичні властивості, а також підвищити вміст біологічно активних метаболітів – органічних кислот, вітамінів групи В, коротколанцюгових жирних кислот, що позитивно впливають на здоров'я кишкової мікробіоти [31, 32].

Комбінація бобових, злакових і овочевих компонентів у ферментованих соусах відкриває широкі можливості для створення багатоконпонентних функціональних систем із синергетичним ефектом. Такий підхід дозволяє оптимізувати амінокислотний склад, збагатити продукт різноманітними біоактивними речовинами та забезпечити комплексний фізіологічний вплив на організм людини, спрямований

на покращення роботи травної, серцево-судинної, імунної систем, профілактику метаболічних порушень та підтримку загального добробуту.

Таким чином, раціональний добір і технологічна обробка рослинної сировини на основі бобових, злаків та овочів є основою для розробки ефективних функціональних соусів, які поєднують високу харчову цінність, привабливі органолептичні характеристики та позитивний вплив на здоров'я людини.

1.3 Мікробіологічна ферментація як засіб покращення якості рослинної сировини

Мікробіологічна ферментація є одним із провідних біотехнологічних процесів, що активно впроваджується у виробництво функціональних харчових продуктів завдяки здатності суттєво покращувати харчову, органолептичну та біологічну цінність сировини. За допомогою керованої активності специфічних мікроорганізмів відбувається глибока трансформація складних органічних сполук, що сприяє підвищенню біодоступності нутрієнтів, зниженню вмісту антинутрієнтів і утворенню нових сполук із підвищеною фізіологічною активністю [33, 34].

Ферментація рослинної сировини дозволяє значно розширити функціональні можливості продуктів за рахунок зниження рівня фітинової кислоти, танінів, лектиноутворюючих білків та олігосахаридів, що можуть обмежувати засвоєння мінеральних речовин і спричиняти дискомфорт з боку травної системи. Зокрема, ферментація бобових культур, таких як нут, квасоля та сочевиця, сприяє істотному зменшенню вмісту фітатів, які є природними інгібіторами всмоктування кальцію, заліза та цинку, і водночас покращує амінокислотний профіль білків. Для бобових оптимальними умовами ферментації є температура 30 °С, використання культур *Lactobacillus plantarum* або *Lactobacillus fermentum*, тривалість процесу 24–48 годин, при цьому рівень фітатів може знижуватися на 40–60 %, а кількість рафінози та стахіози, що відповідають за утворення газів у кишечнику, скорочується більш ніж удвічі [35].

При ферментації злакової сировини, такої як овес, пшениця або просо, спостерігається не лише покращення нутритивних характеристик, а й підвищення функціональної цінності завдяки збільшенню вмісту розчинної клітковини, зокрема β -глюканів, які є потужними чинниками регуляції ліпідного обміну та зниження глікемічного індексу. У разі використання пророщеного вівса ферментація за участю *Lactobacillus fermentum* за температури 32 °С протягом 18 годин дозволяє підвищити антиоксидантну активність продукту на 30...50 % порівняно з неферментованими аналогами, що суттєво розширює його дієтичні властивості [36].

Ферментована овочева сировина також демонструє високу технологічну перспективність для створення функціональних соусів. Так, буряк, морква, білоголова капуста після ферментації за участю культур *Leuconostoc mesenteroides* та *Lactobacillus brevis* набувають не тільки виразного кисло-солодкого смаку та аромату свіжих овочів, але й збагачуються органічними кислотами, бактеріальними метаболітами з антимікробною активністю та вітамінами групи В. Оптимальні параметри процесу для такої сировини включають температуру 22–25 °С, тривалість 48–72 години, рівень рН кінцевого продукту в межах 3,8–4,2, що забезпечує стабільність і безпечність кінцевих виробів [37].

У сучасній практиці існує кілька основних способів здійснення ферментації рослинної сировини. Спонтанна ферментація, яка базується на розвитку природної мікрофлори, хоча і широко застосовується у традиційних технологіях, супроводжується непередбачуваністю складу та властивостей кінцевого продукту. Натомість контрольована ферментація із застосуванням спеціалізованих заквасок дозволяє досягати стабільних результатів і точно формувати бажані органолептичні та функціональні характеристики. Використання ко-ферментації, тобто одночасного застосування кількох видів мікроорганізмів, є перспективною стратегією для комплексного вдосконалення смаку, текстури та харчової цінності соусів функціонального призначення [38].

Конкретні приклади успішного використання ферментованої рослинної сировини у створенні соусів свідчать про великі можливості даної технології. Зокрема, ферментована нутова паста, отримана шляхом 24-годинної ферментації

Lactobacillus plantarum при температурі 30 °С, характеризується підвищеною кремовою текстурою, нижнім кислуватим смаком і збагаченням біодоступними мінералами. Овочевий соус на основі ферментованої моркви та буряка після обробки культурами *Leuconostoc mesenteroides* демонструє підвищену антиоксидантну активність і стійкість до мікробіологічної псування. Злаковий соус із ферментованого пророщеного вівса, доповнений прянощами, має природну гелеутворюючу здатність, що зменшує необхідність використання штучних стабілізаторів та емульгаторів [39, 40].

Таким чином, мікробіологічна ферментація є ефективним інструментом для покращення якості рослинної сировини і відкриває широкі можливості для створення інноваційних соусів функціонального призначення з покращеними харчовими, функціональними та органолептичними характеристиками.

1.4 Потенціал молочнокислої ферментації у формуванні органолептичних і функціональних властивостей соусів

Молочнокисла ферментація є однією з провідних біотехнологічних стратегій, що дозволяє суттєво вдосконалити органолептичні та функціональні властивості харчових продуктів, зокрема соусів на основі рослинної сировини. Під впливом молочнокислих бактерій у рослинній матриці відбуваються складні ферментативні перетворення, які сприяють не лише збагаченню ароматично-смакового профілю, а й значному підвищенню біологічної цінності готової продукції [7].

Основним біохімічним процесом, що має місце під час молочнокислого бродіння, є перетворення вуглеводів у молочну кислоту та низку інших органічних кислот. Це призводить до зниження рН середовища, стабілізації продукту та формування виразного кислуватого смаку, що є важливим сенсорним маркером функціональних соусів. Одночасно з накопиченням кислот відбувається синтез летких ароматичних сполук – діацетилу, ацетоїну, етанолу, ацетальдегіду, що суттєво розширюють ароматичний спектр продукту, забезпечуючи йому привабливий та натуральний аромат [41].

Важливою перевагою молочнокислої ферментації є покращення текстурних характеристик. Молочнокислі бактерії продукують екзополісахариди, які підвищують в'язкість соусів, покращують їхню стабільність і водоутримуючу здатність. Цей природний механізм дає змогу зменшити або повністю відмовитися від використання синтетичних загусників і стабілізаторів у технології функціональних соусів. Наприклад, у світовій практиці ферментована квасоля (fermented bean paste) широко використовується в традиційній корейській кухні для виробництва соусів, таких як "дойанджан", що відзначаються кремовою консистенцією та стійкістю без додавання сторонніх стабілізаторів [42].

Ще одним важливим наслідком ферментації є зниження вмісту антинутрієнтів, зокрема фітинової кислоти, інгібіторів трипсину та танінів, що сприяє підвищенню біодоступності таких важливих елементів, як залізо, кальцій, цинк. Саме завдяки цьому ферментовані соуси на основі бобових або злаків можуть служити джерелом мікроелементів, необхідних для профілактики залізодефіцитних станів. Так, у Японії популярним є використання ферментованого рису для створення основи для місо-соусів, де процес ферментації сприяє зниженню вмісту фітатів і посиленню вітамінного складу продукту [43-45].

Ферментація також активує синтез низки біологічно активних речовин, зокрема вітамінів групи В, антиоксидантних пептидів та органічних кислот із пробіотичними властивостями. Відомо, що певні штами *Lactobacillus plantarum* здатні підвищувати вміст фолатів у ферментованій рослинній сировині, що є особливо важливим у створенні соусів для спеціального лікувально-профілактичного харчування. Наприклад, у Німеччині у виробництві функціональних соусів для веганських продуктів застосовується ферментований овес, багатий на β -глюкани, що поряд із пробіотичним ефектом також забезпечує імуностимулюючий вплив [46].

Особливої уваги заслуговує технологічна практика використання ферментованих овочів у виробництві соусів. У Франції у виробництві гастрономічних соусів широко застосовуються ферментовані морква, буряк і капуста, що пройшли попередню молочнокислу ферментацію для підвищення природної солодкості і зниження потреби у додаванні цукру. Наприклад,

ферментований буряк використовується для створення соусів із вираженим солодко-кислим смаком та високим вмістом антиоксидантів, що забезпечує не тільки оригінальність смаку, але й підвищення функціональної цінності продукту [47].

Значний внесок у розвиток світової практики ферментованих соусів зробили традиційні азійські технології. Соєві соуси, такі як японський "шою" чи китайський "цзян'ю", є прикладом багаторічної традиції застосування комбінованої ферментації бобових під дією молочнокислих бактерій та грибів (*Aspergillus oryzae*), що забезпечує глибокий багатошаровий смак, високу стабільність і функціональні властивості за рахунок наявності антиоксидантних пептидів та ізофлавононів [48].

Параметри ферментації, такі як температура, тривалість і підбір мікробного консорціуму, мають вирішальне значення для отримання бажаного сенсорного профілю та функціональної цінності продукту. Наприклад, для створення ферментованих овочевих соусів оптимальним є використання температури 20–25 °C протягом 3–5 діб, тоді як для бобових необхідна триваліша ферментація при 30–32 °C для досягнення максимального розщеплення антинутрієнтів і формування збалансованого профілю кислотності [49].

Отже, молочнокисла ферментація відкриває широкі можливості для розширення асортименту функціональних соусів із використанням різноманітних видів рослинної сировини. Її впровадження у технологічний процес дозволяє забезпечити стабільну якість, безпечність, високу біологічну цінність та привабливі органолептичні характеристики без використання штучних добавок, що відповідає сучасним вимогам до здорового харчування. Світовий досвід демонструє, що правильна інтеграція ферментованої сировини до рецептур соусів здатна не лише підвищити їхню функціональність, але й істотно розширити можливості для інновацій у сфері гастрономії та функціонального харчування.

РОЗДІЛ 2

ОБ'ЄКТИ, МЕТОДИКА ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Програма досліджень та схема дослідів

Дослідження, результати яких представлено в роботі, спрямовано на удосконалення технології виробництва соусів функціонального призначення шляхом застосування молочнокислого бродіння рослинної сировини.

Наукова гіпотеза даного дослідження полягала в тому, що передбачається, що застосування молочнокислого бродіння рослинної сировини (овочів, бобових та злаків) для створення основи соусів функціонального призначення дозволить суттєво покращити їх органолептичні характеристики, підвищити харчову і біологічну цінність та забезпечити стабільність складу без використання синтетичних добавок.

Для досягнення поставленої мети були визначені оптимальні види сировини, мікроорганізми для ферментації, технологічні параметри процесу, а також комплекс методів для оцінки якості отриманих продуктів.

Програма досліджень та схема дослідів наведена на рисунку 2.1.

2.2 Об'єкти та матеріали досліджень

Для проведення досліджень були розроблені три варіанти рецептур на основі ферментованої рослинної сировини (табл. 2.1).

Для контролю в дослідженні було використано традиційний соус хумус на основі вареного (неферментованого) нуту (табл. 2.1).

Даний контрольний зразок не містить ферментованої сировини і дозволяє об'єктивно оцінити вплив ферментації на органолептичні властивості, фізико-хімічні параметри, вміст основних макронутрієнтів та енергетичну цінність соусів на основі ферментованої сировини.



Рис 2.1. Програма досліджень і схема дослідів для удосконалення технології виробництва соусів на основі ферментованої сировини.

Таблиця 2.1

Рецептури соусів на основі ферментованої сировини

Компонент	Контроль	Рецептура 1	Рецептура 2	Рецептура 3
Базова сировина	Варений нут 60%	Ферментована суміш 60 %: нут 30%, морква 18%, овес 12%	Ферментована суміш 58%: горошок 23,2%, кабачок 20,3%, ячмінь 14,5%	Ферментована суміш 62%: томат 31%, сочевиця 18,6%, кіноа 12,4%
Рідина	Вода 25%	Овочевий відвар 25%	Овочевий бульйон з петрушки, селери, цибулі 28%	Овочевий відвар з обсмаженої цибулі та моркви 20%
Олія	Оливкова олія 8%	Оливкова олія холодного віджиму 8%	Олія з гарбузового насіння 7%	Олія з червоного базиліку 7%
Сіль	1,2%	1,2%	1,0%	1,2%

Кислотний компонент	Лимонний сік 2%	Лимонний сік 2%	Яблучний оцет натурального бродіння 2%	Бальзамічний оцет 2%
Часник	1% (звичайний)	1% (свіжий або запечений)	1% (лактонізоване часникове пюре)	1% (запечений «чорний часник»)
Прянощі / спеції / зелень	Спеції 2,8%: копчена паприка, кмин, куркума, перець	Спеції 2,8%: копчена паприка, кмин, куркума, перець	Спеції 3%: мелений коріандр, м'ята, кріп, зелена цибуля	Спеції 3,8: перець чилі, димна паприка, гвоздика
Функціональні добавки / підсолоджувачі	-	-	-	Інулін 3%
Всього	100%	100%	100%	100%

Таким чином, у якості основної сировини обрано бобові культури – нут, зелений горошок, сочевиця; овочеві культури – морква, кабачок, томат і злакові культури – овес, ячмінь, кіноа. Хімічний склад основної сировини представлено в таблицях 2.2 – 2.4.

