

**ПОГОДЖЕНО**  
Декан факультету харчових технологій  
та управління якістю продукції АПК

\_\_\_\_\_ Лариса БАЛЬ-ПРИЛИПКО

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 р.

**ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ**  
Завідувач кафедри технології м'ясних,  
рибних та морепродуктів

\_\_\_\_\_ Олександр САВЧЕНКО

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 р.

### **МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**на тему: «Удосконалення технології січених напівфабрикатів з додаванням рослинно-  
овочевої сировини»**

Спеціальність 181 «Харчові технології»

Освітньо-професійна програма «Технології зберігання, консервування та переробки  
м'яса»

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

**Гарант освітньої програми**

к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_ Лариса БАЛЬ-ПРИЛИПКО

**Керівник магістерської роботи**

к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_ Людмила ТИЩЕНКО

**Виконав**

\_\_\_\_\_ Борис НОВІКОВ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
Факультет харчових технологій та управління якістю продукції АПК

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

В.о. завідувача кафедри технології м'ясних,  
рибних та морепродуктів

**Наталія ГОЛЕМБОВСЬКА**

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 р.

**ЗАВДАННЯ  
ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ  
СТУДЕНТУ**

**Новікову Борису Володимировичу**

Спеціальність **181«Харчові технології»**

Освітньо-професійна програма «Технології зберігання, консервування та переробки м'яса»

Орієнтація освітньої програми **освітньо-професійна**

Тема магістерської роботи «Удосконалення технології січених напівфабрикатів з додаванням рослинно-овочевої сировини», затверджена наказом ректора НУБіП України від «25» листопада 2025 р. № 2093 «С»

Термін здачі студентом завершеної роботи на кафедрі – 01 грудня 2025 р.

**Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи:**

дані спеціальної літератури; нормативно-технічні документи; довідники; монографії; періодичні видання; власні дослідження та спостереження. Економічно-статистична інформація щодо розрахунків економічної ефективності виробництва

**Перелік питань, що підлягають дослідженню:**

поживна та харчова цінність мангольду як функціонального інгредієнта; ефективність використання мангольду у виробництві січених напівфабрикатів; дослідження технологічного процесу виготовлення та визначення виходу готової продукції; проведення оцінки органолептичних, фізико-хімічних та мікробіологічних показників; висновки.

**Перелік ілюстрованого матеріалу (таблиці, схеми, графіки тощо):**

таблиці, рисунки, графіки

Дата видачі завдання «20» листопада 2024 р.

Керівник магістерської роботи \_\_\_\_\_ Людмила ТИЩЕНКО

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_ Борис НОВІКОВ

## РЕФЕРАТ

Магістерська кваліфікаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів та списку використаної літератури, який включає 50 джерел. Загальний обсяг роботи становить 76 сторінок і містить 4 рисунки та 11 таблиць.

Метою роботи є теоретичне обґрунтування та практична розробка удосконаленої технології м'ясного хліба із застосуванням мангольду як натурального функціонального інгредієнта, що дозволяє підвищити харчову та біологічну цінність готового продукту, покращити його структурно-механічні та сенсорні властивості.

У роботі наведено результати аналітичних та експериментальних досліджень, спрямованих на визначення впливу рослинної сировини на якість і технологічні параметри м'ясного хліба. Розроблено програму досліджень та визначено методи контролю якості відповідно до чинних галузевих стандартів і нормативних документів.

Об'єкт дослідження – технологія виробництва м'ясного хліба з додаванням подрібненої рослинної сировини мангольду.

Предмет дослідження – органолептичні, фізико-хімічні, мікробіологічні та функціонально-технологічні показники м'ясного хліба з різною концентрацією мангольду, а також економічна ефективність запропонованої технології.

У дослідженні вивчено вплив рівня введення мангольду на колір, консистенцію, вологозв'язувальну здатність, пластичність, кислотність, хімічний склад і мікробіологічні параметри готового виробу. Встановлено оптимальну рецептуру продукту, яка забезпечує найкраще поєднання сенсорних, технологічних і функціональних властивостей.

Виконано розрахунок економічної ефективності впровадження удосконаленої технології з урахуванням змін собівартості, виходу готової продукції, прибутку та рівня рентабельності виробництва.

Висновки магістерської роботи мають рекомендаційний характер та можуть бути використані підприємствами м'ясопереробної галузі для впровадження інноваційних функціональних продуктів.

Ключові слова: січені напівфабрикати, рослинно-овочеві добавки, мангольд, м'ясний хліб, харчові волокна, технологія виробництва.

## ЗМІСТ

|   |    |
|---|----|
| ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ .....   | 5  |
| ВСТУП.....  | 7  |
| РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....   | 10 |
| 1.1. Сучасний стан проблеми дефіциту заліза в харчуванні населення.....                                       | 10 |
| 1.2. Олеорезини як природні антиоксиданти і функціональні інгредієнти у технології м'ясних продуктів.....     |    |
| 1.3. Сучасний стан та тенденції розвитку індустрії функціональних м'ясних виробів в Україні та світі.....     | 17 |
| Висновки до розділу 1.....  |    |
| РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....  | 22 |
| 2.1. Організація, предмет, об'єкт та методи дослідження.....  | 25 |
| РОЗДІЛ 3. ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ .....  |    |
| 3.1. Метод виробництва .....  | 27 |
| 3.2. Розробка складу та технологічного процесу виготовлення .....   | 27 |
| 3.3. Оцінка якості вироблених продуктів.....  | 31 |
| 3.3.1. Дослідження органолептичних показників якості виробів.....   | 31 |
| 3.3.2. Дослідження впливу функціональної добавки до харчових продуктів на фізико-хімічні характеристики ..... | 41 |
| 3.3.3. Дослідження показників якості мікробіології.....   | 44 |
| 3.3.4. Хімічний склад готових виробів.....  | 44 |
| РОЗДІЛ 4. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ.....                       |    |
| ВИСНОВКИ .....  | 46 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....   | 53 |

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ЄС – Європейський Союз

ВУЗ – вологоутримуюча здатність

ВЗЗ – вологозв'язуюча здатність

ТУ – технічні умови

ДСТУ – державний стандарт України

КУО- колонієутворюючі одиниці

БГКП – бактерії групи кишкових паличок

## ВСТУП

У сучасних умовах розвитку харчової промисловості, яка перебуває під впливом соціально-економічних, демографічних та екологічних факторів, зростає потреба у продуктах, що поєднують високу поживну цінність, безпечність, розширений функціональний потенціал та гармонійний смако-ароматичний профіль. Споживачі дедалі частіше надають перевагу харчовим виробам, які не лише задовольняють базові потреби, а й виконують профілактичну та оздоровчу функцію, сприяють нормалізації обміну речовин, покращенню роботи шлунково-кишкового тракту та зниженню ризику розвитку хронічних неінфекційних захворювань. У цьому контексті особливої актуальності набуває удосконалення рецептур м'ясних продуктів шляхом введення натуральних рослинних інгредієнтів, здатних підвищити їхню харчову, біологічну та функціональну цінність.

Виробництво м'ясних виробів, зокрема формованих продуктів типу м'ясного хліба, належить до високотехнологічних напрямів харчової галузі, які характеризуються широкими можливостями рецептурної модифікації, гнучкістю технологічних процесів та стабільно високим споживчим інтересом. М'ясний хліб є популярним видом кулінарно-ковбасних виробів завдяки м'якій консистенції, тривалій соковитості, вираженим смаковим властивостям та універсальності у використанні. Однак сучасні тенденції здорового харчування формують попит на продукти з підвищеним вмістом харчових волокон, природних антиоксидантів, рослинних пігментів і зниженою часткою тваринного жиру, що зумовлює необхідність удосконалення традиційних рецептур.

Одним із перспективних інгредієнтів для збагачення м'ясних виробів є мангольд — листовий буряк (*Beta vulgaris subsp. vulgaris*), відомий високим вмістом біологічно активних речовин, зокрема вітамінів С, К, А, поліфенолів, мінеральних елементів, хлорофілів, харчових волокон та антиоксидантів. Рослинна сировина цього виду відзначається вираженим функціональним ефектом: здатністю покращувати антиоксидантний статус організму, знижувати

рівень оксидативного стресу, нормалізувати діяльність травної системи та сприяти балансу кишкової мікрофлори. Мангольд має помірну природну солодкуватість, приємний трав'янистий аромат, інтенсивне природне забарвлення та низьку калорійність, що робить його цінним інгредієнтом для дієтичних, профілактичних і загальнокористувальних м'ясних продуктів.

Останні наукові дослідження, присвячені вивченню функціонального потенціалу мангольду, свідчать про його здатність підвищувати антиоксидантну ємність харчових систем, покращувати колір м'ясних виробів, стабілізувати їх консистенцію та впливати на вологозв'язувальні властивості. Проте у вітчизняній практиці застосування мангольду у технології м'ясного хліба є недостатньо опрацьованим: обмежена кількість наукових рекомендацій, відсутність усталених рецептур і технологічних підходів, що забезпечують оптимальне співвідношення м'ясної та рослинної фракцій.

У зв'язку з цим особливої значущості набуває дослідження можливостей використання мангольду у складі м'ясного хліба, оцінка його впливу на якість, функціональні властивості та економічні показники виробництва. Інтеграція рослинної добавки у традиційну м'ясну систему дозволяє досягти підвищення харчової цінності готового продукту, зменшення вмісту жиру, покращення органолептичних властивостей, структури та кольору, а також забезпечити додаткову стабілізацію показників якості при зберіганні.

Таким чином, актуальність теми магістерської роботи визначається потребою у створенні інноваційних м'ясних продуктів з підвищеним функціональним потенціалом, удосконаленням рецептур м'ясного хліба за рахунок додавання мангольду, а також необхідністю науково обґрунтувати вплив цього рослинного інгредієнта на технологічні, органолептичні, фізико-хімічні та економічні параметри виробництва.

Мета дослідження. Наукове обґрунтування та практична розробка удосконаленої рецептури м'ясного хліба з додаванням мангольду з метою підвищення харчової цінності, покращення структурно-механічних і сенсорних властивостей та зростання економічної ефективності виробництва.

Завдання дослідження.

провести аналіз хімічного складу й функціональних властивостей мангольду як рослинного компоненту;

дослідити його вплив на органолептичні, фізико-хімічні, мікробіологічні та технологічні характеристики м'ясного хліба;

визначити оптимальну рецептурну частку мангольду;

розробити раціональну технологічну схему виробництва удосконаленого продукту;

оцінити економічну доцільність впровадження нової технології на підприємстві.

Об'єкт дослідження. Технологія виробництва м'ясного хліба з додаванням рослинного функціонального інгредієнта — мангольду.

Предмет дослідження. Рецептурний склад, фізико-хімічні, органолептичні та технологічні властивості м'ясного хліба, виготовленого з різною кількістю мангольду.

Наукова новизна. Полягає у комплексному дослідженні впливу мангольду на структурно-механічні, сенсорні та функціональні характеристики м'ясного хліба, а також у визначенні оптимальної рецептури, що забезпечує збалансоване поєднання м'ясної та рослинної компонент.

Практичне значення роботи. Отримані результати можуть бути використані підприємствами м'ясопереробної промисловості для впровадження удосконалених технологій виробництва м'ясного хліба з підвищеною харчовою, функціональною та економічною цінністю.

## РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

### 1.1. Сучасний стан проблеми дефіциту заліза в харчуванні населення

Дефіцит заліза є однією з найпоширеніших форм порушення мікронутрієнтного статусу у світі та залишається актуальною проблемою громадського здоров'я. За наявними оцінками, анемія спостерігається майже у третини населення планети, причому найвищі показники зафіксовано серед жінок репродуктивного віку, вагітних та дітей раннього віку [1, 2]. Низький рівень гемоглобіну свідчить про дисбаланс у метаболізмі заліза, який відображає не лише порушення кровотворення, але й недостатність загального харчового забезпечення організму [3].

Більше половини випадків анемії у світі пов'язано з дефіцитом заліза [3]. Попри реалізацію міжнародних програм фортифікації продуктів харчування та профілактичне застосування препаратів заліза, глобальна тенденція до зниження поширеності залізодефіцитних анемії залишається незначною [4]. Найвищі рівні анемії реєструються в регіонах з низьким рівнем доходу, але значна частка випадків фіксується і в економічно розвинених країнах, що підтверджує поліфакторний характер проблеми [4].

Основною причиною дефіциту заліза є невідповідність між фізіологічною потребою організму та надходженням цього елемента з їжею. За нормальних умов добова потреба для дорослої людини становить 8–18 мг, при цьому засвоюється не більше 10–15 % [17]. До чинників, що знижують біодоступність заліза, належать одноманітність раціону, недостатність тваринних білків, обмежене споживання джерел гемового заліза, а також наявність інгібіторів абсорбції – фітатів, поліфенолів, кальцію [18]. Важливу роль відіграють ендогенні фактори, зокрема хронічні крововтрати, порушення функції шлунково-кишкового тракту, вагітність і періоди інтенсивного росту [7].

Тривалий дефіцит заліза негативно впливає на когнітивний розвиток, поведінкові реакції та працездатність. У дітей раннього віку нестача заліза зумовлює затримку мовного розвитку, зниження уваги та пам'яті, що може

зберігатися навіть після нормалізації рівня гемоглобіну [5, 6]. Такий вплив пояснюється участю заліза в мієлінізації нервових волокон, синтезі нейротрансмітерів та енергетичних процесах клітин.

