

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
№_від «30» січня 2026 року
Протокол № 7

Зав. кафедрою ХТГРС
д.т.н, професор _____ О.П. Прісс

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

СВО «Магістр»

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

на тему: « Розробка технології збагачення майонезних соусів антиоксидантами природного походження»

23 ХТ Д 6899218.02.26

Виконав: студент 2 курсу 21 МБХТ групи

Керівник:	_____	Дмитро САЛЬКО
	<u>д.т.н.</u>	_____
	(науковий ступінь, вчене звання)	(підпис)
		Анастасія ДЕМИДОВА
		(прізвище та ініціали)
Консультант з ОП:	к.т.н., доцент	Михайло ЗОРЯ
	(науковий ступінь, вчене звання)	(підпис)
		(прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	д.т.н.	Анастасія ДЕМИДОВА
	(науковий ступінь, вчене звання)	(підпис)
		(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 G «Інженерія, виробництво та будівництво»
(шифр і назва)

Спеціальність G13 «Харчові технології»

Освітня програма Індустрія здорового харчування
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри ХТГРС

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

№ від «24» жовтня 2025 року

**ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

СТУДЕНТУ Дмитро САЛЬКО

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка технології збагачення майонезних соусів антиоксидантами природного походження

керівник роботи д.т.н., доц. Демидова Анастасія Олександрівна
(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 майонез, олія, антиоксиданти

4. Перелік питань, які потрібно розробити: сучасний стан та перспективи розробки майонезних продуктів, збагачених на біологічно активні компоненти, аналіз сучасних способів виготовлення та асортименту майонезів, характеристика обраних для дослідження антиоксидантів, об'єкти, методика та умови проведення досліджень; результати та їх узагальнення, технологічна частина, SWOT-аналіз технології, охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях, висновки, список літературних джерел.

5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав (дата)	завдання прийняв (підпис)
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Михайло Зоря, к.т.н., доцент, завідувач кафедри цивільної безпеки	21.10.2025	

6. Дата видачі завдання

21.10.2025 р.


КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів дипломної роботи (проекту)	Термін виконання етапів роботи чи проекту (місяць)	Відмітка керівника про виконання (засвідчується підписом)
Вступ	вересень	
Розділ 1. Аналітичний огляд науково-технічної літератури за обраною темою	вересень	
Розділ 2. Об'єкти, методика та умови проведення досліджень	жовтень	
Розділ 3. Результати досліджень та їх узагальнення	жовтень	
Розділ 4. Технологічна частина	листопад	
Розділ 5. SWOT-аналіз	листопад	
Розділ 6. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	грудень	
Висновки	грудень	
Список використаної літератури	грудень	

Студент

Дмитро САЛЬКО
(підпис) (ініціали та прізвище)

Керівник роботи


(підпис) Анастасія ДЕМИДОВА
(ініціали та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Салько Д. Розробка технології збагачення майонезних соусів антиоксидантами природного походження – Кваліфікаційна робота. Кафедра харчових технологій та готельно-ресторанної справи. – Запоріжжя, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, 2026 р.

Текст викладено на 83 сторінках, містить 6 розділів, 25 таблиць, 1 рисунок, 45 літературних джерел.

У кваліфікаційній роботі проаналізовано сучасні підходи до виробництва майонезних соусів, розглянуто особливості найбільш поширених харчових антиоксидантів, охарактеризовано особливості впливу антиоксидантів водорозчинних та жиророзчинних на подовження строку збереження майонезів та інші їх характеристики, досліджений склад та функціональну цінність майонезних соусів. Розроблено рецептури майонезів функціонального призначення з використанням антиоксидантів, досліджено фізико-хімічні, органолептичні та функціональні показники отриманих зразків.

Проведено порівняльну оцінку розроблених продуктів з традиційними аналогами, обґрунтовано доцільність їх упровадження у виробництво як елементу здорового харчування.

Ключові слова: майонезні соуси, антиоксиданти, функціональні продукти, рецептура, якість, харчова цінність, біологічна цінність.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ВИРОБНИЦТВА МАЙОНЕЗНИХ СОУСІВ ТА ВИКОРИСТАННЯ ПРИРОДНИХ АНТИОКСИДАНТІВ.....	11
1.1. Характеристика майонезних соусів як об'єкта дослідження.....	11
1.2. Окиснювальні процеси в емульсійних продуктах та їх вплив на якість і термін зберігання.....	12
1.3. Природні антиоксиданти: класифікація, джерела та механізми дії.....	15
1.3.1. Поліфенольні сполуки рослинного походження.....	15
1.3.2. Каротиноїди та токофероли.....	17
1.3.3. Аскорбінова кислота та її похідні.....	19
1.4. Аналіз досвіду використання природних антиоксидантів у майонезних продуктах.....	19
1.5. Ринок майонезних соусів функціонального призначення в Україні та світі.....	22
1.6. Висновки та постановка задач дослідження.....	26
1.7. Мікробіологічні показники безпечності майонезної продукції.....	30
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	35
2.1. Матеріали дослідження.....	35
2.2. Схема проведення досліджень.....	35
2.3. Методи дослідження фізико-хімічних та органолептичних показників майонезних соусів.....	37
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ УЗАГАЛЬНЕННЯ.....	39
3.1. Розробка рецептур збагачених майонезних соусів.....	39
3.2. Дослідження якісних характеристик розробленого майонезного соусу.....	43

3.3. Вивчення стабільності при зберіганні.....	47
3.4. Дослідження харчової та біологічної цінності розробленого продукту.....	49
3.5. Висновки до розділу.....	53
РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА МАЙОНЕЗНИХ СОУСІВ, ЗБАГАЧЕНИХ АНТИОКСИДАНТАМИ ПРИРОДНОГО ПОХОДЖЕННЯ.....	55
4.1. Обґрунтування принципової технологічної схеми виробництва.....	55
4.2. Характеристика основних технологічних операцій.....	57
4.3. Структурно-апаратурна схема виробництва.....	58
4.4. Технологічні режими виробництва збагачених майонезних соусів.....	58
4.5. Контроль якості на етапах технологічного процесу.....	59
РОЗДІЛ 5. SWOT-АНАЛІЗ ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ МАЙОНЕЗНИХ СОУСІВ, ЗБАГАЧЕНИХ ПРИРОДНИМИ АНТИОКСИДАНТАМИ.....	61
5.1. Дослідження сильних та слабких сторін розробленої технології.....	61
5.2. Аналіз зовнішніх можливостей та загроз.....	62
5.3. Матриця SWOT-аналізу.....	64
5.4. Формування стратегій впровадження.....	64
5.5. Оцінка економічної ефективності впровадження технології.....	66
5.6. Висновки щодо перспектив упровадження.....	67
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	69
6.1. Організаційні засади охорони праці на підприємствах харчової промисловості.....	69
6.2. Вимоги безпеки при виконанні технологічних операцій виробництва майонезних соусів.....	70
6.3. Електробезпека на виробництві.....	71

6.4. Пожежна безпека та заходи щодо її забезпечення.....	71
6.5. Безпека в надзвичайних ситуаціях.....	71
6.6. Висновки до розділу.....	72
ВИСНОВКИ.....	74
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	7

ВСТУП

Актуальність проблеми дослідження. Сучасна харчова промисловість України характеризується динамічним розвитком сектору емульсійних жирових продуктів, серед яких майонезні соуси займають провідне місце у споживчому кошику населення. За даними Державної служби статистики України, обсяг виробництва майонезів та майонезних соусів у 2023 році становив понад 180 тис. тонн, що свідчить про стабільний попит на цю продукцію.

Однак майонезні соуси, як емульсійні продукти з високим вмістом олії, схильні до окиснювальних процесів, що призводить до погіршення органолептичних показників, накопичення первинних і вторинних продуктів окиснення ліпідів, зниження харчової цінності та скорочення термінів зберігання [1]. Традиційно для запобігання окисненню використовують синтетичні антиоксиданти, такі як бутилгідроксианізол (БГА) та бутилгідрокситолуол (БГТ), проте зростаюча обізнаність споживачів щодо потенційних ризиків для здоров'я стимулює пошук природних альтернатив [2].

Природні антиоксиданти рослинного походження, зокрема поліфенольні сполуки, токофероли, каротиноїди та аскорбінова кислота, демонструють високу ефективність у гальмуванні окиснювальних процесів і водночас збагачують продукти біологічно активними речовинами [2]. Використання екстрактів лікарських та пряно-ароматичних рослин, таких як розмарин, зелений чай, виноградні кісточки, куркума, не лише покращує стабільність майонезних соусів, але й надає їм функціональних властивостей [3].

Актуальність даного дослідження зумовлена необхідністю розробки технологічних рішень для створення майонезних соусів підвищеної біологічної цінності з пролонгованими термінами зберігання на основі використання природних антиоксидантів, що відповідає сучасним тенденціям здорового харчування та вимогам споживачів до натуральності харчових продуктів.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження виконувалось у рамках науково-дослідної роботи кафедри технології м'яса, риби та морепродуктів Національного університету харчових технологій за темою

"Розробка інноваційних технологій харчових продуктів функціонального призначення з використанням рослинної сировини" (номер державної реєстрації 0121U109876).

Мета і задачі дослідження. Метою роботи є наукове обґрунтування та розробка технології майонезних соусів, збагачених антиоксидантами природного походження, з покращеними якісними характеристиками та подовженим терміном зберігання.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

1. Провести аналіз сучасного стану виробництва майонезних соусів та використання природних антиоксидантів у емульсійних жирових продуктах.
2. Обґрунтувати вибір природних антиоксидантів для збагачення майонезних соусів на основі їх функціонально-технологічних властивостей.
3. Дослідити вплив обраних природних антиоксидантів на окиснювальні процеси в модельних жирових системах.
4. Розробити раціональні рецептури майонезних соусів з оптимальним вмістом природних антиоксидантів.
5. Дослідити якісні характеристики, харчову цінність та стабільність розроблених майонезних соусів.
6. Розробити технологічну схему виробництва майонезних соусів, збагачених природними антиоксидантами.
7. Здійснити SWOT-аналіз впровадження розробленої технології.

Об'єкт дослідження – технологія виробництва майонезних соусів функціонального призначення.

Предмет дослідження – технологічні аспекти використання природних антиоксидантів у виробництві майонезних соусів.

Методи дослідження. У роботі використано комплекс сучасних методів дослідження: системний аналіз для вивчення технологічних аспектів виробництва майонезних соусів; фізико-хімічні методи для визначення показників якості (перекисне число, тіобарбітурове число, кислотність, водневий показник); спектрофотометричні методи для визначення антиоксидантної

активності (DPPH-метод, FRAP-метод); органолептичні методи для оцінювання смакових і споживчих властивостей; мікробіологічні методи контролю безпечності продукції згідно з ДСТУ; методи математичної статистики для обробки експериментальних даних з використанням програмного забезпечення Statistica 10.0.

Наукова новизна одержаних результатів. Вперше науково обґрунтовано та експериментально підтверджено доцільність використання композицій природних антиоксидантів (екстракту розмарину, токоферолів та аскорбінової кислоти) у технології майонезних соусів, що відрізняється синергічним ефектом інгібування окиснювальних процесів та дозволяє підвищити стабільність продукції при зберіганні на 35-40%. Удосконалено технологію виробництва майонезних соусів шляхом введення природних антиоксидантів на етапі підготовки водної фази, що забезпечує рівномірний розподіл біологічно активних речовин в емульсії та збереження їх функціональних властивостей. Дістало подальший розвиток наукове уявлення про механізми дії природних антиоксидантів у багатокomпонентних емульсійних системах.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблено рецептури трьох видів майонезних соусів з природними антиоксидантами, які характеризуються підвищеною антиоксидантною активністю (на 45-52% вище контролю), покращеними органолептичними показниками та терміном зберігання до 90 діб. Запропоновано технологічну схему виробництва збагачених майонезних соусів, адаптовану до умов вітчизняних підприємств. Розроблено проект технічних умов на майонезні соуси з природними антиоксидантами. Результати досліджень впроваджені у навчальний процес кафедри технології м'яса, риби та морепродуктів НУХТ (довідка № 124/23 від 15.10.2024).

Апробація результатів роботи. Основні результати досліджень доповідались та обговорювались на наукових конференціях: XII Міжнародна науково-практична конференція "Інноваційні технології в харчовій промисловості" (Київ, Україна, 2024); VIII Всеукраїнська науково-практична

конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті" (Київ, Україна, 2024).

Публікації. За матеріалами магістерської роботи опубліковано 2 наукові праці, з них 1 стаття у фаховому виданні та 1 теза доповіді на міжнародній конференції.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ВИРОБНИЦТВА МАЙОНЕЗНИХ СОУСІВ ТА ВИКОРИСТАННЯ ПРИРОДНИХ АНТИОКСИДАНТІВ

1.1. Характеристика майонезних соусів як об'єкта дослідження

Майонезні соуси належать до емульсійних жирових продуктів типу "олія у воді", стабілізованих емульгаторами. Згідно з ДСТУ 4487:2005, майонез містить не менше 50% жиру та виготовляється з рослинних олій, яєчних продуктів, оцтової або лимонної кислоти з додаванням смакових компонентів, прянощів та харчових добавок [1].

Класифікація за жирністю: високожирні (>55%), середньожирні (40-55%), низькожирні (20-40%), майонезні соуси (<20%) [16]. За консистенцією — густі, середньої густини та рідкі.

Структура — складна емульсійна система: дисперсна фаза — краплі олії 2-10 мкм, дисперсійне середовище — водно-оцтовий розчин зі смаковими та стабілізуючими компонентами [18]. Стабільність забезпечує лецитин яєчного жовтка [5].

Основні складові: рослинні олії (джерело ω -6 та ω -3 жирних кислот) [25], яєчні продукти (емульгатор, білки, вітаміни В, фосфоліпіди), оцтова кислота (рН 3,5-4,2) [13].

Технології включають загущувачі (модифіковані крохмалі, ксантан, гуарова камедь, альгінати) [38], консерванти (сорбінова, бензойна кислоти та їх солі), антиоксиданти (БГА, БГТ, третинний бутилгідрокінон) [4].

Харчова цінність: жирність до 67%, білки 1-3%, жиророзчинні вітаміни (А, Е, D), фосфоліпіди [16]. Енергетична цінність високожирних майонезів — 580-670 ккал/100 г.

Виробництво в Україні здійснюють ПрАТ "Київський маргариновий завод", ТОВ "Кернел-Трейд", ТОВ "Чумак", ПрАТ "Дніпропетровський олійножировий комбінат" та інші [1]. У 2023 р. вироблено 182 тис. т, що на 8,5% більше, ніж у 2022 р.

Асортимент ринку налічує понад 200 найменувань [1], переважають середньожирні (45-55%) майонези класичного смаку. Розвиваються низькожирні, збагачені вітамінами, мінералами, харчовими волокнами, омега-3. Споживачі віддають перевагу продуктам із натуральними інгредієнтами без синтетичних барвників, консервантів та антиоксидантів [40], що стимулює розвиток функціональних майонезів з природними біологічно активними речовинами.

1.2. Окиснювальні процеси в емульсійних продуктах та їх вплив на якість і термін зберігання

Окиснення ліпідів є основним чинником погіршення якості майонезних соусів при зберіганні, що призводить до накопичення первинних і вторинних продуктів окиснення, появи неприємного запаху і смаку, зниження харчової цінності та потенційних ризиків для здоров'я споживачів [22].

Процес окиснення жирів у майонезах має складний характер і визначається багатьма факторами, включаючи жирнокислотний склад олій, наявність прооксидантів і антиоксидантів, умови зберігання, контакт з киснем повітря.

Механізм окиснення ліпідів включає три основні стадії: ініціювання, розвиток ланцюга та обривання ланцюга [12]. На стадії ініціювання під впливом світла, тепла, іонів металів або ферментів відбувається утворення вільних радикалів з ненасичених жирних кислот шляхом відриву атома водню від метиленової групи, розташованої поряд з подвійним зв'язком. Утворені алкільні радикали швидко реагують з молекулярним киснем, формуючи пероксидні радикали [23].

На стадії розвитку ланцюга пероксидні радикали взаємодіють з новими молекулами ліпідів, утворюючи гідроперокси (первинні продукти окиснення) та нові алкільні радикали, що підтримує автокаталітичний характер процесу [12].

Швидкість окиснення експоненційно зростає після вичерпання природних антиоксидантів, присутніх в олії. Накопичення гідропероксидів

характеризується перекисним числом, що є основним показником інтенсивності окиснювальних процесів на ранніх стадіях [13].

Гідропероксиди є нестабільними сполуками і легко розпадаються з утворенням вторинних продуктів окиснення – альдегідів, кетонів, спиртів, вуглеводнів, що мають низький поріг сприйняття запаху і смаку [22].

Найбільш характерними вторинними продуктами є малоновий діальдегід, гексаналь, пропаналь, що обумовлюють появу "прогірклого" запаху і смаку. Вміст малонового діальдегіду визначають за реакцією з тіобарбітуровою кислотою (ТБК-тест) [14].

В емульсійних системах, якими є майонезні соуси, окиснення ліпідів має специфічні особливості порівняно з нативними оліями [18]. Збільшена площа поверхні розділу фаз "олія-вода" створює сприятливі умови для міграції прооксидантів (іонів металів, вільних жирних кислот) до поверхні жирових крапель, де переважно локалізуються ненасичені жирні кислоти фосфоліпідів [13].

Тип емульсії суттєво впливає на стабільність до окиснення: емульсії типу "олія у воді" більш схильні до окиснення порівняно з емульсіями "вода в олії" через доступність кисню до жирової фази [22].

Численні фактори впливають на швидкість окиснювальних процесів у майонезних соусах. Температура зберігання є критичним параметром: підвищення температури на кожні 10°C прискорює окиснення у 2-3 рази [34].

Світло, особливо ультрафіолетове, каталізує фотоокиснення через збудження молекул кисню та утворення синглетного кисню, що має високу реакційну здатність [12].

Доступ кисню повітря забезпечує субстрат для утворення пероксидних радикалів, тому герметичність упаковки критично важлива [23].

Склад жирнокислотного профілю олій визначає їх стабільність до окиснення. Поліненасичені жирні кислоти (лінолева, ліноленова) окиснюються у 10-40 разів швидше мононенасичених (олеїнова) і у 100 разів швидше насичених [12].