Таблиця 2.2

Хімічний склад бобових культур

Найменування компонентів	Вміст компонентів		
	нут	горошок	сочевиця
Білки, г	8,9	5,0	24,0
Жири, г	2,6	0,2	1,1
Вуглеводи, г	27,4	13,8	53,7
цукри, г	4,8	5,67	3,1
клітковина, г	2,3	1,0	3,7
крохмаль, г	20,0	6,8	39,8
Вітаміни, мг	2,9	30,5	2,5
Мінеральні речовини, мг	1300,0	475,0	1450,0

Таблиця 2.3

Хімічний склад овочевих культур

Найменування компонентів	Вміст компонентів		
	морква	кабачок	томат
Білки, г	0,93	1,21	0,88
Жири, г	0,24	0,32	0,20
Вуглеводи, г	9,58	4,11	4,89
цукри, г	4,74	2,00	2,63
клітковина, г	2,80	1,00	1,20
крохмаль, г	4,10	1,11	1,26
Вітаміни, мг	18,41	1,96	15,69
Мінеральні речовини, мг	469,7	448,0	287,6

Хімічний склад злакових культур

Найменування компонентів	Вміст компонентів		
	овес	ячмінь	кіноа
Білки, г	16,9	9,9	14,1
Жири, г	6,9	1,2	6,1
Вуглеводи, г	66,3	73,5	64,2
цукри, г	1,0	0,8	1,6
клітковина, г	10,6	17,3	7,0
крохмаль, г	55,0	64,5	55,0
Вітаміни, мг	4,15	4,50	3,80
Мінеральні речовини, мг	1187,0	1225,0	1080,0

Наведена таблиця хімічного складу сировини у сирому вигляді демонструє широкий спектр нутрієнтного потенціалу окремих компонентів, що входять до складу рецептур соусів. Серед інгредієнтів найвищий вміст білків мають червона сочевиця, нут, овес і кіноа, що зумовлює їхню високу харчову цінність у складі ферментованих сумішей, особливо з огляду на створення соусів з підвищеним вмістом рослинного білка. Жирова складова помірна: найбільший вміст жирів характерний для кіноа, вівса та нуту, що забезпечує не лише енергетичну цінність, а й впливає на текстуру й смакові характеристики продукту.

Вуглеводи представлені як простими цукрами (наприклад, у моркві – 4,74 г, у зеленому горошку – 5,67 г), так і складними полісахаридами, зокрема крохмалем, вміст якого особливо високий в ячмені, вівсі, кіноа та сочевиці. Це сприяє стабільній консистенції соусів після ферментації та сприяє утворенню кремової текстури без потреби у штучних згущувачах.

Важливою перевагою є високий вміст харчових волокон, зокрема у ячмені, нуті, овесі і сочевиці, що обумовлює функціональні властивості кінцевого продукту, включаючи позитивний вплив на травлення, мікробіоту та глікемічний індекс. Особливу увагу слід приділити овочу томат, який при мінімальному вмісті макронутрієнтів (менше 1 г білків і жирів) містить значну кількість вітамінів, насамперед вітаміну С і провітаміну А. Вітамінний профіль загалом високий у моркві, горошку, помідорах і овочах з зеленим пігментом, що обґрунтовує їх роль як антиоксидантних компонентів у рецептурах.

Мінеральний склад особливо багатий у сочевиці, нуті, ячмені та вівсі, що забезпечує надходження макро- і мікроелементів (залізо, цинк, магній, фосфор), необхідних для метаболізму. Серед овочів високим рівнем мінералів відзначаються кабачок і морква, попри відносно низьку калорійність. У цілому, така сировинна основа забезпечує багатофункціональність кінцевих продуктів – соусів – як джерела цінних нутрієнтів, харчових волокон і біоактивних речовин з пребіотичним та антиоксидантним ефектом.

Якісні показники сировини, що використовують для ферментації та подальшого виробництва соусів повинні відповідати вимогам чинних нормативних документів [51].

Як культура для ферментації використовували комерційні закваски молочнокислих бактерій, зокрема штами *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei* та *Leuconostoc mesenteroides*, відомі своєю здатністю до швидкої ферментації рослинної сировини, вироблення органічних кислот, антиоксидантних метаболітів і покращення сенсорних характеристик продукту.

2.3 Методика проведення досліджень

У лабораторних умовах було проведено приготування чотирьох зразків кулінарних соусів, з яких один виступав контрольним і три – дослідними, із використанням ферментованої рослинної сировини.

Процес виготовлення здійснювався із застосуванням лабораторного обладнання, зокрема мийної ванни, подрібнювача, інкубаційної камери з регульованими параметрами температури і вологості, гомогенізатора з регульованими обертами, термостатованої шафи для обробки рідинних компонентів, стерильних контейнерів для ферментації та рН-метра для моніторингу кислотності у процесі бродіння.

Контрольний зразок готувався на основі вареного нуту, який після 12-годинного замочування у воді у співвідношенні 1:3 варили до повної кулінарної

готовності у лабораторному автоклаві при температурі 100 °С протягом 45 хвилин. До складу рецептури входили інгредієнти, наведені в таблиці 3.1.

Змішування компонентів здійснювали у лабораторному гомогенізаторі зі швидкістю 3000 об/хв протягом трьох хвилин до одержання однорідної пастоподібної маси. Зразки фасували у стерильні пластикові контейнери та зберігали за температури (4 ± 1) °С до моменту сенсорної оцінки.

У першій експериментальній рецептурі базовим компонентом була ферментована суміш із нуту (50%), моркви (30%) та вівса (20%), яка перед додаванням до соусу проходила попереднє подрібнення до фракцій розміром менш ніж 5 мм, зволоження до вологості 65...70% та інокуляцію культурою *Lactobacillus plantarum* у концентрації 10^7 КУО/г. Ферментацію проводили в термостатованій камері за температури 30 °С упродовж 24 годин до досягнення рН у межах 4,2...4,5. Після завершення ферментації сировину змішували з додатковими інгредієнтами. Гомогенізація здійснювалася протягом трьох хвилин зі швидкістю 4000 об/хв до утворення стабільної емульсії.

У другому дослідному зразку як ферментовану сировину використовували суміш із зеленого горошку (40%), кабачка (35%) та ячменю (25%). Перед ферментацією ячмінь попередньо замочували на 8 годин у холодній воді, а всі компоненти подрібнювали та зволожували до вологості 68%. Інокуляцію здійснювали культурою *Leuconostoc mesenteroides* у кількості 10^6 КУО/г, ферментацію проводили при температурі 28 °С упродовж 36 годин, контролюючи зниження рН до рівня 4,0...4,3. Як рідкий компонент застосовували овочевий бульйон, приготовлений з петрушки, селери та цибулі, відварених протягом 30 хвилин, після чого його проціджували та охолоджували. Змішували всі інгредієнти та проводили гомогенізацію зі швидкістю 3500 об/хв протягом 2 хвилин до отримання пастоподібної структури.

Третій зразок містив ферментовану суміш томатів (50%), червоної сочевиці (30%) та кіноа (20%). Кіноа і сочевицю попередньо замочували на 6...8 годин, а помідори подрібнювали без термічної обробки. Після змішування інгредієнтів масу зволожували до 70% і ферментували за участю культури *Pediosoccus acidilactici* у

кількості 10^6 КУО/г при температурі $32\text{ }^\circ\text{C}$ упродовж 24 годин до досягнення рН 4,1...4,3. Водночас готували овочевий відвар із обсмаженої до карамелізації моркви та цибулі, який кип'ятили протягом 20 хвилин і охолоджували. Після завершення ферментації складові змішували всі інгредієнти та проводили гомогенізацію протягом 3 хвилин при 4000 об/хв.

Усі зразки після приготування охолоджували до $4 \pm 1\text{ }^\circ\text{C}$, фасували в стерильні контейнери та зберігали до подальших етапів аналізу.

В готовому продукті були визначені органолептичні показники, вміст основних макронутрієнтів, вітамінів фенольних речовин, розрахована калорійність. Визначення проводили за методиками, що наведені літературних джерелах [59].

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ УЗАГАЛЬНЕННЯ

3.1 Дослідження впливу процесу ферментації на зміни властивостей сировини

Найважливішим чинником для забезпечення керованості технологічного процесу та прогнозування якості готового продукту є безперервний моніторинг фізико-хімічних характеристик сировини на етапі ферментації. Визначення таких параметрів, як рН, окисно-відновний потенціал, титрована кислотність, а також вміст основних макронутрієнтів, дозволяє охарактеризувати інтенсивність мікробіологічної трансформації та її вплив на харчову цінність і безпечність сировини.

Метою визначення показника рН у процесі ферментації є контроль кислотності середовища, що відіграє вирішальну роль у розвитку мікробіоти, стабільності продукту, безпечності та подальшій смаковій структурі. Результати дослідження, які представлено на рисунку 3.1 показали достовірне зниження рН у всіх зразках сировини після завершення ферментації.

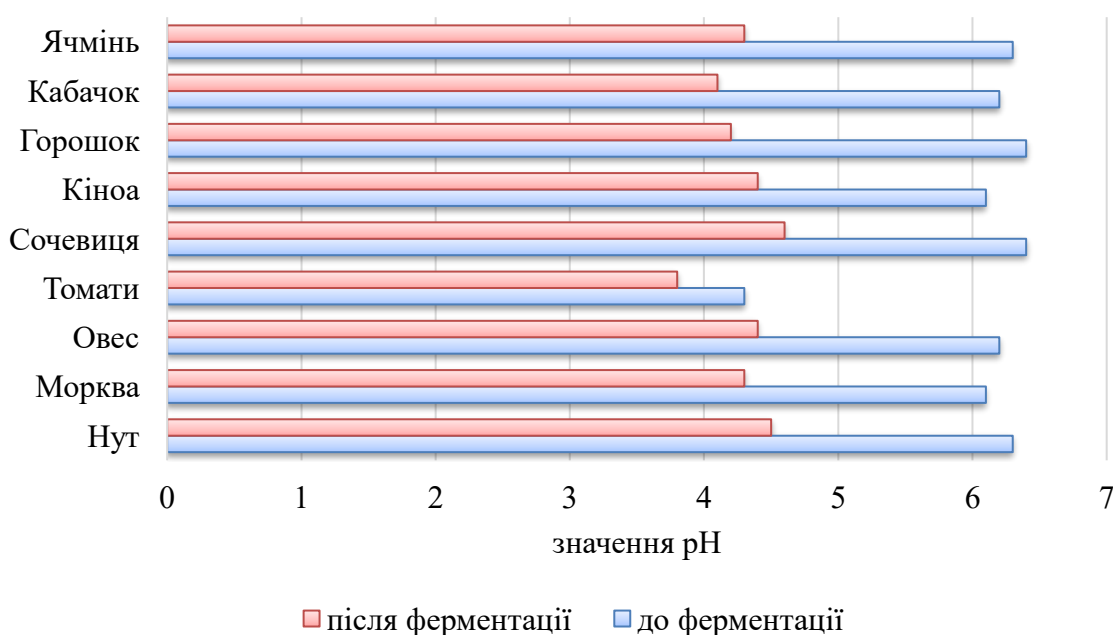


Рис. 3.1. Зміни значення рН сировини під час ферментації.

Зокрема, найбільш виражене зниження було зафіксовано у групі томатів та сочевиці, що ймовірно пов'язано з інтенсивною метаболічною активністю молочнокислих бактерій та накопиченням органічних кислот, передусім молочної та оцтової.

У середовищах з підвищеним вмістом легкозасвоюваних вуглеводів, таких як зелений горошок та морква, також спостерігалася висока динаміка зниження рН, що свідчить про активне бродіння. Зниження рН підтверджує досягнення рівня кислотності, за якого ефективно пригнічується розвиток патогенної мікрофлори, що має критичне значення для мікробіологічної стабільності готових соусів.

Визначення окисно-відновного потенціалу (ОВП) виступає індикатором редокс-статусу середовища, що безпосередньо впливає на спрямованість метаболічних шляхів ферментуючих мікроорганізмів. За результатами наших досліджень (рис. 3.2) після ферментації зафіксовано зміну ОВП від негативних значень до позитивних (зокрема від -65 до +115 мВ), що вказує на зміну середовища з відновного на більш окислене – типовий ефект при розвитку аеротолерантної мікрофлори та споживанні субстратів з утворенням кислот.

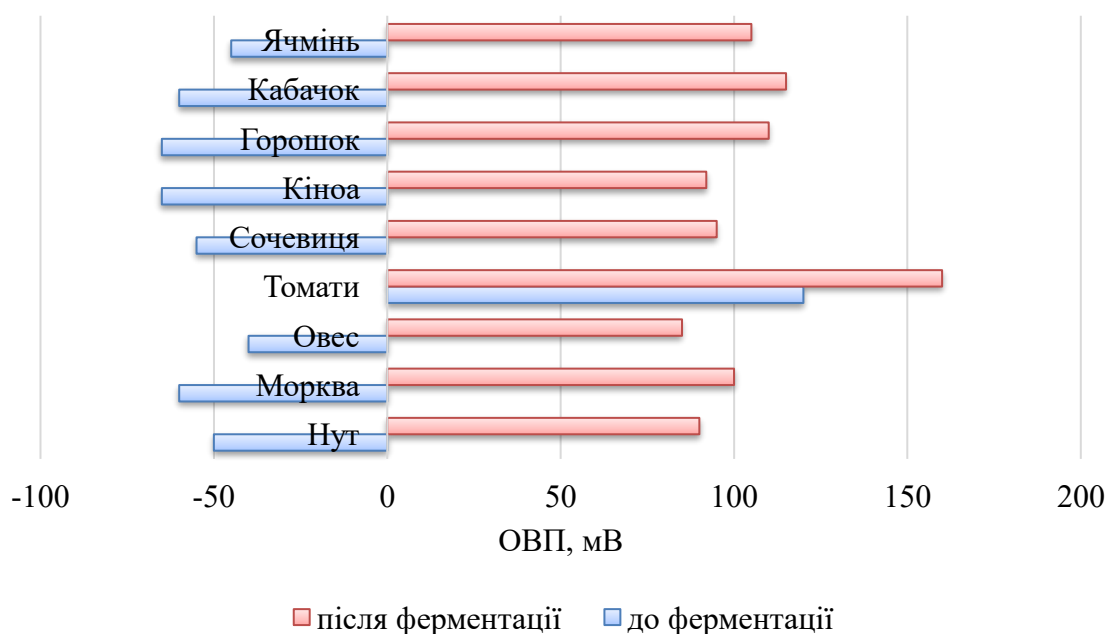


Рис. 3.2. Зміни значення ОВП сировини під час ферментації.

Під час аналізу результатів слід також звернути увагу, що у свіжих томатах (до ферментації) зафіксоване високе значення ОВП (понад +100 мВ). Це зумовлене

кислою природою сировини, невисоким вмістом редукуючих речовин, високою водомісткістю та добрим насиченням киснем. Такий показник контрастує з овочами та злаками, які демонструють редуційні характеристики за рахунок вмісту спеціальних ферментів.

Високий ОВП у томатах є характерною рисою, яка формує специфічні умови для розвитку мікрофлори та впливає на перебіг ферментації й смакові властивості кінцевого продукту.