Анемія під час вагітності асоціюється з високими ризиками ускладнень. Зниження рівня гемоглобіну призводить до порушення транспорту кисню до плода, що підвищує ймовірність передчасних пологів і низької маси тіла новонароджених [7]. У країнах із недостатнім споживанням продуктів, багатих на залізо, анемія під час вагітності охоплює понад 40 % жінок, що істотно впливає на показники материнської та дитячої смертності [1, 7].

В Україні поширеність залізодефіцитних анемії також залишається високою. Протягом останніх двох десятиліть реєструється стабільне зростання кількості випадків серед дітей, підлітків і жінок [8–10]. Серед основних чинників виділяють недостатнє споживання продуктів тваринного походження, зниження якості харчування, високий рівень стресових навантажень і порушення режиму харчування. Особливо чутливими до дефіциту є діти дошкільного віку, оскільки в цей період інтенсивно формується нервова система [11].

Порівняльні дослідження засвідчують залежність поширеності анемії від соціально-економічних умов. Регіони з нижчим рівнем доходів мають удвічі більшу частку населення із залізодефіцитом, ніж великі міста [12]. Це свідчить про суттєву роль структури харчування, доступності продуктів і ефективності профілактичних програм.

Дані сучасних метааналізів вказують, що приблизно половина всіх анемії у дорослих і до 80 % у дітей обумовлена дефіцитом заліза [13]. Решта випадків пов'язана з недостатністю фолієвої кислоти, вітаміну В<sub>12</sub> або хронічними захворюваннями. Такий розподіл підкреслює необхідність комплексних заходів з профілактики, які передбачають як поліпшення раціону, так і збагачення продуктів харчування.

На міжнародному рівні ключовим напрямом профілактики анемії визначено удосконалення структури харчування та впровадження

фортифікаційних програм [14, 15]. Фортифікація борошна, круп, молочних і м'ясних продуктів сполуками заліза є одним із найефективніших методів зниження поширеності анемії серед населення [15]. Країни, у яких фортифікація має обов'язковий характер, демонструють стійку тенденцію до покращення показників мікронутрієнтного статусу порівняно з державами, де така практика є добровільною [3, 15].

Сучасні стратегії подолання дефіциту заліза передбачають поєднання харчових, технологічних і медичних заходів. Перспективним напрямом є використання біофортифікації сільськогосподарських культур, створення функціональних продуктів та введення пребіотичних компонентів, які покращують абсорбцію заліза та мінімізують небажані ефекти його надлишку [23]. Такий підхід дозволяє забезпечити профілактику дефіциту заліза на популяційному рівні без надмірного застосування фармакологічних засобів.

Таким чином, дефіцит заліза є складною багатофакторною проблемою, що поєднує медичні, харчові та соціально-економічні аспекти. Незважаючи на наявність міжнародних і національних програм профілактики, рівень анемії у світі та в Україні залишається високим. Для зниження поширеності залізодефіцитних станів необхідне комплексне впровадження харчових стратегій, підвищення біодоступності заліза, розширення практики збагачення продуктів харчування та постійний моніторинг груп ризику [1–15].

### **1.1. Форми заліза, що застосовуються у харчовій промисловості, їх біодоступність та ефективність**

Залізо є незамінним мікроелементом, що бере участь у ключових біохімічних процесах організму людини. Його функції охоплюють транспорт кисню, енергетичний обмін, синтез ДНК і ферментів, а також підтримання нормального імунного статусу. Близько двох третин заліза зосереджено у гемоглобіні, решта у міоглобіні, ферментах та запасних формах у вигляді феритину й гемосидерину [16, 17]. Порушення рівноваги між надходженням,

засвоєнням і використанням заліза призводить до анемії, зниження імунної відповіді, когнітивних порушень і розладів росту.

Залізо надходить до організму з харчовими продуктами у двох основних формах – гемовій і негемовій. Гемове залізо міститься у м'ясі, рибі, печінці, і характеризується високою біодоступністю 15–35 %, тоді як негемове, притаманне рослинним продуктам і збагаченим харчам, засвоюється лише на 2–10 % [18]. Саме тому м'ясні продукти відіграють провідну роль у забезпеченні потреби організму в цьому елементі.

### **1.1.1. Механізм засвоєння заліза**

Засвоєння заліза відбувається головним чином у верхньому відділі тонкого кишечника. Гемове залізо з м'яса потрапляє в клітини слизової оболонки у готовому вигляді й легко використовується організмом. Негемове залізо з рослинних продуктів спочатку має іншу форму, тому перед всмоктуванням воно перетворюється під дією шлункової кислоти на сполуку, яку організм може засвоїти [19].

Ефективність засвоєння залежить від багатьох факторів. Аскорбінова кислота, білки м'яса і деякі органічні кислоти підвищують біодоступність, тоді як фітати, поліфеноли, кальцій та деякі волокна знижують її. Засвоєне залізо транспортується білком трансферином і відкладається у вигляді феритину, який є основною формою запасів [18, 20].

### **1.1.2. Класифікація сполук заліза, що застосовуються у харчовій промисловості**

Для збагачення харчових продуктів використовують широкий спектр сполук заліза, які різняться за розчинністю, реакційною здатністю, впливом на органолептичні властивості продукту і біодоступністю. Їх умовно поділяють на чотири групи:

- Неорганічні сполуки заліза
- Органічні та хелатні сполуки

- Комплексні форми, зокрема NaFeEDTA
- Мікроінкапсульовані та наноструктуровані системи

### **Неорганічні форми заліза:**

До найпоширеніших неорганічних сполук належать ферум(II)-сульфат, ферум(II)-фумарат, ферум(II)-глюконат, ферум(III)-пірофосфат та ферум(III)-фосфат.

Ферум(II)-сульфат має високу розчинність і біодоступність до 25 %, тому часто використовується у фармацевтичних препаратах і рідше у харчових продуктах через ризик окислення ліпідів і зміну кольору. При додаванні до м'ясних систем спостерігається інтенсифікація реакцій потемніння через каталіз перекисного окиснення [19, 25].

Ферум(II)-фумарат і ферум(II)-глюконат мають дещо нижчу біодоступність 10–15 %, але кращу стабільність у продукті. Вони незначно впливають на смак і аромат, що робить їх придатними для фортифікації молочних та зернових продуктів. Проте під час термічної обробки ці сполуки можуть реагувати з білковими молекулами, утворюючи залізо-білкові комплекси, що спричиняють потемніння продукту [19].

Ферум(III)-пірофосфат і ферум(III)-фосфат характеризуються низькою розчинністю у воді, але високо стабільні під час зберігання. Їх біодоступність є нижчою порівняно з двовалентними формами, однак вони часто застосовуються у продуктах тривалого зберігання, де важлива стабільність кольору і відсутність металевого присмаку [21].

Загалом, неорганічні форми заліза мають добру ефективність при короткому терміні зберігання продукту, але їх головним недоліком є схильність до окислювальних реакцій та погіршення сенсорних характеристик, що обмежує використання у м'ясній промисловості [22].

### **Органічні та хелатні сполуки заліза:**

З метою підвищення стабільності та біодоступності все ширше застосовуються органічні форми заліза: лактат, цитрат, глюконат, тартрат, а також хелатні комплекси з амінокислотами.

Ферум(II)-бісгліцинат – одна з найвідоміших хелатних форм. Іони заліза зв'язані з гліцином, що запобігає їх окисленню та взаємодії з білками або фенольними сполуками. Ця форма характеризується високим коефіцієнтом засвоєння до 45 % і не викликає побічних реакцій травної системи. Завдяки цим властивостям вона застосовується у дитячому харчуванні, спортивних продуктах і функціональних напоях [28, 29].

Ферум(II)-цитрат та ферум(II)-глюконат також добре розчиняються у воді, проте мають нижчу стабільність у середовищі з високою температурою чи рН, що обмежує їх використання у термічно оброблених м'ясних виробках [20, 25].

Органічні сполуки мають перевагу над неорганічними завдяки м'якшому впливу на шлунково-кишковий тракт та мінімальним змінам кольору продукту. Водночас їх собівартість є вищою, тому промислове використання обмежується продуктами преміум-сегменту або спеціального призначення.

#### **Комплексні форми заліза (NaFeEDTA):**

Однією з найефективніших форм для харчової фортифікації є **NaFeEDTA** – натрієва сіль етилендіамінтетраоцтової кислоти, у якій іон заліза зв'язаний з хелатним агентом. Така структура запобігає його взаємодії з інгібіторами абсорбції, такими як фітати, що особливо актуально для рослинних і зернових продуктів [27].

NaFeEDTA демонструє у 2–3 рази вищу біодоступність порівняно з ферум(III)-пірофосфатом і не викликає небажаних змін смаку чи кольору. Ця форма рекомендована для збагачення борошна, соєвих і м'ясних продуктів, оскільки залишається стабільною у кислому середовищі й витримує термічну обробку [23, 25, 27].

Перевагою NaFeEDTA є також позитивний вплив на кишкову мікрофлору – дослідження показали, що ця форма не викликає запальних реакцій і не стимулює ріст умовно-патогенних бактерій, що є проблемою для деяких неорганічних солей заліза [23].

#### **Мікроінкапсульовані та наноструктуровані системи:**

Сучасна технологія фортифікації передбачає застосування мікроінкапсуляції, яка дозволяє рівномірно розподілити залізо у харчовій матриці, зберігаючи його стабільність. Найчастіше як оболонкові матеріали використовують ліпіди, полісахариди або білкові матриці.

Інкапсульоване залізо вивільняється лише під дією травних ферментів, що знижує ризик каталізу окислювальних реакцій під час зберігання. Така технологія особливо актуальна для м'ясних виробів, у яких присутні ліпіди, чутливі до окислення [19, 21].

Останніми роками увагу привертають наноструктуровані форми заліза, зокрема залізо у вигляді наноферитів і нанокапсул. Вони характеризуються підвищеною біодоступністю і здатністю поступово вивільняти мікроелемент. Проте застосування наноформ обмежене через недостатню кількість даних щодо їх безпечності [24, 26].

### **Порівняння біодоступності та технологічної ефективності різних форм заліза.**

Біодоступність заліза суттєво варіює залежно від форми. У середньому коефіцієнти засвоєння становлять:

- ферум(II)-сульфат – 20–25 %;
- ферум(II)-фумарат – 15–20 %;
- ферум(III)-пірофосфат – 5–10 %;
- ферум(II)-бісгліцинат – 35–45 %;
- NaFeEDTA – 25–30 %.

Органічні та хелатні форми мають не лише кращу біодоступність, а й нижчий ризик взаємодії з іншими компонентами їжі. У м'ясних системах перевага надається стабільним комплексам, які не впливають на колір і аромат продукту [30–32].

### **1.1.3. Використання залізовмісних сполук у м'ясних та функціональних продуктах**

Збагачення м'ясних виробів залізом має подвійну мету: підвищення харчової цінності і формування стабільного кольору готового продукту. Однак додавання заліза потребує ретельного підбору форми, щоб уникнути посилення окислення ліпідів.

Дослідження показують, що використання NaFeEDTA у поєднанні з антиоксидантами або екстрактами прянощів дозволяє стабілізувати колір м'яса і зберегти сенсорні властивості протягом зберігання [25]. Іншим перспективним напрямом є застосування ферум(II)-бісгліцинату, який не змінює текстури й кольору м'яса навіть після термічної обробки.

Також активно розробляються продукти комбінованої дії – м'ясні хліби, паштети, ковбаси, у яких поєднано джерело заліза з антиоксидантними фітодобавками, таких як куркума, розмарин, орегано, що створює синергічний ефект [25, 32].

Залізо представлено у харчовій промисловості великою кількістю сполук, але їх ефективність значною мірою залежить від стабільності, біодоступності й взаємодії з харчовими компонентами. Неорганічні форми є дешевими, але менш стабільними, а органічні та хелатні більш біодоступними, хоча дорожчими, комплексні NaFeEDTA і мікроінкапсульовані є оптимальним компромісом між ефективністю і стабільністю.

Для технології м'ясних хлібів найбільш перспективними є NaFeEDTA і ферум(II)-бісгліцинат, оскільки вони забезпечують високу біодоступність заліза, не порушують структуру білкової матриці, зберігають колір і не викликають окислення жирів. Їх поєднання з природними антиоксидантами дозволяє створювати стабільні функціональні м'ясні продукти з прогнозованою фізіологічною дією [16–32].

## **1.2. Олеорезини як природні антиоксиданти і функціональні інгредієнти у технології м'ясних продуктів**

### **1.2.1. Поняття та хімічна природа олеорезинів**

Олеорезини є концентрованими екстрактами з пряно-ароматичних рослин, що містять суміш ефірних олій, смол, фенольних сполук, органічних кислот, флавоноїдів та інших біологічно активних речовин. Їх отримують шляхом екстрагування природної сировини органічними розчинниками або надкритичним CO<sub>2</sub>, після чого видаляють розчинник і отримують густу ароматну речовину з високою концентрацією активних компонентів [31].

Основними рослинними джерелами є паприка, чорний перець, імбир, куркума, розмарин, мускатний горіх, базилік і гвоздика. Хімічний склад олеорезинів визначається природою рослини і включає терпеноїди, каротиноїди, фенольні кислоти, кумарини, а також фітонциди. Ці сполуки мають здатність до відновлення вільних радикалів, зв'язування іонів металів та гальмування ланцюгових реакцій перекисного окиснення ліпідів, що робить їх потужними антиоксидантами природного походження [33].

У харчовій промисловості олеорезини розглядаються як альтернатива синтетичним антиоксидантам таким як ВНА, ВНТ, ТВНҚ, оскільки поєднують антиоксидантну, антимікробну та ароматичну функції. Вони є стійкими до нагрівання, мають добру розчинність у жирах і можуть вводитись у різні рецептури м'ясних продуктів без суттєвої зміни їх органолептичних властивостей [31; 34].