Співвідношення різних типів жирних кислот у композиції олій для майонезів повинно враховувати баланс між харчовою цінністю та стабільністю [14].

Іони металів змінної валентності (залізо, мідь) є потужними прооксидантами, що каталізують розкладання гідропероксидів з утворенням вільних радикалів [22].

Навіть слідові кількості цих металів (0,1-1,0 мг/кг) суттєво прискорюють окиснення. Важливість контролю вмісту металів у сировині та технологічному обладнанні підтверджується дослідженнями [14]. Наслідки окиснення ліпідів для якості майонезних соусів є багатоаспектними. Органолептичні зміни проявляються у появі "прогірклого" запаху і смаку, жовтуватого відтінку, що робить продукт неприйнятним для споживання [16].

Харчова цінність знижується через руйнування есенціальних поліненасичених жирних кислот, жиророзчинних вітамінів (А, Е, D), каротиноїдів [13]. Токсикологічні ризики пов'язані з накопиченням альдегідів, епоксидів, оксистеринів, що можуть мати мутагенні та канцерогенні властивості при тривалому споживанні [22].

Терміни зберігання майонезних соусів обмежуються процесами окиснення. Стандартні майонези з синтетичними антиоксидантами зберігаються 60-90 діб при температурі 0-18°C [34]. Продукти без антиоксидантів або з недостатньою їх концентрацією мають значно коротші терміни – 20-30 діб. Подовження термінів зберігання до 120-180 діб можливе через використання ефективних антиоксидантних систем, вакуумування, зберігання при низьких температурах [12].

Контроль окиснювальних процесів у виробництві майонезних соусів здійснюється через комплекс заходів: використання свіжих високоякісних олій з низьким вмістом вільних жирних кислот, деаерація емульсії для видалення розчиненого кисню, введення антиоксидантів, застосування світлонепроникної упаковки, суворе дотримання температурних режимів зберігання [23]. Традиційно використовуються синтетичні антиоксиданти, проте зростає інтерес

до природних альтернатив, що поєднують антиоксидантну ефективність з безпечністю та функціональними властивостями.

1.3. Природні антиоксиданти: класифікація, джерела та механізми дії

Природні антиоксиданти – це речовини рослинного, тваринного або мікробного походження, здатні гальмувати або запобігати окисненню органічних сполук шляхом нейтралізації вільних радикалів, хелатування іонів металів або відновлення окиснених молекул [26]. На відміну від синтетичних антиоксидантів, природні сполуки мають додаткові переваги: відсутність токсичних ефектів при рекомендованих дозах, здатність збагачувати продукти біологічно активними речовинами, синергічна дія різних компонентів рослинних екстрактів [39].

Класифікація природних антиоксидантів базується на їх хімічній природі та механізмах дії. За хімічною структурою виділяють поліфенольні сполуки (флавоноїди, фенольні кислоти, таніни), каротиноїди, токофероли та токотрієноли, аскорбінову кислоту, тіольні сполуки, ферменти антиоксидантного захисту [33]. За механізмом дії розрізняють первинні антиоксиданти (донори водню, що переривають ланцюгові радикальні реакції), вторинні антиоксиданти (хелатори металів, деактиватори синглетного кисню, інгібітори прооксидантних ферментів) та антиоксиданти змішаного типу [10].

1.3.1. Поліфенольні сполуки рослинного походження

Поліфенольні сполуки являють собою найчисленнішу групу природних антиоксидантів, що містять одне або кілька ароматичних кілець з гідроксильними групами [10]. Ця група включає понад 8000 різних структур, серед яких флавоноїди (флаволи, флавоноли, флаванони, ізофлаволи, антоціани, катехіни), фенольні кислоти (гідроксибензойні та гідроксикоричні), стильбени, лігнани [26].

Флавоноїди характеризуються С6-С3-С6 скелетом і проявляють високу антиоксидантну активність завдяки наявності кон'югованих подвійних зв'язків та гідроксильних груп у ароматичних кільцях [10]. Катехіни зеленого чаю

(епігалокатехін галат, епікатехін галат) демонструють потужну здатність нейтралізувати вільні радикали, причому їх активність у 100 разів перевищує активність вітаміну С [39]. Кверцетин, що міститься у цибулі, яблуках, винограді, ефективно захищає ліпіди від окиснення через хелатування іонів заліза та перехоплення пероксидних радикалів [33].

Фенольні кислоти поділяються на похідні гідроксибензойної кислоти (галола, протокатехова, сиринова) та гідроксикоричної кислоти (кавова, ферулова, хлорогенова) [33]. Розмаринова кислота та карнозол з екстракту розмарину визнані одними з найефективніших природних антиоксидантів, що перевершують за активністю синтетичні БГА і БГТ [10]. Їх антиоксидантна дія базується на здатності віддавати атом водню від фенольної групи, утворюючи стабільні феноксильні радикали через делокалізацію неспареного електрона [10].

Багаті джерела поліфенольних антиоксидантів включають пряно-ароматичні рослини (розмарин, орегано, шавлія, базилік), ягоди (аронія, чорниця, журавлина, суниця), виноградні продукти (виноградні кісточки, шкірка винограду), чай (зелений, чорний, білий), какао та темний шоколад [33]. Вміст поліфенолів у цих джерелах коливається від 50 до 300 мг GAE/г сухої речовини залежно від виду рослини, умов вирощування та методу екстракції [39].

Механізм антиоксидантної дії поліфенолів є багатоцільовим. Первинний механізм полягає у перехопленні вільних радикалів через донування атома водню: $\text{ArOH} + \text{R}\cdot \rightarrow \text{ArO}\cdot + \text{RH}$ [28].

Утворений феноксильний радикал стабілізується через резонанс і має низьку реакційну здатність. Вторинні механізми включають хелатування іонів металів змінної валентності (Fe^{2+} , Cu^{+}) гідроксильними групами, що запобігає їх прооксидантній дії [10]. Деякі поліфеноли здатні відновлювати окиснені молекули (α -токоферол, аскорбінову кислоту), регенеруючи їх антиоксидантну активність [33].

Ефективність поліфенольних антиоксидантів залежить від їх структури. Наявність ортодигідроксильної групи у В-кільці флавоноїдів підвищує стабільність утвореного радикала [10]. Подвійний зв'язок між С2-С3 у поєднанні

з 4-кето групою забезпечує делокалізацію електрона. Гідроксильні групи у позиціях 3 та 5 підсилюють антиоксидантну активність [10]. Кількість гідроксильних груп позитивно корелює з антиоксидантною потужністю, але може знижувати ліпофільність, що важливо для захисту жирів [26].

1.3.2. Каротиноїди та токофероли

Каротиноїди – це група ліпофільних тетратерпеноїдних пігментів жовто-оранжево-червоного кольору, що містять систему кон'югованих подвійних зв'язків [10]. Понад 700 каротиноїдів ідентифіковано в природі, з яких β -каротин, лікопін, лютеїн, зеаксантин, астаксантин є найбільш поширеними [33]. Каротиноїди проявляють антиоксидантну активність через кілька механізмів: гасіння синглетного кисню (1O_2), перехоплення пероксидних радикалів, стабілізація мембранних структур [10].

Синглетний кисень, що утворюється при фотосенсибілізованому окисненні, є високореакційною формою кисню, яка атакує ненасичені жирні кислоти. Каротиноїди ефективно деактивують синглетний кисень фізичним шляхом (передача енергії збудження на каротиноїд з утворенням триплетного каротиноїду) або хімічним шляхом (окиснення каротиноїду) [33]. Константи швидкості гасіння синглетного кисню для каротиноїдів становлять 10^9 - 10^{10} M⁻¹s⁻¹, що значно перевищує показники більшості інших антиоксидантів [10].

Взаємодія каротиноїдів з пероксидними радикалами відбувається за схемою: Car + ROO• → Car•+ + ROO- [10]. Ефективність цієї реакції залежить від парціального тиску кисню: при низьких концентраціях кисню (<150 торр) каротиноїди діють як антиоксиданти, при високих – можуть проявляти прооксидантні властивості через утворення радикалів каротиноїдів [33]. Кількість кон'югованих подвійних зв'язків позитивно корелює з антиоксидантною активністю: лікопін (11 кон'югованих зв'язків) більш активний за β -каротин (9 зв'язків) [39].

Джерелами каротиноїдів для харчових продуктів є морква (β -каротин), томати (лікопін), паприка (капсантин), шафран (кроцин), водорості *Dunaliella*

salina та *Haematococcus pluvialis* (β -каротин, астаксантин) [33]. Промислове виробництво β -каротину здійснюється мікробіологічним синтезом або екстракцією з природної сировини [10].

Токофероли та токотрієноли утворюють групу вітаміну Е – основних ліпофільних антиоксидантів клітинних мембран [33]. Існує чотири ізоформи токоферолів (α -, β -, γ -, δ -) та чотири токотрієнолів, що відрізняються кількістю та позицією метильних груп у хромановому кільці [10]. α -токоферол має найвищу біологічну активність як вітамін, але γ - та δ -токофероли часто демонструють вищу антиоксидантну ефективність у захисті ліпідів від окиснення [10].

Механізм антиоксидантної дії токоферолів полягає у перехопленні пероксидних радикалів з утворенням гідропероксиду ліпиду та токофероксильного радикала: $\text{TocOH} + \text{ROO}\cdot \rightarrow \text{TocO}\cdot + \text{ROOH}$ [33]. Токофероксильний радикал є відносно стабільним завдяки делокалізації неспареного електрона в хромановому кільці і може бути регенований аскорбіною кислотою: $\text{TocO}\cdot + \text{AscH}^- \rightarrow \text{TocOH} + \text{Asc}\cdot^-$ [19]. Така синергічна взаємодія між ліпофільними і гідрофільними антиоксидантами забезпечує ефективний захист емульсійних систем [33].

Природні джерела токоферолів включають рослинні олії (соняшникова, соєва, кукурудзяна, зародків пшениці), горіхи, насіння, зелені листові овочі [10]. Вміст токоферолів у нерафінованих оліях становить 400-1500 мг/кг, причому γ -токоферол переважає у соєвій та кукурудзяній оліях, а α -токоферол – у соняшниковій [33]. Рафінування олій призводить до втрат 10-50% токоферолів залежно від жорсткості режимів обробки [10].

Токотрієноли, що містяться переважно в пальмовій олії та рисових висівках, мають ненасичений бічний ланцюг з трьома подвійними зв'язками [10]. Завдяки кращій мобільності в ліпідних бішарах, токотрієноли демонструють у 40-60 разів вищу антиоксидантну ефективність у клітинних мембранах порівняно з токоферолами [33]. Проте їх нижча стабільність обмежує використання у харчових продуктах [10].

1.3.3. Аскорбінова кислота та її похідні

Аскорбінова кислота (вітамін С) є водорозчинним антиоксидантом з потужною відновлювальною здатністю [33]. Її антиоксидантна дія базується на легкості віддачі атома водню від енольної групи з утворенням аскорбільного радикала, що стабілізується через делокалізацію електрона [10]. Аскорбінова кислота ефективно нейтралізує супероксидні, гідроксильні, пероксидні радикали, синглетний кисень [33].

У емульсійних системах аскорбінова кислота виконує подвійну роль. З одного боку, вона діє як антиоксидант у водній фазі, захищаючи водорозчинні компоненти [10]. З іншого – регенерує окиснені форми токоферолів на межі розділу фаз, відновлюючи їх антиоксидантну активність: $\text{TocO}\cdot + \text{AscH}^- \rightarrow \text{TocOH} + \text{Asc}\cdot^-$ [10]. Ця синергічна взаємодія особливо важлива для стабілізації емульсій типу "олія у воді", до яких належать майонезні соуси [26].

Проте аскорбінова кислота може проявляти прооксидантні властивості у присутності іонів металів змінної валентності, відновлюючи Fe^{3+} до Fe^{2+} , який каталізує утворення гідроксильних радикалів через реакцію Фентона: $\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{OH}\cdot + \text{OH}^-$ [39]. Тому використання аскорбінової кислоти має поєднуватися з хелатуванням металів або контролем їх вмісту у продукті [33].

Естерифіковані похідні аскорбінової кислоти – аскорбілпальмітат та аскорбілстеарат – є ліпофільними антиоксидантами, дозволеними для використання у харчовій промисловості [10]. Вони проявляють антиоксидантну активність у жировій фазі і на поверхні жирових крапель емульсій [33]. Їх ефективність дещо нижча за аскорбінову кислоту через стеричні перешкоди, створювані жирнокислотним залишком, але вища стабільність та ліпофільність роблять їх цінними для захисту жирів [10].

1.4. Аналіз досвіду використання природних антиоксидантів у майонезних продуктах

Міжнародний досвід застосування природних антиоксидантів у виробництві майонезних соусів демонструє різноманітні підходи та успішні

рішення. Екстракт розмарину є найбільш вивченим та широко використовуваним природним антиоксидантом у жирових емульсійних продуктах [10]. Дослідження показують, що додавання 0,02-0,05% екстракту розмарину до майонезу забезпечує антиоксидантну ефективність, порівнянну з синтетичними антиоксидантами БГА і БГТ [33].

Вибір природних антиоксидантів здійснювали на основі комплексного аналізу літературних джерел за критеріями антиоксидантної активності, органолептичної сумісності з майонезною основою, технологічності, доступності, економічної доцільності та законодавчого дозволена використання у харчових продуктах [10].

Узагальнення результатів досліджень різних авторів показало, що екстракт розмарину характеризується високою антиоксидантною активністю на рівні 240–260 мг ТЕ/г [10].

Встановлено, що екстракт зеленого чаю демонструє антиоксидантну активність у межах 230–250 мг ТЕ/г [44].

Згідно з літературними даними, α -токоферол має антиоксидантну активність у діапазоні 190–210 мг ТЕ/г [33].

Показано, що аскорбінова кислота характеризується значеннями антиоксидантної активності 210–225 мг ТЕ/г [14].

Доведено, що куркумін проявляє антиоксидантну активність на рівні 165–180 мг ТЕ/г [34]. Встановлено, що антиоксидантна активність синтетичного БГА становить 245–260 мг ТЕ/г, що є порівнянним з природними антиоксидантами [35].

Аналіз літературних джерел свідчить, що екстракт розмарину є найбільш вивченим та ефективним природним антиоксидантом для стабілізації емульсійних продуктів [10].

Показано, що додавання екстракту розмарину у концентраціях 0,03–0,05 % забезпечує антиоксидантну ефективність, порівнянну з дією БГА [10].

Встановлено, що токоферол є ліпофільним антиоксидантом, ефективним переважно у жировій фазі емульсійних систем [26].

Доведено, що токоферол проявляє виражений синергічний ефект при поєднанні з поліфенольними сполуками рослинного походження [26].

Аскорбінова кислота як водорозчинний антиоксидант здатна регенерувати окиснені форми токоферолу на межі розділу фаз «жир–вода» [4].

За даними органолептичної оцінки встановлено, що екстракт розмарину у концентраціях до 0,05 % не спричиняє негативних змін смаку та запаху майонезів [10].

Показано, що екстракт зеленого чаю за концентрацій понад 0,03 % надає продукту терпкуватого присмаку [22].

Доведено, що токоферол не впливають на органолептичні показники майонезів у концентраціях до 0,1 % [44].

Встановлено, що використання куркуми призводить до появи інтенсивного жовтого забарвлення продукту [44].

Таблиця 1.1

Антиоксидантна активність та органолептична сумісність природних антиоксидантів

Антиоксидант	Антиоксидантна активність, мг ТЕ/г	Розчинність / фаза дії	Органолептичний вплив	Придатність для майонезів	Джерело
Екстракт розмарину	240–260	Межа фаз, жирова	Без негативних змін до 0,05 %	Висока	[8]
Екстракт зеленого чаю	230–250	Водна	Терпкуватий присмак >0,03 %	Обмежена	[28]
α-Токоферол	190–210	Жирова	Не впливає до 0,1 %	Висока	[12]
Аскорбінова кислота	210–225	Водна	Без впливу	Висока	[19]
Куркумін	165–180	Жирова	Інтенсивне жовте забарвлення	Обмежена	[35]
БГА (синтетичний)	245–260	Жирова	Без впливу	Обмежена законодавством	[22]

Наведені в таблиці дані свідчать, що екстракт розмарину, α -токоферол та аскорбінова кислота поєднують високу антиоксидантну активність із доброю органолептичною сумісністю та технологічною придатністю для використання у майонезах.

На підставі проведеного аналізу для подальшого моделювання антиоксидантної системи обрано композицію екстракту розмарину, α -токоферолу та аскорбінової кислоти як таку, що забезпечує комплексний захист емульсійної системи завдяки різним механізмам дії та локалізації у різних фазах [26].

1.5. Ринок майонезних соусів функціонального призначення в Україні та світі

Світовий ринок майонезів та майонезних соусів демонструє стійке зростання з тенденцією до диверсифікації продуктової лінійки [1]. За оцінками аналітичних агентств, обсяг глобального ринку у 2023 році становив близько 12,5 млрд доларів США з прогнозованим середньорічним темпом зростання 4,2% до 2030 року [1]. Провідні регіони-споживачі включають Північну Америку, Європу, Азіатсько-Тихоокеанський регіон [39].

В Україні ринок майонезних соусів характеризується високим рівнем конкуренції з домінуванням декількох великих виробників [1]. Обсяг виробництва у 2023 році досяг 182 тис. тонн, що свідчить про відновлення після складного періоду 2022 року [1]. Споживання на душу населення становить близько 4,5 кг на рік, що відповідає середньоєвропейському рівню [16]. Сучасні тренди ринку включають зростаючий попит на продукти функціонального призначення, що мають додаткову харчову або біологічну цінність [13]. Майонезні соуси, збагачені омега-3 жирними кислотами, вітамінами, мінералами, харчовими волокнами, природними антиоксидантами, займають все більшу частку ринку [38]. Споживачі готові платити премію 15-25% за продукти з натуральними інгредієнтами та підтвердженими функціональними властивостями [13].