Титрована кислотність є показником, який дає оцінку накопиченню кислот, що є вторинними метаболітами ферментації. Отримані результати (рис. 3.3) показали зростання кислотності у всіх зразках, що узгоджується зі зниженням рН та підтверджує ефективність ферментаційного процесу.

Найбільш інтенсивне підвищення титрованої кислотності виявлено у зразках із сочевицею та нутом, що може бути пов'язано з високим вмістом ферментованого крохмалю та протеїнів, які активізують продукцію кислот при розщепленні мікрофлорою. Такий рівень кислотності має не лише мікробіологічну стабілізуючу функцію, але й впливає на органолептичні властивості, зокрема формування збалансованої кислої ноти у смаковому профілі соусу.

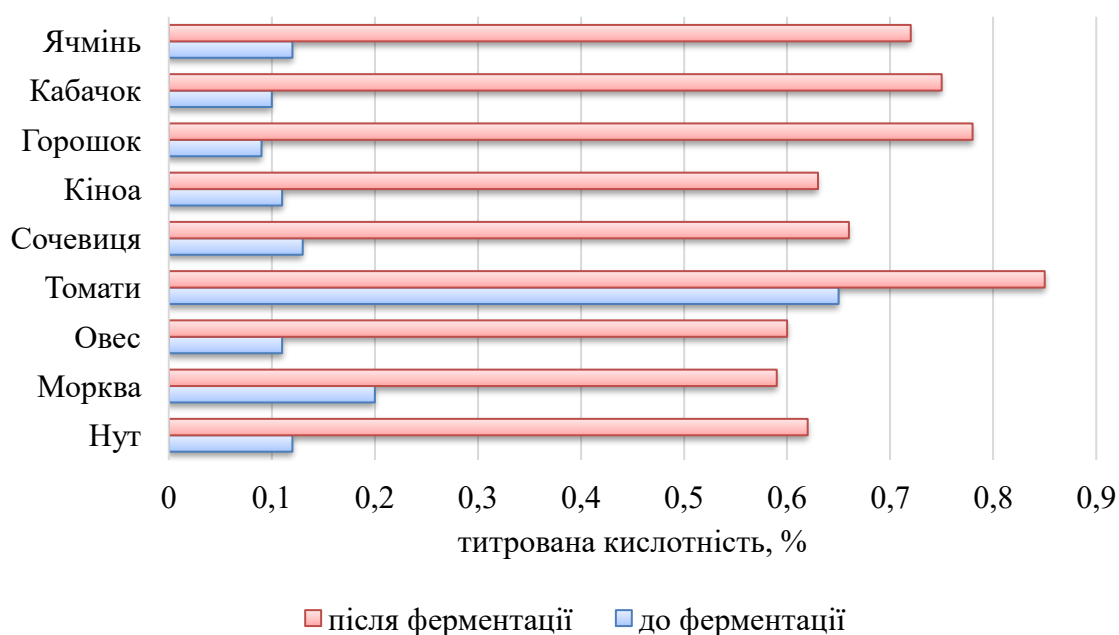


Рис. 3.3. Зміни титрованої кислотності сировини під час ферментації.

Кількісна оцінка вмісту загальних вуглеводів (табл. 3.1), а також окремо цукрів (рис. 3.4) дозволяє простежити ступінь їх утилізації мікроорганізмами у процесі ферментації та оцінити метаболічне навантаження на систему.

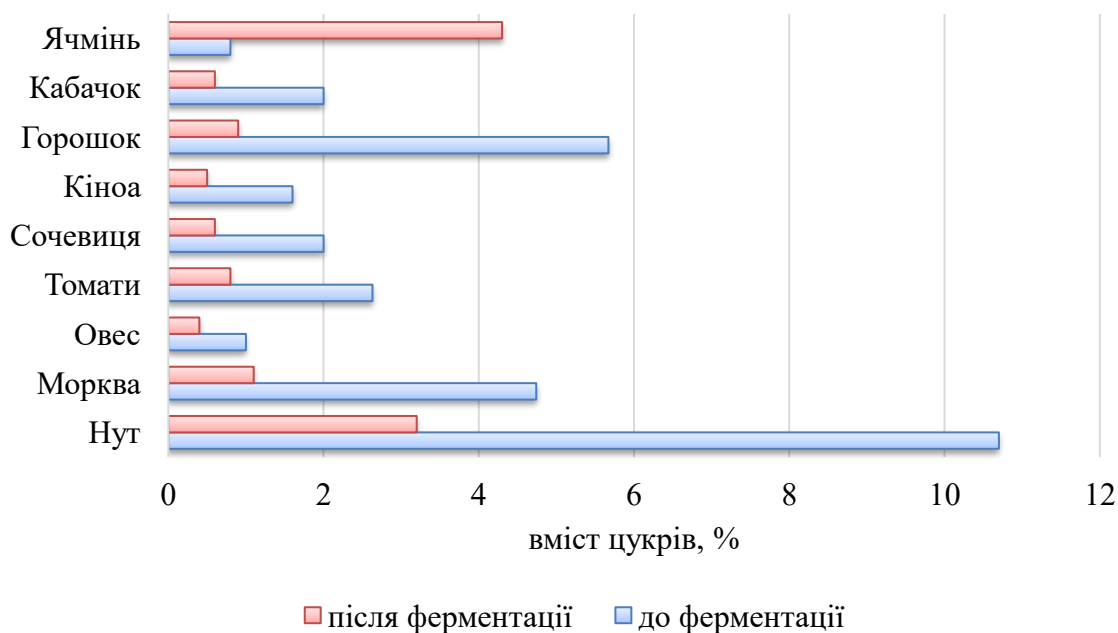


Рис. 3.4. Зміни вмісту цукрів у сировини під час ферментації.

Таблиця 3.1

Зміни вмісту макронутрієнтів у сировині під час ферментації

Сировина	Час ферментації, год	Вуглеводи до, г/100г	Вуглеводи після, г/100г	Білки до, г/100г	Білки після, г/100г	Жири до, г/100г	Жири після, г/100г
Нут	24	61,0	55,0	20,5	21,0	6,0	6,3
Морква	24	9,58	8,5	0,93	1,0	0,24	0,25
Овес	24	66,3	60,2	16,9	17,2	6,9	7,0
Томат	24	3,89	3,1	0,88	0,9	0,20	0,21
Сочевиця червона	24	60,1	54,3	25,8	26,2	1,1	1,2
Кіноа	24	64,2	58,7	14,1	14,5	6,1	6,3
Горошок зелений	36	14,45	12,2	5,42	5,6	0,4	0,5
Кабачок	36	3,11	2,6	1,21	1,3	0,32	0,35
Ячмінь	36	73,5	68,1	9,9	10,2	1,2	1,3

Після ферментації відзначено зменшення загальної кількості вуглеводів у більшості зразків, особливо значне – у сировині з високим початковим вмістом легкокорозчинних цукрів, таких як морква, томати та зелений горошок. Це свідчить про

ефективне перетворення моно- та дисахаридів у кислотні продукти та біогази в результаті гліколітичної та гетероферментативної активності. Разом з цим, у зразках з ячменем та кіноа зафіксовано часткову гідролізу складних полісахаридів, що свідчить про активацію ферментативної активності амілаз або участь мікроорганізмів, здатних до розщеплення крохмалю. Таким чином, виявлений розподіл вуглеводного профілю сприяє досягненню структурної однорідності соусів та забезпеченню необхідної в'язкості продукту без додавання стабілізаторів.

Аналіз вмісту білка у сировині до та після ферментації здійснювався з метою виявлення змін у азотному балансі, а також для визначення потенціалу підвищення біодоступності амінокислот. У результаті дослідження спостерігалось незначне зменшення загального вмісту білків, що може пояснюватися частковим розщепленням протеїнів мікрофлорою, однак при цьому можлива генерація вільних амінокислот, які є більш доступними для засвоєння. У деяких зразках (сочевиця, нут) відзначено навіть незначне підвищення білкового вмісту, що може бути зумовлено автолізом мікробіальних клітин, що збагачують загальний азотистий пул. Отже, ферментація не тільки не знижує харчову цінність білкового компоненту, а, навпаки, потенційно підвищує його функціональність завдяки протеолізу.

Дослідження вмісту жирів дозволяє простежити ліполітичну активність мікроорганізмів та потенційні зміни в ліпідному профілі. Відповідно до результатів, зміни вмісту жирів були мінімальними, що вказує на стабільність ліпідів у даних умовах ферментації. Проте, у випадках ферментації овочевої сировини з низьким вмістом жиру (томати, кабачки), зафіксоване незначне зменшення, що ймовірно пов'язане з мікробним метаболізмом ліпідів як джерела енергії у стресових умовах. Такий ефект не є критичним для кінцевого продукту, однак може впливати на смаковий профіль і окисну стабільність.

Узагальнюючи вищенаведене, можна стверджувати, що динаміка фізико-хімічних параметрів у процесі ферментації свідчить про успішне мікробіологічне перетворення сировини, що супроводжується покращенням безпечності, підвищенням біодоступності поживних речовин та формуванням бажаних сенсорних характеристик.

3.2 Дослідження сенсорних показників соусів на основі ферментованої сировини

Органолептична оцінка ферментованих соусів та контрольного зразка проводилась за загальноприйнятою дев'ятибальною шкалою з урахуванням таких показників: зовнішній вигляд, консистенція, колір, запах, смак та загальне враження.

За результатами дегустації (табл. 3.2), контрольний зразок отримав середню оцінку 6,7 бала.

Таблиця 3.2

Сенсорні показники соусів на основі ферментованої сировини

Зразок	Зовнішній вигляд	Колір	Консистенція	Аромат	Смак	Загальна оцінка
Контроль	7,0	6,5	6,8	6,4	6,5	6,7
Рецептура 1	8,7	8,5	8,6	8,3	8,4	8,5
Рецептура 2	8,4	8,0	8,3	8,2	8,3	8,3
Рецептура 3	8,9	9,0	8,8	8,8	8,9	8,7

Його пастоподібна, дещо зерниста структура з невираженим ароматом і дещо прісним смаком була сприйнята як звична, але невиразна. Забарвлення зразка було однорідним, світло-бежевим, однак без привабливої глибини кольору, що знижувало загальну привабливість.

Перший дослідний зразок, виготовлений на основі рецептури 1 (нуту, моркви та вівса), набрав 8,5 бала. Дегустатори відзначили приємну, м'яку та в'язку консистенцію, виразний аромат із димними та пряними нотками, який гармонійно поєднувався зі збалансованим смаком. Відзначалось добре виражене поєднання солодкуватого відтінку моркви з легкою кислинкою, зумовленою ферментацією, що забезпечувало складний, але приємний смаковий профіль. Колір пасти був насиченим, світло-оранжевим, з привабливим блиском, що візуально підкреслювало натуральність і технологічну завершеність продукту.

Другий зразок, створений за рецептурою 2 із зеленого горошку, кабачка та ячменю, був оцінений на рівні 8,3 бала. Соус мав ніжну, легку текстуру з приємною

вологою структурою, яка легко розподілялася по поверхні. Його колір варіювався від світло-зеленого до жовтуватого, що незначною мірою знижувало естетичне сприйняття, однак дегустатори позитивно оцінили свіжий, зелений аромат із натяком на молоді овочі. Смак мав легку кислинку, що підкреслювала натуральність сировини, а також присутній хлібний відтінок, ймовірно зумовлений ферментацією ячменю, який формував складне післясмакове враження.

Третій ферментований зразок (рецептура 3) на основі томатів, червоної сочевиці та кіноа отримав найвищу оцінку – 8,7 бала. Цей соус характеризувався глибоким рубіново-червоним кольором з блиском, що надавав йому преміального вигляду. Аромат мав чітко виражений уамі-профіль із томатно-пряними нотами, які поєднувались із солодкувато-кислим відтінком, притаманним ферментованим томатам і сочевиці. Консистенція була щільною, однорідною, з легкою маслянистістю, що створювало приємне відчуття на язичі. Смак виявився найповнішим серед усіх зразків – глибоким, збалансованим, з багатим післясмаком. Зразок отримав найвищі бали за органолептичну цілісність та гастрономічну привабливість.

Загалом усі три ферментовані зразки суттєво перевершили контрольний за інтенсивністю аромату, складністю смакових відтінків та гармонійністю текстури. Ферментація значно посилила сенсорні характеристики соусів, сформувавши унікальні органолептичні профілі без необхідності використання синтетичних підсилювачів смаку чи ароматизаторів. Особливо важливо, що зниження рН до 4,0...4,5 не лише забезпечило мікробіологічну стабільність, а й сприяло виразному, але збалансованому кисло-солодкому відтінку, який став домінуючим елементом смакової палітри кожного зразка.

3.3 Дослідження вмісту основних макронутрієнтів та енергетична цінність соусів на основі ферментованої сировини

Оцінка вмісту макронутрієнтів (табл. 3.3) є необхідною передумовою для розроблення соусів зі збалансованим поживним складом та прогнозованою

енергетичною цінністю. Білки, жири й вуглеводи визначають не лише метаболічне навантаження та фізіологічну повноцінність продукту, але й суттєво впливають на реологічні властивості, смакову палітру та стабільність емульсійних систем, характерних для соусів функціонального спрямування.

Таблиця 3.3

Вміст основних макронутрієнтів у соусах на основі ферментованої сировини

Показник	Контроль	Рецептура 1	Рецептура 2	Рецептура 3
Білки, г/100 г	2,1	5,4	4,9	5,7
Жири, г/100 г	11,5	8,2	7,8	8,0
Вуглеводи, г/100 г	7,8	9,5	10,2	9,6
Клітковина, г	1,2	4,6	4,3	4,8

Порівняльний аналіз макронутрієнтного складу показує, що всі три зразки ферментованих соусів, які виготовлені за дослідними варіантами, мають вищу біологічну цінність у порівнянні з контрольним варіантом. Найбільш суттєве зростання спостерігається вмісті білка, що пов'язано з використанням бобових інгредієнтів (нут, сочевиця, горох), які є джерелами повноцінних рослинних амінокислот. Ферментація також сприяє підвищенню доступності білкових фракцій завдяки частковому гідролізу білків під дією молочнокислих бактерій.

Жировий компонент у всіх зразках знижено за рахунок меншої частки олії порівняно з контролем, що забезпечує кращий баланс енергетичної цінності. Оливкова олія холодного віджиму, використана в рецептурах, додатково підвищує харчову цінність за рахунок вмісту мононенасичених жирних кислот та антиоксидантів (зокрема вітаміну Е та поліфенолів).