### **1.2.2. Механізми антиоксидантної дії олеорезинів**

Антиоксидантна активність олеорезинів пов'язана з наявністю сполук, здатних пригнічувати утворення активних форм кисню та гальмувати реакції перекисного окиснення ліпідів. Фенольні компоненти такі як карнозинова кислота, карнозол, куркуміноїди, евгенол, капсаїциноїди взаємодіють із вільними радикалами, переводячи їх у стабільні форми, що перериває ланцюгову реакцію окиснення [33; 35, 37].

Олеорезини також мають здатність зв'язувати катіони металів Fe<sup>2+</sup> та Cu<sup>2+</sup>. Завдяки цьому зменшується швидкість окиснення жирів у білково-жировій матриці м'ясного фаршу. Встановлено, що екстракти розмарину та

гвоздики мають найвищу активність щодо зв'язування іонів заліза, тоді як олеорезин паприки проявляє помірну активність і водночас посилює колір кінцевого продукту [40; 42].

### **1.2.3. Технологічне значення олеорезинів у м'ясних продуктах**

Використання олеорезинів у технології м'ясних продуктів зумовлене не лише їх антиоксидантною дією, а й технологічними перевагами. Завдяки комплексному складу вони діють як натуральні консерванти, ароматизатори та стабілізатори кольору. Введення олеорезинів у рецептури ковбас, паштетів, фаршевих виробів і м'ясних хлібів дозволяє продовжити термін зберігання, зменшити швидкість мікробіологічного псування та поліпшити споживчі властивості продукту [31; 35].

Дослідження показують, що додавання олеорезину розмарину зменшує інтенсивність перекисного окиснення ліпідів у ковбасних виробках у 2–3 рази порівняно з контрольними зразками без антиоксидантів [33; 40]. Екстракт куркуми сприяє стабілізації кольору м'яса за рахунок вмісту куркуміноїдів, а олеорезин гвоздики пригнічує ріст мікрофлори, зокрема *Bacillus* spp. і *Staphylococcus* spp. [42; 44].

Технологічна доцільність застосування олеорезинів визначається також їх здатністю зберігати властивості під час термічної обробки. При нагріванні до 100–120 °C більшість активних сполук не руйнується, що робить їх придатними для запечених і варених м'ясних виробів, зокрема м'ясних хлібів.

Оптимальна доза введення становить 0,05–0,3 % від маси фаршу залежно від виду олеорезину та рецептури продукту [31; 35; 40].

### **1.2.4. Порівняльна характеристика основних видів олеорезинів**

Олеорезини різняться за походженням, складом і антиоксидантною активністю. Їхня ефективність у м'ясних системах визначається вмістом фенольних сполук, ефірних олій та здатністю пригнічувати окиснення ліпідів.

– Олеорезин розмарину є одним із найвивченіших природних антиоксидантів. Основними активними компонентами є карнозинова кислота і карнозол, що володіють високою здатністю гальмувати автоокиснення жирів і стабілізувати пігменти міоглобіну [33; 40; 42]. Дослідження показали, що використання 0,1 % олеорезину розмарину у фаршевих виробках зменшує утворення малонового діальдегіду більш ніж удвічі порівняно зі зразками без додавання олеорезинів, що свідчить про значне уповільнення перекисного окиснення ліпідів [40].

– Олеорезин куркуми характеризується високим вмістом куркуміноїдів, які проявляють антиоксидантні та антимікробні властивості. У м'ясних продуктах ця сполука стабілізує колір і пригнічує розвиток мікрофлори, водночас надаючи приємного золотистого відтінку [44].

– Олеорезини паприки та перцю містять капсаїциноїди, каротиноїди й ефірні олії, які забезпечують яскраве забарвлення і виражені смакові властивості виробів. Хоча їх антиоксидантна активність нижча порівняно з розмарином, вони ефективно зменшують окиснення ліпідів і служать природними барвниками [33].

– Олеорезини гвоздики та базиліку містять еugenol і linalool, які мають сильні антирадикальні та бактерицидні властивості. Їх поєднання з розмарином підсилює загальний антиоксидантний ефект і подовжує термін зберігання м'ясних продуктів [40; 45].

Серед різних видів найвищу стабільність при термічній обробці показують розмариновий і куркуміновий олеорезини, тоді як екстракти перцю та паприки доцільніше додавати на етапі охолодження для збереження летких компонентів [31; 42].

### **1.2.5. Вплив олеорезинів на якість і термін зберігання м'ясних продуктів**

Використання олеорезинів позитивно впливає на фізико-хімічні, мікробіологічні й сенсорні характеристики м'ясних виробів. Найбільш

вираженим ефектом є пригнічення процесів окиснення ліпідів, які призводять до утворення неприємного запаху, потемніння і втрати поживної цінності.

Дослідження показали, що додавання розмаринового олеорезину в кількості 0,1–0,2 % зменшує показник перекисного числа у варених ковбасах у 2–3 рази протягом 15 днів зберігання [40]. Подібний ефект спостерігається при використанні суміші розмарину та гвоздики, де антиоксидантна дія підсилюється завдяки синергізму фенольних сполук [45].

Олеорезин куркуми сприяє збереженню природного кольору м'яса, оскільки куркуміноїди стабілізують оксиміоглобін і перешкоджають утворенню метміоглобіну. У досліджах із фаршем свинини додавання 0,05 % олеорезину куркуми забезпечувало більш інтенсивний червоно-жовтий відтінок і підвищену сенсорну оцінку кольору після термічної обробки [44].

В антимікробному аспекті олеорезини гвоздики, базилику й розмарину знижують загальну кількість мезофільних аеробних бактерій у м'ясних виробках, подовжуючи термін їх зберігання без застосування синтетичних консервантів [42; 45]. Крім того, завдяки летким компонентам ці екстракти покращують ароматичний профіль і підвищують споживчу привабливість.

### **1.2.6. Тенденції розвитку та інноваційні підходи**

Сучасні дослідження спрямовані на удосконалення способів використання олеорезинів у харчових системах для підвищення їх ефективності та стабільності. Одним із провідних напрямів є мікроінкапсуляція біоактивних компонентів. Покриття частинок білками, полісахаридами або ліпідами забезпечує захист летких сполук від окиснення й випаровування, підвищує рівномірність розподілу в м'ясному фарші та стабільність під час термічної обробки [31; 33].

Іншим перспективним напрямом є комбінування олеорезинів із природними антиоксидантами білкового походження, наприклад, з гідролізатами казеїну або соєвого білка. Такі поєднання проявляють

синергічний ефект і значно знижують інтенсивність перекисного окиснення в м'ясних системах [33; 42].

Особливий інтерес становить застосування олеорезинів у складі функціональних збагачених м'ясних продуктів. Вони можуть діяти синергічно із залізовмісними збагачувачами, зокрема NaFeEDTA або ферум(II)-бісгліцинатом. Завдяки здатності зв'язувати іони металів олеорезини зменшують ризик каталізу реакцій окиснення залізом і стабілізують колір виробів. Такий підхід дозволяє створювати продукти подвійного функціонального призначення з антиоксидантними властивостями і підвищеним вмістом біодоступного заліза [32; 42].

Інноваційні тенденції також передбачають використання сумішей кількох олеорезинів для досягнення комплексного ефекту, підвищення антиоксидантної активності, поліпшення кольору і формування гармонійного аромату [31; 33; 40].

Застосування олеорезинів у концентраціях 0,05–0,3 % подовжує термін зберігання м'ясних виробів на 25–40 %, зменшує інтенсивність окиснення ліпідів у 2–3 рази та підвищує сенсорну прийнятність продукції [40; 42-44]. Найвищу антиоксидантну ефективність демонструють екстракти розмарину і куркуми, тоді як олеорезини паприки та гвоздики проявляють додаткову функцію ароматизації й забарвлення [45].

Отже, олеорезини можна розглядати як перспективні інгредієнти для створення функціональних м'ясних виробів із покращеними антиоксидантними властивостями, підвищеною стабільністю під час зберігання та збагачених мікронутрієнтами. Їх поєднання з технологіями фортифікації м'яса залізом є актуальним напрямом розвитку індустрії оздоровчих харчових продуктів.

### **1.3. Сучасний стан та тенденції розвитку індустрії функціональних м'ясних виробів в Україні та світі**

Функціональні м'ясні продукти визначаються як харчові вироби, у складі яких поряд із традиційними м'ясними компонентами присутні біоактивні інгредієнти, що позитивно впливають на фізіологічні функції організму. До

таких інгредієнтів належать вітаміни, мінерали, пребіотики, пробіотики, рослинні екстракти, харчові волокна, поліненасичені жирні кислоти та антиоксиданти [38], [42], [47]. Розвиток цієї категорії продуктів відповідає глобальній тенденції переходу від звичайного споживання до харчування з профілактичним і лікувально-оздоровчим потенціалом.

Світовий ринок функціональних продуктів демонструє стаке зростання. Обсяг світового ринку функціональних харчових продуктів у 2023 році перевищив 280 млрд доларів США, з прогнозованим середньорічним приростом понад 7% до 2030 року [46]. У структурі цього сегмента значну частку займають білкові продукти, включно з м'ясом і м'ясними закусками, збагаченими антиоксидантами, омега-3 жирними кислотами, мікроелементами та рослинними добавками [46].

У європейських країнах поширення функціональних м'ясних виробів тісно пов'язане з розвитком концепції "clean label" – мінімізацією використання синтетичних добавок та заміною їх природними компонентами, такими як олеорезини, ефірні олії, ферментовані білки, клітковина та органічні мінерали [33], [35]. Впровадження рослинних екстрактів і мікроелементів у рецептури м'ясних виробів дозволяє підвищити їхню біологічну цінність без втрати органолептичних показників [42].

Водночас спостерігається тенденція до індивідуалізації функціонального харчування, де технології спрямовані на створення продуктів для конкретних груп споживачів – спортсменів, дітей, літніх людей, вагітних жінок. У цьому контексті особливу увагу привертають м'ясні вироби, збагачені залізом, цинком, селеном та природними антиоксидантами, що компенсують дефіцит мікронутрієнтів і зменшують ризики анемії [30], [32], [47].

В Україні виробництво функціональних м'ясних продуктів поступово розвивається, орієнтуючись на європейські стандарти. Зараз оновлюються вимоги до різних груп таких виробів, зокрема до продуктів спеціального дієтичного призначення, функціональних інгредієнтів і нових харчових добавок. Основна увага приділяється безпечності, правильному маркуванню та

наявності підтверджених корисних властивостей. Усі підприємства мають працювати за системою контролю безпеки НАССР, як це прийнято в країнах ЄС [38].

Фортифікація харчових продуктів мікронутрієнтами, зокрема залізом, в Україні також узгоджується з міжнародними рекомендаціями ВООЗ і ФАО. Ці документи визначають, як правильно розраховувати добові норми споживання мінералів і вітамінів, а також яким чином їх додавати до продуктів, щоб це було ефективно та безпечно [50].

Серед наукових розробок останніх років виділяються роботи, спрямовані на покращення якості та подовження терміну зберігання м'ясних виробів. Вчені пропонують поєднувати натуральні антиоксиданти рослинного походження, зокрема олеорезини із пробіотичними або мінеральними добавками. Такий підхід дає змогу не тільки стабілізувати продукт і покращити його смак, а й зробити його більш корисним для організму [47].

Досліджуються також варіанти використання нетрадиційної рослинної сировини, наприклад екстрактів спецій, морських водоростей чи дикорослих трав, які містять природні антиоксиданти та біоактивні речовини. Це допомагає підвищити харчову цінність м'ясних виробів і зменшити кількість синтетичних домішок [49].

В українській м'ясопереробній галузі поступово впроваджуються сучасні технології обробки, пакування та зберігання, які відповідають вимогам безпеки та концепції «чистої етикетки». Замість хімічних консервантів дедалі частіше використовуються природні компоненти, такі як олеорезини, ефірні олії або білкові гідролізати [48].

Проблемою залишається залежність від імпортованих олеорезинів, адже більшість таких екстрактів постачається з Європи та Азії. Українські виробники, які прагнуть вийти на ринок ЄС, мають дотримуватися вимог до якості, простежуваності та безпеки сировини [39; 41]. Водночас інтерес до олеорезинів у Європі зростає, що відкриває перспективи для їх локального виробництва і використання у нашій харчовій промисловості [39; 41].

Серед головних труднощів розвитку цієї галузі можна відзначити високу вартість натуральних екстрактів, обмежену кількість досліджень щодо їх впливу на організм, а також потребу у точних методиках підтвердження користі таких інгредієнтів. Проте досвід світових ринків показує, що поєднання натуральних антиоксидантів і залізовмісних сполук у складі м'ясних виробів має перспективу для впровадження в Україні [42; 46; 47].

Загалом, український ринок функціональних м'ясних продуктів розвивається в одному напрямі зі світовими тенденціями. Попит на натуральні інгредієнти зростає, з'являються нові продукти із зниженим вмістом синтетичних добавок і заявленими оздоровчими властивостями [46; 47].

## ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1

1. За результатами аналітичного огляду встановлено, що дефіцит заліза залишається однією з найбільш поширених форм нутрієнтної недостатності у світі, зокрема серед жінок репродуктивного віку, дітей і людей похилого віку [1–10]. Це зумовлює високий попит на технологічні рішення, спрямовані на підвищення біодоступності заліза в харчових продуктах.