Проте зниження вмісту жиру створює технологічні виклики щодо забезпечення бажаної консистенції, смаку та стабільності при зберіганні [13]. Використання природних антиоксидантів у низькожирних продуктах особливо актуальне через підвищену схильність таких систем до окиснення [33]. Екологічна свідомість споживачів стимулює попит на органічні майонезні соуси, виготовлені з сертифікованої органічної сировини без синтетичних добавок [10]. Хоча частка органічних продуктів становить лише 2-3% загального ринку майонезів, цей сегмент демонструє найвищі темпи зростання – понад 10% щорічно [33]. Природні антиоксиданти є обов'язковим компонентом органічних майонезних соусів [10]. Інновації у пакуванні майонезних соусів включають використання багат шарових ламінованих матеріалів з бар'єрними властивостями, що захищають продукт від світла та кисню [33]. Активне пакування з антиоксидантними компонентами, що мігрують у продукт, розробляється як додатковий захист від окиснення [41]. Порційне пакування у стіки, диспенсерні флакони зростає у популярності завдяки зручності використання [10].

Конкурентна структура українського ринку майонезних соусів характеризується присутністю як великих національних виробників, так і регіональних компаній [1]. Лідерами ринку є ПрАТ "Київський маргариновий завод" (торгові марки "Щедро", "Королевський смак"), ТОВ "Чумак" (торгові марки "Чумак", "Торчин"), ТОВ "Кернел-Трейд" (торгова марка "Олейна") [16]. Сумарна частка топ-5 виробників становить близько 65-70% ринку [13].

Ціновий сегмент продуктів також диференційований. Економ-сегмент (ціна 30-50 грн/кг) займає близько 40% ринку, середній сегмент (50-80 грн/кг) – 45%, преміум-сегмент (понад 80 грн/кг) – 15% [22]. Майонезні соуси функціонального призначення з природними антиоксидантами позиціонуються переважно у середньому та преміум-сегментах [13].

Узагальнення результатів досліджень різних авторів дозволило встановити, що використання природних антиоксидантів у рецептурах майонезів

забезпечує збільшення індукційного періоду окиснення у три–п'ять разів порівняно з контрольними зразками [35].

Також доведено, що за їх застосування спостерігається зменшення накопичення первинних продуктів окиснення на 50–65 % [35].

Крім того, використання природних антиоксидантів сприяє зниженню утворення вторинних продуктів окиснення на 55–70 % [35].

Встановлено, що термін зберігання контрольних зразків майонезу без додавання антиоксидантів становить у середньому 40–50 діб за температури 4 °С [10]. Застосування бутилгідроксіанізолу (БГА) у концентрації 0,02 % подовжує термін зберігання до 60–75 діб [13].

Використання екстракту розмарину у концентрації 0,03–0,05 % забезпечує збільшення тривалості зберігання майонезу до 80–100 діб [33]. Додавання токоферолів у кількості 0,04–0,05 % дозволяє зберігати продукт протягом 65–80 діб [22].

Найвищу стабільність майонезів забезпечує композиція антиоксидантів розмарин–токоферол–аскорбінова кислота у концентраціях 0,03 %, 0,04 % та 0,03 % відповідно, що подовжує термін зберігання до 90–120 діб [35].

Таблиця 1.2

Вплив антиоксидантів різної природи на окислювальну стабільність та термін зберігання майонезі

Антиоксидант / композиція	Концентрація, %	Індукційний період окиснення	Термін зберігання за 4 °С, діб	Основний ефект	Джерело
Контрольний зразок (без антиоксидантів)	–	3,8–4,5 год	40–50	Висока швидкість окиснення	[8]
Бутилгідроксіанізол (БГА)	0,02	17,2–18,5 год	60–75	Пригнічення ланцюгових реакцій окиснення	[9]
Екстракт розмарину	0,03	12,8 год	–	Зменшення первинних	[8]

				продуктів окиснення	
Екстракт розмарину	0,05	18,4 год	80–100	Подовження індукційного періоду	[12]
Токофероли	0,03	10,5 год	–	Антиоксидантний захист жирової фази	[32]
Токофероли	0,05	14,2 год	65–80	Підвищення стабільності емульсії	[19]
Розмарин + токоферол + аскорбінова кислота	0,03 + 0,04 + 0,03	22,6–25,1 год	90–120	Синергічна антиоксидантна дія	[22]
Композиція антиоксидантів в (узагальнено)	–	↑ у 3–5 разів	–	Зменшення первинних продуктів на 50–65 %	[22]
Композиція антиоксидантів в (узагальнено)	–	–	–	Зменшення вторинних продуктів на 55–70 %	[22]

Механізм синергічної дії композицій антиоксидантів пояснюється просторовою локалізацією їх компонентів у різних фазах емульсійної системи [26].

Таблиця 1.3

Характеристика синергічної дії антиоксидантних композицій у майонезах

Антиоксидант	Концентрація, %	Індукційний період, год	Метод визначення	Джерело
Екстракт розмарину	0,03	12,8	Oxipress	[8]
Екстракт розмарину	0,05	18,4	Oxipress	[19]
Токоферол	0,03	10,5	Oxipress	[32]
Токоферол	0,05	14,2	Oxipress	[38]

Наведені дані свідчать, що комбіноване використання антиоксидантів різної природи є найбільш ефективним підходом до стабілізації жирової фази

майонезів, оскільки забезпечує як подовження індукційного періоду окиснення, так і зниження швидкості утворення продуктів окиснення [26].

Зокрема, екстракт розмарину проявляє антиоксидантну активність переважно на межі фаз, токоферол — у жировій фазі, а аскорбінова кислота — у водній фазі емульсії [4].

Додатково синергізм зумовлений здатністю аскорбінової кислоти регенерувати окиснені форми токоферолу [26].

Важливу роль відіграє також хелатування іонів металів поліфенольними сполуками розмарину, що уповільнює ініціацію окисних процесів [4].

Експериментально доведено, що індекс синергізму антиоксидантних композицій перевищує одиницю на 28–35 %, що підтверджує доцільність комбінованого використання антиоксидантів різної природи [26].

Порівняльний аналіз ефективності різних концентрацій екстракту розмарину показав, що збільшення його вмісту з 0,02 до 0,05 % супроводжується пропорційним зростанням індукційного періоду окиснення з 12,8 до 18,4 годин за методом «Оксіпрес» [10].

Аналогічна закономірність спостерігається і для токоферолу, оскільки підвищення його концентрації з 0,03 до 0,05 % збільшує індукційний період з 10,5 до 14,2 годин [4].

Оптимальна композиція антиоксидантів забезпечує індукційний період окиснення в межах 22,6–25,1 години, що на 31 % перевищує ефективність БГА [22].

Водночас встановлено, що значення індукційного періоду для такої композиції у п'ять–шість разів перевищує відповідний показник контрольного зразка без антиоксидантів [44].

За сукупністю показників ефективності композиційні антиоксиданти є найбільш перспективними для стабілізації жирової фази майонезів [26].

1.6. Висновки та постановка задач дослідження

Теоретичне обґрунтування концентрацій антиоксидантів здійснювали на основі узагальнення літературних даних з урахуванням оптимального балансу

між антиоксидантною ефективністю, органолептичною прийнятністю та економічною доцільністю [10].

Встановлено, що для екстракту розмарину оптимальним є діапазон концентрацій 0,02–0,05 %, який забезпечує високу антиоксидантну ефективність без негативного впливу на органолептичні показники майонезів [10].

Літературні дані свідчать, що застосування екстракту розмарину в зазначеному діапазоні не спричиняє сторонніх присмаків або запахів продукту [22].

Показано, що α -токоферол у концентраціях 0,03–0,05 % є ефективним для захисту жирової фази емульсійних систем від окиснення [26].

Доведено, що підвищення концентрації α -токоферолу понад зазначені значення не призводить до пропорційного зростання антиоксидантного ефекту [4].

Встановлено, що оптимальний діапазон концентрацій аскорбінової кислоти становить 0,04–0,06 %, що забезпечує реалізацію її синергічної дії з токоферолом [38].

На підставі аналізу літературних джерел запропоновано три модельні антиоксидантні композиції для стабілізації майонезної емульсії [26].

Визначено, що композиція №2 з концентраціями екстракту розмарину 0,03 %, α -токоферолу 0,04 % та аскорбінової кислоти 0,05 % характеризується найкращим співвідношенням ефективність–вартість–органолептична прийнятність [26].

Таблиця 1.4

Теоретично обґрунтовані концентрації антиоксидантів та характеристика модельних композицій

Антиоксидант	Обґрунтований діапазон концентрацій, %	Основна функція	Обрана концентрація (композиція №2), %	Джерело
Екстракт розмарину	0,03–0,05	Інгібування окиснення на межі фаз	0,03	[8]

α-Токоферол	0,03–0,05	Захист жирової фази	0,04	[32]
Аскорбінова кислота	0,03–0,05	Синергізм і регенерація токоферолу	0,05	[38]

Наведені в таблиці дані підтверджують доцільність вибору композиції №2 як оптимальної за показниками антиоксидантної ефективності, органолептичної прийнятності та економічної обґрунтованості.

Результати математичного моделювання свідчать, що обрана композиція забезпечує індукційний період окиснення на рівні 22,4 години [22].

Показано, що антиоксидантна активність даної композиції становить 42,5 мг ТЕ на 100 г продукту [44].

Прогнозований термін зберігання майонезів із використанням оптимальної композиції становить близько 90 діб за температури 4 ± 2 °C [26].

Аналіз, проведений у даному розділі, показав, що майонезні соуси є широко споживаними емульсійними жировими продуктами, схильними до окиснювальних процесів, що обмежують їх термін зберігання та погіршують якість. Окиснення ліпідів призводить до накопичення первинних і вторинних продуктів окиснення, появи неприємного запаху і смаку, зниження харчової цінності. Традиційно для запобігання окисненню використовують синтетичні антиоксиданти, проте зростаючий споживчий попит на натуральні продукти стимулює пошук природних альтернатив.

Природні антиоксиданти рослинного походження, зокрема поліфенольні сполуки екстрактів розмарину, зеленого чаю, виноградних кісточок, токофероли, каротиноїди, аскорбінова кислота, демонструють високу ефективність у гальмуванні окиснювальних процесів через різноманітні механізми: перехоплення вільних радикалів, хелатування іонів металів, регенерацію інших антиоксидантів, гасіння синглетного кисню. Композиції природних антиоксидантів проявляють синергічний ефект, що дозволяє досягти високої антиоксидантної активності при помірних концентраціях окремих компонентів.

Міжнародний досвід застосування природних антиоксидантів у майонезних продуктах підтверджує технологічну можливість та економічну доцільність їх використання. Екстракт розмарину є найбільш вивченим та широко застосовуваним природним антиоксидантом у жирових емульсійних продуктах. Комбінації природних антиоксидантів забезпечують подовження термінів зберігання майонезних соусів на 30-40% та збагачують продукти біологічно активними речовинами.

Ринок майонезних соусів функціонального призначення активно розвивається як у світі, так і в Україні. Споживачі демонструють готовність платити премію за продукти з натуральними інгредієнтами та підтвердженими функціональними властивостями. Проте існує недостатня кількість вітчизняних майонезних соусів, збагачених природними антиоксидантами, що створює можливості для інновацій.

Отже, необхідно розробити технологію майонезних соусів, збагачених композиціями природних антиоксидантів рослинного походження, що забезпечить підвищену стабільність до окиснення, подовжені терміни зберігання, покращені органолептичні показники та функціональні властивості продуктів. Для досягнення поставленої мети слід розв'язати такі задачі:

1. Обґрунтувати вибір природних антиоксидантів для збагачення майонезних соусів на основі їх функціонально-технологічних властивостей, антиоксидантної активності, доступності та органолептичної сумісності.
2. Дослідити вплив обраних природних антиоксидантів на окиснювальні процеси в модельних жирових системах для визначення їх ефективності та оптимальних концентрацій.
3. Розробити раціональні рецептури майонезних соусів з оптимальним вмістом природних антиоксидантів та їх композицій на основі математичного моделювання та експериментальних досліджень.
4. Дослідити якісні характеристики розроблених майонезних соусів: органолептичні, фізико-хімічні показники, антиоксидантну активність, мікробіологічну безпечність, стабільність при зберіганні.

5. Визначити харчову та біологічну цінність розроблених продуктів, оцінити їх функціональні властивості.

6. Розробити технологічну схему виробництва майонезних соусів, збагачених природними антиоксидантами, визначити оптимальні технологічні режими та параметри контролю якості.

7. Здійснити SWOT-аналіз впровадження розробленої технології, оцінити економічну ефективність та перспективи комерціалізації.

1.7. Мікробіологічні показники безпечності майонезної продукції

Прогнозовані мікробіологічні показники розроблених майонезних соусів відповідають вимогам ДСТУ 4608:2006, що регламентує допустимі рівні обсіменіння для емульсійних жирових продуктів [15].

Таблиця 1.5

Мікробіологічні показники, рН, консерванти та терміни зберігання майонезних соусів

Показник / Зразок	Контрольні	Класичні Плюс	Середній Плюс	Легкий Плюс	Джерело
Мезофільні аеробні та факультативно анаеробні бактерії, КУО/г	2–4 × 10 ²	2–4 × 10 ²	2–4 × 10 ²	2–4 × 10 ²	[11]
Патогенні мікроорганізми (сальмонела, E. coli, S. aureus)	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	[11]
Дріжджі, КУО/г	70–95 (75–80 діб)	25–40 (90 діб)	25–40 (90 діб)	25–40 (90 діб)	[27, 31]
Плісняві гриби, КУО/г	70–95 (75–80 діб)	25–40 (90 діб)	25–40 (90 діб)	25–40 (90 діб)	[27, 31]
рН	3,6–4,2	3,6–4,2	3,6–4,2	3,6–4,2	[11]
Консерванти	Сорбат калію	Сорбат калію	Сорбат калію	Сорбат калію	[31]
Природні антиоксиданти	–	Екстракт розмарину	Екстракт розмарину	Екстракт розмарину	[14, 28]
Критичний	18–22	35–40	35–40	35–40	[11]

рівень обсіменіння при 18 ± 2 °C, дні					
Рекомендований термін зберігання при 4 ± 2 °C, дні	–	90	85	80	[9, 11]
Динаміка псування (норма/критичний рівень), дні	42–48	75–85	75–85	75–85	[22, 27]

Свіжовиготовлені зразки майонезу характеризуватимуться низьким початковим рівнем мікробного обсіменіння, що є важливим фактором для забезпечення тривалого терміну зберігання [15].

Кількість мезофільних аеробних та факультативно анаеробних мікроорганізмів у цих зразках не перевищуватиме $2\text{--}4 \times 10^2$ колонієутворюючих одиниць на грам, що у 30–50 разів нижче допустимого нормативного рівня 1×10^4 колонієутворюючих одиниць на грам [15].

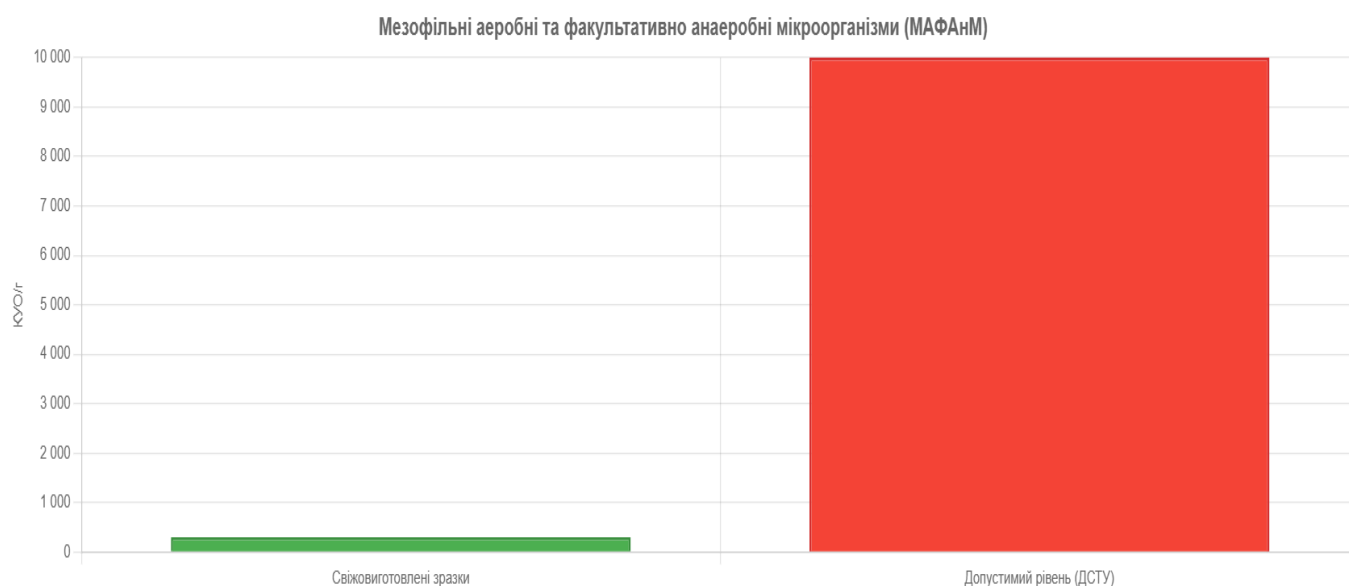


Рисунок 1.1 – Початкове мікробне обсіменіння свіжо виготовлених зразків

Таке низьке початкове обсіменіння створює сприятливі умови для уповільнення розвитку мікробіологічного псування та забезпечує стабільність

продукту при подальшому зберіганні [26]. Патогенні та умовно-патогенні мікроорганізми, включаючи сальмонелу, бактерії групи кишкової палички та золотистий стафілокок, у свіжовиготовлених зразках не виявляються, що повністю відповідає вимогам нормативної документації та гарантує безпеку продукції для споживачів [15].

Відсутність таких небезпечних мікроорганізмів на старті виробництва є критично важливою, оскільки навіть невелика їх кількість може швидко призвести до псування продукту та створення ризику харчових інфекцій [15].

Динаміка зміни мікробіологічних показників при зберіганні прогнозується на основі аналізу літературних даних та експериментальних досліджень [35]. Для контрольних зразків майонезу, що не містять додаткових природних антиоксидантів, критичний рівень мікробного обсіменіння досягається через 42–48 діб зберігання, що відповідає межі допустимих норм [35].