Вуглеводи в експериментальних зразках переважно представлені повільними вуглеводами та клітковиною, що сприяє зниженню глікемічного індексу продукту та підтримці стабільного рівня глюкози в крові. Вміст харчових волокон майже вчетверо перевищує аналогічний показник контрольного зразка, що вказує на потенційно виражені пребіотичні властивості продукту та позитивний вплив на мікробіоту кишечника.

Таким чином, запропоновані ферментовані варіанти соусів демонструють покращені харчові властивості, збалансований макронутрієнтний склад та

функціональну спрямованість, що робить їх придатними для використання у харчуванні осіб з підвищеними вимогами до якості їжі – спортсменів, вегетаріанців, людей із метаболічними порушеннями.

Енергетична цінність розроблених соусів представлена на рисунку 3.5.

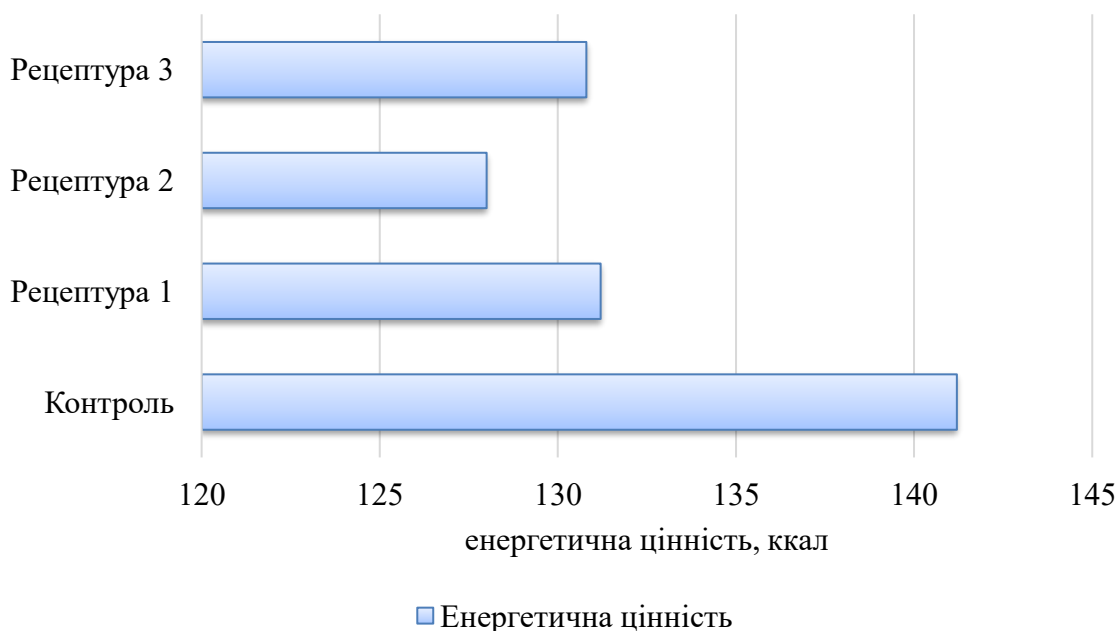


Рис. 3.5. Енергетична цінність соусів на основі ферментованої сировини.

Результати визначення енергетичної цінності соусів на основі контрольного зразка та трьох експериментальних рецептур (рис. 3.5) свідчать про тенденцію до зниження калорійності у ферментованих варіантах. Контрольний зразок, до складу якого входив виключно варений нут, мав найвищий рівень енергетичної цінності – 141,2 ккал/100 г. Це пояснюється відносно високим вмістом засвоюваних вуглеводів та білків у складі бобових, відсутністю змін, пов'язаних з ферментативним метаболізмом, а також стандартним використанням рослинної олії.

У рецептурі 1, де базовою основою є ферментована суміш нуту, моркви й вівса, спостерігається зниження калорійності до 131,2 ккал/100 г. Така динаміка пов'язана з ферментативним розщепленням частини вуглеводів, зокрема цукрів, мікроорганізмами у процесі молочнокислого бродіння, що знижує загальну поживну щільність. Морква й овес мають нижчу калорійну щільність порівняно з нутом, що також зумовлює загальне зниження енергетичної цінності суміші.

Рецептура 2 демонструє найнижче значення енергетичної цінності – 128,0 ккал/100 г. Цей показник зумовлений складом сировини: зелений горошок, кабачок і ячмінь характеризуються відносно низьким вмістом жирів і помірним рівнем білка, тоді як ферментація значною мірою знижує кількість легкозасвоюваних вуглеводів, що сприяє подальшому зменшенню калорійності. До того ж, у даній рецептурі використано меншу частку олії, що додатково обмежує енергетичний потенціал продукту.

У рецептурі 3, що містить ферментовану суміш з томатів, сочевиці та кіноа, енергетична цінність становила 130,8 ккал/100 г. Незважаючи на те, що сочевиця й кіноа є джерелами повноцінного білка, ферментація призводить до часткового метаболізму вуглеводів, що знижує загальний калораж. Крім того, томати мають низьку власну енергетичну щільність, а додавання обмеженої кількості жиру зумовлює загальне зниження калорійності.

Загальна закономірність свідчить про те, що процес ферментації в поєднанні з використанням низькокалорійних овочевих інгредієнтів дає змогу створити соуси з нижчою енергетичною цінністю без втрати харчової цінності, що відповідає сучасним вимогам до функціональних та здорових продуктів. Така характеристика є особливо актуальною у формуванні дієтичного харчування з контрольованим калоражем та підвищеною функціональною значущістю.

РОЗДІЛ 4

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Розробка принципової технологічної схеми виготовлення соусів

В основі удосконаленої технологічної схеми виробництва соусів покладено класичну технологію виготовлення соусів ізовочевої сировини. Технологічна схема їх виготовлення наведено на рисунку 4.1.

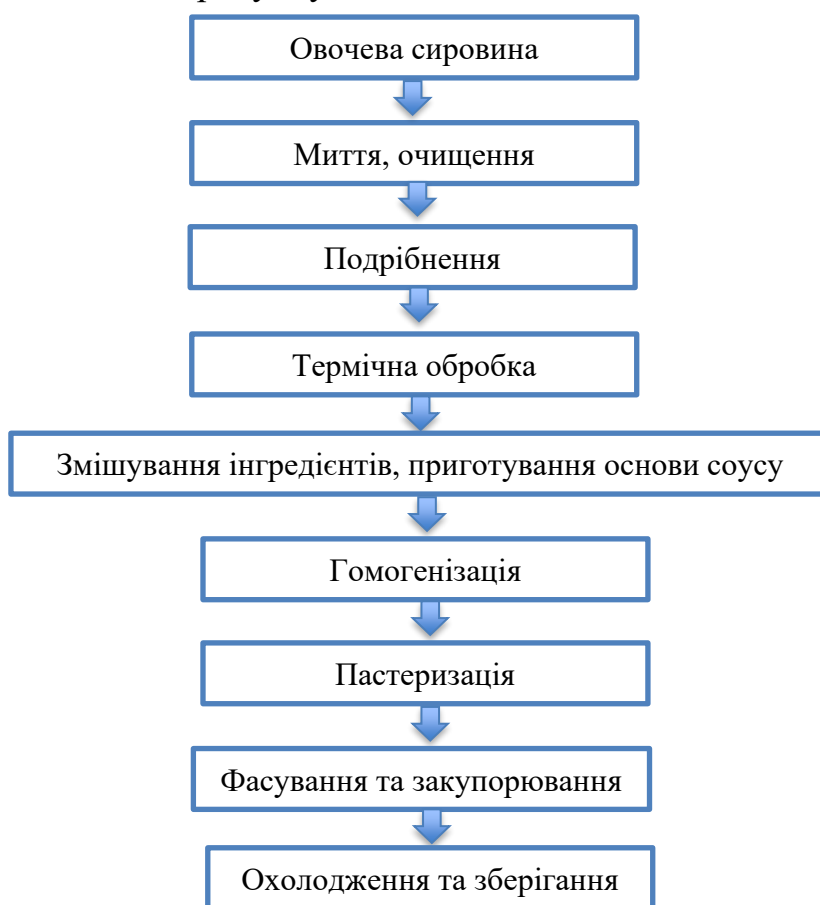


Рис. 4.1. Принципова технологічна схема виробництва соусів.

Технологія виробництва класичних соусів у промислових умовах базується на реалізації послідовних операцій, що спрямовані на формування стабільної емульсійної або пастоподібної дисперсної системи зі сталими органолептичними, фізико-хімічними та мікробіологічними характеристиками. Початковим етапом є

підготовка сировини, під час якої здійснюється сортування, видалення механічних домішок, миття, очищення та подрібнення овочів, зелені, прянощів і спецій до необхідної фракції відповідно до технологічної карти продукту. Спеції можуть додатково підлягати сушінню або мікронізації для полегшення екстрагування смакових речовин.

Для овочевої сировини, яка є базовою складовою багатьох традиційних соусів, зазвичай проводять термічну обробку у вигляді бланшування, варіння або припускання. Така обробка дозволяє досягти мікробіологічної стабільності, зменшити ферментативну активність, покращити текстуру та сприяти більш глибокому розкриттю смакових і ароматичних компонентів. Крім того, термічна деструкція клітинних стінок значно полегшує процес подальшого гомогенізування та сприяє формуванню необхідної консистенції [50].

Формування основи соусу здійснюється шляхом комбінування попередньо обробленої сировини з водною фазою, яка може містити питну воду, м'ясні, рибні або овочеві бульйони, томатні концентрати, рослинні пюре та різні загусники – борошно, крохмалі (включаючи модифіковані), пектини або гідроколоїди. Цей етап передбачає теплову обробку основи до температури 80...90 °C з метою досягнення заданої в'язкості, стабілізації структури та активації гелеутворюючих агентів.

У подальшому в отриману базову систему вводять функціональні та смакові добавки: кухонну сіль, цукор, органічні кислоти (зокрема, оцтову, лимонну або винну), натуральні або ідентичні до натуральних ароматизатори, а також емульгатори та стабілізатори у разі потреби. Ці компоненти не лише формують остаточний смаковий профіль продукту, а й забезпечують необхідну структурну стабільність та рівновагу рН, що є критичними чинниками мікробіологічної безпеки.

Гомогенізація є обов'язковим етапом для забезпечення однорідної текстури кінцевого продукту. Залежно від рецептури та властивостей сировини, гомогенізація може здійснюватися за допомогою високошвидкісних мішалок, вакуумних змішувачів, колоїдних млинів або роторно-статорних систем. Завдяки цьому формується дрібнодисперсна система з рівномірним розподілом частинок і стабільною структурою [50].

Наступною фазою технологічного процесу є пастеризація, яка виконується з метою термічної стабілізації продукту. Соуси піддаються нагріванню до температури 85...95 °С з витримкою протягом 5...10 хвилин, що дозволяє досягти інактивзації ферментів та знищення патогенної і умовно-патогенної мікрофлори, підвищуючи безпечність продукту та продовжуючи його термін зберігання.

Гарячий продукт одразу після пастеризації фасується у попередньо простерилізовану споживчу тару, якою можуть слугувати скляні банки, пластикові контейнери або пакети типу «дой-пак». Фасування здійснюється у герметичних умовах для попередження вторинного мікробного контамінування. Після закупорювання соус охолоджується до температури 30...40 °С, що забезпечує стабілізацію внутрішнього тиску в упаковці та збереження текстурних характеристик [50].

Готова продукція направляється на зберігання. Режим зберігання залежить від рецептурних особливостей та інтенсивності термічної обробки: зазвичай це холодильні умови (0...4 °С) [50].

Таким чином, технологічна схема виробництва класичних соусів у промислових умовах забезпечує отримання стабільного, безпечного та органолептично збалансованого продукту з передбачуваними споживчими властивостями.

4.4 Опис апаратурно-технологічної схеми виробництва соусів в умовах міні виробництв

Апаратурно-технологічна схема виробництва класичного соусу з овочевої сировини в умовах міні виробництв передбачає поетапну обробку сировини з використанням спеціалізованого обладнання, що забезпечує безперервність процесу та стабільну якість кінцевого продукту (рис. 4.2).

На першому етапі здійснюється підготовка овочевої та ароматичної сировини, що включає сортування, очищення та миття. Для цього застосовуються мийні

машини (1), які дозволяють ефективно видалити забруднення з поверхні овочів і спецій.

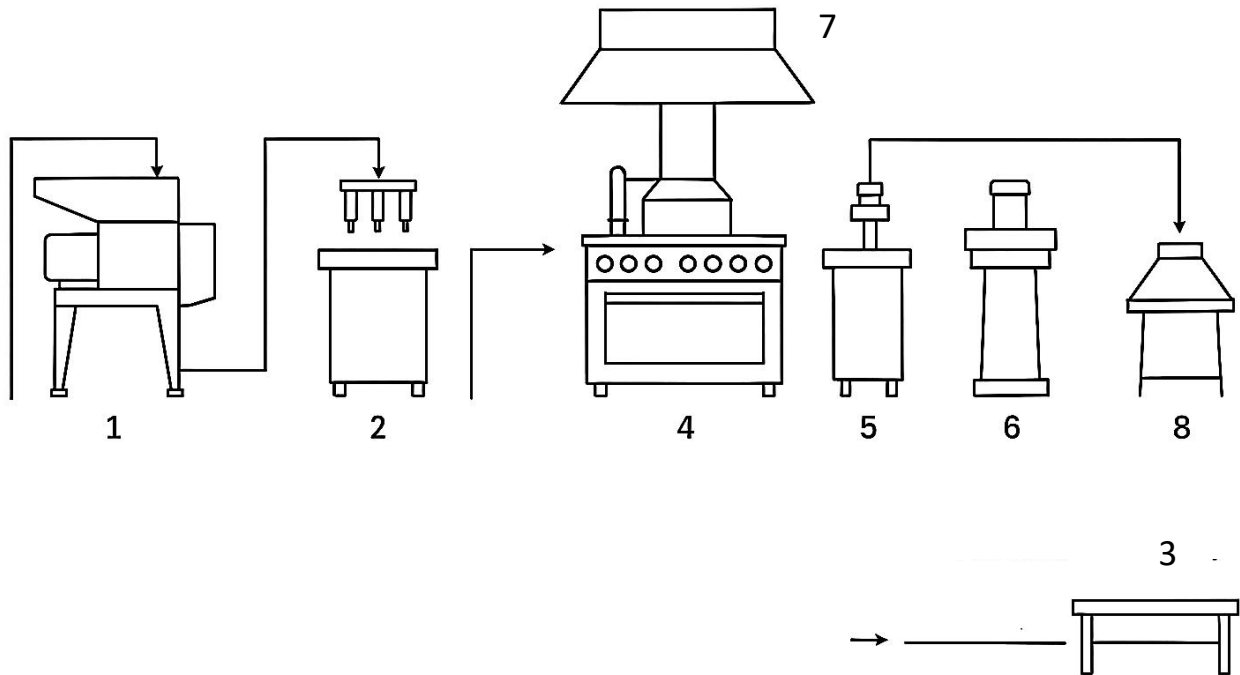


Рис. 4.2. Апаратурно-технологічна схема виробництва соусів в умовах міні виробництв.