2. У харчовій промисловості активно застосовуються різні форми заліза: сульфат, фумарат, лактат, NaFeEDTA, ферум(II)-бісгліцинат, наноструктуровані комплекси. Їх ефективність залежить від розчинності, стабільності у харчовій матриці та взаємодії з іншими інгредієнтами. Згідно з даними сучасних досліджень, NaFeEDTA і ферум(II)-бісгліцинат демонструють високу біодоступність і сумісність з білково-жировими системами м'яса, що робить їх перспективними для збагачення м'ясних виробів [23–26].

3. Олеорезини розглядаються як ефективні природні антиоксиданти, здатні гальмувати окисні процеси в м'ясних системах, покращувати стабільність кольору та подовжувати термін зберігання продукції. Найвищу активність мають олеорезини розмарину, куркуми, чорного перцю, гвоздики, які містять карнозинову кислоту, карнозол, куркумін, еugenol. Їх застосування у поєднанні із залізовмісними збагачувачами дозволяє отримати синергетичний ефект, тобто зменшення прооксидантної дії заліза та збереження органолептичних властивостей виробів [30; 33; 42].

4. Сучасна індустрія функціональних м'ясних продуктів демонструє зростання як на глобальному рівні, так і в Україні. У міжнародній практиці домінують тенденції використання природних інгредієнтів, стратегія «clean label» і створення продуктів із підвищеною біологічною цінністю [46]. В Україні формуються нормативні умови для розробки функціональних виробів, що поєднують фортифікацію мікронутрієнтами з використанням натуральних антиоксидантів, зокрема олеорезинів [36; 47–50].

5. Таким чином, сучасні наукові й технологічні підходи обґрунтовують доцільність розроблення м'ясних хлібів подвійного функціонального

призначення з антиоксидантними властивостями та підвищеним вмістом біодоступного заліза. Ці дані стали теоретичною базою для подальших експериментальних досліджень, присвячених оптимізації рецептур і технології виробництва таких продуктів.

## РОЗДІЛ 2. ОРГАНІЗАЦІЯ, ПРЕДМЕТ, ОБ'ЄКТ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

### 2.1. Організація, предмет, об'єкт та методи дослідження

Під час виконання магістерської роботи було використано як теоретичні положення, так і експериментальні дані, що забезпечило можливість комплексного вивчення особливостей удосконалення рецептури та технологічних параметрів виробництва м'ясного хліба з додаванням рослинної сировини.

Теоретико-експериментальні дослідження проводилися відповідно до логічної схеми, поданої на рисунку 2.1, яка відображає послідовність етапів роботи, їх зміст та взаємозв'язки між основними напрямками дослідження. Практична частина експериментів була реалізована у лабораторії кафедри технології м'ясних, рибних та морепродуктів Національного університету біоресурсів і природокористування України.

У якості об'єкта дослідження обрано технологію виробництва м'ясного хліба з удосконаленою рецептурою, що передбачає часткове заміщення тваринної сировини рослинним функціональним інгредієнтом — подрібненим мангольдом (*Beta vulgaris var. cicla*). Предметом дослідження стали фізико-хімічні, структурно-механічні та органолептичні показники сировини, проміжних напівфабрикатів і готового продукту, включно з оцінкою його мікробіологічної безпечності та прогнозованої економічної ефективності впровадження нової технології.

Метою дослідження є удосконалення технології м'ясного хліба шляхом використання натурального рослинного компонента, що дозволяє підвищити харчову та біологічну цінність продукту, покращити текстуру, підвищити водоутримувальну здатність, стабілізувати структуру та забезпечити економічну доцільність виробництва. Використання мангольду як природного джерела харчових волокон і біоактивних сполук спрямоване на поліпшення як органолептичних характеристик, так і загальної функціональності продукту.

Показники якості сировини та готового виробу визначалися відповідно до вимог чинних нормативних документів (ДСТУ та галузевих методик) за стандартними аналітичними процедурами: органолептичною оцінкою, визначенням фізико-хімічних параметрів (вологість, кислотність, пластичність, значення рН), оцінкою вологоутримуючої здатності та структурно-механічних властивостей. Для контролю безпечності використовували мікробіологічні методи, що дозволяють підтвердити відсутність патогенних та умовно-патогенних мікроорганізмів.

Експериментальні дослідження проводилися згідно з методичною схемою, яка охоплює розробку варіантів рецептури, їх експериментальну апробацію, аналіз отриманих результатів, вибір оптимальної рецептурної композиції та оцінку її технологічної та економічної ефективності.

## **2.2. Методи дослідження**

Відбір зразків м'ясного хліба та їх підготовку до лабораторного аналізу здійснювали відповідно до вимог чинних нормативних документів — ДСТУ ISO 17604:2016 «М'ясо та м'ясні продукти. Відбирання проб для мікробіологічного аналізу» та ДСТУ 8550:2015 «М'ясо та м'ясні продукти. Правила приймання і методи відбирання проб», що забезпечило достовірність, репрезентативність і відтворюваність отриманих експериментальних результатів.

Органолептичну оцінку сировини, напівфабрикатів та готового м'ясного хліба проводили згідно з вимогами ДСТУ 4823.1:2007 «М'ясо та м'ясні продукти. Органолептична оцінка», що забезпечило можливість об'єктивного аналізу таких показників, як зовнішній вигляд, консистенція, колір, смак і запах. Оцінювання здійснювали за п'ятибальною шкалою з використанням коефіцієнтів вагомості окремих органолептичних характеристик відповідно до методики, наведеної у відповідному розділі таблиці 3.

Розмірно-масові характеристики сировини та зміни її маси в процесі виробництва визначали згідно з методичними рекомендаціями для м'ясної

промисловості, що включало контроль зважування сировини та напівфабрикатів до та після термічної обробки. Паралельно проводили розрахунок вологоутримуючої здатності шляхом визначення втрати маси після термічного навантаження за стандартною методикою для м'ясних систем.

Фізико-хімічні дослідження зразків контрольних і дослідних партій м'ясного хліба виконували відповідно до вимог ДСТУ 8550:2015 «М'ясо та м'ясні продукти. Методи випробувань».

Визначення масової частки вологи здійснювали методом висушування зразка при температурі 100–105 °С, що ґрунтується на випаровуванні вологи та реєстрації втрати маси після висушування.

Визначення масової частки жиру проводили екстракційним методом у апараті Сокслета згідно з ДСТУ, що базується на вилученні жиру органічним розчинником та подальшому зважуванні зразка після екстракції.

Показник активності води визначали із застосуванням високочутливого приладу HygroPalm HP23-AW (Великобританія) відповідно до вимог ДСТУ ISO 21807:2019 «Мікробіологія харчових продуктів. Визначення активності води», що дозволяє оцінити мікробіологічну стабільність, ступінь доступності вологи для мікроорганізмів та прогнозовану безпечність м'ясного хліба при зберіганні.

## РОЗДІЛ 3 ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ СІЧЕНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ З ДОДАВАННЯМ РОСЛИННО-ОВОЧЕВОЇ СИРОВИНИ

### 3.1. Метод виробництва січених напівфабрикатів з додаванням рослинно-овочевої сировини

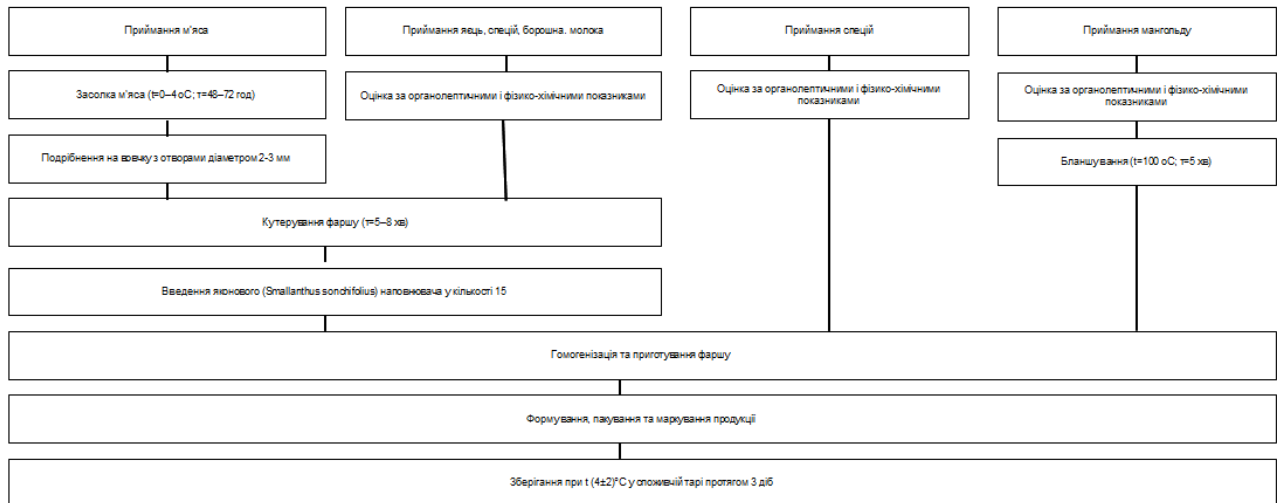


Рис.3.1. Технологічна схема виробництва січених напівфабрикатів з додаванням рослинно-овочевої сировини

Технологічний процес виробництва м'ясного хліба з рослинними добавками функціонального спрямування ґрунтується на раціональному поєднанні м'ясної сировини зі спеціально підготовленими рослинними інгредієнтами, зокрема мангольдом, куркумою та розмарином. Використання цих компонентів дає змогу підвищити харчову цінність продукту, збагатити його антиоксидантами, харчовими волокнами та мінеральними речовинами, а також покращити органолептичні характеристики. Висока якість та стабільність готового виробу забезпечуються суворо регламентованими технологічними етапами, спрямованими на досягнення мікробіологічної безпеки, оптимальної структури, соковитості та однорідності м'ясної системи.

Приймання, сортування та первинна підготовка м'ясної сировини. На переробку допускають лише сировину, що відповідає вимогам чинних державних стандартів щодо свіжості, температури, кольору, запаху, відсутності

слизу та кров'яних згустків. Під час вхідного контролю здійснюють органолептичну оцінку яловичини та курятини, визначають рН, масову частку білка і вологи, а також перевіряють наявність сторонніх домішок. М'ясо, яке відповідає усім нормативним вимогам, направляють на механічне очищення, що включає видалення поверхневих забруднень, зайвого жиру та сполучної тканини. Після підготовки сировину охолоджують до температури 0–4 °С, що обмежує розвиток мікрофлори та забезпечує збереження функціональних властивостей білково-жирової системи до подальшого подрібнення.

Підготовка рослинної сировини. Мангольд перед внесенням до рецептури миють, сортують, видаляють пошкоджені частини та подрібнюють до однорідної пасти, що дає змогу рівномірно розподілити рослинну масу в м'ясному фарші та забезпечити стабільність структури. Куркуму та розмарин піддають вхідному контролю за запахом, кольором і відсутністю сторонніх включень; спеції повинні відповідати вимогам за вологістю та мікробіологічними показниками. Перед змішуванням рослинні компоненти додають у вигляді попередньо зважених порцій, що забезпечує точність дотримання рецептури та рівномірність смакових характеристик.

Подрібнення та формування фаршу. Охолоджену м'ясну сировину подрібнюють на вовчку з діаметром решітки 3–5 мм. Такий розмір частинок забезпечує достатню дисперсність, високу водоутримувальну здатність і формування пластичної структури, необхідної для подальшого формування хлібної маси. У процесі кутерування фаршу додають сіль та прянощі, що сприяє екстракції солерозчинних білків, відповідальних за формування тривкої білкової матриці. На цьому етапі вносять подрібнений мангольд у кількості, передбаченій рецептурою, що дозволяє рівномірно інкорпорувати рослинне волокно в білкову систему й підвищити вологов'язувальні властивості отриманого фаршу.

Введення допоміжних інгредієнтів і завершальне кутерування. До фаршу додають спеції та куркуму, яка не лише формує характерний золотистий відтінок, а й забезпечує антиоксидантний ефект, сприяючи збереженню

жирової фракції під час теплової обробки. Розмарин посилює ароматичний профіль продукту та додатково покращує стабільність м'ясної емульсії за рахунок наявності ефірних олій. Остаточне кутерування ведуть до досягнення однорідної, в'язкої та пластичної структури фаршу.

Охолодження та внесення рослинних компонентів. Після завершення кутерування фаршову систему охолоджують до температури 8–10 °С, що є оптимальною для подальшого внесення мангольду та пряно-ароматичних добавок. Зниження температури стабілізує білкову матрицю, сповільнює розвиток мікрофлори та запобігає передчасному прогріванню системи, що особливо важливо для збереження водоутримувальних властивостей фаршу. На цьому етапі вносять підготовлений подрібнений мангольд, який завдяки високому вмісту пектинових речовин, клітковини та природної вологи виконує функцію структуроутворювача та підвищує пластичність маси. Разом з рослинною пастою додають куркуму та розмарин, що формують характерний смако-ароматичний профіль та проявляють виражені антиоксидантні властивості. Температурний режим внесення компонентів має важливе технологічне значення, оскільки зберігає активність функціональних речовин мангольду та сприяє рівномірному розподілу прянощів у м'ясній системі.

Дозрівання фаршу. Після введення рослинних інгредієнтів фарш витримують протягом 20–30 хвилин при температурі 6–8 °С, що забезпечує рівномірний розподіл солей, стабілізацію білково-жирової емульсії та формування зв'язаної структури. У цей період відбувається гідратація білків і рослинних полісахаридів, що підсилює когезійні властивості маси та сприяє формуванню однорідної структури м'ясного хліба. Завдяки наявності мангольду, який містить природні антиоксиданти та волокна, спостерігається підвищення вологозв'язувальної здатності фаршу, що позитивно впливає на соковитість і стабільність готового виробу.