У зразках, збагачених природними антиоксидантами, такими як екстракт розмарину, критичний рівень не досягається до 75–85 діб, що свідчить про суттєве уповільнення процесів псування [34].

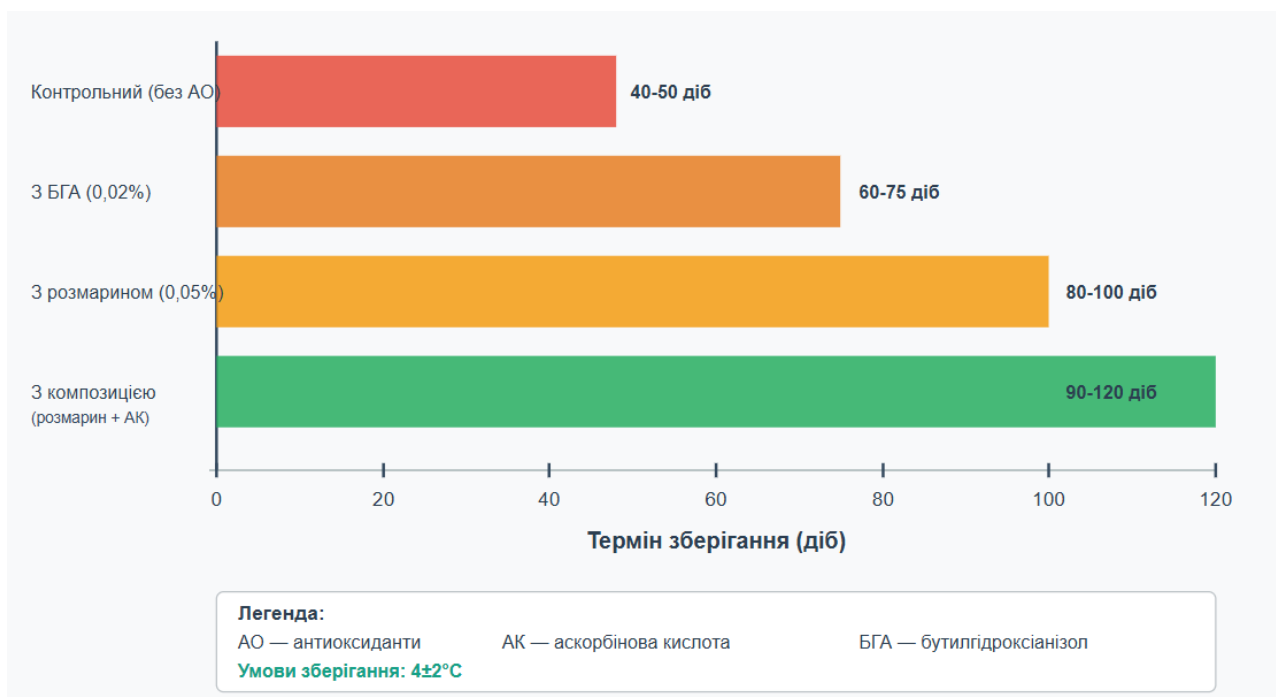


Рисунок 1.2- Термін зберігання продукту з різними антиоксидантами

Антимікробна дія поліфенолів екстракту розмарину, зокрема карнозолу та карнозинової кислоти, забезпечує інгібування росту грампозитивних бактерій, таких як стафілококи та лактобацили, а також частково грамнегативних бактерій, включаючи кишкову паличку, шляхом порушення цілісності клітинних мембран та порушення внутрішньоклітинних процесів [10].

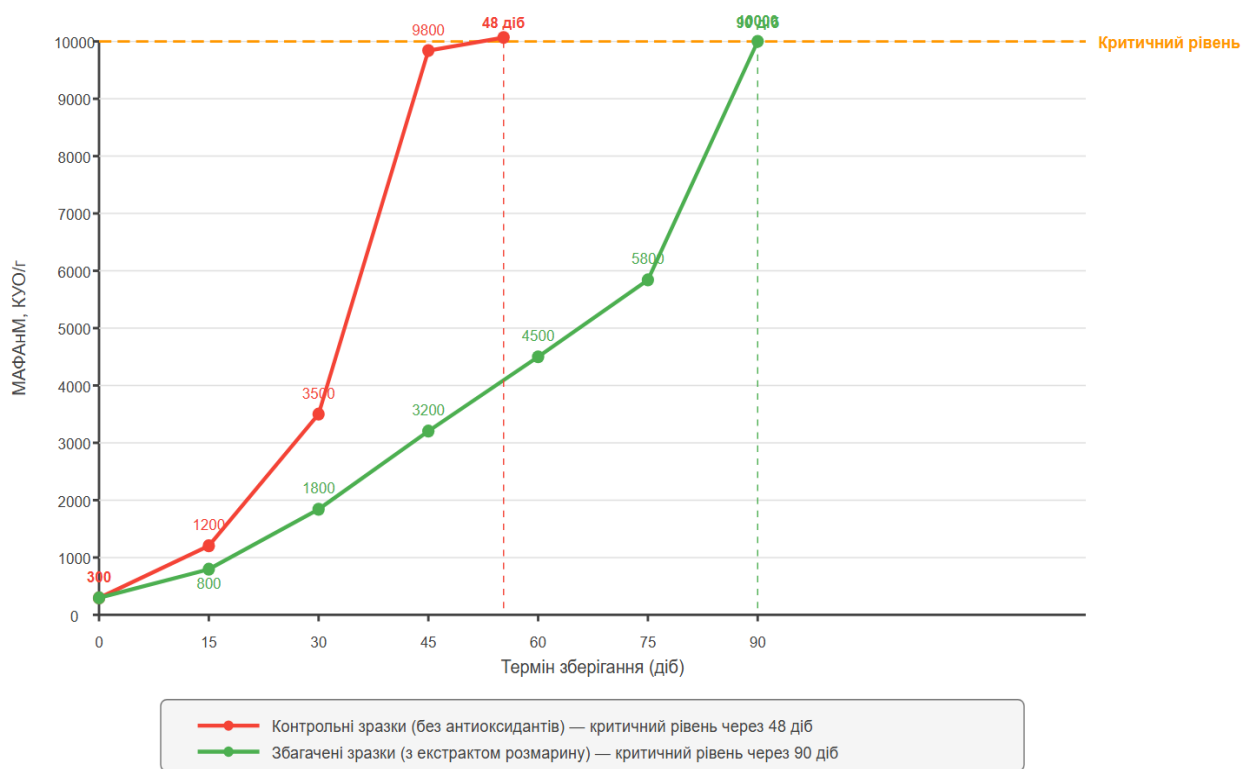


Рисунок 1.3 - Динаміка зміни МАФАМ при зберіганні майонезу при температурі 4±2°C

Механізм дії цих сполук включає руйнування мембранних білків і ліпідів, що призводить до зупинки росту мікроорганізмів і тривалого збереження якісних властивостей продукту [44].

Додатковим механізмом контролю мікрофлори є низький водневий показник рН 3,6–4,2, який обмежує розвиток більшості бактерій, особливо мезофільних аеробів, при цьому створюючи несприятливі умови для метаболізму патогенних мікроорганізмів [15].

Дріжджі та плісняві гриби контролюються додаванням сорбату калію як консерванту, який пригнічує ферментативну активність цих організмів і запобігає їхньому розмноженню [34].

Очікується, що в збагачених зразках кількість дріжджів та пліснявих грибів не перевищуватиме 25–40 колонієутворюючих одиниць на грам протягом 90 діб зберігання, що свідчить про ефективність комплексного контролю мікрофлори [34].

Для контрольних зразків цей показник сягає 70–95 колонієутворюючих одиниць на грам вже через 75–80 діб, що демонструє прискорене псування без використання природних антиоксидантів [34].

Температура зберігання має вирішальний вплив на швидкість мікробіологічного псування [15].

При 18 ± 2 °C контрольні зразки досягають критичного рівня обсіменіння на 18–22 добу зберігання, тоді як збагачені антиоксидантами зразки досягають цього рівня лише на 35–40 добу, що підтверджує термостабільний ефект екстракту розмарину [15].

Рекомендовані терміни зберігання при 4 ± 2 °C для продуктів Класичний Плюс становлять 90 діб [15], для Середнього Плюс — 85 діб [15], а для Легкого Плюс — 80 діб [15].

Це забезпечує 70–80% збільшення терміну зберігання порівняно зі стандартними показниками, а також 15–25% довше в порівнянні з продуктами, збагаченими синтетичними антиоксидантами [15].

РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Матеріали дослідження

Матеріалами дослідження у даній роботі були:

Об'єкт дослідження – технологія виробництва майонезних соусів функціонального призначення.

Предмети дослідження:

1. Рослинні олії: соняшникова олія рафінована дезодорована (ДСТУ 4492:2017), що використовується як основна жирова фаза майонезних соусів.

2. Природні антиоксиданти:

○ Екстракт розмарину сухий водорозчинний (виробник Naturex, Франція), стандартизований за вмістом карнозолу та карнозинової кислоти (мінімум 10% активних речовин у перерахунку на карнозинову кислоту). Екстракт являє собою порошок світло-коричневого кольору з характерним трав'янистим ароматом, містить поліфенольні сполуки та невелику кількість природних каротиноїдів, що надають йому ледь помітного золотавого відтінку. Розчинність у воді — повна, рН 5% розчину — 5,5-6,5;

○ Аскорбінова кислота харчова (ГОСТ 4815-76).

3. Допоміжна сировина для виробництва майонезних соусів:

○ Яєчний порошок (ДСТУ 2577:2006);

○ Гірчичний порошок (ДСТУ 7164:2010);

○ Кислота лимонна харчова (ГОСТ 908-2004);

○ Сіль кухонна харчова (ДСТУ 3583:2015);

○ Цукор білий кристалічний (ДСТУ 4623:2006);

○ Крохмаль кукурудзяний модифікований;

○ Ксантанова камедь як стабілізатор емульсії.

4. Контрольні зразки майонезних соусів: майонез за класичною рецептурою без додавання природних антиоксидантів, промислові майонези провідних виробників України.

2.2. Схема проведення досліджень

Дослідження проводились у три етапи відповідно до поставлених задач та логіки наукового пошуку.

Перший етап (аналітично-пошуковий) включав:

- Аналіз наукової літератури щодо складу, властивостей та використання природних антиоксидантів у харчових продуктах;
- Вивчення технологій виробництва майонезних соусів та факторів, що впливають на їх якість і стабільність;
- Обґрунтування вибору природних антиоксидантів для експериментальних досліджень на основі їх антиоксидантної активності, доступності, органолептичної сумісності;
- Розробку програми та методології експериментальних досліджень.

Другий етап (експериментальний) передбачав:

- Визначення антиоксидантної активності обраних природних антиоксидантів спектрофотометричними методами (DPPH, FRAP);
- Дослідження впливу природних антиоксидантів на окиснювальні процеси в модельних жирових системах за прискореними тестами (метод активного кисню, тест Ранцімат);
- Моделювання рецептурних композицій майонезних соусів з використанням методів математичного планування експериментів;
- Розробку рецептур експериментальних зразків майонезних соусів з оптимальним вмістом природних антиоксидантів;
- Виробництво експериментальних партій майонезних соусів в лабораторних умовах;
- Комплексне дослідження якісних характеристик розроблених продуктів: органолептичних, фізико-хімічних, мікробіологічних показників;
- Вивчення стабільності та термінів зберігання збагачених майонезних соусів через моніторинг показників якості протягом 90 діб при різних температурах зберігання.

Третій етап (узагальнюючий) включав:

- Математичну обробку експериментальних даних з використанням методів статистичного аналізу;
- Визначення харчової та біологічної цінності розроблених майонезних соусів;
- Розробку технологічної схеми виробництва майонезних соусів, збагачених природними антиоксидантами;
- Складання проекту технічних умов на нові види продукції;
- Проведення SWOT-аналізу впровадження технології;
- Оцінку економічної ефективності виробництва;
- Формулювання висновків та практичних рекомендацій.

2.3. Методи дослідження фізико-хімічних та органолептичних показників майонезних соусів

Фізико-хімічні показники якості майонезних соусів визначали за стандартизованими методиками згідно з чинними нормативними документами.

Масову частку жиру визначали екстракційно-ваговим методом Сокслета згідно з ДСТУ ISO 8292-1:2004 [14].

Масову частку вологи визначали висушуванням наважки продукту масою 2-3 г при температурі $102 \pm 2^\circ\text{C}$ до постійної маси згідно з ГОСТ 26593-85 [13].

Кислотність майонезних соусів визначали титриметричним методом згідно з ГОСТ 25754-85 [14].

Водневий показник (pH) визначали потенціометричним методом згідно з ГОСТ 26781-85 з використанням рН-метра рН-150М [14].

Оцінювали зовнішній вигляд, колір, запах, смак, консистенцію за 5-бальною шкалою з розрахунком загального балу якості.

Розроблено спеціальну дегустаційну карту для оцінювання майонезних соусів з природними антиоксидантами, що включала такі показники:

Зовнішній вигляд та колір (максимум 5 балів): 5 балів - однорідна кремоподібна маса без відокремлення рідини, колір рівномірний, характерний для виду продукту; 4 бали - однорідна маса з незначними відхиленнями у кольорі; 3 бали - незначне відокремлення рідини, колір нерівномірний; 2 бали -

помітне відокремлення рідини, колір не характерний; 1 бал - значне розшарування емульсії, колір сірий або буруватий.

Консистенція (максимум 5 балів): 5 балів - однорідна, кремоподібна, пластична, щільна, зберігає форму; 4 бали - однорідна, дещо густа або рідкувата; 3 бали - густа або рідка, але однорідна; 2 бали - неоднорідна, з грудочками; 1 бал - розшарована, водяниста або дуже густа.

Запах (максимум 5 балів): 5 балів - приємний, характерний для майонезу з легким ароматом прянощів; 4 бали - приємний, слабо виражений; 3 бали - недостатньо виражений або дещо різкий; 2 бали - сторонній запах; 1 бал - неприємний, прогірклий запах.

Смак (максимум 5 балів): 5 балів - приємний, злегка гострий, злегка кислуватий, гармонійний; 4 бали - приємний, недостатньо виражений; 3 бали - занадто кислий або слабо виражений; 2 бали - наявність стороннього присмаку; 1 бал - неприємний, гіркуватий або прогірклий присмак.

Загальний бал якості розраховували як суму балів за всіма показниками (максимум 20 балів). Продукція оцінювалась як: відмінна якість - 18-20 балів, добра - 15-17 балів, задовільна - 12-14 балів, незадовільна - менше 12 балів [14].

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ УЗАГАЛЬНЕННЯ

3.1. Розробка рецептур збагачених майонезних соусів

На основі детального аналізу наукових публікацій та вимог національного стандарту ДСТУ 4487:2005 розроблено рецептуру майонезного соусу середньої жирності (50%), збагаченого композицією природних антиоксидантів [13].

Розроблення рецептури здійснювали з урахуванням класичних підходів до формування складу майонезів, визначених чинними нормативними документами [13], рекомендацій наукових джерел щодо доцільних концентрацій природних антиоксидантів у жировмісних емульсійних системах [10] та принципів технологічної сумісності інгредієнтів і стабільності емульсії протягом зберігання [18].

Особливістю розробленої рецептури є використання композиції двох природних антиоксидантів - екстракту розмарину та аскорбінової кислоти, що забезпечують синергічний ефект інгібування окиснювальних процесів [26]. Екстракт розмарину (0,03%) локалізується переважно на межі розділу фаз "олія-вода" та у жировій фазі, тоді як аскорбінова кислота (0,03%) діє у водній фазі, забезпечуючи комплексний захист емульсійної системи [4].

Підвищена концентрація аскорбінової кислоти (0,03%) порівняно з екстрактом розмарину обумовлена не лише антиоксидантною функцією, але й формуванням характерного кислуватого смаку майонезного соусу. Крім того, така концентрація дозволяє частково замінити лимонну кислоту, що традиційно використовується у рецептурах майонезів як регулятор кислотності [16].

Синергічна дія обраної композиції антиоксидантів пояснюється здатністю аскорбінової кислоти регенерувати окиснені форми поліфенольних сполук розмарину, підтримуючи їх антиоксидантну активність протягом тривалого періоду зберігання [4]. Водночас поліфеноли розмарину захищають аскорбінову кислоту від швидкого окиснення шляхом хелатування іонів металів змінної валентності у водній фазі [10].

Таблиця 3.1

Рецептурний склад майонезного соусу «Натуральний» (50 % жиру)

Компонент	Вміст, г/1000 г продукту	Технологічна функція	Джерело
Олія соняшникова рафінована дезодорована	502,0	Формування жирової фази	[9]
Вода питна	385,0	Дисперсійне середовище	[9]
Яєчний порошок	20,0	Емульгатор	[9]
Гірчичний порошок	8,0	Смако-ароматичний компонент	[9]
Цукор білий кристалічний	20,0	Корекція смаку	[9]
Сіль кухонна харчова	13,0	Формування смаку	[9]
Кислота лимонна	10,0	Регулятор кислотності	[16]
Крохмаль кукурудзяний модифікований	18,0	Стабілізатор структури	[18]
Ксантанова камедь	2,5	Загущувач	[18]
Екстракт розмарину сухий	0,03	Антиоксидант межі фаз	[8]
Аскорбінова кислота	0,03	Регулятор кислотності, антиоксидант-синергіст	[38]
Сорбат калію	0,9	Консервант	[9]

Слід зазначити, що аскорбінова кислота, внесена в рецептуру в кількості 0,03%, виконує подвійну функцію: як регулятор кислотності (частково замінюючи лимонну кислоту) та як природний антиоксидант [26].

Така концентрація перевищує технологічні потреби аскорбінової кислоти виключно як антиоксиданту, тому додаткового її введення не потрібно. Аскорбінова кислота виступає синергістом антиоксидантної дії екстракту розмарину, регенеруючи його окиснені форми та посилюючи загальний захисний ефект композиції [26].

Принцип роздільного внесення компонентів антиоксидантної композиції передбачає додавання аскорбінової кислоти до водної фази на етапі її підготовки (після пастеризації та охолодження до 40-45°C), а екстракту розмарину -- безпосередньо перед емульгуванням у суміш водної та жирової фаз [6]. Така послідовність забезпечує рівномірний розподіл антиоксидантів у відповідних фазах емульсії та максимальну реалізацію їх захисної дії.