Підготовлену сировину передають до овочерізальних машин або подрібнювачів (2), де вона нарізається або подрібнюється до необхідного розміру згідно з рецептурними вимогами.

Далі подрібнені інгредієнти надходять до електричної поверхні (4) із витяжною системою (7), де проходять термічну обробку (варіння або бланшування). Цей етап сприяє дезінфекції сировини, руйнуванню клітинних структур овочів і підвищенню екстракції смакоароматичних речовин.

Після термообробки базові компоненти соусу переміщуються до гомогенізаторів або міксерів (5), де змішуються з іншими інгредієнтами (спеції, кислоти, загусники, сіль тощо) до утворення однорідної структури.

Для забезпечення мікробіологічної безпеки та подовження терміну зберігання суміш проходить пастеризацію у теплообмінниках (6). Пастеризований соус розливається у стерильну тару за допомогою фасувальних машин, після чого відбувається автоматичне закупорювання (7).

Готовий продукт спрямовується до охолоджувачів, де температура знижується до допустимих значень. На завершальному етапі (3) здійснюється контроль якості із застосуванням контрольно-вимірювальних приладів, які фіксують такі параметри, як температура, кислотність (рН), в'язкість, а також забезпечують відповідність продукції встановленим стандартам.

4.5 Удосконалена технологічна схема виробництва соусів на основі ферментованої сировини

Удосконалена технологія виробництва функціональних соусів із застосуванням ферментованої рослинної сировини передбачає впровадження нового етапу – контрольованої молочнокислої ферментації вихідних інгредієнтів, що забезпечує покращення якості та функціональних властивостей готового продукту (рис. 4.3).

Процес виробництва розпочинається з ретельної підготовки сировини, що включає сортування, миття та подрібнення овочів, бобових і злакових компонентів до фракцій, відповідних вимогам рецептури. Далі здійснюється активізація ферментаційного процесу шляхом інокуляції сировини молочнокислими бактеріями у кількості 1...2% від маси та підтримання оптимальних параметрів середовища, зокрема температури 25...30 °С і відповідної вологості 65...70%.

На наступному етапі відбувається анаеробна ферментація рослинної суміші протягом 28...30 годин, тривалість якої залежить від складу компонентів і досягнення цільових показників кислотності на рівні рН 4,0...4,5. Завершення процесу бродіння забезпечується фіксацією отриманої ферментованої маси шляхом короткочасної пастеризації за температури 70...75 °С протягом п'яти хвилин, що дозволяє стабілізувати мікробіологічний стан сировини та запобігти подальшому перебігу ферментаційних реакцій.

Отримана ферментована база піддається гомогенізації з додаванням допоміжних інгредієнтів – спецій, рослинних олій, що забезпечує однорідну консистенцію та сенсорну стабільність готового продукту.

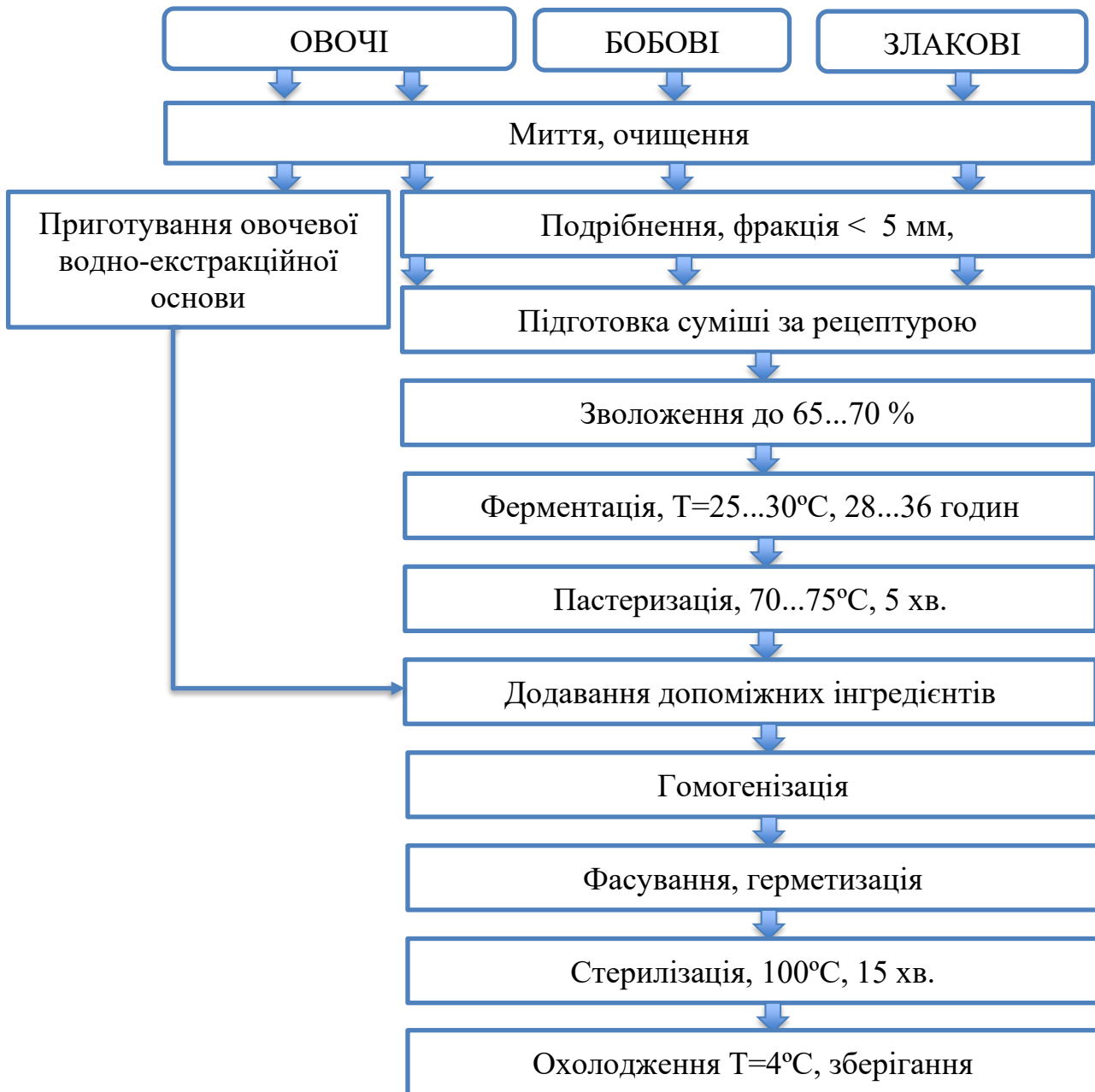


Рис. 4.3. Удосконалена технологічна схема виробництва соусів функціонального призначення із застосуванням ферментованої рослинної сировини.

Готовий соус фасується у стерильну тару, герметично закупорюється та охолоджується до температури 4...6 °C для подальшого зберігання і стабілізації фізико-хімічних властивостей. Такий підхід дозволяє не лише зберегти біологічно активні речовини, що зазвичай руйнуються при традиційній високотемпературній обробці, а й сформувати унікальний смако-ароматичний профіль продукту без використання синтетичних консервантів і підсилювачів смаку.

Ключовими інноваціями даної технології є обов'язкова інтеграція етапу ферментації перед формуванням основи соусу, використання природної мікрофлори як біоконсерванту та інструменту смакоформування, мінімізація термічного навантаження на сировину з метою збереження нутрієнтів, а також спрямованість на розширення функціонального потенціалу кінцевого продукту за рахунок антиоксидантної та пребіотичної дії ферментованих компонентів.

РОЗДІЛ 5

SWOT-АНАЛІЗ ВПРОВАДЖЕННЯ УДОСКОНАЛЕНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА СОУСІВ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ФЕРМЕНТОВАНОЇ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ

Виготовлення інноваційних харчових продуктів, зокрема соусів функціонального призначення, потребує не лише оцінки їхньої поживної, органолептичної та технологічної якості, але й комплексного стратегічного аналізу конкурентних переваг, потенційних ризиків, можливостей виходу на ринок та загроз із боку альтернативних продуктів. У цьому контексті SWOT-аналіз є дієвим інструментом, що дозволяє обґрунтовано визначити перспективи впровадження нових рецептур у практику закладів ресторанного господарства та індустрії здорового харчування. Такий підхід є особливо актуальним для продуктів на основі ферментованої рослинної сировини, які поєднують гастрономічну новизну з функціональною цінністю.

Для проведення SWOT-аналізу необхідно розглянути ключові відмінності між класичним соусом (контрольним зразком) та трьома експериментальними рецептурами, розробленими на основі ферментованих компонентів. Порівняльна характеристика дослідних зразків соусів наведена в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1

Порівняльна характеристика соусів

Параметр	Контроль	Рецептура 1	Рецептура 2	Рецептура 3
Тип основи	Варений нут	Ферментована бобово-злаково-овочева	Ферментована злаково-овочева	Ферментована злаково-овочева з томатами
Спосіб обробки	Варіння	Молочнокисла ферментація	Молочнокисла ферментація	Молочнокисла ферментація
Олія	Оливкова	Оливкова	Гарбузова	Базилікова
Кислотність (очікувана рН)	5,8...6,2	4,2...4,5	4,0...4,3	4,0...4,3
Аромат	Нейтральний бобовий	Виражений, пряний, димний	Свіжий, зелений, трав'яний	Глибокий, солодкуватий
Консистенція	Однорідна, пастоподібна	Кремозна, щільна	Легка, повітряна	Щільна, еластична

Функціональні компоненти	Білки, клітковина	Пребіотики, антиоксиданти, розчинна клітковина	Поліфеноли, хлорофіл, пребіотики	Лікопен, поліфеноли, флавоноїди
Здатність до зберігання	3...5 діб	10...14 діб	10...14 діб	10...14 діб
Термін ферментації	Немає	24 год	36 год	24 год
Призначення/використання	Класичний соус	До овочів, як паштет, для сендвічів	До круп, салатів, закусок	До пасти, білкових страв, запіканок
Необхідність пастеризації	За потреби	Так, 70...75 °С, 5 хв	Так	Так
Наявність синтетичних добавок	Може бути	Відсутні	Відсутні	Відсутні
Імовірність споживчої новизни	Низька	Висока	Висока	Висока

Отже, контрольний зразок відображає класичну рецептуру соусу без ферментації, характеризується простим смаком, обмеженим терміном зберігання та меншою функціональною цінністю. Соус, виготовлений за рецептурою 1 вирізняється збалансованим смаком із димно-пряними нотами, високою харчовою цінністю та текстурою, схожою на паштет. Соус за рецептурою 2 має свіжий, зеленуватий аромат і легку повітряну структуру, що робить його придатним для холодних страв. Соус за рецептурою 3 формується як продукт із насиченим смаком та солодкувато-кислими акцентами, що дозволяє застосовувати його як універсальний кулінарний компонент для гарячих гастрономічних композицій.

Таким чином, наявність сенсорної та функціональної варіативності серед дослідних зразків створює підґрунтя для подальшого SWOT-аналізу.

Першим етапом SWOT-аналізу є ідентифікація внутрішніх характеристик продукту, які можуть сприяти або обмежувати його успішне впровадження у виробництво та ринок. До них належать сильні (*Strengths*) та слабкі (*Weaknesses*) сторони досліджуваних соусів на основі ферментованої рослинної сировини. Формування цих позицій здійснюється з урахуванням технологічних, органолептичних, економічних та маркетингових аспектів.

На підставі порівняльної характеристики (табл. 5.1) та результатів попереднього оцінювання сформовано такі ключові групи внутрішніх факторів (табл. 5.2):

**Дослідження сильних та слабких сторін удосконаленої технології соусів
функціонального призначення на основі ферментованої сировини**

Сильні сторони (Strengths)	Слабкі сторони (Weaknesses)
S1. Інноваційність технології (молочнокисла ферментація замість традиційної термічної обробки)	W1. Вища собівартість у порівнянні з класичними соусами
S2. Висока харчова та функціональна цінність (пребіотики, антиоксиданти, розчинна клітковина)	W2. Необхідність використання спеціальних заквасок і дотримання умов ферментації
S3. Абсолютна відсутність синтетичних добавок (консервантів, підсилювачів смаку)	W3. Обмежена обізнаність споживачів щодо переваг ферментованих соусів
S4. Покращена органолептика (свіжість, складний багат шаровий смак)	W4. Складність стандартизації смаку та стабільності ароматичного профілю
S5. Підвищена стабільність і термін зберігання (до 10–14 діб без консервантів)	W5. Необхідність мікробіологічного контролю та пастеризації
S6. Відповідність глобальним трендам <i>Plant-Based</i> та <i>Clean Label</i> , екологічність та веган-дружність продукту	W6. Обмеження серед споживачів, не готових до «кислого» смакового профілю ферментованих продуктів

На успішність впровадження ферментованих соусів у практику харчування істотно впливає зовнішнє середовище. Це пов'язано зі змінами в ринкових трендах, законодавчих умовах, доступності ресурсів та конкурентній динаміці. Важливо оцінити не лише потенційні вигоди (*Opportunities*), але й ризики, які можуть обмежити масштабування виробництва або вихід на ринок (*Threats*).