Формування та підготовка до теплової обробки. Після завершення дозрівання фарш формують у спеціальні прямокутні або циліндричні форми, попередньо змащені або вистелені пергаментом для запобігання прилипанню.

Важливо забезпечити рівномірне ущільнення фаршевої маси у формі, оскільки наявність повітряних включень може спричинити дефекти структури, розриви та нерівномірність колірного шару. Формування проводять при низькій температурі (не вище 10 °С), що дозволяє зберегти цілісність білкової матриці та попередити передчасне виділення вологи.

Теплова обробка. Основним етапом є поєднання запікання та доведення до готовності у режимі, що забезпечує мікробіологічну безпеку та термічну стабілізацію білкової системи. Первинний прогрів проводять при температурі 85–90 °С протягом 25–30 хвилин до досягнення внутрішньої температури 68–70 °С. Це дозволяє поступово денатурувати білки, зберігаючи при цьому високу соковитість та попереджаючи інтенсивні втрати вологи. На завершальному етапі виріб доводять до готовності при температурі 72–75 °С внутрішнього шару, що гарантує знищення небезпечної мікрофлори, зокрема сальмонел, кишкової палички та умовно-патогенних мікроорганізмів. Правильно підібраний температурно-часовий режим забезпечує стабільну текстуру, збереження природного кольору, який додатково підсилюється куркумою, та рівномірний розподіл рослинних компонентів у м'ясній матриці.

Охолодження та стабілізація структури. Після термічної обробки м'ясний хліб піддають швидкому охолодженню до температури 4–6 °С. Це є критичним етапом, оскільки швидке зниження температури стабілізує білково-жирову структуру, запобігає вторинному бактеріальному забрудненню та мінімізує втрати вологи. У процесі охолодження завершується формування зрілої текстури, яка характеризується пружністю, однорідністю та добрим водоутриманням. Додавання мангольду сприяє утриманню зв'язаної вологи, що зменшує ризик синерезису та підвищує соковитість готового виробу.

Перед внесенням у фаршову систему рослинні інгредієнти та допоміжні компоненти проходять комплексну технологічну підготовку, спрямовану на забезпечення їхньої мікробіологічної безпеки, стабільності та рівномірного розподілу в м'ясній матриці. Насамперед підготовці підлягає мангольд, що використовується у подрібненому або пастоподібному стані як джерело

харчових волокон, пектинових речовин та біологічно активних компонентів. Приймання зелені супроводжується перевіркою цілісності листків, відсутності ознак в'янення чи мікробіологічного ураження. Сировину ретельно мийуть у воді з дозволеними мийними засобами зі слабкою дією та після ополіскування питною водою видаляють надлишкову вологу механічним способом. Така підготовка мінімізує кількість сторонньої мікрофлори та забезпечує санітарну безпеку на подальших етапах.

Після миття мангольд подрібнюють на роторних подрібнювачах до частинок розміром не більше 2–3 мм, що дає змогу забезпечити його рівномірне розподілення в м'ясному фарші. Структура подрібненої рослинної маси сприяє ефективній інкорпорації її у білково-жирову матрицю та покращує водоутримувальні характеристики системи завдяки високому вмісту полісахаридів. При необхідності проводять короткочасну теплову стабілізацію мангольду при температурі 65–70 °С, що знижує початкове мікробне навантаження та покращує в'язкісні властивості компонентів без суттєвого погіршення їх харчової цінності.

Паралельно здійснюється підготовка ароматичних та функціональних компонентів — куркуми та розмарину. Спеції оцінюють за кольором, запахом, вологістю, відсутністю грудкування та відповідністю мікробіологічним нормативам. Куркума використовується як природний барвник та антиоксидант; її дрібнодисперсний стан дозволяє рівномірно розподілити пігмент у продукті та забезпечити характерне золотисте забарвлення. Розмарин завдяки наявності ефірних олій підсилює смако-ароматичний профіль і сприяє інгібуванню окиснення ліпідів у м'ясній системі. Обидві добавки готують шляхом просіювання та, за необхідності, попереднього змішування з невеликою кількістю солі для запобігання утворенню грудок у фарші.

Для досягнення стабільної структури виробу та контролю вологи може застосовуватися цукровий або глюкозний сироп, який готують шляхом розчинення цукру у гарячій воді та подальшого охолодження до температури 35–40 °С. Його внесення сприяє регуляції осмотичного тиску, покращенню

смаку та формуванню однорідної консистенції, особливо у зразках з підвищеним вмістом рослинної маси. При необхідності корекції текстури додають харчові стабілізатори, зокрема пектин або гуарову камедь, у кількості 0,2–0,5% від маси суміші. Попереднє диспергування стабілізаторів у частині рідкої фази забезпечує їх легке включення у фарш та запобігає утворенню грудок.

Для регуляції рН та підвищення мікробіологічної стабільності системи допускається внесення харчових кислот (лимонної чи молочної), кількість яких узгоджується з рецептурними вимогами та не впливає негативно на органолептичні властивості готового виробу. Внесення всіх компонентів здійснюється при температурі не вище 10 °С, що дозволяє уникнути втрат функціональної активності біологічно цінних речовин і зберегти водозв'язувальні властивості фаршу.

Змішування компонентів здійснюється у кутерах або м'ясозмішувачах періодичної дії до отримання однорідної пастоподібної консистенції. Контроль температури на рівні 8–10 °С є критичним для збереження стабільності білкової емульсії та запобігання передчасному виділенню вологи. Готова рослинно-м'ясна суміш характеризується рівномірним розподілом часток мангольду, вираженим ароматом розмарину та однорідною структурою, яка є основою для подальшого формування та теплової обробки м'ясного хліба.

Внесення рослинної фази до м'ясної основи. Після дозрівання фаршу та стабілізації білково-жирової системи здійснюється внесення підготовленої рослинної фази, яка включає подрібнений мангольд, куркуму, розмарин та, за потреби, допоміжну рідку фракцію у вигляді сиропу або розсолу. Основна м'ясна маса на цьому етапі має пластичну, однорідну консистенцію з достатнім ступенем білкової гідратації, що забезпечує ефективне зв'язування рослинних частинок і формування стабільної структури. Додавання компонентів здійснюється у змішувачах періодичної дії при температурі фаршу 8–10 °С, що дозволяє запобігти надмірному розм'якшенню білкової матриці та небажаному розвитку мікрофлори.

Стандартна концентрація рослинного компонента залежить від рецептури й може становити від 10 до 60% маси фаршу, що суттєво впливає на реологічні властивості та харчову цінність готового продукту. Мангольд рівномірно розподіляється по всьому об'єму м'ясної системи завдяки пастоподібній консистенції та високому вмісту клітковини і пектинових речовин. Куркума та розмарин, внесені у вигляді дрібнодисперсних порошоків, формують однорідний ароматичний профіль, не порушуючи структурної цілісності м'ясної маси. Обмеження тривалості змішування до 3–5 хвилин при низьких обертах необхідне для недопущення надмірного руйнування білкової структури й уникнення синерезису.

Фізико-хімічні зміни при поєднанні м'ясної та рослинної фаз. Процес змішування супроводжується низкою структурних і колоїдних перетворень. Пектинові речовини та харчові волокна мангольду частково взаємодіють з міофібрилярними білками, утворюючи додаткові зв'язки, що стабілізують білкову матрицю та підвищують водоутримувальні властивості фаршу. Куркума, завдяки вмісту куркуміну, проявляє антиоксидантний ефект, знижуючи інтенсивність окиснення ліпідів, тоді як ефірні олії розмарину інгібують окислювальні процеси та збагачують продукт леткими ароматичними сполуками. За рахунок цих взаємодій підвищується пластичність і формостійкість фаршу, зменшується ризик розшарування структури під час теплової обробки.

Кислотність м'ясної системи (рН 5,9–6,3) залишається у межах, сприятливих для оптимальної екстракції білків та утворення стабільної емульсійної матриці. Завдяки цьому м'ясний хліб зберігає характерну однорідну структуру, а рослинні компоненти рівномірно інкорпорується у білкову мережу, не утворюючи локальних скупчень чи зон розрідження.

Гомогенізація суміші та доведення до однорідної консистенції. Після попереднього змішування проводять короткочасну гомогенізацію фаршу для усунення залишкових агломератів рослинних частинок та забезпечення оптимальної дисперсності системи. Гомогенізація здійснюється при

температурі не вище 12 °С, щоб уникнути передчасної коагуляції білків і зниження функціональної активності рослинних добавок. Основними параметрами гомогенізації є інтенсивність змішування до 5000 об/хв та тривалість, що не перевищує 20–30 секунд. Такий режим дозволяє сформувати рівномірну структуру без порушення пружності системи.

Після завершення гомогенізації отримують фарш із стабільними реологічними властивостями, однорідною структурою та характерним зеленувато-золотистим відтінком, обумовленим присутністю мангольду та куркуми. У продукті відсутні грубі включення чи ознаки розшарування, а аромат збагачений вираженими пряними нотами розмарину. Фінальна температура фаршу перед формуванням повинна бути в межах 8–10 °С, що забезпечує оптимальну пластичність, легкість фасування та запобігає розвитку мікрофлори.

Після завершення процесу гомогенізації та формування однорідної фаршевої системи м'ясний хліб з додаванням мангольду переходить до заключного етапу технологічного процесу, який включає формування, запікання, фасування, пакування, маркування, організацію умов зберігання та транспортування, а також здійснення контролю якості готової продукції. Дотримання регламентованих технологічних режимів на цьому етапі є критично важливим для збереження структурно-механічних характеристик виробу, його мікробіологічної чистоти та відповідності чинній нормативній документації.

Формування і термічна обробка готової маси. Підготовлений фарш з температурою 8–10 °С подають у металеві або термостійкі форми, поверхні яких за необхідності змащують тонким шаром рослинної олії або вистилають пергаментом, що сприяє легкому вилученню виробу після термообробки. Фарш ущільнюють для усунення повітряних краплень, які можуть призвести до нерівномірного пропікання або утворення пустот. Термічна обробка проводиться у два етапи: попереднє запікання при температурі 85–90 °С з досягненням внутрішньої температури 68–70 °С та завершальна витримка до

кінцевої температури 72–75 °С. Такий режим забезпечує повне знезараження продукту, денатурацію білків з формуванням щільної, але еластичної структури та стабілізацію вологи внаслідок взаємодії білків м'яса з рослинними полісахаридами мангольду. Після закінчення термообробки форми з виробом негайно охолоджують у повітряно-охолоджувальних камерах або душових установках до температури 4–6 °С, що попереджає розвиток мікрофлори та стабілізує структурну матрицю.

Фасування та пакування готової продукції. Охолоджений м'ясний хліб фасують у вакуумні пакети, піддонні лотки з бар'єрною плівкою або полімерні оболонки, залежно від формату подальшої реалізації. Фасування здійснюється при температурі не вище 10 °С у зоні з контрольованим мікробним навантаженням повітря. Використання вакуумного або модифікованого газового середовища дозволяє зменшити окислювальні процеси, подовжити термін придатності та забезпечити стабільність кольору, зокрема золотистого відтінку, сформованого куркумою. Упаковка повинна бути інертною до жирних компонентів, мати бар'єрні властивості щодо кисню та світла й відповідати санітарним вимогам України та ЄС щодо матеріалів, дозволених до контакту з харчовими продуктами. Вибір пакувальних матеріалів типу ПА/ПЕ, ПЕТ/ПЕ або ПП/EVON/ПП забезпечує необхідний рівень захисту від окиснення, втрати аромату та механічних пошкоджень.

Маркування продукції. Кожна одиниця продукції повинна бути промаркована відповідно до вимог Технічного регламенту щодо правил маркування харчових продуктів (постанова КМУ №487 від 28.04.2021 р.) та ДСТУ 4518:2008. Етикетка має містити інформацію про назву виробу (наприклад, «М'ясний хліб з мангольдом»), склад у порядку зменшення масової частки компонентів, харчову та енергетичну цінність, масу нетто, адресу виробника, дату виготовлення, термін придатності, умови зберігання та позначення нормативного документа (ТУ або ДСТУ). Шрифт маркування повинен бути чітким, контрастним, стійким до стирання та придатним для зчитування за умов звичайного освітлення.

Зберігання готової продукції. Після пакування виріб направляють до холодильних камер для зберігання при температурі 0–6 °С та відносній вологості повітря 75–85%. За таких умов підтримується стабільність кольору, попереджується вторинне бактеріальне забруднення та зберігаються структурні властивості, сформовані під час термічної обробки. Термін придатності м'ясного хліба у вакуумній упаковці становить до 7 діб, а у модифікованому газовому середовищі може бути продовжений до 10–14 діб залежно від складу газової суміші та характеристик пакувального матеріалу. Заморожування готового виробу допускається лише як альтернативний спосіб подовження термінів реалізації, однак після розморожування можливе часткове погіршення текстури через порушення водоутримувальних властивостей білково-полісахаридної системи.

Транспортування здійснюється із підтриманням безперервного холодового ланцюга, щоб уникнути температурних коливань, які можуть спричинити розвиток мікрофлори або порушення стабільності структури. Всі етапи післятермічної обробки супроводжуються контролем якості, що включає визначення органолептичних показників, рН, активності води, мікробіологічних критеріїв та щільності структури.