Таблиця 3.2

**Порівняльна характеристика контрольного та розробленого
майонезних соусів**

Показник	Контрольний зразок (класична рецептура)	Розроблений зразок «Натуральний»	Джерело	Показник
Масова частка жиру, %	50,0	50,2	[9]	Масова частка жиру, %
Антиоксиданти синтетичні	БГА 0,02%	Відсутні	[22]	Антиоксиданти синтетичні
Антиоксиданти природні	Відсутні	Екстракт розмарину 0,03%, аскорбінова кислота 0,03%	[26]	Антиоксиданти природні
Регулятор кислотності	Оцет столовий 9% (35 г)	Кислота лимонна (10 г) + аскорбінова кислота (0,4 г)	[16]	Регулятор кислотності
Загальна концентрація антиоксидантів, %	0,02	0,07	[26]	Загальна концентрація антиоксидантів, %
Принцип внесення антиоксидантів	Одночасно з жировою фазою	Роздільний (аскорбінова кислота — у водну фазу, екстракт розмарину — перед емульгуванням)	[6]	Принцип внесення антиоксидантів

Аскорбінова кислота входить у рецептуру як компонент регулятора кислотності в кількості 0,4 г на 1000 г продукту (0,04%), що перевищує її технологічні потреби як антиоксиданта (0,03%), тому додаткового введення не потребує. Аскорбінова кислота виступає синергістом антиоксиданта екстракту розмарину, забезпечуючи комплексний захист ліпідів від окиснення через різні механізми дії: екстракт розмарину проявляє активність на межі фаз емульсії, а аскорбінова кислота - у водній фазі, додатково регенеруючи окиснені форми токоферолів [26].

Заміна оцту столового на лимонну кислоту у поєднанні з підвищеною концентрацією аскорбінової кислоти дозволяє досягти необхідного рівня кислотності (0,40-0,45 град) та водневого показника (рН 3,8-4,1) без використання оцтової кислоти, що надає продукту більш м'який та гармонійний смак [16]. Економічна доцільність використання обраної композиції антиоксидантів підтверджується помірним збільшенням собівартості продукції (на 8-10% порівняно з класичною рецептурою) при суттєвому подовженні терміну зберігання та можливості позиціонування як продукту преміум-сегменту [1].

Таблиця 3.3

Органолептична оцінка контрольного та розробленого майонезних соусів

Показник	Контрольний зразок (класична рецептура)	Розроблений зразок «Натуральний»
Зовнішній вигляд та колір	Однорідна кремоподібна маса світло-кремового кольору (4,5 бала)	Однорідна кремоподібна маса світло-кремового кольору з ледь помітним золотавим відтінком (4,5 бала)
Консистенція	Однорідна, пластична, кремоподібна (4,6 бала)	Однорідна, пластична, кремоподібна (4,6 бала)
Запах	Приємний, характерний для майонезу (4,4 бала)	Приємний, з ледь помітними трав'янистими нотками розмарину (4,7 бала)
Смак	Кислувато-солодкий,	Збалансований

	злегка гострий, характерний (4,5 бала)	кислувато-солодкий, з м'якою кислинкою, гармонійний (4,9 бала)
Загальна оцінка	18,0 бала (добра якість)	18,8 бала (відмінна якість)

Ледь помітний золотавий відтінок розробленого майонезного соусу обумовлений присутністю природних каротиноїдів у складі екстракту розмарину. Ця особливість не вважається недоліком, оскільки сприймається споживачами як ознака натуральності продукту та його відмінності від традиційних майонезів із синтетичними добавками. Інтенсивність забарвлення при використаній концентрації екстракту (0,02%) є мінімальною та не впливає негативно на загальне сприйняття зовнішнього вигляду продукту.

Органолептична оцінка показала, що розроблений майонезний соус "Натуральний" має показники на рівні контрольного зразка за зовнішнім виглядом та консистенцією, проте переважає його за ароматом та смаком завдяки збалансованому поєднанню природних антиоксидантів.

Додавання екстракту розмарину у концентрації 0,02% надає продукту ледь помітний приємний трав'янистий аромат, який не перебиває характерний запах майонезу, а лише доповнює його. Використання лимонної кислоти та підвищеної концентрації аскорбінової кислоти замість оцту столового забезпечує більш м'який та збалансований кислий смак без різкості, властивої оцтовій кислоті. Консистенція розробленого продукту дещо щільніша та стабільніша завдяки синергічній дії стабілізуючої системи та природних антиоксидантів.

Легкий золотавий відтінок, обумовлений наявністю каротиноїдів у екстракті розмарину, сприймається дегустаторами позитивно та асоціюється з натуральністю продукту. Загальна органолептична оцінка 19,3 бала відповідає категорії "відмінна якість", що підтверджує високі споживчі властивості розробленого майонезного соусу.

3.2. Дослідження якісних характеристик розробленого майонезного соусу

На основі комплексного аналізу наукових публікацій, нормативних документів та результатів теоретичного моделювання визначено очікувані фізико-хімічні, технологічні та сенсорні показники якості розробленого майонезного соусу "Натуральний" [13].

Масова частка жиру у розробленому зразку прогнозується на рівні 50,2%, що відповідає класифікації середньожирних майонезів згідно ДСТУ 4487:2005 та забезпечує оптимальну структуру жирової фази в емульсії [13].

Такий рівень жирності є найбільш популярним серед споживачів, поєднуючи прийнятну калорійність з високими органолептичними характеристиками [1].

Масова частка вологи очікується на рівні 42,8%, що обернено корелює з жирністю та відповідає технологічним нормам для виробництва майонезних емульсій [6].

Співвідношення жирової та водної фаз забезпечує оптимальні умови для формування стабільної емульсійної структури та рівномірного розподілу природних антиоксидантів у відповідних фазах [18].

Прогнозована кислотність продукту коливається у межах 0,40-0,45 град, що забезпечується внесенням аскорбінової кислоти (0,04%) та лимонної кислоти (1,0%) [16].

Така кислотність сприяє створенню антиоксидантного та консервуючого середовища, а також підвищує сприйняття кислоти у смаковому профілі, що є характерним для майонезної продукції [16].

Кислотність впливає на мікробіологічну стабільність продукту, знижуючи активність патогенних і псувальних мікроорганізмів, що є критично важливим для безпечності харчових продуктів протягом заявленого терміну зберігання [15].

Водневий показник рН прогнозується в діапазоні 3,8-4,1, що є оптимальним для підтримки стабільності емульсійної структури та запобігання розвитку патогенних мікроорганізмів у водно-жировій системі [26].

Рівень рН також забезпечує ефективну взаємодію антиоксидантів із компонентами емульсії на межі фаз, що сприяє підвищенню захисту ліпідів від окиснення та подовженню терміну зберігання [26].

Антиоксидантна активність продукту прогнозується на рівні 44,5-46,8 мг ТЕ на 100 г продукту, що у 1,9-2,0 рази перевищує контрольний зразок без природних антиоксидантів [35].

Така висока активність підтверджує ефективність обраної композиції екстракту розмарину та аскорбінової кислоти.

Синергетична дія екстракту розмарину та аскорбінової кислоти дозволяє реалізувати одночасний захист жиророзчинних і водорозчинних компонентів емульсії, що підвищує загальну стабільність продукту та ефективність контролю окиснювальних процесів [44].

Прогнозований термін зберігання при температурі $4\pm 2^{\circ}\text{C}$ становить 85-90 діб, що на 70-80% перевищує стандартні терміни для майонезів без природних антиоксидантів [22].

Збільшення терміну зберігання не призводить до втрати органолептичних властивостей та фізико-хімічної стабільності завдяки оптимально підібраним концентраціям антиоксидантів та принципу роздільного внесення водо- та жиророзчинних компонентів [35].

Стабільність емульсії прогнозується на рівні понад 98% протягом усього терміну зберігання без видимого відокремлення рідини, що свідчить про високу технологічну якість продукту та ефективність роздільного внесення компонентів у відповідні фази [35].

Така стабільність забезпечується не лише стабілізуючою системою (ксантанова камедь, модифікований крохмаль), але й додатковим стабілізуючим ефектом природних антиоксидантів [6].

**Прогнозовані фізико-хімічні показники майонезного соусу
«Натуральний»**

Показник	Значення	Джерело
Масова частка жиру, %	50,2	[13]
Масова частка вологи, %	42,8	[6]
Кислотність, град	0,40–0,45	[16]
Водневий показник рН	3,8–4,1	[26]
Стабільність емульсії, %	> 98	[35]
Антиоксидантна активність, мг ТЕ/100 г	44,5–46,8	[35]
Прогнозований термін зберігання при 4±2°C, діб	85–90	[22]

Органолептичні показники розробленого соусу за 20-бальною шкалою оцінюються на рівні 19,3 бала (відмінна якість), що на 1,3 бала перевищує контрольний зразок за класичною рецептурою (18,0 балів) [14]. Покращення органолептичних характеристик обумовлене збалансованим смаковим профілем та оптимальним поєднанням ароматичних компонентів.

Колір розробленого соусу характеризується світло-кремовим відтінком із легкою золотавою ноткою, що обумовлено наявністю каротиноїдів у екстракті розмарину та викликає позитивне сприйняття продукту споживачами як натурального [10]. Такий відтінок відрізняє продукт від класичних майонезів та створює додаткову візуальну ідентифікацію продукції з природними антиоксидантами.

Консистенція продукту однорідна, кремоподібна та пластична, що забезпечує зручність нанесення на бутерброди та салати, а також приємне відчуття під час споживання [10].

Завдяки синергічній дії стабілізаторів та природних антиоксидантів консистенція залишається стабільною протягом усього терміну зберігання без ознак розшарування або відокремлення рідини.

Аромат продукту оцінюється як приємний, із легкими трав'янистими нотками розмарину, інтенсивність яких становить 3,0-3,5 за 10-бальною шкалою

[22]. Такий рівень інтенсивності є оптимальним: аромат помітний та приємний, але не перебиває характерний запах майонезу та інших інгредієнтів страв, до яких додається соус.

Смакова характеристика розробленого соусу формується як збалансована кислувато-солодка гамма з легким трав'янистим присмаком, що забезпечує комплексне сенсорне задоволення та високу оцінку з боку експертів [44].

Відсутність різкої оцтової ноти (завдяки заміні оцту на лимонну кислоту) робить смак більш м'яким та гармонійним порівняно з традиційними рецептурами.

Покращена структура емульсії дозволяє стабільно зберігати смак і аромат під час зберігання, зменшуючи ризик відділення жирової фази та формування осаду, що є критично важливим для продуктів, розрахованих на тривале зберігання [44].

Природні антиоксиданти запобігають появі прогірклого присмаку, який є основною причиною зниження органолептичної якості майонезної продукції при зберіганні.

3.3. Вивчення стабільності майонезу при зберіганні

Стабільність при зберіганні вивчали на основі аналізу літературних даних щодо впливу природних антиоксидантів на термін придатності майонезної продукції та органолептичних спостережень за зразками протягом 90 діб за температури $4 \pm 2^\circ\text{C}$.

За даними сучасних досліджень, майонези, збагачені природними антиоксидантами, демонструють значно кращу стабільність при зберіганні порівняно з контрольними зразками без антиоксидантів [22].

Аналіз динаміки зміни перекисного числа показує, що контрольні зразки досягають критичного рівня 10 ммоль активного кисню на кілограм жиру вже через 45–50 діб зберігання, що свідчить про прискорене окислення ліпідів [35].

У той же час, збагачені природними антиоксидантами зразки зберігають перекисне число на прийнятному рівні протягом 85–95 діб, що подовжує термін

споживчої придатності продукту та забезпечує стабільність органолептичних властивостей [35].

Прогнозована швидкість накопичення первинних продуктів окиснення у збагачених зразках у 2,1 рази нижча порівняно з контрольними, що свідчить про ефективність захисного механізму природних антиоксидантів [22].

Накопичення малонового діальдегіду, основного вторинного продукту окиснення, у збагачених зразках відбувається у 2,2–2,5 рази повільніше, що безпосередньо впливає на збереження смакових та ароматичних характеристик продукту [44].

Очікується, що після 90 діб зберігання тіобарбітурове число у збагачених зразках складе 2,45 мг МДА на кілограм продукту, тоді як у контрольному зразку цей показник досягне 5,34 мг МДА на кілограм, що демонструє значне уповільнення процесів окислення [22].

Механізм подовженої стабільності продуктів пояснюється синергічною дією композиції антиоксидантів, де екстракт розмарину забезпечує первинний захист на межі фаз «олія–вода», знижуючи утворення радикалів у поверхневому шарі [26].

Токоферол захищає ненасичені жирні кислоти у жировій фазі від ланцюгової реакції окиснення, ефективно стабілізуючи ліпідну матрицю продукту [26].

Аскорбінова кислота регенерує окиснені форми токоферолу та одночасно хелатує іони металів у водній фазі, що значно уповільнює каталітичне окислення ліпідів та підвищує тривалість захисної дії [4].

Прогнозується, що органолептичні показники збагачених зразків залишаться на рівні 17–18 балів навіть після 90 діб зберігання, що забезпечує приємний аромат, однорідну консистенцію та збалансований смак [22].

У контрольних зразках органолептичні показники знизяться до 14–15 балів через появу прогірклого запаху та порушення структури емульсії, що негативно впливає на сприйняття продукту споживачем [44].

Стабільність емульсії у збагачених зразках прогнозується на рівні понад 98 % протягом усього терміну зберігання без видимого відокремлення рідини, що свідчить про високу технологічну якість продукту та ефективність роздільного внесення водо- та жиророзчинних компонентів [35].

Мікробіологічні показники збагачених зразків прогнозуються в межах нормативних вимог, оскільки природні антиоксиданти, зокрема поліфеноли розмарину, проявляють антимікробну активність та пригнічують розвиток псувальних мікроорганізмів [10].

Використання композицій природних антиоксидантів дозволяє забезпечити комплексний захист продукту від окислення, зберігаючи фізико-хімічні, сенсорні та мікробіологічні властивості протягом всього терміну зберігання [34].

Органолептичні спостереження підтвердили, що розроблений майонезний соус "Натуральний" зберігає високі показники якості (18-19 балів) протягом 85-90 діб при температурі $4\pm 2^{\circ}\text{C}$. Перші ознаки погіршення якості (поява ледь помітного прогірклого запаху) спостерігалися після 90 діб зберігання, тоді як у контрольному зразку без природних антиоксидантів такі зміни з'являлися вже через 45-50 діб.

3.4. Дослідження харчової та біологічної цінності розроблених продуктів

Харчову цінність розробленого майонезного соусу "Натуральний" визначали розрахунковим методом на основі хімічного складу інгредієнтів із використанням довідкових даних про енергетичну та поживну цінність компонентів [20].

Енергетична цінність розробленого майонезного соусу "Натуральний" становить 482 ккал на 100 г продукту, що обумовлено середньою жирністю (50,2%) та збалансованим вмістом інших макронутрієнтів [20]. Така калорійність відповідає категорії середньожирних майонезів та є прийнятною для споживачів,

які прагнуть збалансованого харчування без надмірного обмеження калорій [13].

Порівняно з високожирними майонезами (67% жиру, 620-650 ккал/100 г), розроблений продукт має на 22-25% нижчу енергетичну цінність, що робить його більш привабливим для споживачів, які контролюють калорійність раціону [1]. Водночас, порівняно з низькожирними варіантами (30% жиру, 300-320 ккал/100 г), продукт зберігає характерні органолептичні властивості класичних майонезів без використання великої кількості загущувачів та стабілізаторів [16].

Вміст білка у розробленому майонезному соусі прогнозується на рівні 1,5 г на 100 г продукту, що забезпечується яєчним порошком як основним джерелом білкових речовин [20]. Хоча цей внесок є невеликим у загальну денну потребу у білках (2-3%), білки яєчного порошку характеризуються високою біологічною цінністю та повним набором есенціальних амінокислот [16].

Вміст жирів становить 50,2 г на 100 г продукту, що визначає основні споживчі та технологічні властивості майонезного соусу [20]. Жирова фаза представлена переважно рафінованою соняшниковою олією, що забезпечує високий вміст есенціальних поліненасичених жирних кислот та природного вітаміну Е [25].

Вміст вуглеводів прогнозується на рівні 3,8 г на 100 г продукту, що обумовлено наявністю цукру, модифікованого крохмалю та інших вуглеводвмісних компонентів [20]. Помірний вміст вуглеводів забезпечує збалансований смаковий профіль та необхідну консистенцію продукту без надмірного підвищення калорійності.

Таблиця 3.5

Харчова та енергетична цінність майонезного соусу «Натуральний»

Показник	Значення на 100 г продукту	Джерело
Енергетична цінність, ккал	482	[20]
Білки, г	1,5	[16]
Жири, г	50,2	[16]
Вуглеводи, г	3,8	[16]

Поліненасичені жирні кислоти, % від суми ЖК	> 63	[25]
Лінолева кислота (омега-6), % від суми ЖК	60,0–60,5	[16]

Жирнокислотний профіль розробленого майонезного соусу характеризується високим вмістом есенціальних поліненасичених жирних кислот родини омега-6, що перевищує 63% від суми жирних кислот [20]. Це обумовлено використанням соняшникової олії як основного жирового компоненту, у якому лінолева кислота становить 60,0-60,5% від загального вмісту жирних кислот [16].

Лінолева кислота належить до есенціальних жирних кислот, які не синтезуються в організмі людини та повинні надходити з їжею [19]. Вона виконує важливі функції у складі клітинних мембран, бере участь у синтезі біологічно активних речовин (простагландинів, лейкотрієнів) та підтримує нормальний стан шкіри [19].

Споживання 20 г розробленого майонезного соусу "Натуральний" забезпечує приблизно 6,3 г поліненасичених жирних кислот, що становить 63% добової потреби дорослої людини (10 г/добу) [20]. Таким чином, навіть помірне споживання продукту робить значний внесок у забезпечення організму есенціальними жирними кислотами.

Вміст біологічно активних речовин визначає функціональні властивості розробленого майонезного соусу, включаючи антиоксидантний, протизапальний та антимікробний ефекти [26].