Дослідження зовнішніх можливостей та загроз удосконаленої технології соусів функціонального призначення на основі ферментованої сировини

Потенційні зовнішні можливості (О)	Потенційні зовнішні загрози (Т)
О1. Зростання попиту на продукти здорового і функціонального харчування	Т1. Конкуренція з боку традиційних соусів та міжнародних брендів
О2. Розвиток ринку plant-based, vegan та clean label продуктів	Т2. Нестабільність економічної ситуації та купівельної спроможності населення
О3. Можливість участі в державних та грантових програмах підтримки агро- та food-tech інновацій	Т3. Зміни у харчовому законодавстві та вимоги до маркування ферментованих продуктів
О4. Потенціал для виходу на міжнародний ринок (експорт у країни ЄС, Азії)	Т4. Ризики нестабільності сировинної бази (урожайність, сезонність, логістика)
О5. Співпраця з науковими установами та ресторанными мережами для спільних R&D проєктів	Т5. Неприйняття або недовіра частини споживачів до ферментованих продуктів та нетипового смаку

На основі оцінки внутрішнього стану та зовнішнього оточення, була побудована загальна матриця SWOT-аналізу (табл. 5.4).

Таблиця 5.4

Матриця SWOT-аналізу удосконаленої технології соусів функціонального призначення на основі ферментованої сировини

	Сильні сторони (S)	Слабкі сторони (W)
Можливості (О)	<p>SO – стратегія розвитку (використання сил для реалізації можливостей):</p> <p>SO1: Використання інноваційної технології ферментації (S1, S2) для виходу на ринок функціонального та здорового харчування (O1, O2).</p> <p>SO2: Розробка лінії plant-based/vegan продуктів (S6) із</p>	<p>WO – стратегія подолання слабких сторін через можливості:</p> <p>WO1: Залучення наукових установ та технологічних центрів (O5) для стандартизації процесу ферментації та зниження технологічних ризиків (W2, W4).</p>

	залученням грантових та державних програм (O3). SO3: Впровадження продукту у HoReCa та експортний сегмент як гастрономічної новинки (S4, S5 → O4).	WO2: Інформаційні кампанії та навчальні дегустації (O1, O2) для підвищення обізнаності споживачів (W3, W6). WO3: Участь у програмах підтримки інновацій (O3) для компенсації високої собівартості на старті (W1).
Загрози (T)	ST – стратегія захисту (використання сил для нейтралізації загроз): ST1: Використання натуральності та відсутності синтетичних добавок (S3) як аргумент проти промислових конкурентів з хімічними консервантами (T1). ST2: Формування унікального смакового профілю умами та clean label (S4, S6) для протидії споживчому скептицизму (T5). ST3: Забезпечення зберігання 10–14 днів (S5) як переваги при нестабільній логістиці та сировинних ризиках (T4).	WT – стратегія мінімізації ризиків (захист слабких сторін від загроз): WT1: Розробка резервної сировинної бази та контрактного фермерства для уникнення сезонної нестабільності (W5 → T4). WT2: Правове забезпечення сертифікації та відповідності харчовим стандартам (W2 → T3). WT3: Гнучка політика ціноутворення для стабільності у кризових економічних умовах (W1 → T2).

Проведений SWOT-аналіз удосконаленої технології виробництва соусів на основі ферментованої рослинної сировини дозволив комплексно оцінити їх ринковий потенціал, з'ясувати ключові внутрішні переваги та визначити зовнішні умови для масштабування виробництва. Отримані результати підтвердили, що поєднання інноваційної технології молочнокислої ферментації з трендом на натуральність та функціональність створює сприятливе підґрунтя для комерційної реалізації даного продукту у сегменті здорового харчування та HoReCa.

Значним стратегічним ресурсом є висока харчова цінність та природна відсутність синтетичних добавок – чинники, що формують довіру серед споживачів і відповідають концепціям *clean label* та *plant-based nutrition*.

Водночас виявлені слабкі сторони, зокрема потреба у стандартизації процесу ферментації та недостатня обізнаність ринку, можуть бути ефективно усунені

шляхом залучення міждисциплінарних партнерств між виробничими підприємствами, науковими установами та закладами ресторанного господарства.

Аналіз зовнішніх можливостей засвідчив наявність перспектив для виходу продукту на ширший ринок, включаючи експортноорієнтовані напрями (країни ЄС, Південно-Східної Азії) та спеціалізовані ніші (веганські меню, лікувально-профілактичне харчування, спортивні раціони). Водночас врахування загроз – нормативних, економічних і сировинних – є критично необхідним для розроблення довгострокової стратегії виробництва та маркетингового позиціонування.

Отже, функціональні ферментовані соуси можуть бути інтегровані у сучасні харчові технології не лише як гастрономічна альтернатива, але й як продукт із вираженою доданою вартістю. Для успішного впровадження доцільним є розроблення окремої лінійки продуктів із чіткою ідентифікацією (ферментований, пробіотичний, пребіотичний), впровадження дегустаційних програм та інформаційного супроводу для споживачів і шеф-кухарів. Реалізація цих напрямів відкриває можливості не лише комерціалізації продукту, але й формування нового сегменту ринку – соусів функціонального призначення.

РОЗДІЛ 6

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

6.1 Нормативно-правова база з охорони праці при виробництві соусів функціонального призначення на основі ферментованої сировини

Організація безпечних та здорових умов праці є однією з ключових вимог при виробництві харчових продуктів, особливо у контексті впровадження інноваційних технологій. Виробництво соусів функціонального призначення передбачає виконання технологічних процесів, що охоплюють підготовку сировини, ферментацію, теплову обробку, фасування та зберігання, кожен з яких супроводжується потенційними професійними ризиками – механічними, мікробіологічними, термічними та хімічними. З цієї причини дотримання вимог законодавства у сфері охорони праці, пожежної безпеки, санітарного контролю та управління безпечністю харчових продуктів є обов'язковою умовою функціонування підприємств харчової промисловості.

Нормативно-правова база, що регулює охорону праці в Україні, включає Конституцію, закони України, накази, державні стандарти, міжнародні системи сертифікації (ISO, HACCP) та підзаконні акти. Її метою є забезпечення прав працівників на безпечні умови праці, профілактику виробничого травматизму, соціальний захист у випадку нещасних випадків, а також регламентацію санітарно-гігієнічних вимог до виробничих приміщень, обладнання, персоналу та технологічних процесів.

Для підприємства з виробництва соусів на основі ферментованої сировини важливим є не лише дотримання стандартів охорони праці, а й забезпечення харчової безпеки відповідно до принципів HACCP і ISO 22000. Це зумовлено тим, що ферментація – процес біотехнологічний, чутливий до мікробіологічних умов, який потребує високої культури виробництва та контролю критичних точок.

З метою забезпечення повної відповідності вимогам чинного законодавства проведено аналіз основних нормативно-правових актів, представлених у таблиці 6.1.

Аналіз нормативно-правової бази України при виробництві соусів на основі ферментованої сировини

Назва документа	Основний зміст (у контексті охорони праці та харчового виробництва)
Конституція України [60] Статті 43, 46	<ul style="list-style-type: none"> - Основний закон, який зобов'язує роботодавця забезпечити охорону праці, гідні умови праці та захист здоров'я працівників. - Ст. 43: гарантія права на безпечні й здорові умови праці. - Ст. 46: право на соціальний захист у разі втрати працездатності або нещасного випадку.
Наказ «Про затвердження Правил пожежної безпеки в Україні» [61]	<ul style="list-style-type: none"> - Визначає правові основи безпеки праці. - Встановлює обов'язки роботодавця щодо створення безпечних умов праці, проведення інструктажів, забезпечення спецодягом і засобами захисту. - Регламентує розслідування нещасних випадків.
Закон України «Про пожежну безпеку» [62]	<ul style="list-style-type: none"> - Визначає вимоги пожежної безпеки на підприємствах харчової промисловості. - Вимагає наявності планів евакуації, систем сигналізації, вогнегасників. - Обов'язок проведення інструктажів з пожежної безпеки.
Закон України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування» [63]	<ul style="list-style-type: none"> - Гарантує страхування працівників від нещасних випадків та професійних захворювань. - Забезпечує компенсації та медичну допомогу у разі травми на виробництві. - Регламентує страхові виплати роботодавцем.
Закон України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів» [64]	<ul style="list-style-type: none"> - Встановлює вимоги щодо гігієнічних і санітарних умов виробництва (НАССР). - Обов'язковість контролю критичних точок (ферментація, пастеризація, фасування). - Забороняє використання небезпечних речовин та невідповідного обладнання.
ДСТУ ISO 22000:2019. Системи управління безпечністю харчових продуктів [65]	<ul style="list-style-type: none"> - Впровадження системи НАССР. - Контроль ризиків під час виробництва харчових продуктів.

	- Вимоги до персоналу, чистоти обладнання, мікробіологічного контролю.
ДСТУ ISO 45001:2019. Охорона здоров'я та безпека праці. [66]	- Міжнародний стандарт управління охороною праці. - Оцінка ризиків на робочому місці (гарячі поверхні, мікробіологічні агенти, обладнання). - Система управління інцидентами і профілактикою травматизму.

Аналіз нормативно-правових документів свідчить, що виробництво соусів функціонального призначення на основі ферментованої сировини перебуває у сфері регулювання не лише загальних положень охорони праці, а й спеціальних норм харчової безпеки та біотехнологічного контролю.

Особливу роль у харчовій промисловості, зокрема при роботі з ферментованою сировиною, відіграють стандарти ISO 22000 та ISO 45001, які інтегрують принципи управління ризиками за НАССР та охорону праці в єдину систему. Це зумовлено тим, що процес ферментації супроводжується мікробіологічними, термічними та хімічними факторами небезпеки, які потребують чіткої ідентифікації, моніторингу та контролю.

6.2 Вимоги до території підприємства та облаштування споруд і приміщень

Організація виробництва соусів функціонального призначення на основі ферментованої рослинної сировини у форматі міні-цеху або закладу ресторанного господарства потребує чіткого дотримання санітарно-гігієнічних та інженерно-технічних вимог до розміщення виробничих потужностей, території та внутрішнього простору приміщень.

На відміну від великотонажного харчового виробництва, малі цехи із виготовлення ферментованих соусів характеризуються обмеженими площами, що потребує раціональної організації простору, запобігання перехресному забрудненню та забезпечення одностороннього руху сировини і готового продукту. Територія

підприємства, навіть у межах ресторанної або цехової інфраструктури, повинна бути належним чином впорядкована, із твердим покриттям, захистом від пилових та вологих забруднень, а також обладнана системами водовідведення та ливневої каналізації. Не допускається розташування виробничих приміщень у безпосередній близькості до джерел промислових викидів або побутових відходів, що можуть створювати небезпеку мікробіологічного або хімічного забруднення харчової сировини.

Внутрішнє планування приміщень повинно забезпечувати функціональне зонування технологічного процесу виробництва соусів з чітким розмежуванням ділянок первинної підготовки сировини, ферментативної обробки, теплової стабілізації, гомогенізації, фасування та зберігання. Важливою умовою є попередження зустрічності потоків «брудної» та «чистої» сировини, особливо з огляду на включення ферментаційної стадії, яка має високі вимоги до мікробіологічної чистоти. Виробничі приміщення повинні бути ізольованими від побутових та адміністративних зон, оснащеними тамбур-шлюзами або перегородками для запобігання потраплянню сторонніх контамінантів.

Особливі вимоги висуваються до оздоблювальних матеріалів стін, підлоги та стель, які повинні бути виготовлені з вологостійких, нетоксичних матеріалів, здатних витримувати часту санітарну обробку із застосуванням лужних і дезінфікувальних засобів. Підлога має бути водонепроникною, неслизькою, з ухилом у бік трапів для ефективного видалення робочих стоків.

Стіни до висоти не менше 1,8 м повинні мати гладку, гігієнічну поверхню, придатну для миття та дезінфекції. У місцях, де здійснюється ферментація, необхідно уникати використання матеріалів із пористою структурою, що можуть акумулювати мікрофлору та погіршувати санітарний стан.

Ключовим аспектом є забезпечення належних параметрів мікроклімату, оскільки виробництво ферментованих соусів передбачає температурну стабільність на окремих етапах технологічного процесу. Виробничі приміщення мають бути обладнані системами припливно-витяжної вентиляції з кратністю повітрообміну не менше ніж 5 циклів на годину, а також локальними витяжками над ферментаційними

ємкостями та тепловим обладнанням. Температурний режим у приміщенні ферментації повинен знаходитися у межах 20...30 °С, тоді як у зоні фасування та пакування – не перевищувати 18 °С. Вологість повітря має бути регламентована у межах 60...70 %, з метою попередження пилових аерозолів та мікробного навантаження.

Освітлення є важливим фактором безпеки праці і гігієни виробництва. Робоче освітлення повинно забезпечувати не менше 300 лк у виробничих зонах та не менше 500 лк у зонах контролю якості та гігієнічної обробки інвентарю. Джерела світла мають бути захищені спеціальними плафонами для запобігання потраплянню уламків у продукт у випадку механічного пошкодження. Крім того, вентиляційні та освітлювальні системи повинні бути розташовані таким чином, щоб не створювати повітряних потоків над відкритими технологічними ємкостями.

Дотримання вимог до облаштування території та виробничих приміщень є обов'язковою умовою не лише з позицій охорони праці, але й у контексті впровадження систем управління безпечністю харчових продуктів (НАССР, ISO 22000), які передбачають ідентифікацію та контроль критичних точок, включаючи зону ферментації, теплової стабілізації та санітарного обслуговування персоналу. Саме на етапі проектування приміщень закладаються основи для підтримання технологічного процесу у стерильних та контрольованих умовах, що є найважливішим фактором при роботі з продуктами підвищеного мікробіологічного ризику, до яких належать ферментовані соуси.

6.3 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів. Заходи, щодо оптимізації умов праці

Виробництво соусів функціонального призначення на основі ферментованої сировини, супроводжується дією комплексу небезпечних і шкідливих виробничих факторів різної природи – фізичних, хімічних, біологічних та психофізіологічних. Технологічний процес, що включає миття, подрібнення, ферментацію,

гомогенізацію, теплову стабілізацію та фасування продукту, створює потенційні ризики для працівників виробництва.

В умовах міні-цехів та закладів харчування ці фактори можуть посилюватися обмеженим простором, інтенсивністю праці та необхідністю дотримання високого рівня мікробіологічної чистоти.

З огляду на це, ідентифікація небезпечних виробничих факторів та розроблення превентивних заходів набувають вирішального значення для профілактики професійного травматизму і запобігання порушенню технологічної безпеки (табл. 6.2).