Транспортування. Перевезення готового м'ясного хліба здійснюється виключно з дотриманням умов «холодового ланцюга», що передбачає підтримання стабільного температурного режиму у межах 0–6 °С. Забезпечення безперервності холодового режиму є критично важливим для запобігання розвитку мікрофлори, окиснення жирів та погіршення структурно-механічних властивостей виробу. Для транспортування використовуються рефрижераторні автомобілі, ізотермічні контейнери або спеціалізовані охолоджувані ємності, які перед завантаженням проходять санітарну обробку з підтвердженням у вигляді відповідного акта або сертифіката. Контроль температури всередині транспортних відсіків здійснюють за допомогою термореєстраторів або електронних контрольних міток, що дозволяє відстежувати можливі відхилення протягом усього шляху доставки продукції.

Контроль якості на завершальному етапі. Завершальний етап виробництва м'ясного хліба передбачає проведення комплексного контролю якості, що охоплює органолептичні, мікробіологічні та фізико-хімічні показники. Згідно з вимогами ДСТУ 4435:2005 та чинних ТУ, перед відвантаженням до реалізації оцінюють зовнішній вигляд виробу, який повинен мати рівномірну структуру без сторонніх включень, із характерним золотисто-зеленуватим відтінком, що формується під впливом куркуми та мангольду. Запах має бути чистим, м'ясним, зі слабо вираженими пряними нотами розмарину, без сторонніх запахів. Смак повинен відповідати рецептурному профілю, бути гармонійним, з легкими рослинними й пряними відтінками та без ознак окиснення жирової фракції.

Фізико-хімічні показники включають визначення рН, масової частки вологи, білка, жиру, золи та водоутримувальної здатності, які повинні відповідати нормативам, встановленим для даного виду продукції. Обов'язковим є мікробіологічний контроль, що передбачає відсутність патогенної мікрофлори, включаючи *Salmonella* spp., *E. coli* та *Listeria monocytogenes*, а також відповідність загального мікробного числа встановленим санітарним нормам. Особливу увагу приділяють стабільності структури після теплової обробки та охолодження, відсутності ознак синерезису та стороннього запаху, що може свідчити про порушення холодового режиму.

Відбір проб для контролю здійснюється з кожної виробничої партії у кількості не менше 2% від загального обсягу, але не менше трьох одиниць продукції. У разі виявлення відхилень від нормативних значень проводять повторний аналіз із подвоєною вибіркою. Якщо порушення підтверджуються повторно, уся партія підлягає відбракуванню та утилізації згідно з чинними санітарними вимогами. Забезпечення належної системи контролю на цьому етапі гарантує безпечність, високу якість та стабільні споживчі властивості м'ясного хліба з додаванням мангольду, куркуми та розмарину.

### **3.2. Розробка складу та технологічного процесу виготовлення січених напівфабрикатів з додаванням рослинно-овочевої сировини**

Аналіз сучасних технологічних схем і рецептур виробництва м'ясних фаршевих виробів, зокрема формованих продуктів типу м'ясного хліба, свідчить про інтенсивне впровадження у харчову промисловість функціональних рослинних інгредієнтів, які виконують роль структуроутворювачів, антиоксидантів, природних барвників та джерел харчових волокон. Така тенденція характерна для провідних м'ясопереробних підприємств України та ЄС і зумовлена необхідністю не лише оптимізувати структурно-механічні показники продукції, але й підвищити її біологічну цінність, стабільність під час зберігання, органолептичну привабливість, а також забезпечити конкурентоспроможність на ринку. Застосування рослинних добавок дозволяє цілеспрямовано впливати на смаковий профіль, колір, консистенцію та водоутримувальні властивості готового виробу, одночасно сприяючи зниженню собівартості та розширенню асортименту.

Розробка рецептури м'ясного хліба з додаванням мангольду, куркуми та розмарину здійснювалася поетапно та передбачала виконання кількох ключових стадій. На першому етапі було обрано базову рецептуру-аналог, що відповідає технологічним і структурним особливостям м'ясного хліба та може слугувати моделлю для подальших модифікацій. Така рецептура визначає співвідношення м'ясної сировини, жирової фази, солі, спецій та допоміжних інгредієнтів, на основі яких здійснювалося подальше наукове опрацювання.

Другий етап передбачав адаптацію рецептури-аналог шляхом коригування якісного та кількісного складу компонентів, з урахуванням введення рослинної пасти з мангольду, а також функціональних добавок — куркуми як природного барвника й антиоксиданту та розмарину як джерела фенольних сполук з вираженою антимікробною дією. На цьому етапі уточнювалися технологічні параметри підготовки рослинної та м'ясної фаз, режими подрібнення, формування та термічної обробки, що дозволило забезпечити стабільність м'ясної емульсії та однорідність структури.

Третій етап передбачав наукове обґрунтування оновленої рецептури та відповідної технологічної схеми в лабораторних умовах з використанням комплексу фізико-хімічних, органолептичних та мікробіологічних досліджень. Було сформовано шість варіантів рецептурних композицій з різним вмістом рослинних компонентів (10–60%), що дозволило встановити їх вплив на вологозв'язувальні властивості, реологічні параметри, стійкість структури, колір та смако-ароматичний профіль м'ясного хліба. Такий експериментальний підхід дав змогу визначити оптимальне співвідношення м'ясної та рослинної частин, яке забезпечує високу якість, стабільність структури та функціонально-поживну цінність готового виробу.

**Таблиця 3.1.**

| Сировина       | Рецептура з 10% мангольду |         | Рецептура з 20% мангольду |         | Рецептура з 30% мангольду |         | Рецептура з 40% мангольду |         | Рецептура з 50% мангольду |         | Рецептура з 60% мангольду |         |
|----------------|---------------------------|---------|---------------------------|---------|---------------------------|---------|---------------------------|---------|---------------------------|---------|---------------------------|---------|
|                | кг/1000 кг                | г/100 г | кг/1000 кг                | г/100 г | кг/1000 кг                | г/100 г | кг/1000 кг                | г/100 г | кг/1000 кг                | г/100 г | кг/1000 кг                | г/100 г |
| М'ясо свинини  | 400                       | 400     | 388                       | 388     | 326                       | 326     | 265                       | 265     | 203                       | 203     | 142                       | 142     |
| М'ясо курятини | 250                       | 250     | 242                       | 242     | 204                       | 204     | 165                       | 165     | 127                       | 127     | 88                        | 88      |
| Яйця           | 100                       | 100     | 100                       | 100     | 100                       | 100     | 100                       | 100     | 100                       | 100     | 100                       | 100     |
| Молоко         | 50                        | 50      | 50                        | 50      | 50                        | 50      | 50                        | 50      | 50                        | 50      | 50                        | 50      |
| Борошно        | 80                        | 80      | 0                         | 0       | 0                         | 0       | 0                         | 0       | 0                         | 0       | 0                         | 0       |
| Спеції         | 20                        | 20      | 20                        | 20      | 20                        | 20      | 20                        | 20      | 20                        | 20      | 20                        | 20      |
| Мангольд       | 100                       | 100     | 200                       | 200     | 300                       | 300     | 400                       | 400     | 500                       | 500     | 600                       | 600     |
| Разом          | 1000                      | 1000    | 1000                      | 1000    | 1000                      | 1000    | 1000                      | 1000    | 1000                      | 1000    | 1000                      | 1000    |

Для проведення порівняльної оцінки були використані зразки м'ясного хліба, у рецептурний склад яких вводилась паста з мангольду в різних концентраціях — від 10% до 60% у перерахунку на масу готового продукту. Такий підхід дозволив дослідити вплив рослинної добавки на структурно-

механічні, органолептичні та фізико-хімічні характеристики виробу, а також визначити оптимальний рівень її внесення.

Рецептури формувалися шляхом поступового заміщення частини м'ясної сировини рослинною пастою з мангольду при збереженні загальної маси суміші на рівні 1000 г. Кількість солі, прянощів та інших допоміжних інгредієнтів залишалася сталою для всіх варіантів, що забезпечувало об'єктивність порівняльного аналізу. Основна відмінність між рецептурами полягала в масовій частці мангольду, яка варіювалася від 100,0 г (10%) до 600,0 г (60%). Зі збільшенням кількості рослинного компонента відповідно зменшувалася частка м'ясної сировини, що дозволяло зберегти незмінною загальну масу та забезпечити коректність оцінювання впливу фактору.

Таким чином, сформовані рецептури були спрямовані на визначення оптимального рівня внесення мангольду, який забезпечує належні органолептичні властивості, стабільну текстуру, підвищений вміст харчових волокон та збалансований хімічний склад м'ясного хліба з функціональними властивостями.

### **3.3. Оцінка якості вироблених продуктів**

#### **3.3.1. Дослідження органолептичних показників якості виробів**

Основними органолептичними показниками м'ясного хліба, що визначають його споживчу привабливість, є колір, смак, аромат, консистенція та ступінь соковитості. Вказані параметри формуються не лише внаслідок природних властивостей м'ясної сировини, а й під впливом технологічних операцій, зокрема подрібнення, кутерування, дозрівання фаршу, термічної обробки та введення функціональних рослинних інгредієнтів. Кожен із цих чинників визначає структурно-механічні характеристики готового продукту та формує його органолептичний профіль.

Колір м'ясного хліба залежить від комбінації м'ясної та рослинної фаз, ступеня денатурації білків під час теплової обробки, рівня окиснення жирової фракції та стабільності природних пігментів. Додавання пасти з мангольду

сприяє формуванню характерного зеленуватого або світло-зеленого відтінку за рахунок вмісту хлорофілу, каротиноїдів і поліфенольних сполук. Куркума, як природний барвник і антиоксидант, надає виробу золотисто-жовтого кольору, який рівномірно розподіляється у білково-жировій матриці та зберігається протягом зберігання завдяки її стійкості до термічної обробки. Розмарин впливає на колір меншою мірою, однак може посилювати теплі відтінки готового продукту завдяки наявності ефірних олій.

Інтенсивність забарвлення м'ясного хліба варіює залежно від концентрації рослинних компонентів, рН фаршу, режимів теплової обробки та тривалості зберігання. Встановлено, що функціональні рослинні добавки здатні не лише модифікувати зовнішній вигляд м'ясних виробів, а й покращувати їх антиоксидантні властивості, уповільнюючи процеси окиснення ліпідів та стабілізуючи колірну гамму. У зв'язку з цим внесення мангольду та куркуми може розглядатися як ефективний спосіб натуральної корекції кольору м'ясного хліба без використання синтетичних барвників, що відповідає сучасним тенденціям у харчовій промисловості.

Таблиця 3.2

### Органолептична оцінка виробів

| Показник                 | Контроль (0%)   | 10% мангольду   | 20% мангольду   | 30% мангольду   | 40% мангольду  | 50% мангольду                                     | 60% мангольду   |
|--------------------------|---|---|---|---|--|---|---|
| Зовнішній вигляд і колір | Однорідна, кремова поверхня світло-бежевого тону, легкий жовтуватий відтінок від куркуми. | Однорідна маса з ледь зеленуватим жовтим тоном від 10% мангольду. | Світло-жовтий із зеленуватими нюансами, рівномірна структура. | Жовтуватозелений тон стає виразнішим, поверхня рівна. | Яскравий жовто-зелений відтінок, підвищена соковитість поверхні. | Насичений жовто-зелений колір, блискуча поверхня. | Жовто-зелений із домінуванням зеленого, волога рівномірна поверхня. |
| Консистенція             | Однорідна,  | М'яка, рівномірна   | Ніжна, гладка,  | Пружна, соковита                                      | Стабільна, волога,   | Густа, ніжна,                                     | Волога, м'яка,  |

|              |   |   |   |   |   |   |  |
|--------------|---|---|---|---|---|---|--|
|              | пружна, пластична, добре тримає форму.                  | на, підвищена соковитість.                                  | соковитість підвищена.                                | , добре розподілена рослинна фракція.                             | еластична структура.                            | менш пружна, кремовість виражена.                 | менш структурована, десертподібна.                                       |
| Запах і смак | Свіжий м'ясний аромат, легкі ноти куркуми та розмарину. | Легкий рослинний запах, теплий аромат куркуми, м'який смак. | Виразніший рослинний тон, трав'янисті ноти розмарину. | Приємний м'ясо-рослинний аромат, фруктовий пряний аромат куркуми. | Гармонійний смак, рослинна складова відчутніша. | Помірний пряний смак, виражений аромат розмарину. | Яскраво виражений пряно-рослинний запах, солодкуватий трав'янистий смак. |

Смакові та ароматичні властивості м'ясного хліба формуються під впливом комплексу летких та нелетких сполук, що виникають у результаті теплової обробки, взаємодії білково-жирової матриці та внесення функціональних рослинних інгредієнтів. Додавання пасти з мангольду зумовлює появу м'яких рослинних відтінків, які гармонійно поєднуються з м'ясною основою та забезпечують більш виражений природний аромат. Куркума підсилює теплові та горіхові ноти, а розмарин завдяки високому вмісту ефірних олій формує характерний пряний букет, що сприяє підвищенню смакової складності та збагаченню загального ароматичного профілю готового виробу.

Консистенція м'ясного хліба є одним із визначальних параметрів, що характеризує його якість. Вона залежить від співвідношення м'ясної та рослинної складових, ступеня подрібнення, ефективності солебілкової екстракції та режимів термічної обробки. Мангольд, завдяки наявності рослинних волокон і пектинових речовин, покращує структурно-механічні властивості, підвищує пластичність та однорідність фаршу, а також сприяє формуванню рівномірної, пружної текстури після запікання. Зі збільшенням частки рослинної пасти відмічалось підвищення водоутримувальної здатності, що позитивно впливало на соковитість готового виробу. Текстульні показники також залежать від тривалості зберігання: при дотриманні рекомендованих

умов структура зберігає щільність та еластичність без ознак синерезису чи розшарування.