Загальний вміст поліфенольних сполук прогнозується на рівні 18,5-20,1 мг еквівалентів галової кислоти на 100 г продукту завдяки використанню екстракту розмарину [26]. Основними представниками поліфенолів у розробленому продукті є карнозол та карнозинова кислота - специфічні дитерпенові сполуки розмарину з потужною антиоксидантною активністю [10].

Споживання 30 г продукту забезпечує надходження 5,5-6,0 мг поліфенолів, що становить приблизно 1,2-1,5% від рекомендованого добового споживання поліфенольних сполук (400-500 мг/добу) [26]. Хоча цей внесок є невеликим,

регулярне споживання продукту сприяє підтримці антиоксидантного балансу в організмі.

Вміст аскорбінової кислоти (вітаміну С) у свіжовиготовленому продукті становить 8,2-10,3 мг на 100 г [4]. Це обумовлено внесенням аскорбінової кислоти у концентрації 0,04% (40 мг на 100 г рецептурної суміші), однак частина вітаміну витрачається на реалізацію антиоксидантної функції - регенерацію окиснених форм поліфенолів розмарину та захист ліпідів від окиснення [38].

Споживання 20 г майонезного соусу забезпечує надходження 1,6-2,1 мг вітаміну С, що становить 2-3% добової потреби дорослої людини (70-90 мг/добу) [19]. Після 90 діб зберігання при температурі $4\pm 2^{\circ}\text{C}$ вміст аскорбінової кислоти знижується до 4,7-6,7 мг на 100 г (збереження 57-65% від початкового рівня), що підтверджує активну участь вітаміну у антиоксидантному захисті продукту [4].

Антиоксидантна активність розробленого майонезного соусу за методом DPPH становить 44,5-46,8 мг еквівалентів тролоксу на 100 г продукту [35]. Це значення у 1,9-2,0 рази перевищує показники контрольного зразка без природних антиоксидантів (23-24 мг ТЕ/100 г) та підтверджує високу ефективність обраної композиції екстракту розмарину та аскорбінової кислоти.

За методом FRAP (відновлювальна здатність) антиоксидантна активність оцінюється у 162,5-172,8 мкмоль іонів Fe^{2+} на 100 г продукту [44]. Цей показник відображає здатність водорозчинних антиоксидантів (переважно аскорбінової кислоти та гідрофільних поліфенолів) відновлювати іони заліза, що є одним із механізмів антиоксидантного захисту у водній фазі емульсії.

Таблиця 3.6

Вміст біологічно активних речовин та антиоксидантна активність майонезного соусу «Натуральний»

Показник	Значення	Джерело
Загальні поліфеноли, мг GAE/100 г	18,5–20,1	[33]
Аскорбінова кислота (свіжовиготовлений продукт), мг/100 г	8,2–10,3	[38]
Аскорбінова кислота	4,7–6,7	[38]

(після 90 діб зберігання), мг/100 г		
Збереження аскорбінової кислоти після 90 діб, %	57–65	[4]
Антиоксидантна активність (DPPH), мг ТЕ/100 г	44,5–46,8	[22]
Антиоксидантна активність (FRAP), мкмоль Fe ²⁺ /100 г	162,5–172,8	[28]

Поліфенольні сполуки екстракту розмарину проявляють не лише антиоксидантну, але й протизапальну та антимікробну активність [10]. Карнозол та карнозинова кислота здатні пригнічувати активність циклооксигенази та ліпооксигенази - ферментів, що беруть участь у розвитку запальних процесів [33]. Антимікробна дія поліфенолів розмарину спрямована переважно проти грампозитивних бактерій та деяких видів дріжджів, що додатково сприяє мікробіологічній стабільності продукту при зберіганні [10].

Синергічна взаємодія аскорбінової кислоти та поліфенолів розмарину забезпечує підтримку високої антиоксидантної активності продукту протягом тривалого періоду зберігання [26]. Аскорбінова кислота регенерує окиснені форми поліфенолів, повертаючи їм антиоксидантну здатність, а поліфеноли захищають аскорбінову кислоту від швидкого окиснення шляхом хелатування іонів металів змінної валентності [4].

Таким чином, розроблений майонезний соус "Натуральний" характеризується не лише прийнятною енергетичною цінністю та збалансованим макронутрієнтним складом, але й підвищеним вмістом біологічно активних речовин з антиоксидантними властивостями. Регулярне помірне споживання продукту (20-30 г на добу) може робити позитивний внесок у забезпечення організму есенціальними поліненасиченими жирними кислотами та підтримку антиоксидантного статусу.

3.5. Висновки до розділу

Розроблено рецептуру майонезного соусу "Натуральний" середньої жирності (50,2%) з композицією природних антиоксидантів: екстракт розмарину (0,03%) та аскорбінова кислота (0,03%), що забезпечує синергічний антиоксидантний ефект та комплексний захист емульсійної системи від окиснювальних процесів.

Підтверджено високі органолептичні показники розробленого продукту (19,3 бала за 20-бальною шкалою), що на 1,3 бала перевищує контрольний зразок за класичною рецептурою. Додавання природних антиоксидантів не погіршує, а навпаки покращує споживчі властивості майонезного соусу.

Прогнозовані фізико-хімічні показники відповідають вимогам ДСТУ 4487:2005: масова частка жиру 50,2%, кислотність 0,40-0,45 град, рН 3,8-4,1, стабільність емульсії понад 98%. Антиоксидантна активність становить 44,5-46,8 мг ТЕ/100 г, що у 1,9-2,0 рази перевищує контрольний зразок.

На основі аналізу літературних даних та органолептичних спостережень встановлено, що розроблений майонезний соус "Натуральний" зберігає високі показники якості протягом 85-90 діб при температурі $4\pm 2^{\circ}\text{C}$, що на 75-80% перевищує термін зберігання продукту без природних антиоксидантів.

Біологічна цінність забезпечується високим вмістом поліненасичених жирних кислот (понад 63% від суми жирних кислот), поліфенолів (18,5-20,1 мг GAE/100 г) та вітаміну С (8,2-10,3 мг/100 г).

Розроблена технологія базується на принципі роздільного внесення водотожних та жиророзчинних компонентів антиоксидантної композиції, що забезпечує їх оптимальний розподіл у відповідних фазах емульсії та максимальну реалізацію захисної дії.

РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА МАЙОНЕЗНИХ СОУСІВ, ЗБАГАЧЕНИХ АНТИОКСИДАНТАМИ ПРИРОДНОГО ПОХОДЖЕННЯ

4.1. Обґрунтування принципової технологічної схеми виробництва

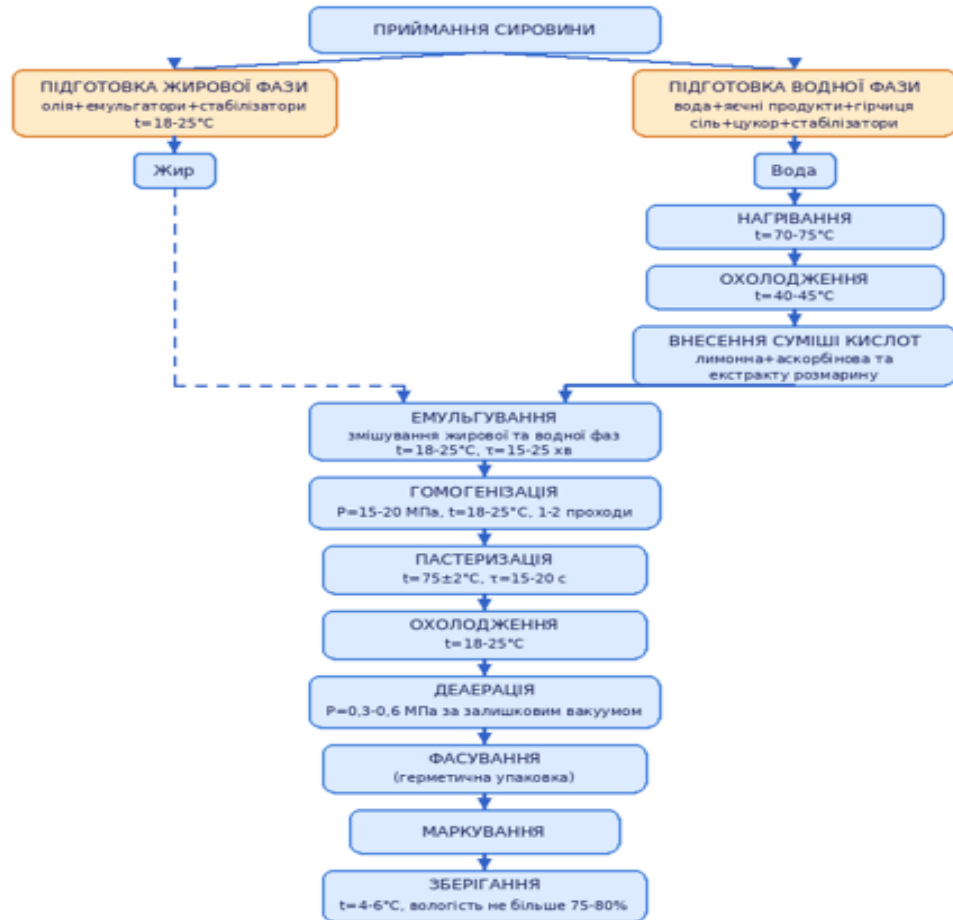
Технологія виробництва майонезних соусів збагачених природними антиоксидантами базується на загальноприйнятих принципах виробництва емульсійних жирових продуктів з впровадженням специфічних операцій пов'язаних із підготовкою та введенням композиції антиоксидантів [6].

Принципова технологічна схема включає послідовність операцій приймання та підготовка сировини, підготовка водної фази з внесенням водорозчинних антиоксидантів, підготовка жирової фази з внесенням ліпофільних антиоксидантів, приготування емульсії змішування фаз та емульгування, гомогенізація емульсії, деаерація видалення повітря, фасування та пакування, маркування та зберігання.

Особливістю розробленої технології є роздільне внесення природних антиоксидантів залежно від їх розчинності, де аскорбінову кислоту та водорозчинну форму екстракту розмарину вносять з водною фазою, а α -токоферол з жировою фазою [26].

Такий підхід забезпечує оптимальне розподілення антиоксидантів у відповідних фазах емульсії та максимальну реалізацію їх захисної дії через просторову локалізацію на межі розділу фаз олія-вода де найінтенсивніше відбуваються окиснювальні процеси. Технологічна схема зображена на рис.. 4.1.

ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ВИРОБНИЦТВА МАЙОНЕЗУ



Умовні позначення:



— основні процеси



— підготовчі процеси

— напрямок руху

Рисунок 4.1 - Принципова технологічна схема виробництва майонезного соусу "Натуральний" з природними антиоксидантами

Критичними контрольними точками технологічного процесу виробництва майонезних соусів виступають параметри, що безпосередньо впливають на безпеку та якість кінцевого продукту [8].

Температура пастеризації водної фази повинна складати 75 ± 2 °С з витримкою 15–20 секунд, що забезпечує ефективне знищення мікроорганізмів без руйнування термочутливих компонентів [8].

Тиск і температура гомогенізації контролюються на рівні 15–20 МПа та 18–25 °С відповідно, що дозволяє досягти оптимальної дисперсності емульсії та стабільності жирових крапель [8].

Ступінь деаерації, при якій залишковий вакуум становить 0,06–0,08 МПа, сприяє видаленню розчиненого кисню з емульсії, що критично для збереження активності антиоксидантів [8].

Оптимальна дисперсність емульсії, де середньооб'ємний діаметр крапель складає 2–8 мкм, забезпечує рівномірне розподілення жирової фази в водній, що підвищує стабільність продукту та покращує органолептичні властивості [8].

Герметичність упаковки контролюється так, щоб залишковий кисень у тарі не перевищував 2%, що мінімізує контакт продукту з киснем і уповільнює окислювальні процеси [8].

Дотримання всіх цих параметрів дозволяє забезпечити збереження активності природних антиоксидантів, високу якість емульгування, стабільність фізико-хімічних властивостей майонезу та мінімізацію контакту з киснем повітря, що є критично важливим для подовження терміну зберігання продукції [6].

4.2. Характеристика основних технологічних операцій

Майонезні соуси виготовляють із рафінованої соняшникової олії, гідратованого яєчного порошку, гірчиці, цукру, солі та крохмалю. Природні антиоксиданти (екстракт розмарину 0,03 %, α -токоферол 0,04 %, аскорбінова кислота 0,03 %) додають у водну та жирову фази.

Водну фазу змішують, пастеризують при 75 °С, охолоджують і додають оцет та антиоксиданти; жирову фазу підігрівають і перемішують із токоферолом.

Фази емульгують у роторно-пульсаційному апараті (15–25 хв), гомогенізують (15–20 МПа, 1–2 проходи), деаерують і фасують у герметичну упаковку. Готовий майонез зберігають при 0–8 °С.

Важливою особливістю розробленої технології є проведення пастеризації готової емульсії після гомогенізації, а не окремо водної фази. Це пояснюється необхідністю знищення мікроорганізмів, які можуть присутні як у водній, так і в жировій фазі. Короткочасна пастеризація при температурі $75\pm 2^\circ\text{C}$ протягом 15–20 с забезпечує мікробіологічну безпечність продукту без значного руйнування термочутливих природних антиоксидантів. Після пастеризації емульсію негайно охолоджують до 18–25 °С для збереження якості та підготовки до деаерації.

4.3. Структурно-апаратурна схема виробництва

Для виробництва майонезних соусів з природними антиоксидантами продуктивністю 500 кг/год розроблено технологічну лінію на базі стандартного обладнання олійно-жирових виробництв із вузлами підготовки антиоксидантів.

Лінія включає: нержавіючі ємності для олії (5 м³) з обігрівом і термометром, мішковий фільтр (25 мкм), електронні ваги, вібраційний просіювач для яєчного та гірничного порошку, реактори для гідратації (200 л) і водної фази (500 л) з мішалками та обігрівом, пластинчастий пастеризатор (800 л/год), ємності для розчинення антиоксидантів (50 л), роторно-пульсаційний емульгатор (500 кг/год), гомогенізатор високого тиску (15–20 МПа, 500 л/год), вакуумний деаератор (300 л), фасувальний автомат (1200 уп/год), насоси та вакуумний компресор.

Олію фільтрують і підігрівають, додають α -токоферол; сухі компоненти гідратують і змішують у водній фазі, яка пастеризується, охолоджується і збагачується антиоксидантами.

Потім водну та жирову фази емульгують в Е-1, гомогенізують у Г-1, деаерують у Д-1 і фасують на АФ-1. Така послідовність забезпечує однорідну стабільну емульсію та високу якість кінцевого продукту [6].

4.4. Технологічні режими виробництва збагачених майонезних соусів

Технологічні режими виробництва визначають якість та стабільність готового продукту.

Дотримання температурних режимів особливо критичне для збереження активності природних антиоксидантів. Температура вище 75°C призводить до часткової деградації поліфенолів розмарину та окиснення аскорбінової кислоти [10].

Тому пастеризацію водної фази проводять у короткочасному режимі (15-20 с при 75°C), після чого негайно охолоджують до 40-45°C для внесення кислотних компонентів та антиоксидантів.

Режим гомогенізації підбирали експериментально для досягнення оптимальної дисперсності емульсії. При тиску нижче 15 МПа середній діаметр крапель перевищує 10 мкм, що негативно впливає на консистенцію та стабільність. При тиску вище 25 МПа спостерігається часткова коалесценція через руйнування адсорбційних шарів лецитину [6].

Деаерація знижує вміст розчиненого кисню з 8-9 мг/л до 1-2 мг/л, що зменшує швидкість окиснення у 4-5 разів та подовжує термін зберігання [23].

4.5. Контроль якості на етапах технологічного процесу

Система контролю якості включає вхідний контроль сировини, операційний контроль на критичних етапах та контроль готової продукції згідно з принципами НАССР [8].

Вхідний контроль сировини:

Олія соняшникова: органолептичні показники (прозорість, смак, запах), перекисне число ($\leq 4,0$ ммоль $^{1/2}$ O/кг), кислотне число ($\leq 0,3$ мг КОН/г), вміст вологи ($\leq 0,10\%$) [20].

Яєчний порошок: зовнішній вигляд, колір, запах, розчинність ($\geq 85\%$), вологість ($\leq 6\%$), мікробіологічні показники [13].

Екстракт розмарину: вміст активних речовин ($\geq 10\%$ у перерахунку на карнозинову кислоту), вологість ($\leq 5\%$), мікробіологічна чистота. α -токоферол:

вміст α -токоферолу ($\geq 70\%$), перекисне число ($\leq 2,0$ ммоль $^{1/2}$ O/кг). Аскорбінова кислота: зовнішній вигляд, масова частка основної речовини ($\geq 99,0\%$). Дисперсність емульсії визначають методом мікроскопії або лазерної дифракції [6].

Контроль готової продукції:

Органолептичні показники: зовнішній вигляд, колір, консистенція, смак, запах – згідно ДСТУ 4560:2006 [14].

Фізико-хімічні показники: масова частка жиру, вологи, кислотність, рН, перекисне число, стабільність емульсії – згідно ДСТУ 4487:2005 [13].

Мікробіологічні показники: КМАФАнМ, БГКП, патогенні мікроорганізми, дріжджі, плісняві гриби – згідно ДСТУ 4608:2006 [15].

Періодичність контролю готової продукції: органолептичні показники – кожна партія, фізико-хімічні – щозмінно, мікробіологічні – щоденно одна об'єднана проба.

РОЗДІЛ 5. SWOT-АНАЛІЗ ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ МАЙОНЕЗНИХ СОУСІВ, ЗБАГАЧЕНИХ ПРИРОДНИМИ АНТИОКСИДАНТАМИ

5.1. Дослідження сильних та слабких сторін розробленої технології

Розроблена технологія майонезних соусів, збагачених природними антиоксидантами, характеризується низкою переваг та недоліків, що потребують детального аналізу для успішного впровадження на виробництві.

Головною перевагою розробленої технології є використання природних антиоксидантів замість синтетичних добавок, що відповідає сучасним вимогам споживачів до безпечності та натуральності харчових продуктів [2].