Таблиця 6.2

Небезпечні та шкідливі виробничі фактори при виробництві соусів на основі ферментованої сировини

Категорія факторів	Джерело виникнення	Можливі наслідки	Ступінь ризику
Фізичні	Обладнання (ножі, блендери, гомогенізатори); гарячі поверхні котлів і пастеризаторів	Порізи, опіки, травми рук; перегрівання	Високий
Термічні	Термічна обробка, пастеризація, вода високої температури	Опіки, тепловий стрес	Високий
Мікробіологічні	Ферментаційні ємності, культуральні бактерії, сире середовище	Контамінація, інфекційні ризики	Середній
Хімічні	Мийні та дезінфікувальні засоби (лужні, хлорвмісні)	Подразнення шкіри, слизових, отруєння парами	Середній
Пилові та аерозольні	Подрібнення сухих спецій, круп, бобових	Алергії, респіраторні захворювання	Середній
Психофізіологічні	Ручна праця, монотонність, робота в умовах тепла	Перевтома, професійне вигорання	Низький–середній
Шум та вібрація	Робота подрібнювачів та гомогенізаторів	Зниження слуху, нервові навантаження	Середній

Оптимізація умов праці на підприємствах із виробництва ферментованих соусів передбачає комплексну систему технічних, організаційних та санітарно-гігієнічних заходів. Передусім, необхідним є впровадження принципу «безпечної технологічної послідовності», що передбачає розмежування зон сирови та готової продукції, герметизацію ємностей для ферментації й обмеження доступу сторонньої мікрофлори. Для мінімізації травмонебезпеки експлуатація механічного обладнання повинна здійснюватися лише за наявності захисних кожухів, блокувальних систем і з обов'язковим проведенням інструктажів персоналу.

З метою усунення термічних ризиків необхідно забезпечити використання термостійких рукавиць, довгих щипців для зйому ємностей та організацію природної або примусової вентиляції для зниження локального перегрівання повітря.

Контроль мікробіологічних ризиків вимагає впровадження стандарту ISO 22000 та системи НАССР, із зазначенням критичних контрольних точок ферментація, пастеризація, фасування. Для попередження хімічних уражень слід застосовувати дозуючі системи для мийних розчинів, засоби індивідуального захисту (захисні окуляри, рукавички) та забезпечувати промивання після дезінфекції.

Організаційні заходи включають регламентацію робочих перерв, ротацію персоналу між стадіями процесу, використання протишумових навушників при роботі з високошвидкісними машинами та створення безпечної ергономіки робочого місця. Особливе значення має санітарна освіта персоналу, яка повинна включати інструктаж щодо культур ферментації, небезпек сторонньої контамінації та правил гігієни рук.

6.4 Засоби індивідуального захисту

Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) є невід'ємною складовою системи охорони праці на підприємствах при виробництві соусів функціонального призначення на основі ферментованої рослинної сировини. Хоча такі виробництва часто функціонують у форматі міні-цехів або цехів закладів ресторанного господарства, складність біотехнологічних процесів та наявність небезпечних факторів (термічні поверхні, ріжуче обладнання, дезінфікуючі речовини, аерозолі

спецій) потребують чіткої регламентації використання ЗІЗ. На відміну від традиційних кулінарних виробництв, робота з ферментаційними культурами та продуктами з підвищеною мікробіологічною активністю висуває додаткові вимоги до стерильності, захисту шкіри та органів дихання працівників, що робить застосування ЗІЗ не лише питанням безпеки, але й критичним фактором забезпечення харчової якості та запобігання контамінації продукту (табл. 6.3).

Таблиця 6.3

Засоби індивідуального захисту при виробництві ферментованих соусів

Категорія ЗІЗ	Призначення та область застосування	Нормативні вимоги / Особливості використання
Захисний одяг (халати, фартухи, куртки)	Захист від забруднення, мікроорганізмів, бризок ферментованої маси та рідин	Використання світлого кольору, антибактеріальні тканини; змінність не менше 1 разу за зміну
Головні убори (косинки, шапочки, ковпаки)	Запобігання потраплянню волосся у продукт, дотримання санітарії	Обов'язкові при вході у виробничу зону; мають повністю закривати волосся
Захист рук (харчові рукавички, терморукавиці)	Захист від опіків, порізів та контакту з ферментаційними культурами	Використання різних типів: термостійкі при пастеризації; нітрилові при контакті з культурами
Захист органів дихання (маски, респіратори)	Захист від пилу спецій, аерозолів, парів дезінфектантів	Респіратори FFP2 при роботі з порошками та кислотами; медичні маски – при ферментації
Захист очей та обличчя (захисні окуляри, щитки)	Запобігання ушкодженням від бризок гарячої маси, кислот, мийних засобів	Використання при роботі з СІР-мийкою, пастеризаторами та відкритими чанами
Спецвзуття (антиковзне, вологостійке)	Захист від падіння, ковзання на вологій підлозі	Підошва з протиковзким протектором; гумове або поліуретанове покриття
Антисептичний догляд (санітайзери, креми)	Профільний захист шкіри від висушування та мікротравм	Обов'язкове використання після обробки деззасобами

Використання засобів індивідуального захисту у виробництві ферментованих соусів є не лише вимогою чинного законодавства, але й ключовим елементом попередження контамінаційних ризиків і забезпечення стабільності технологічного

процесу. На відміну від традиційних харчових виробництв, технологія ферментації передбачає наявність біологічно активних культур, що потребує підвищених стандартів гігієнічної ізоляції персоналу від виробничого середовища. Рациональний добір ЗІЗ відповідно до рівня виробничих ризиків забезпечує зменшення травматизму, захист органів шкіри, дихання та зору, а також сприяє збереженню властивостей готового продукту.

Системне впровадження ЗІЗ у поєднанні з інструктажем, мікробіологічним контролем та стандартами НАССР формує інтегровану культуру безпечного виробництва, що є необхідною умовою для функціонування міні-цехів та закладів ресторанного господарства, орієнтованих на виготовлення інноваційних ферментованих продуктів.

6.5 Пожежна безпека та заходи з цивільного захисту при надзвичайних ситуаціях

Забезпечення пожежної безпеки та цивільного захисту у виробництві соусів функціонального призначення на основі ферментованої сировини є ключовою складовою інтегрованої системи техногенної, санітарної та біобезпеки підприємства. У сучасних умовах, коли харчова промисловість України змушена функціонувати не лише в межах типових виробничих ризиків, але й у середовищі воєнної агресії, набуває особливого значення комплексний підхід до попередження аварій, пожеж, мікробіологічних інцидентів, а також до організації оперативних дій персоналу під час повітряних тривог, ракетних атак чи артилерійських ударів.

Харчові міні-виробництва та цехи у закладах громадського харчування традиційно характеризуються наявністю джерел термічної енергії, електромеханічного обладнання та органічної сировини, що, у поєднанні з жирами та легкозаймистими матеріалами, створює середовище підвищеної пожежонебезпеки.

Використання пастеризаторів, варильних котлів, електроплит, гомогенізаторів і подрібнювачів потребує суворого дотримання протипожежних регламентів,

включаючи встановлення первинних засобів пожежогасіння, автоматичних систем відключення електромережі та маркованих шляхів евакуації, відповідно до вимог Наказу «Про затвердження Правил пожежної безпеки в Україні». Особливу загрозу становить перегрівання рослинних олій, що може спричинити спалах із подальшим поширенням полум'я по вентиляційних каналах, тому регулярне очищення фільтрів, витяжних систем і поверхонь від жиркових нашарувань є обов'язковим превентивним заходом.

Забороняється використання відкритого вогню або неспеціалізованих нагрівачів у зонах змішування та ферментації, оскільки це створює ризик раптового займання або руйнування біотехнологічного процесу.

В умовах воєнного стану підприємства харчової галузі зобов'язані організувати внутрішні процедури цивільного захисту, адаптовані до функціонування у режимі реальної загрози. Система безпеки повинна забезпечувати миттєве припинення технологічних операцій при отриманні сигналу повітряної тривоги із відключенням електроживлення, герметизацією бродильних ємностей і недопущенням витоку гарячої рідини чи пари.

Персонал зобов'язаний мати чітко визначений маршрут евакуації до укриття, де мають бути розміщені аптечка, аварійні вогнегасники, запас води та засоби зв'язку. Керівник виробництва призначає відповідальну особу за цивільний захист, яка фіксує тривалість зупинки діяльності, координує дії працівників та підтримує зв'язок із територіальними органами ДСНС. З метою запобігання паніці обов'язковим є проведення інструктажів і навчань щодо дій у разі раптового артобстрілу або ракетного вибуху, в тому числі сценарію, що унеможливорює згорання процесу: у таких випадках пріоритетом вважається збереження життя і здоров'я працівників, тоді як виробництво розглядається як об'єкт подальшого відновлення, а не утримання.

Таким чином, система пожежної безпеки та цивільного захисту у виробництві ферментованих соусів повинна функціонувати як багатокomпонентна структура, що поєднує технічний контроль, превентивну профілактику, правову відповідність та психологічну готовність персоналу до екстремальних умов. Упровадження таких

систем є не тільки законодавчою вимогою, але й стратегічним чинником забезпечення продовольчої стабільності країни, здатності підприємства до безперервної роботи та збереження людських ресурсів в умовах довготривалої військової загрози. Саме інтеграція пожежної профілактики, евакуаційних протоколів і планування дій у надзвичайних ситуаціях формує сучасну соціально-відповідальну модель харчового виробництва, що забезпечує стійкість як продукції, так і колективу.

ВИСНОВКИ

1. На основі аналізу наукових джерел та попередніх розробок було обґрунтовано доцільність використання ферментації як біотехнологічного інструменту для покращення органолептичних, функціональних і мікробіологічних властивостей соусів.
2. У результаті моделювання трьох рецептур ферментованих соусів із використанням нуту, моркви, овесу, сочевиці, кіноа, томатів, кабачків, ячменю та зеленого горошку було створено функціональні продукти зі збалансованим складом. Вибір сировини обґрунтовано як за харчовою цінністю, так і з урахуванням здатності до ферментативної трансформації. Підібрані композиції охоплюють поєднання злаків, бобових та овочів, що забезпечують повноцінний амінокислотний склад, підвищений рівень клітковини, знижене енергетичне навантаження та виражені сенсорні характеристики.
3. Було проведено оцінку фізико-хімічних змін у сировині до і після ферментації з акцентом на визначення рН, окисно-відновного потенціалу, титрованої кислотності, вмісту білків, жирів, загальних вуглеводів і цукрів. Встановлено достовірне зниження рН до значень 3,6...4,2, що свідчить про активне накопичення органічних кислот, переважно молочної та оцтової. Одночасно зафіксовано зсув ОВП у бік відновного середовища, що є типовим для анаеробних умов ферментації, особливо в зразках із високим вмістом цукрів. Відбулося помітне зменшення загального вмісту вуглеводів, зокрема цукрів, внаслідок їх утилізації мікроорганізмами, тоді як вміст білків залишився стабільним або навіть зростав за рахунок підвищення біодоступності. Зниження жирів було мінімальним і не мало суттєвого впливу на поживну цінність. Одержані зміни свідчать про покращення функціональних властивостей сировини після ферментації.
4. Органолептична оцінка засвідчила чітке формування нових смакових профілів у ферментованих соусах: збалансований смак з димно-пряними нотами (Рецептура 1), свіжий зелений профіль з легкою текстурою (Рецептура 2) та

виражений смак уамі із солодко-кислими тонами (Рецептура 3). Усі варіанти продемонстрували високу стабільність, однорідну консистенцію та відсутність ознак мікробіального псування. Це вказує на підвищену мікробіологічну безпечність та потенціал до подовженого терміну зберігання без додавання консервантів.

5. Було визначено енергетичну цінність готових соусів на основі обраних рецептур. Встановлено, що ферментовані зразки мають нижчу енергетичну цінність порівняно з контролем (від 128 до 131,2 ккал проти 141,2 ккал), що пов'язано з біохімічною деградацією частини цукрів і частковим розщепленням органічних сполук під дією ферментативної активності мікроорганізмів. Зниження енергетичної щільності разом зі зростанням функціональної насиченості продуктів свідчить про їхню перевагу як складових раціону харчування із зниженим калоражем.
6. За результатами проведених експериментальних досліджень була удосконалена технологія виробництва соусів функціонального призначення на основі ферментованої сировини.
7. Проведений SWOT-аналіз підтвердив доцільність удосконалення технології соусів на основі ферментованої рослинної сировини та окреслив перспективи їх впровадження як інноваційного продукту нового покоління з високою функціональною цінністю та ринковою привабливістю.
8. Проведений аналіз охорони праці у виробництві ферментованих соусів підтвердив, що забезпечення техногенної, санітарної та пожежної безпеки є необхідною умовою стабільного функціонування підприємства. Охорона праці виступає не лише нормативною вимогою, а стратегічною передумовою збереження виробничої стійкості в умовах воєнних і технологічних ризиків.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Лешковят О., Стеценко Н. Створення кисломолочного соусу функціонального призначення. *Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті: матеріали 87 Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів, 15-16 квітня 2021 р., м. Київ. Київ : НУХТ, 2021. Ч. 1. С. 41.*
2. Kuzmak I. P. Антоціани й антоціанідини як компоненти функціонального харчування: біохімія та вплив на здоров'я людини:(огляд літератури). *Medical and Clinical Chemistry*. 2022. №. 4. С. 111-124.
3. Стеценко, Н. О. Перспективи виробництва кисломолочного функціонального соусу з антиоксидантними властивостями. *Modern problems in science : Proceedings of the XIX International Scientific and Practical Conference, May 17 – 20, 2022. Vancouver, Canada, 2022. P. 889-893.*
4. Сердюк Є. І. Дослідження інноваційного способу обробки продукції-ферментування. *Інноваційний ринок індустрії туризму і сфери гостинності: збірник матеріалів III Всеукраїнської науково-практичної конференції, м. Київ, 19 травня 2020 року К.: ТЕК КНТЕУ, 2020. С.62.*
5. da Silva M. M., Lemos T. D. O., Maria do Carmo P. R., de Araújo A. M. S., Gomes A. M. M., Pereira A. L. F., Andrade D. D. S. Sweet-and-sour sauce of assai and unconventional food plants with functional properties: An innovation in fruit sauces. *International Journal of Gastronomy and Food Science*. 2021. Т. 25. С. 100372.
6. Козонова Ю., Тележенко Л., Атанасова В. Імуномодельючі соуси. *Продовольчі ресурси*. 2021. Т. 9. №. 16. С. 98-108.
7. Радзівська І. Г., Мельник О. П. Нові делікатесні соуси для харчування веганів. *Ресурсозберігаючі технології легкої, текстильної і харчової промисловості: збірник тез доповідей Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції молодих вчених та студентів, 24 листопада 2022 р. Хмельницький : ХНУ, 2022. 208 с.*