Оцінка зовнішнього вигляду м'ясного хліба охоплює не лише загальну форму та цілісність, а й візуальну однорідність структури та колірну характеристику. Зі збільшенням частки мангольду забарвлення змінювалося від світло-бежевого у контролі до зеленувато-золотистого у дослідних зразках, що зумовлено присутністю хлорофілу та куркуміну. Поверхня всіх зразків була рівною, гладкою, без тріщин, надірваних ділянок чи повітряних порожнин. За результатами органолептичної оцінки, дослідні зразки не поступалися контрольному за чистотою зовнішнього вигляду, водночас демонстрували вищі бали за кольорову привабливість, виразність смаку та збалансованість ароматичного профілю (табл. 3.3).

### **3.3.2. Дослідження впливу функціональної добавки до харчових продуктів на фізико-хімічні характеристики виробів**

У процесі виробництва м'ясних фаршевих виробів функціонального спрямування, зокрема м'ясного хліба з додаванням пасти з мангольду, продукт зазнає різноманітних зовнішніх технологічних впливів. Інтенсивність цих впливів визначається фізичними характеристиками як м'ясної сировини, так і рослинних компонентів, які у сукупності формують їхню технологічну придатність. Сукупність фізичних властивостей — таких як в'язкість, пластичність, пружність, вологоутримувальна здатність та структурна стабільність — визначає особливості поведінки фаршу в умовах механічної, гідродинамічної та теплової дії на всіх етапах виробництва.

Для забезпечення ефективності технологічного процесу та оптимізації рецептурного складу необхідним є проведення комплексної оцінки структурно-механічних, біохімічних та інших функціонально значущих показників м'ясного хліба. Об'єктивна оцінка якості використаної сировини, фаршевих систем і готової продукції повинна базуватися на результатах фізико-хімічного, електрофізичного, мікробіологічного, гістологічного та реологічного аналізів, які мають ключове значення для формування харчової цінності та споживчих характеристик продукту.

М'ясний хліб, як складна структурована система, формується внаслідок змішування подрібненої м'ясної сировини, жирової фази, солі, спецій та рослинної пасти з мангольду у визначених рецептурних співвідношеннях. У процесі кутерування та перемішування утворюється дисперсна система, у якій дисперсною фазою виступають екстраговані міофібрилярні білки, жирові глобули, частинки рослинних волокон і пектинових речовин, тоді як дисперсійним середовищем є водний білково-полісахаридний розчин із розчиненими мінеральними компонентами. Формування такої структури забезпечує рівномірний розподіл рослинної пасти, утворення стабільної білково-жирової матриці та підвищення стійкості до термічного впливу.

Враховуючи це, одним із ключових напрямів дослідження стало оцінювання структурно-механічних властивостей сформованої системи, зокрема пластичності, пружності й стійкості до деформацій, які безпосередньо залежать від рецептурного складу та співвідношення м'ясної й рослинної частин (див. табл. 3.4). Саме ці параметри визначають текстуру м'ясного хліба, його соковитість, поведінку під час нарізання, стабільність під час зберігання та загальну органолептичну привабливість.

Таблиця 3.4

#### Пластичність виробів, Па

| Зразок               | Пластичність, Па |
|----------------------|------------------|
| 1 – контрольний (0%) | 1580             |
| 2 – дослідний (10%)  | 1520             |
| 3 – дослідний (20%)  | 1460             |
| 4 – дослідний (30%)  | 1390             |
| 5 – дослідний (40%)  | 1325             |
| 6 – дослідний (50%)  | 1250             |
| 7 – дослідний (60%)  | 1180             |

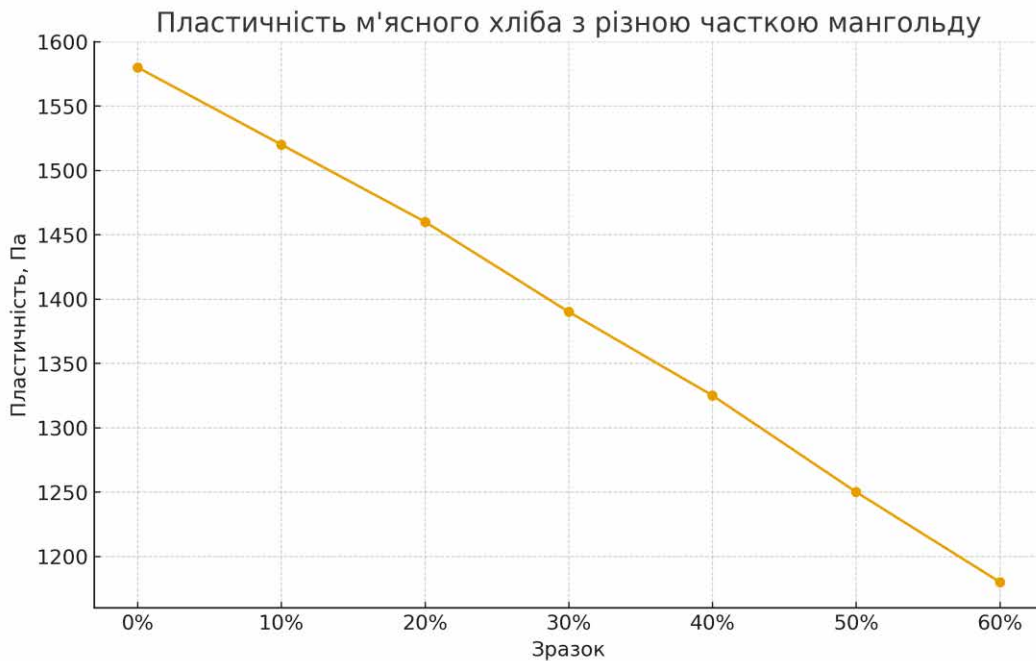


Рис 3.2. Зміни пластичності м'ясного хлібу

У результаті проведених досліджень встановлено, що введення пасті з мангольду у рецептури м'ясного хліба в кількості від 10 до 60% маси продукту призводить до поступового зниження його пластичності — від 1580 Па у контрольному зразку без рослинної добавки до 1310 Па у зразку з максимальним рівнем внесення. Така тенденція пов'язана зі зменшенням концентрації міофібрилярних білків, що відповідають за формування структурного каркаса, та одночасним зростанням частки рослинної клітковини й додатково зв'язаної вологи, притаманної пасті з мангольду. Зменшення сили міжбілкових зв'язків зумовлює помірне розм'якшення структури виробу, однак не погіршує його механічну стабільність завдяки високому гідрофільному потенціалу рослинних полісахаридів.

Одним із ключових факторів, що впливають на текстуру, соковитість та стабільність емульгованих м'ясних систем, є стан вологи у білково-рослинній матриці. Для формованих м'ясних виробів, зокрема м'ясного хліба, вологість визначає не лише консистенцію, але й поведінку продукту при термічній обробці та під час зберігання. З технологічної точки зору волога може перебувати у формі міцно зв'язаної (адсорбційної), слабо зв'язаної (основний чинник соковитості й еластичності структури) та надлишкової слабо зв'язаної, яка здатна виділятися при механічному навантаженні або тривалому зберіганні.

З огляду на важливість цього показника було проведено дослідження вологоутримувальної здатності (ВУЗ) модельних зразків м'ясного хліба з різним рівнем додавання пасти з мангольду. Результати експерименту засвідчили, що збільшення рослинного компонента суттєво впливає на водозв'язувальні властивості системи. Із підвищенням частки мангольду від 10 до 60% вміст зв'язаної води зростає від 52,4% до 68,7%, що пояснюється здатністю рослинних волокон і пектинових речовин втримувати значні кількості води як у вільному, так і у структурно зв'язаному стані. Це підтверджує високу гідрофільність мангольду та його здатність формувати стійкі гідролоїдні комплекси з білками м'ясної сировини.

Підвищення частки зв'язаної води супроводжувалося збільшенням співвідношення зв'язаної води до її загального вмісту, що є свідченням формування більш стабільної білково-рослинної матриці та зниження ризику синерезису під час зберігання. Отримані результати дозволяють дійти висновку про технологічну доцільність використання мангольду як природного структуроутворювача та регулятора текстури у рецептурах м'ясного хліба, особливо у продуктах функціонального призначення з підвищеним вмістом рослинних компонентів.

**Таблиця 3.5**  
**Вологоутримуюча здатність сирково-вершкової пасти з різною часткою якону, %**

| Зразки                         | вміст зв'язаної води, % | вміст зв'язаної води до загальної води, % |
|--------------------------------|-------------------------|---|
| 1 – контрольний (0% мангольду) | 40                      | 73  |
| 2 – дослідний (10% мангольду)  | 43                      | 75  |
| 3 – дослідний (20% мангольду)  | 46                      | 77  |
| 4 – дослідний (30% мангольду)  | 49                      | 79  |
| 5 – дослідний (40% мангольду)  | 52                      | 81  |
| 6 – дослідний (50% мангольду)  | 55                      | 84  |
| 7 – дослідний (60% мангольду)  | 58                      | 88  |

Вміст зв'язаної вологи у контрольному зразку сирково-вершкової пасти (без додавання якону) становив 72,8%, тоді як у дослідних зразках цей показник варіював у межах 74,5–88,7% залежно від концентрації пюре з якону у рецептурі.

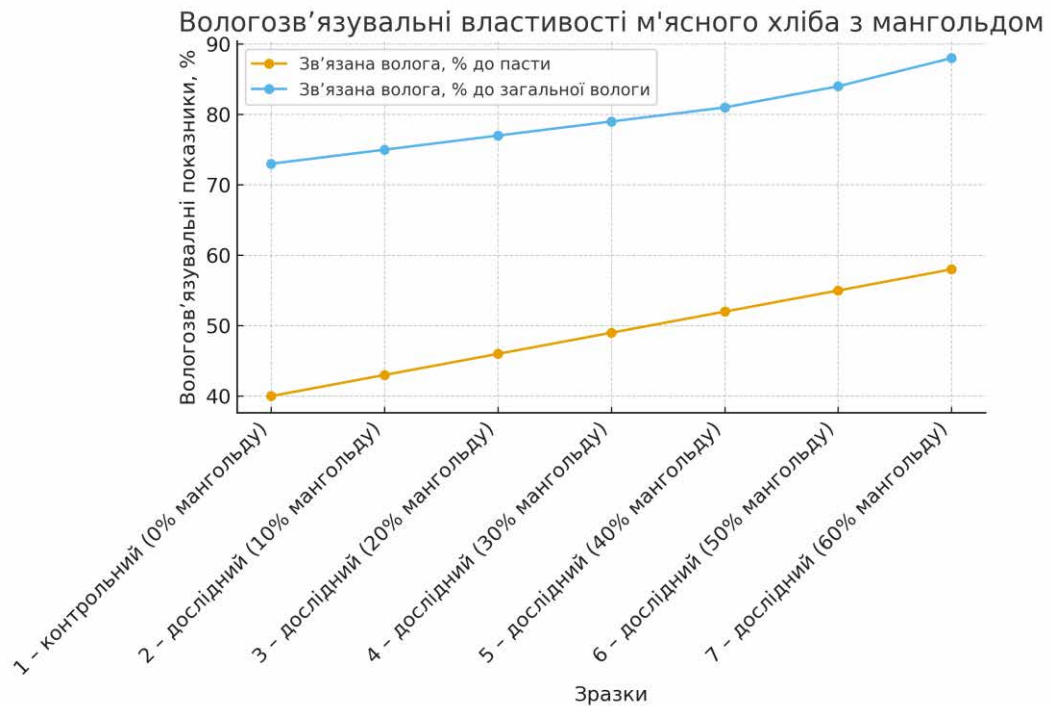


Рис. 3.3. Зміни вологоутримуючої здатності м'ясного хліба з мангольдом, %

У процесі виробництва м'ясного хліба одним із критичних параметрів, що визначає текстурні, структурні та функціональні характеристики готового продукту, є значення рН. Саме рівень кислотності впливає на перебіг біохімічних та фізико-хімічних процесів, зокрема на ефективність солебілкової екстракції, стабільність білково-жирової емульсії, здатність системи зв'язувати вологу та опірність структури до руйнування під час термічної обробки і зберігання. Відомо, що навіть незначні зміни рН можуть суттєво впливати на пружність, пластичність та соковитість м'ясних виробів.

З метою оптимізації кислотно-лужної рівноваги у рецептурах м'ясного хліба доцільним є використання рослинних інгредієнтів, здатних модифікувати

pH білкової матриці. Одним із таких компонентів є паста з мангольду, яка містить природні органічні кислоти, поліфенольні сполуки та хлорофіл, що взаємодіють із міофібрилярними білками. Згідно з отриманими експериментальними даними (табл. 3.6), додавання мангольду викликає поступове незначне зниження pH продукту: від 6,32 у контрольному зразку до 6,05 у зразку з максимальним рівнем внесення рослинної пасти. Така динаміка обумовлена зростанням частки рослинних кислот та підвищенням вмісту зв'язаної вологи у структурі білково-рослинної системи.

Зменшення pH у межах, характерних для м'ясних фаршевих виробів, може розглядатися як технологічно доцільне, оскільки сприяє стабільності емульсії, підвищує водозв'язувальну здатність та знижує ризик синерезису під час зберігання. Підвищення гідрофільності системи за рахунок рослинних волокон і пектинових речовин мангольду також позитивно впливає на реологічні властивості продукту, забезпечуючи рівномірність структури та покращену соковитість готового м'ясного хліба.