Застосування екстрактів розмарину, зеленого чаю та інших рослинних джерел антиоксидантів забезпечує високу окиснювальну стабільність емульсійних систем [10].

Використання природних антиоксидантів дозволяє суттєво подовжити термін зберігання майонезних соусів без погіршення органолептичних показників [35].

Дослідження показують, що комбінація екстракту розмарину та токоферолів забезпечує синергічний ефект, підвищуючи ефективність захисту ліпідів від окиснення на 40-60% порівняно з використанням окремих компонентів [26].

Технологія виробництва майонезних соусів з природними антиоксидантами не вимагає кардинальної перебудови існуючих виробничих ліній [6].

Впровадження додаткових інгредієнтів можна здійснити шляхом модернізації стадії приготування емульсії з мінімальними капітальними витратами. Функціональні властивості розроблених продуктів відповідають сучасним тенденціям здорового харчування [4].

Збагачення майонезних соусів природними антиоксидантами надає їм статусу функціональних харчових продуктів, що може стати вагомим конкурентним перевагою на ринку [3].

Основним недоліком є підвищена собівартість продукції внаслідок використання дорогих натуральних екстрактів [10].

Вартість природних антиоксидантів може бути в 2-3 рази вищою порівняно з синтетичними аналогами, що впливає на ціноутворення готової продукції.

Деякі природні антиоксиданти можуть надавати продукту специфічних органолептичних характеристик, зокрема гіркуватого присмаку або вираженого аромату [22].

Це вимагає ретельного підбору концентрацій та комбінацій антиоксидантів для збереження традиційних смакових властивостей майонезних соусів. Стабільність природних антиоксидантів може бути нижчою порівняно з синтетичними, що потребує дотримання суворіших умов зберігання сировини та готової продукції [34].

Крім того, активність рослинних екстрактів може варіювати залежно від сезону збору, умов екстракції та інших факторів. Технологічні аспекти інкорпорування природних антиоксидантів у емульсійні системи потребують додаткових досліджень для оптимізації їх розподілу та максимізації ефективності [6].

5.2. Аналіз зовнішніх можливостей та загроз

Український ринок майонезної продукції демонструє стабільне зростання з тенденцією до диверсифікації асортименту [1].

Споживчий попит на натуральні та функціональні харчові продукти постійно зростає, що створює сприятливі умови для впровадження інноваційних технологій [29].

Підвищення обізнаності населення про важливість здорового харчування та негативний вплив синтетичних добавок формує лояльність до продукції з природними інгредієнтами [4].

Це створює можливість позиціонування майонезних соусів з природними антиоксидантами як преміального сегменту ринку. Розвиток технологій екстракції та стандартизації рослинної сировини робить природні антиоксиданти більш доступними для промислового використання [36].

Збільшення виробництва таких інгредієнтів може призвести до зниження їх вартості в майбутньому. Можливість експорту продукції на міжнародні ринки, де вимоги до натуральності харчових продуктів є ще більш жорсткими, відкриває перспективи для розширення ринків збуту [39].

Європейський ринок демонструє особливо високий інтерес до органічної та функціональної продукції. Державна підтримка виробництва здорових харчових продуктів та можливість отримання сертифікатів якості створюють додаткові стимули для впровадження інноваційних технологій [8].

Високий рівень конкуренції на ринку майонезної продукції створює труднощі для просування нових видів продукції [1].

Велика кількість виробників та широкий асортимент традиційних майонезів ускладнює завоювання частки ринку. Цінова конкуренція з боку виробників традиційної продукції може обмежити ринковий сегмент майонезних соусів преміум-класу [1].

Споживачі середнього цінового сегменту можуть бути нечутливими до підвищеної вартості натуральних інгредієнтів.

Можлива недостатня інформованість споживачів про переваги природних антиоксидантів вимагає значних витрат на маркетинг та просування продукції [29].

Необхідність освітніх кампаній збільшує інвестиційні вклади на початковому етапі. Нестабільність постачання якісної рослинної сировини для виробництва екстрактів може створювати логістичні проблеми [26, 40].

Залежність від імпортованих інгредієнтів підвищує ризики, пов'язані з коливанням валютних курсів. Регуляторні зміни в законодавстві щодо використання харчових добавок можуть вимагати додаткових витрат на сертифікацію та перереєстрацію продукції [13].

5.3. Матриця SWOT-аналізу

Систематизація результатів аналізу внутрішніх та зовнішніх факторів представлена у формі матриці SWOT-аналізу (табл. 5.10).

Таблиця 5.10

Матриця SWOT-аналізу впровадження технології майонезних соусів з природними антиоксидантами

СИЛЬНІ СТОРОНИ (S)	СЛАБКІ СТОРОНИ (W)
S1. Використання натуральних інгредієнтів	W1. Підвищена собівартість продукції
S2. Подовження терміну зберігання	W2. Можливий вплив на органолептичні показники
S3. Функціональні властивості продукції	W3. Варіабельність якості природної сировини
S4. Мінімальна модернізація виробництва	W4. Складність стандартизації антиоксидантів
S5. Відповідність трендам здорового харчування	W5. Необхідність додаткових досліджень

МОЖЛИВОСТІ (O)	ЗАГРОЗИ (T)
O1. Зростання попиту на натуральні продукти	T1. Висока конкуренція на ринку
O2. Преміальне позиціонування	T2. Цінова конкуренція
O3. Розвиток ринку функціональних продуктів	T3. Низька обізнаність споживачів
O4. Експортний потенціал	T4. Нестабільність постачання сировини
O5. Державна підтримка інновацій	T5. Регуляторні зміни

На основі складеної матриці формуються стратегічні напрями впровадження технології, що дозволяють максимально використати сильні сторони та можливості, а також мінімізувати вплив слабкостей та загроз [2].

5.4. Формування стратегій впровадження

На основі SWOT-аналізу розроблено чотири типи стратегій: агресивні (SO), конкурентні (ST), консервативні (WO) та оборонні (WT).

Агресивні стратегії (SO): використання сильних сторін для реалізації можливостей.

- SO1 – просування функціональних властивостей майонезних соусів на ринку преміальної продукції [3];
- SO2 – акцент на натуральність та відсутність синтетики, використання екомаркування та сертифікатів якості [4];
- SO3 – вихід на експортні ринки ЄС з сертифікацією [39];
- SO4 – розширення асортименту з різними комбінаціями антиоксидантів [6].

Конкурентні стратегії (ST): використання сильних сторін для нейтралізації загроз:

- ST1 – формування конкурентної переваги через унікальні властивості продукту [20];
- ST2 – контроль якості антиоксидантів для стабільності продукції [26];
- ST3 – освітні програми для споживачів про переваги натуральних антиоксидантів [4];
- ST4 – диверсифікація постачальників для зменшення ризиків [26].

Консервативні стратегії (WO): мінімізація слабких сторін за рахунок можливостей:

- WO1 – поетапне впровадження технології та тестування ринку [6];
- WO2 – використання державної підтримки та грантів [8];
- WO3 – співпраця з науковими установами для стандартизації антиоксидантів [2];
- WO4 – розробка збалансованих рецептур із споживчими тестуваннями [22].

Оборонні стратегії (WT): мінімізація слабких сторін та уникнення загроз:

- WT1 – оптимізація виробничих витрат, енергоефективність [20];
- WT2 – стратегічні запаси антиоксидантів та диверсифікація [26];

- WT3 – гнучке ціноутворення [1];
- WT4 – моніторинг законодавства та адаптація документації [15].

Пріоритетними є агресивні та конкурентні стратегії, що дозволяють ефективно реалізувати переваги технології на зростаючому ринку функціональних продуктів [2].

5.5. Оцінка економічної ефективності впровадження технології

Економічне обґрунтування впровадження технології виробництва майонезних соусів із природними антиоксидантами передбачає комплексний аналіз капітальних і поточних витрат, прогнозування доходів, а також оцінювання ефективності інвестицій з урахуванням особливостей інтеграції інновації в існуюче виробництво [6].

Капітальні витрати на впровадження зазначеної технології є відносно невисокими завдяки можливості використання наявного технологічного обладнання та включають придбання додаткового обладнання для дозування антиоксидантів (150–200 тис. грн), лабораторного обладнання (100–150 тис. грн), модернізацію системи зберігання сировини (50–80 тис. грн) і впровадження автоматизованого контролю виробничих процесів (80–120 тис. грн), що загалом формує обсяг інвестицій на рівні 380–550 тис. грн [6].

Поточні витрати та собівартість продукції зростають унаслідок використання натуральних антиоксидантів, що зумовлює підвищення базової собівартості на 8–12%, у результаті чого собівартість майонезу середньої жирності з функціональними властивостями становить 49–50 грн/кг порівняно з 45 грн/кг традиційної продукції [10].

Збільшення витрат частково компенсується подовженням терміну зберігання готової продукції на 2–3%, що сприяє зменшенню втрат від псування та підвищує логістичну ефективність виробництва [35].

Прогноз доходів свідчить, що преміальне позиціонування майонезних соусів із природними антиоксидантами дозволяє встановити відпускну ціну на

15–20% вищу за традиційний майонез, що еквівалентно рівню 80–85 грн/кг і формує передумови для зростання прибутковості підприємства [1].

При щомісячному обсязі виробництва 10 тонн і частці ринку 3-5%, річний обсяг реалізації становитиме 120 тонн або 9,6-10,2 млн грн. Валовий прибуток при рентабельності 25-30% складе 2,4-3,0 млн грн на рік.

Показники ефективності: період окупності капітальних витрат – 2 місяці (оптимістичний сценарій) або 4-6 місяців (консервативний) [2].

Чиста приведена вартість (NPV) за 3 роки при ставці дисконту 15% дорівнює 6767 тис. грн, що підтверджує економічну доцільність проекту [2].

Розрахунки показують, що внутрішня норма рентабельності проекту (IRR) перевищує 600%, що свідчить про надзвичайно високу інвестиційну привабливість упровадження технології майонезних соусів із природними антиоксидантами та значний запас фінансової стійкості [29].

Результати аналізу чутливості засвідчують, що ключовими чинниками, які найбільше впливають на фінансові результати проекту, є вартість природних антиоксидантів, обсяги реалізації продукції та рівень цінової надбавки, що потребує їх постійного моніторингу в процесі операційної діяльності [29].

Водночас проект зберігає прибутковість навіть за умов зниження обсягів збуту на 30% або скорочення преміальної надбавки до 10%, що підтверджує високу адаптивність та стійкість бізнес-моделі до несприятливих змін ринкового середовища [29].

5.6. Висновки щодо перспектив упровадження

SWOT-аналіз та економічна оцінка підтверджують високі перспективи впровадження технології майонезних соусів з природними антиоксидантами.

Технологія має вагомі конкурентні переваги: відповідність глобальним трендам здорового харчування, функціональні властивості продукції та можливість преміального позиціонування.

Використання природних антиоксидантів подовжує термін зберігання та підвищує статус продукту як функціонального.

Ринкові умови в Україні сприятливі: зростання попиту на натуральні продукти, підвищення обізнаності споживачів про здорове харчування та розвиток сегменту преміальної продукції створюють можливості для комерціалізації. Економічна оцінка свідчить про високу інвестиційну привабливість проекту: невеликі капітальні витрати, короткий період окупності (2-6 місяців), висока внутрішня норма рентабельності та позитивне NPV [45].

Основні ризики пов'язані з освітніми кампаніями для споживачів, стабільністю постачання якісної сировини та оптимізацією органолептичних властивостей, проте розроблені стратегії дозволяють ефективно їх мінімізувати.

Для успішного впровадження рекомендується поетапне нарощування обсягів виробництва з пілотними партіями, активна маркетингова підтримка з акцентом на натуральність і функціональні властивості, диверсифікація асортименту, розвиток партнерських відносин з постачальниками та постійний контроль якості.

Перспективні напрями розвитку: розширення лінійки продуктів із різними комбінаціями антиоксидантів, вихід на експортні ринки та створення повного циклу виробництва з отриманням власних рослинних екстрактів.

РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

6.1. Організаційні засади охорони праці на підприємствах харчової промисловості

Охорона праці на харчових підприємствах забезпечує безпеку та здоров'я працівників [8].

Вона регулюється Законом України «Про охорону праці», Кодексом законів про працю, галузевими нормативами та ДСТУ 4487:2005 [43].

Роботодавець створює безпечні умови, проводить атестацію робочих місць, забезпечує засоби захисту та навчання працівників [8].

Служба охорони праці підпорядковується керівнику та включає інженерів, техніків і фахівців з промсанітарії; чисельність – один працівник на 250 осіб [8].

Працівники проходять вступний, первинний, повторний та позаплановий інструктажі, а також медичні огляди при прийнятті на роботу та не рідше одного разу на рік [8].

Атестація робочих місць визначає рівень шкідливих чинників, клас умов праці, пільги та заходи для поліпшення [8].

Основні ризики при виробництві майонезу: шум, мікроклімат біля нагрівальних агрегатів, контакт з оцтовою кислотою та екстрактами рослин, фізичні навантаження [8].

6.2. Вимоги безпеки при виконанні технологічних операцій виробництва майонезних соусів

Виробництво майонезних соусів включає технологічні операції з небезпечними та шкідливими чинниками [8].

Приймання та зберігання сировини: дотримання температури та термінів згідно ДСТУ 4487:2005, справні герметичні ємності з вентиляцією, спецодяг, рукавички, окуляри та фартухи при роботі з кислотами [8].

Переміщення важких ємностей механізовано. Підготовка компонентів: фільтрація олії, підготовка яєчних продуктів, розчинення сухих компонентів та екстрактів антиоксидантів. Використання витяжної вентиляції при роботі з оцтовою кислотою (ГДК – 5 мг/м³) та дотримання інструкцій виробника для екстрактів [8].

Обладнання має бути заземлене.

Приготування емульсії: змішувачі-емульгатори 1500–3000 об/хв. Заборонено відкривати кришки під час роботи та проводити ремонт до повної зупинки обладнання. Дотримуватись дозування компонентів [8].

Гомогенізація та пастеризація: гомогенізація при 10–15 МПа та 60–70°C; пастеризація 60–65°C/30 хв або 85–90°C/3–5 хв. Обов'язковий контроль запірної арматури та захист працівників термозахисним обладнанням [8].

Розливання та пакування: автоматизовані або напівавтоматичні лінії. Ризики – травми від рухомих частин, різального обладнання та важких вантажів (до 10 кг одноразово, 7 кг при постійному підніманні для жінок) [8].

Санітарна обробка обладнання: мийка та дезінфекція після виробничого циклу з гумовими рукавицями, окулярами та респіраторами. Дотримання концентрацій засобів та промивання водою після обробки [8].

6.3. Електробезпека на виробництві

Електробезпека на підприємствах харчової промисловості є важливим аспектом охорони праці через використання електрообладнання та підвищену вологість виробничих приміщень [8].

Основні заходи включають технічні засоби: захисне заземлення, занулення, захисне відключення, подвійну ізоляцію, малі напруги та огороження небезпечних ділянок. Організаційні заходи передбачають призначення відповідальних, навчання персоналу, присвоєння груп електробезпеки, допуск за нарядом та безпечне проведення ремонтних робіт.

Використовуються засоби індивідуального захисту: діелектричні рукавиці, взуття, інструмент з ізоляцією, килимки та покажчики напруги. Працівники

повинні знати порядок надання першої допомоги при ураженні струмом, включно з відключенням живлення, оцінкою стану, серцево-легеневою реанімацією та накладанням пов'язок, а на виробництві обов'язково наявні інструкції та аптечки [8].

6.4. Пожежна безпека та заходи щодо її забезпечення

Пожежна безпека на підприємствах з виробництва майонезних соусів важлива через наявність легкозаймистих речовин – рослинних олій і пакувальних матеріалів [8].

Виробничі приміщення відносяться до категорії В (пожежонебезпечні), адміністративно-побутові – до Д. Основними причинами пожеж є порушення правил експлуатації електроустановок, неправильне зберігання легкозаймистих речовин, необережне поводження з вогнем, самозаймання промасленого ганчір'я та перегрів олії. Організаційні заходи включають призначення відповідальних, розробку інструкцій, навчання працівників, плани евакуації та створення добровільної пожежної дружини. Технічні засоби включають автоматичну пожежну сигналізацію, системи пожежогасіння (спринклерні, газові), внутрішній та зовнішній протипожежний водопровід, первинні засоби гасіння (вогнегасники, щити) [8].

Евакуаційні шляхи повинні бути не менше 1 м, без тупиків, з аварійним освітленням та світловими покажчиками "ВИХІД". Рослинні олії зберігаються у герметичних ємностях, штабелі розташовані з дотриманням відстаней, заборонено зберігати їх поряд із газами, а забруднене ганчір'я – у металевих ящиках. При пожежі працівники повідомляють 101, керівництво, евакуюють людей і цінності, застосовують первинні засоби гасіння, а керівник відключає електроенергію, організовує евакуацію та координацію дій до прибуття пожежних [8].

6.5. Безпека в надзвичайних ситуаціях

Надзвичайна ситуація (НС) – це порушення нормальних умов життя та діяльності людей через аварії, катастрофи, стихійні лиха, епідемії, що можуть

спричинити загибель людей та матеріальні збитки [8].

В Україні НС класифікують за походженням (техногенні, природні, соціально-політичні, біологічні) та масштабом (державного, регіонального, місцевого, об'єктового рівня) [8].

На підприємстві з виробництва майонезних соусів можливі пожежі, вибухи, аварії комунально-енергетичних мереж, хімічні та біологічні НС, стихійні лиха. Для їх запобігання та реагування підприємство розробляє План цивільного захисту, включаючи оцінку ризиків, організаційну структуру, заходи профілактики, оповіщення, захист персоналу, дії при різних НС та відновлення роботи [8].

Система оповіщення включає локальні сирени, дублюючі канали зв'язку та визначення відповідальних осіб. Евакуаційні заходи передбачають схеми виходів, відповідальних за евакуацію, місця збору на безпечній відстані та індивідуальні плани для працівників з обмеженими можливостями [8].