8. Корецька І. Л., Рибаченко М.С., Кравчук Н.М. Забезпечення продуктів харчування білковими інгредієнтами. *Sustainable food chain and safety through science, knowledge and business: scientific monograph*. Riga, Latvia: Baltija Publishing, 2023. Pp. 550–567
9. Кушнір Я. В., Соус з підвищеною харчовою цінністю із гарбузовою олією. *Збірник наукових праць молодих учених, аспірантів та студентів / Одес. нац. технол. ун-т; гол. ред. Л. В. Іванченкова*. Одеса, 2023. С. 48-50.
10. Наконечна А. С., Ковальчук С. С. Імуномодулюючі соуси з шипшини. *Обладнання та технології харчових виробництв*. 2024. Т. 48. №. 1. С. 13-22.
11. Asanuma K., Wang Z., Miyazaki T., Yuan C., Yamashita T. Development and characterization of Japanese soy sauce-like fermented seasoning with various ingredients. *Food Bioscience*. 2024. Т. 59. С. 104198.
12. Дзюндзя О. В., Труш С. С. Аналіз ринку та перспективи розширення безглютенової продукції. *Таврійський науковий вісник*. Серія: Технічні науки. 2023. №. 1. С. 57-64.
13. Кирпиченкова О. М., Литвінець Л.Ф. Сучасні напрямки використання плодів бузини чорної у виробництві ресторанної продукції. *Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського*. 2022. Том 33 (72) №4. С. 248-253
14. Біотехнологічні аспекти застосування штамів з β -галактозидазною активністю у виробництві ферментованих молочних продуктів / А. В. Мінорова, Т. В. Рудакова, Н. Л. Крушельницька та ін.. *Продовольчі ресурси: зб. наук. пр. Ін-т прод. ресурсів НААН України*. К.: ТОВ «БАРМИ», 2021. Т. 9. №16. С. 117 - 134. doi.org/10.31073/foodresources2021-16-12
15. McClements D. J. Designing healthier and more sustainable ultraprocessed foods. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2024. Т. 23. №. 2. С. e13331.
16. Martínez-Tomé M., Cedeño-Pinos C., Bañón S., Jiménez-Monreal A. M. Rosemary extracts improved the antioxidant status of low-fat yoghurt sauces enriched with inulin. *Antioxidants*. 2022. Т. 11. №. 4. С. 789.

17. Pourjavid H., Ataee M., Pourahmad R., Anvar A. A., Behmadi H. Changes in Microbial, Rheological, and Sensory Characteristics of Probiotic Yogurt Sauce Containing *Lactobacillus rhamnosus* During Cold Storage. *Journal of Food Biosciences and Technology*. 2023. T. 13. №. 2. С. 27-38.
18. El Haggag E. F., Mahmoud K. F., Ramadan M. M., Zahran H. A. Tomato-Free wonder sauce: A functional product with health-boosting properties. *Journal of Functional Foods*. 2023. T. 109. С. 105758.
19. Liu X., Liu L. X., Xu Q. G., Yan L., Liu Y. G. Microbial Diversity in Traditional Chinese Fermented Sauces and Their Impact on Flavor Quality and Safety: A Comprehensive Overview of Recent Advances. *Food Reviews International*. 2025. С. 1-21.
20. Дегтяр В., Радченко А. Технологічні аспекти виробництва закусок з емульсійною структурою на основі бобової сировини та аквафаби. *Інновації та технології в сфері послуг і харчування*. 2024. №. 4 (14). С. 9-15.
21. Sassi S., Wan-Mohtar W. A. A. Q. I., Jamaludin N. S., Ilham Z. Recent progress and advances in soy sauce production technologies: A review. *Journal of Food Processing and Preservation*. 2021. T. 45. №. 10. С. e15799.
22. Keskin S. O., Ali T. M., Ahmed J., Shaikh M., Siddiq M., Uebersax M. A. Physico-chemical and functional properties of legume protein, starch, and dietary fiber-A review. *Legume Science*. 2022. T. 4. №. 1. С. e117.
23. Huamaní-Perales C., Vidaurre-Ruiz J., Salas-Valerio W., Cabezas D. M., Repo-Carrasco-Valencia R. A review of techno-functional properties of legume proteins and their potential for development of new products. *European Food Research and Technology*. 2024. T. 250. №. 8. С. 2069-2092.
24. Verni M., Pontonio E., Montemurro M., Giuseppe Rizzello C. Fermentation as strategy for improving nutritional, functional, technological, and sensory properties of legumes. *Legumes Research-Volume 2*. 2022.
25. Senanayake D., Torley P. J., Chandrapala J., Terefe N. S. Microbial fermentation for improving the sensory, nutritional and functional attributes of legumes. *Fermentation*. 2023. T. 9. №. 7. С. 635.

26. Wang Y., Tu M., He G., Li Y., Chang J. Toward Exploring and Utilizing the Nutritional and Functional Properties of Cereal Crops. *Foods*. 2023. T. 12. №. 5. C. 976.
27. Bangar S. P., Kaushik N. Functional cereals and cereal foods. *Springer International Publishing*, 2022. C. 3-25.
28. Rocchetti G., Lucini L., Rodriguez J. M. L., Barba F. J., Giuberti G. Gluten-free flours from cereals, pseudocereals and legumes: Phenolic fingerprints and in vitro antioxidant properties. *Food Chemistry*. 2019. T. 271. C. 157-164.
29. Adebo J. A., Njobeh P. B., Gbashi S., Oyedeji A. B., Ogundele O. M., Oyeyinka S. A., Adebo O. A. Fermentation of cereals and legumes: Impact on nutritional constituents and nutrient bioavailability. *Fermentation*. 2022. T. 8. №. 2. C. 63.
30. Sadowska A., Najman K., Świdorski F. Research Progress of the Functional Properties of Fruit and Vegetables and Their Preserves. *Agriculture*. 2024. T. 14. №. 5. C. 676.
31. Kiczorowski P., Kiczorowska B., Samolińska W., Szmigielski M., Winiarska-Mieczan A. Effect of fermentation of chosen vegetables on the nutrient, mineral, and biocomponent profile in human and animal nutrition. *Scientific reports*. 2022. T. 12. №. 1. C. 13422.
32. Misci C., Taskin E., Dall'Asta M., Fontanella MC, Bandini F., Imathiu S., Puglisi E. Ферментація як інструмент підвищення продовольчої безпеки та харчової якості місцевих африканських листових овочів: випадок *Cucurbita* sp. *Харчова мікробіологія*. 2021. Т. 99. С. 103820.
33. Sharma R., Garg P., Kumar P., Bhatia S. K., Kulshrestha S. Microbial fermentation and its role in quality improvement of fermented foods. *Fermentation*. 2020. T. 6. №. 4. C. 106.
34. Kårlund A., Gómez-Gallego C., Korhonen J., Palo-Oja O. M., El-Nezami H., Kolehmainen M. Harnessing microbes for sustainable development: Food fermentation as a tool for improving the nutritional quality of alternative protein sources. *Nutrients*. 2020. T. 12. №. 4. C. 1020.
35. Sun W., Shahrajabian M. H., Lin M. Research progress of fermented functional foods and protein factory-microbial fermentation technology. *Fermentation*. 2022. T. 8. №. 12. C. 688.

36. Yu Q., Qian J., Guo Y., Qian H., Yao W., Cheng Y. Applicable strains, processing techniques and health benefits of fermented oat beverages: A review. *Foods*. 2023. T. 12. №. 8. С. 1708.
37. Ampemohotti T., Golneshin A., Pillidge C., Brennan C., Hao Van T. T. Fermented Vegetables: Their Microbiology and Impact on Gut Microbiota and Overall Health Benefits. *Food Reviews International*. 2025. С. 1-24.
38. Garrido-Galand S., Asensio-Grau A., Calvo-Lerma J., Heredia A., Andrés A. The potential of fermentation on nutritional and technological improvement of cereal and legume flours: A review. *Food Research International*. 2021. T. 145. С. 110398.
39. Sáez G. D., Sabater C., Fara A., Zárata G. Fermentation of chickpea flour with selected lactic acid bacteria for improving its nutritional and functional properties. *Journal of Applied Microbiology*. 2022. T. 133. №. 1. С. 181-199.
40. Ali B., Shafi A., Farooq U., Iqbal S., Hayat K., ur Rehman A. Quality evaluation of fermented chickpea (*Cicer arietinum*). *Agricultural Sciences Journal*. 2021. T. 3. №. 1. С. 1-9.
41. Зюбан Є. А., Флока Л. В. Шляхи вдосконалення технології ферментованої продукції рослинного походження. *Актуальні питання розвитку науки та забезпечення якості освіти у XXI столітті: тези доповідей XLV Міжнародної наукової студентської конференції за підсумками науково-дослідних робіт студентів за 2021 рік (м. Полтава, 13–14 квітня 2022 р.)*. Полтава : ПУЕТ, 2022. Ч. 2. 322 с.
42. Paramithiotis S., Das G., Shin H. S., Patra J. K. Fate of bioactive compounds during lactic acid fermentation of fruits and vegetables. *Foods*. 2022. T. 11. №. 5. С. 733.
43. Szutowska J. Functional properties of lactic acid bacteria in fermented fruit and vegetable juices: A systematic literature review. *European Food Research and Technology*. 2020. T. 246. №. 3. С. 357-372.
44. Garcia C., Guerin M., Souidi K., Remize F. Lactic fermented fruit or vegetable juices: Past, present and future. *Beverages*. 2020. T. 6. №. 1. С. 8.
45. Wiczorek M. N., Drabińska N. Flavour generation during lactic acid fermentation of brassica vegetables-literature review. *Applied Sciences*. 2022. T. 12. №. 11. С. 5598.

- 46.Šalić A., Šamec D. Changes in the content of glucosinolates, polyphenols and carotenoids during lactic-acid fermentation of cruciferous vegetables: A mini review. *Food Chemistry*: X. 2022. T. 16. C. 100457.
- 47.Jung M. J., Kim J., Lee S. H., Whon T. W., Sung H., Bae J. W., Roh S. W. Role of combined lactic acid bacteria in bacterial, viral, and metabolite dynamics during fermentation of vegetable food, kimchi. *Food Research International*. 2022. T. 157. C. 111261.
- 48.Lu Y. H., Wu J. M., Huang J. R., Zheng M. J., Hong Z. Z., Manzoor M. F., Zeng X. A. Fermented vegetables in China: overview, novel processes, influencing factors, lactic acid bacteria and industrialisation status. *International Journal of Food Science and Technology*. 2024. T. 59. №. 7. C. 4420-4436.
- 49.Lorn D., Ho P. H., Tan R., Licandro H., Waché Y. Screening of lactic acid bacteria for their potential use as aromatic starters in fermented vegetables. *International journal of food microbiology*. 2021. T. 350. C. 109242.
- 50.Соуси: навч. посіб. / М. Ф. Кравченко, Д. В. Федорова ; за ред. А. А. Мазаракі. Київ: Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2018. 148 с.
- 51.ДСТУ 4963:2008 Овес. Технічні умови. ДЕРЖСПОЖИВСТАНДАРТ УКРАЇНИ, [Чинний від 2010-07-01]. Київ, 2010. 13 с. (інформація та документація).
- 52.ДСТУ 6019:2008 Нут. Технічні умови. ДЕРЖСПОЖИВСТАНДАРТ УКРАЇНИ, [Чинний від 2010-04-01]. Київ, 2010. 11 с. (інформація та документація).
- 53.ДСТУ 6020:2008 Сочевиця. Технічні умови. ДЕРЖСПОЖИВСТАНДАРТ УКРАЇНИ, [Чинний від 2010-07-01]. Київ, 2010. 13 с. (інформація та документація).
- 54.ДСТУ 3769:98 Ячмінь. Технічні умови. ДЕРЖСПОЖИВСТАНДАРТ УКРАЇНИ, [Чинний від 2010-07-01]. Київ, 1998. 34 с. (інформація та документація).
- 55.ДСТУ 4523:2006 Горох. Технічні умови. ДЕРЖСПОЖИВСТАНДАРТ УКРАЇНИ, [Чинний від 2007-07-01]. Київ, 2007. 13 с. (інформація та документація).

- 56.ДСТУ 7035:2009 Морква свіжа. Технічні умови. ДЕРЖСПОЖИВСТАНДАРТ УКРАЇНИ, [Чинний від 2010-01-01]. Київ, 2010. 13 с. (інформація та документація).
- 57.ДСТУ 318:91 Кабачки свіжі. Технічні умови. ДЕРЖСПОЖИВСТАНДАРТ УКРАЇНИ, [Чинний від 1991-07-01]. Київ, 1991. 13 с. (інформація та документація).
- 58.ДСТУ 3246-95 Томати свіжі. Технічні умови. ДЕРЖСПОЖИВСТАНДАРТ УКРАЇНИ, [Чинний від 1995-01-01]. Київ, 1995. 13 с. (інформація та документація).
- 59.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.
- 60.Конституція України. К.: Видавництво "Право", 1996. 55. URL.: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/254%D0%BA/96-%D0%B2%D1%80#Text>
- 61.Закон України "Про охорону праці". К.: Норматив. 1994. 65 с. URL.: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text>
- 62.Наказ Міністерства внутрішніх справ України «Про затвердження Правил пожежної безпеки в Україні» №1417 від 31.12.2014. Документ z0252-15, чинний, поточна редакція від 14.08.2024. URL.: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0252-15#Text>
- 63.Закон України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування». Документ, 1105 – XIV, чинний, поточна редакція від 08.05.2025. URL.: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1105-14#Text>
- 64.Закон України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів», від 23.12.1997 № 771/97-ВР. Чинний від 18.01.2025. URL.: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/771/97-%D0%B2%D1%80#Text>
- 65.ДСТУ ISO 22000:2019 Системи управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги до будь-якої організації в харчовому ланцюзі (ISO 22000:2018, IDT)

01.12.2019, ДП «УкрНДНЦ», [Чинний від 2019–12–01]. Київ, 2018. 26 с. (інформація та документація).

66. ДСТУ ISO 45001:2019 Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці. Вимоги та настанови щодо застосування (ISO 45001:2018, IDT). 26.12.2019, ДП «УкрНДНЦ», [Чинний від 2021–01–01]. Київ, 2019. 45 с. (інформація та документація).