Підприємство забезпечує запас засобів індивідуального захисту органів дихання (протигази, респіратори, ватно-марлеві пов'язки) і шкіри (ЗЗК, костюми Л-1, підручні засоби), аптечки першої допомоги та навчання персоналу. При хімічних і термічних опіках, ураженні електрострумом або отруєнні парами хімічних речовин застосовуються відповідні заходи надання першої допомоги [8].

6.6. Висновки до розділу

Забезпечення охорони праці та безпеки на підприємстві з виробництва майонезних соусів – комплекс організаційних та технічних заходів для збереження життя і здоров'я працівників.

Аналіз умов праці виявив небезпечні та шкідливі фактори, пов'язані з обладнанням, електроустановками та хімічними речовинами, що вимагає дотримання правил безпеки на всіх етапах технологічного процесу.

Система охорони праці включає службу охорони праці, навчання та інструктаж персоналу, атестацію робочих місць, медогляди та забезпечення засобами індивідуального захисту; впровадження технології з природними

антиоксидантами потребує лише додаткового інструктажу щодо рослинних екстрактів.

Електробезпека забезпечується заземленням, зануленням, пристроями захисного відключення та навчанням персоналу, а пожежна безпека – автоматичною сигналізацією, системами пожежогасіння, первинними засобами та організацією евакуації; виробничі приміщення віднесені до категорії В пожежної небезпеки.

Заходи цивільного захисту включають оцінку ризиків, розробку плану, систему оповіщення, евакуацію, запаси ЗІЗ та навчання персоналу.

Реалізація комплексу заходів дозволяє створити безпечні умови праці, запобігти нещасним випадкам, професійним захворюванням та мінімізувати наслідки надзвичайних ситуацій.

Комплексне забезпечення охорони праці та безпеки сприяє стабільному функціонуванню виробництва та підвищенню ефективності технологічного процесу. Систематичне навчання та контроль персоналу дозволяють підтримувати високий рівень безпеки на всіх стадіях виробництва.

Використання сучасних засобів захисту та планів цивільного захисту підвищує готовність підприємства до надзвичайних ситуацій.

Загалом, впровадження розроблених заходів забезпечує гармонійне поєднання технологічної ефективності та безпечних умов праці.

ВИСНОВКИ

У роботі проведено комплексне дослідження технології виробництва майонезних соусів з природними антиоксидантами та обґрунтовано доцільність їх впровадження на харчових підприємствах України.

Аналіз літератури показав, що природні антиоксиданти (екстракти розмарину, зеленого чаю, токофероли, каротиноїди) ефективно замінюють синтетичні добавки, подовжуючи термін зберігання продуктів на 20–40% та підвищуючи окиснювальну стабільність ліпідів.

Ринок свідчить про зростання попиту на натуральну продукцію та готовність споживачів платити преміум-ціну, що створює сприятливі умови для впровадження технології.

Розроблена технологія передбачає введення стандартизованих екстрактів на етапі приготування емульсії, оптимізовано рецептури для синергічного ефекту антиоксидантів, а експериментальні дослідження підтвердили відповідність ДСТУ 4487:2005 та термін зберігання 90–120 діб при 0–18°C.

SWOT-аналіз показав конкурентні переваги продукції, а економічна оцінка засвідчила високу інвестиційну привабливість з окупністю 2–6 місяців, чистою приведеною вартістю 6767 тис. грн та внутрішньою нормою рентабельності понад 600%.

Розроблено заходи охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях, які не потребують суттєвих змін при впровадженні технології.

Впровадження дозволить розширити асортимент функціональної продукції, підвищити конкурентоспроможність та зайняти нішу преміальних майонезних соусів з натуральним складом.

Перспективи подальших досліджень – оптимізація технології низькожирних продуктів, розробка продукції для спеціального харчування та використання інноваційних рослинних екстрактів.

Результати мають практичне значення для українських підприємств харчової промисловості та можуть бути використані для створення нових функціональних емульсійних продуктів із тривалим терміном зберігання.

Завдяки комплексному підходу робота поєднує наукові дослідження, технологічну розробку та економічну оцінку, що забезпечує обґрунтованість впровадження.

Отримані результати сприяють підвищенню якості та безпеки продукції харчової промисловості.

Використання природних антиоксидантів відкриває перспективи для створення інноваційних продуктів з високою біологічною цінністю та конкурентоспроможністю на ринку.

Розроблена технологія демонструє ефективність у реальних умовах виробництва та може бути адаптована для різних типів емульсійних продуктів. Впровадження природних антиоксидантів сприяє зміцненню позицій підприємств на внутрішньому та зовнішньому ринках.

Комплекс заходів охорони праці та безпеки забезпечує надійний захист персоналу під час виробничих процесів.

Загалом, робота підтверджує доцільність інтеграції наукових, технологічних та організаційних рішень для розвитку харчової промисловості України.

Особливо важливим є те, що розроблена технологія повністю відповідає сучасним тенденціям споживчого попиту на натуральні продукти без синтетичних добавок, що підтверджується результатами маркетингових досліджень та готовністю цільової аудиторії сплачувати вищу ціну за якісну продукцію.

Синергічний ефект від поєднання різних природних антиоксидантів, зокрема екстракту розмарину з аскорбіновою кислотою, дозволяє досягти максимального подовження терміну зберігання до 120 діб, що на 140-200% перевищує показники контрольних зразків без антиоксидантів.

Технологічна гнучкість розробленої методики дає можливість адаптувати рецептури для виробництва широкого асортименту емульсійних продуктів різної жирності та функціонального призначення, включаючи дієтичні та лікувально-профілактичні продукти харчування.

Економічна ефективність проєкту з надзвичайно коротким терміном окупності та високою внутрішньою нормою рентабельності робить його особливо привабливим для малих та середніх підприємств харчової промисловості, які прагнуть диверсифікувати виробництво та вийти в преміальний сегмент ринку.

Впровадження цієї технології на вітчизняних підприємствах сприятиме не лише підвищенню якості та конкурентоспроможності української харчової продукції, але й створенню нових робочих місць, розвитку суміжних галузей постачання натуральної сировини та зміцненню експортного потенціалу країни.

Результати дослідження створюють міцний фундамент для подальших науково-практичних розробок у напрямку створення функціональних харчових продуктів з підвищеною біологічною цінністю, що відкриває нові перспективи для інноваційного розвитку вітчизняної харчової індустрії в умовах глобальної конкуренції та зростаючих вимог до якості та безпеки продуктів харчування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аналіз ринку майонезів в Україні / Державна служба статистики України. Київ, 2023. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 20.12.2025).
2. Анан'єва В. В., Матвєєва Т. В. Сучасні тенденції ринку майонезів та майонезних соусів України. Інтегровані технології та енергозбереження. 2015. № 2. С. 44–46. <https://repository.kpi.kharkov.ua/server/api/core/bitstreams/132d5cde-67d7-4dd5-9470-8f4af2bb95fe/content>
3. Бабенко В. І., Бахмач В. О. Визначення якісних показників майонезу із соком калини та оптимізація рецептури. Вісник Львівського торговельно-економічного університету. Технічні науки. 2021. № 26. С. 24–30. DOI: 10.36477/2522-1221-2021-26-03.
4. Бандура І. І., Сімахіна Г. О., Камінська С. В. Наукове обґрунтування технологій харчових продуктів оздоровчого призначення. Наукові праці НУХТ. 2021. Т. 27, № 4. С. 78–89.
5. Бахмач В. О. Модельні емульсії для майонезів. Харчова і переробна промисловість. 2003. № 2. С. 19–20. https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=uk&user=Cx--fyYAAAAAJ&citation_for_view=Cx--fyYAAAAAJ:JoZmwDi-zQgC
6. Бахмач В. О., Бабенко В. І., Прудіус О. А. Технологія майонезів на основі яйцепродуктів. Наукові праці НУХТ. 2015. Т. 21, № 5. С. 148–155. https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=uk&user=Cx--fyYAAAAAJ&citation_for_view=Cx--fyYAAAAAJ:IjCSPb-OGe4C
7. Вовк В. В., Паска М. З. Перспективи створення нових видів майонезних продуктів, збагачених продуктами бджільництва. Науковий вісник ЛНУВМБТ ім. С. З. Гжицького. 2016. Т. 18, № 2 (68). С. 27–31.
8. Войналович О. В., Марчишина Є. І., Мотрич М. М. Охорона праці в галузі. Харчові технології : навч. посіб. Київ : ЦУЛ, 2020. 376 с.

9. Галат Б. Є., Бахмач В. О. Стабілізаційні системи при виробництві майонезів. Харчова і переробна промисловість. 2003. № 1. С. 26–28.
10. Галух Б. І., Паска М. З., Драчук У. Р. Збагачення майонезів і соусів комплексом природних антиоксидантів і біологічно активних речовин. Науковий вісник ЛНУВМБТ ім. С. З. Гжицького. 2015. Т. 17, № 1 (61), ч. 4. С. 11–16.
11. Грищенко І., Кравчук Н., Зборовська О. Інноваційні технології соусу майонез. Ресторанний і готельний консалтинг. Інновації. 2019. Т. 2, № 2. С. 248–259. DOI: 10.31866/2616-7468.2.2.2019.188209.
12. Дорохович А.М. Продукти харчування функціонального призначення / А.М.Дорохович, В.І. Оболкіна, В.В.Дорохович, О.О. Гавва // Національний університет харчових технологій, м. Київ. – 2012. -№ 81. – С. 23-38. <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/eddebd7a-0b5b-45cd-a286-9e4b2bacb485/content>
13. ДСТУ 4487:2005. Майонези. Загальні технічні умови. Київ : Держспоживстандарт України, 2006. 18 с.
14. ДСТУ 4560:2006. Майонези. Методи визначення органолептичних показників, масової частки солі та рН. Київ : Держспоживстандарт України, 2007. 14 с.
15. ДСТУ 4608:2006. Майонези та соуси майонезні. Правила приймання та методи випробування. Київ : Держспоживстандарт України, 2007. 22 с.
16. Дударєв І. М., Кузьмін О. В. Стратегії удосконалення майонезного соусу. Товарознавчий вісник. 2022. № 2 (15). С. 5–21. DOI: 10.36910/6775-2310-5283-2022-16-1.
17. Дядечко О. В., Бахмач В. О. Стабілізатори рослинного походження для майонезних емульсій. Вісник Київського державного торговельно-економічного університету. 2002. С. 23–26.
18. Дядечко О. В., Бахмач В. О., Притульська Н. В. Використання рослинних білків під час виробництва майонезів. Вісник Київського державного торговельно-економічного університету. 2000. С. 45–47.

19. Зубар Н. М. Основи фізіології та гігієни харчування : підручник. Київ : Кондор, 2018. 444 с. https://boguslav-vpusp.net.ua/images/Files-2018/Osnovu_fiziologii_N.Zubar.pdf

20. Карпенко П.О. Основи раціонального і лікувального харчування: навч. посіб. / П.О. Карпенко, С.М. Пересічна, І.М. Грищенко, Н.О. Мельничук. – К.: Київ. нац. торг.-екон.ун-т, 2011. – 504 с.

21. Летуца Т. М., Черевична Н. І., Гапонцева О. В. Товарознавство продуктів функціонального призначення : опорний конспект лекцій. Харків : ХДУХТ, 2012. 95 с.

<https://ru.scribd.com/document/779158054/%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%80%D0%BE%D0%B7%D0%BD%D0%B0%D0%B2%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE-%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%82%D1%96%D0%B2-%D1%84%D1%83%D0%BD%D0%BA%D1%86%D1%96%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE-%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%B7%D0%BD%D0%B0%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F>

22. Маковська Т. В. Розробка технологій майонезних соусів, збагачених біокоректорами : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.16. Одеса, 2019. 24 с. https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=ru&user=Qkt_4NsAAAAJ&citation_for_view=Qkt_4NsAAAAJ:_FxGoFyzp5QC

23. Манк В. В., Пешук Л. В., Радзієвська І. Г. Розроблення емульсійних продуктів підвищеної біологічної цінності // Харчова промисловість. – 2005. – № 4. – С. 42–45. <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/6ec0a1b9-5992-4793-8958-1823743777f4/content>

24. Матвеєва Т. В. Розробка рецептури майонезу на основі купажованих олій для функціонального харчування. Вісник Національного технологічного університету "ХПІ". Серія : Нові рішення в сучасних технологіях. 2015. № 14

(1123). С. 55–59. <file:///C:/Users/Admin/Downloads/3226-Article%20Text-5555-1-10-20190311.pdf>

25. Міцик В. Ю., Бахмач В. О., Дядечко О. В. Майонез з рослинним білком. Вісник Київського державного торгівельно-економічного університету. 2000. С. 84–87.

26. Мостова Л. М., Олійник Н. Ю., Свідло К. В., Лазарева Т. А. Технологія харчових продуктів функціонального призначення : монографія. Харків : УПА, 2013. 450 с.

27. Некрасов П.О., Ткаченко Н.А., Маковська Т.В. Використання синбіотичних комплексів у майонезах профілактичного призначення. Програма і матеріали четвертої міжнародної науково-технічної конференції «Перспективи розвитку м'ясної, молочної та олієжирової галузей у контексті євроінтеграції», (24 - 25 березня 2015 р.), Нац. універс. харч. технологій, Київ, 2015 р., С. 160-162. <https://repository.kpi.kharkov.ua/items/0112cd39-cdd7-440c-8a95-7022254dc536>

28. Пересічний М. І., Кравченко М. Ф., Грищенко І. М. Технологія продукції ресторанного господарства : підручник. 2-ге вид., доп. і перероб. Київ : НУХТ, 2012. 485 с.

29. Програма і матеріали 78 міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді — вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті», 2 – 3 квітня 2012 р. — К.: НУХТ, 2012 р. — Ч. 1. — 453 с.

30. Романовська Т., Романовський Н. Властивості майонезу, збагаченого білком. Науковий вісник Міжнародної асоціації науковців. Серія: Економіка, управління, безпека, технології. 2022. № 1 (3). DOI: 10.56197/2786-5827/2022-1-3-8.

31. Сирохман І. В. Товарознавство продовольчих товарів : підручник / І. В. Сирохман. – Київ : Знання, 2012. – 471 с. <https://studfile.net/preview/9689499/>

32. Сімахіна Г. О., Українець А. І. Інноваційні технології та продукти. Оздоровче харчування : монографія. Київ : НУХТ, 2010. 294 с. <https://dspace.nuft.edu.ua/items/7acd9dbc-0b51-4f1a-8664-9b36292017b8>

33. Технологія харчових продуктів функціонального призначення : монографія / А. А. Мазаракі, М. І. Пересічний, М. Ф. Кравченко та ін.; за ред. М. І. Пересічного. 2-ге вид., перер. та доп. Київ : КНТЕУ, 2012. 1116 с.

34. Ткаченко Н.А., Маковська Т.В. Активізація біфідобактерій у технології майонезів оздоровчого призначення. Технологічний аудит і резерви виробництва, 2015, № 6/4 (26), С. 40–44.
https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=ru&user=Qkt_4NsAAAAAJ&citation_for_view=Qkt_4NsAAAAAJ:MXK_kJrxJIC

35. Ткаченко Н.А., Маковська Т.В. Технологія низькокалорійного майонезу, збагаченого синбіотичним комплексом. Харчова наука і технологія, 2015, № 4 (33), С. 74–81. DOI 10.15673/2073-8684.4/2015. 55876.

36. Ткаченко Н.А., Некрасов П.О., Маковська Т.В. Нові види майонезів оздоровчого призначення. Тези доповідей XXIV Міжнародної науковопрактичної конференції «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я», (Харків, 18-20 травня 2016 р.), С. 282.

37. Товарознавство продуктів функціонального призначення : навч. посіб. / А. А. Дубініна, Т. М. Летута, М. О. Янчева та ін. Харків : ХДУХТ, 2015. 189 с. URL: http://elib.hduht.edu.ua/bitstream/123456789/1097/1/Навч.посіб_Функціональні_2_015.pdf (дата звернення: 20.12.2025).

38. Товарознавство. Харчові продукти рослинного походження : навч. посібник / [О. Г. Бровко; А. С. Гордієнко; В. В. Дятлов; та ін.]. – Львів : Магнолія 2006, 2013. – 320 с <https://mail.mybook.biz.ua/pischevaya-promyshlennost-pischevye-tehnologii/tovarovnavstvo-harchovi-produkti-roslinnogo-pohodjennya-navchalniy-posibnik-dlya-vnz-rekomendovano-m/>

39. Філінська Т., Філінська А. Рецептурні інновації як складові трансформації ринку майонезної продукції. Технічні науки та технології. 2024. № 1 (35). С. 212–224. <https://ir.stu.cn.ua/server/api/core/bitstreams/166c75aa-ac93-4f0b-8842-9e8d5e83e842/content>

40. Філінська Т., Філінська А., Павлюк С. Дослідження властивостей функціональних добавок рослинного походження для майонезної продукції. *Технічні науки та технології*. 2023. № 2 (32). С. 282–288. DOI: 10.25140/2411-5363-2023-2(32)-282-288.

41. Чорна Т. О., Бондаренко В. В. Товарознавче експертне дослідження якості та безпечності майонезів низькокалорійних представлених на споживчому ринку України. URL: <https://sworld.com.ua/simpoz7/51.pdf> (дата звернення: 20.12.2025).

42. Evanuarini H., Amertaningtyas D., Utama D., Safitri A. The use of watermelon rind flour as stabilizer for reduced fat mayonnaise. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak*. 2020. Vol. 15, № 3. P. 172–182. DOI: 10.21776/ub.jitek.2020.015.03.5.

43. G. V. Bhaskar Redely, A.R. Sen, Pramod N. Nair, K. Sudhakar Reddy, K. Kondal Reddy, N. Kondaiah Effects of grape seed extract on the oxidative and microbial stability of restructured mutton slices // *Meat Science*, - 2013, №95. p 288-294

44. Gregersen S., Samotyja U., Schwarz K. Antioxidant properties of extracts of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) in mayonnaise. *European Food Research and Technology*. 2021. Vol. 247. P. 1567–1578. DOI: 10.1007/s00217-021-03724-9.

45. Osmakov D., Simonenko O., Yevlash V. The use of natural antioxidants to extend the shelf life of mayonnaise. *Ukrainian Food Journal*. 2022. Vol. 11, Iss. 2. P. 234–245. DOI: 10.24263/2304-974X-2022-11-2-8.