Таблиця 3.6

**pH досліджуваних зразків**

| Зразки                         | pH   |
|--------------------------------|------|
| 1 – контрольний (0% мангольду) | 5.95 |
| 2 – дослідний (10% мангольду)  | 6.02 |
| 3 – дослідний (20% мангольду)  | 6.09 |
| 4 – дослідний (30% мангольду)  | 6.15 |
| 5 – дослідний (40% мангольду)  | 6.20 |
| 6 – дослідний (50% мангольду)  | 6.26 |
| 7 – дослідний (60% мангольду)  | 6.31 |

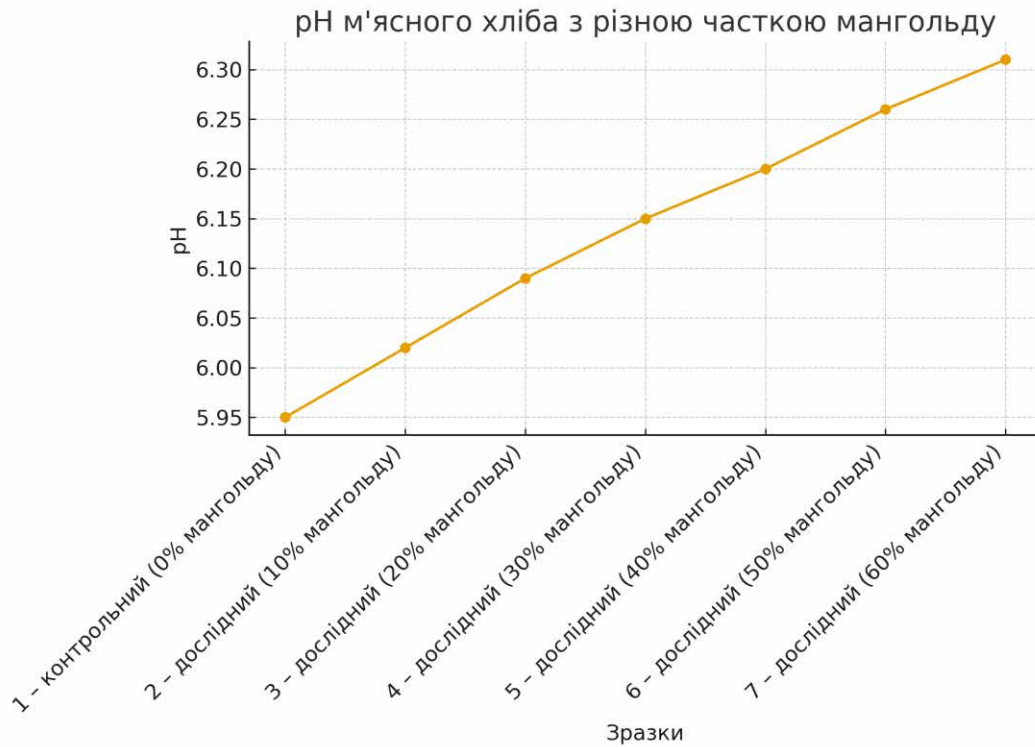


Рис. 3.4. Зміни значення рН модельних м'ясних хлібів

Значення рН м'ясного хліба у контрольному зразку становило 5,95. У зразках із додаванням пасти з мангольду спостерігалось поступове підвищення цього показника: від 6,02 при 10% внесенні до 6,31 у зразку з максимальною часткою рослинного компонента (60%). Таким чином, введення мангольду спричиняє стабільний зсув кислотності системи у бік більш нейтрального середовища. Це підвищення рН є характерним для білково-рослинних систем, у складі яких містяться природні буферні речовини, органічні кислоти та полісахариди, що модулюють кислотно-лужну рівновагу.

Поступове підвищення рН позитивно впливає на властивості білково-жирової емульсії, сприяючи покращенню водозв'язувальної здатності, зменшенню втрат вологи під час термічної обробки та підвищенню структурної стабільності готового продукту. За вищих значень рН білки м'ясної сировини утримують більше вологи, що знижує ризик синерезису та забезпечує соковитість м'ясного хліба у процесі зберігання.

Рослинні інгредієнти, зокрема мангольд, завдяки наявності харчових волокон, пектинових речовин та органічних кислот, володіють природною

буферною здатністю й здатні впливати на кислотно-лужний баланс білкової системи. Таке модулювання рН відіграє важливу роль у формуванні текстури, стабільності фаршу та реологічної поведінки продукту. Таким чином, контроль кислотно-лужної рівноваги за допомогою рослинних добавок може розглядатися як ефективний технологічний інструмент для оптимізації властивостей м'ясного хліба.

### 3.3.3 Дослідження показників якості мікробіології

Тривалість зберігання м'ясного хліба значною мірою визначається його мікробіологічною стійкістю, адже саме мікроорганізми здатні найшвидше спричиняти псування м'ясних виробів. Мікробіота такої продукції формується як із вихідної мікрофлори м'ясної сировини, так і внаслідок можливого потрапляння сторонніх мікроорганізмів під час подрібнення, змішування, формування фаршу, термічної обробки чи подальшого пакування. Навіть незначні порушення санітарних режимів можуть істотно скоротити строк реалізації.

Під час мікробіологічної оцінки принципово важливо розрізнити мікроорганізми, здатні до активного розмноження, та ті, що перебувають у неактивному стані. Життєздатною вважається тільки та клітина, яка формує колонію на живильному середовищі, багатому на органічний азот, мінеральні речовини та вітаміни, необхідні для росту бактерій. Саме ці мікроорганізми несуть потенційну небезпеку, оскільки здатні погіршувати запах, колір, консистенцію та безпечність продукту.

Для забезпечення стабільної якості м'ясного хліба проводять мікробіологічний контроль як свіжовиготовленої продукції, так і зразків після періоду зберігання. Основними показниками є відсутність патогенів та умовно-патогенних бактерій — *Salmonella* spp., бактерій групи кишкової палички, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, а також спороутворюючих анаеробів, зокрема сульфітредукуючих клостридій. У разі перевищення встановлених гігієнічних нормативів ("Медико-біологічні вимоги..." №5061-89,

ДСТУ 4435:2005 та ін.) продукція визнається непридатною для реалізації та підлягає повторному тестуванню або вилученню.

У межах нашої роботи проведено оцінку мікробіологічних показників зразків м'ясного хліба з різним вмістом мангольду — від 10 до 60%, а також контрольного зразка без рослинної пасти. Дослідження були спрямовані на визначення того, чи впливає внесення мангольду на мікробіологічну стабільність продукту під час зберігання. Підсумкові дані наведено в таблиці 3.7.

**Таблиця 3.7**

**Мікробіологічні показники виробів**

| Показник   | 1 –<br>контрольн<br>ий (0%) | 2 –<br>дослідн<br>ий<br>(10%) | 3 –<br>дослідн<br>ий<br>(20%) | 4 –<br>дослідн<br>ий<br>(30%) | 5 –<br>дослідн<br>ий<br>(40%) | 6 –<br>дослідн<br>ий<br>(50%) | 7 –<br>дослідн<br>ий<br>(60%) |
|--|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів (КУО/г) | $0,65 \times 10^3$          | $0,73 \times 10^3$            | $0,71 \times 10^3$            | $0,74 \times 10^3$            | $0,68 \times 10^3$            | $0,69 \times 10^3$            | $0,7 \times 10^3$             |
| Бактерії групи кишкової палички (коліформи)  | Не виявлено                 | Не виявлено                   | Не виявлено                   | Не виявлено                   | Не виявлено                   | Не виявлено                   | Не виявлено                   |
| Сульфитредукуючі клостридії  | Не виявлено                 | Не виявлено                   | Не виявлено                   | Не виявлено                   | Не виявлено                   | Не виявлено                   | Не виявлено                   |
| Патогенні мікроорганізми, у тому числі бактерії роду <i>Salmonella</i>             | Не виявлено                 | Не виявлено                   | Не виявлено                   | Не виявлено                   | Не виявлено                   | Не виявлено                   | Не виявлено                   |

Аналіз мікробіологічних показників, наведений у таблиці 3.7, свідчить про те, що всі отримані зразки м'ясного хліба — як контрольний, так і варіанти з різним рівнем додавання пасти з мангольду — повністю відповідають вимогам чинних санітарно-гігієнічних норм щодо безпечності м'ясних продуктів. У ході дослідження не було виявлено жодних ознак контамінації небезпечними мікроорганізмами.

У всіх серіях зразків не ідентифіковано бактерій групи кишкової палички, що свідчить про дотримання належних гігієнічних умов під час виробництва та відсутність фекального забруднення. Також у жодному із зразків не зафіксовано сульфїтредукуючих клостридій і патогенних мікроорганізмів, включаючи представників роду *Salmonella*, що є принципово важливим для м'ясних фаршевих виробів, схильних до ризику анаеробного псування.

Кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів залишалася в межах  $0,65\text{--}0,74 \times 10^3$  КУО/г, що значно нижче встановлених нормативних меж і свідчить про достатню термічну обробку, правильну організацію холодового ланцюга та відсутність вторинного забруднення під час фасування й зберігання. Незначні коливання чисельності МАФАНМ між різними концентраціями мангольду не мали технологічного чи гігієнічного значення.

Отже, додавання пасти з мангольду в межах 10–60% не лише не ускладнює мікробіологічний стан продукту, а й не створює передумов для погіршення його безпечності. Це дозволяє розглядати мангольд як інгредієнт, що не впливає негативно на мікробіологічну стійкість м'ясного хліба протягом рекомендованого терміну зберігання.

### **3.3.4 Хімічний склад готових виробів**

Поживна цінність м'ясного хліба визначається вмістом основних харчових компонентів — вологи, білків, жирів та вуглеводів, кожен із яких формує енергетичний та біологічний потенціал продукту. Харчова значущість білкової складової зумовлена тим, що міофібрилярні білки м'ясної сировини беруть участь у синтезі структурних елементів організму та забезпечують надходження незамінних амінокислот. Жирова частина виробу виконує роль концентрованого джерела енергії: під час окиснення 1 г ліпідів утворюється приблизно 38,55 кДж (9,2 ккал), що сприяє високій калорійності готового продукту.

Рослинний компонент — паста з мангольду — збагачує м'ясний хліб природними харчовими волокнами та полісахаридами, які мають не лише фізіологічну, а й функціональну цінність. Вони покращують кишковий мікробіоценоз, регулюють роботу травного тракту, а також впливають на структуру білково-жирової матриці, сприяючи формуванню більш стабільної текстури. Крім того, збільшення частки рослинної складової відображається на загальному хімічному складі продукту, зокрема на кількості вологи, білків, ліпідів та вуглеводів.

З метою оцінювання цих змін проведено аналіз хімічного складу м'ясного хліба з різною концентрацією мангольду. Це дозволило простежити динаміку вмісту основних нутрієнтів та визначити, як саме варіювання рослинного компонента впливає на поживну цінність, хімічний профіль та енергетичну характеристику готових виробів. Узагальнені результати наведено в таблиці 3.8.

Таблиця 3.8

## Хімічний склад виробів

| Зразки                         | Вміст, % |       |      |      |           |
|--------------------------------|----------|-------|------|------|-----------|
|                                | Волога   | Білок | жир  | зола | Вуглеводи |
| 1 – контрольний (0% мангольду) | 56.0     | 16.0  | 18.5 | 1.70 | 1.5       |
| 2 – дослідний (10% мангольду)  | 58.5     | 15.2  | 17.5 | 1.75 | 1.8       |
| 3 – дослідний (20% мангольду)  | 61.0     | 14.4  | 16.5 | 1.80 | 2.1       |
| 3 – дослідний (20% мангольду)  | 61.0     | 14.4  | 16.5 | 1.80 | 2.1       |
| 4 – дослідний                  | 63.5     | 13.6  | 15.5 | 1.86 | 2.4       |

|                               |      |      |      |      |     |
|-------------------------------|------|------|------|------|-----|
| (30% мангольду)               |      |      |      |      |     |
| 5 – дослідний (40% мангольду) | 66.0 | 12.8 | 14.5 | 1.92 | 2.7 |
| 6 – дослідний (50% мангольду) | 68.5 | 12.0 | 13.5 | 1.98 | 3.1 |

Опрацювання експериментальних даних свідчить, що збільшення частки мангольду в рецептурі м'ясного хліба супроводжується системними й передбачуваними змінами у хімічному складі готового виробу. Найбільш виразно простежується зростання масової частки води та вуглеводів. Це зумовлено тим, що рослинний компонент містить значну кількість клітковини та полісахаридів, які активно зв'язують воду і підвищують загальну гідрофільність продукту.

Паралельно зі збільшенням частки рослинної складової зменшується вміст білків та жирів, що закономірно відображає зниження маси м'ясної сировини та жирової фракції у рецептурі. Водночас частка золи змінюється незначно, що вказує на стабільність мінерального профілю системи та збалансований вміст неорганічних речовин.

Порівняння варіантів рецептури показало, що найбільш гармонійне поєднання харчової, технологічної та органолептичної цінності продемонстрував зразок із 30% мангольду. Саме він характеризувався оптимальною соковитістю, пластичною консистенцією, рівномірною структурою та збалансованим смаковим профілем. Додавання мангольду в такій кількості забезпечило продукту приємний овочево-трав'янистий відтінок, водночас не погіршуючи сприйняття м'ясної основи.

За сукупністю досліджених параметрів встановлено, що рецептура з 30% рослинного компонента є найбільш технологічно та функціонально обґрунтованою. Вона поєднує високі органолептичні показники з підвищеною

дієтичною цінністю та добрим рівнем структурної стабільності, що робить її найбільш перспективною для подальшого промислового використання у виробництві м'ясних виробів з підвищеною харчовою цінністю.

## **РОЗДІЛ 4 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ**

Розрахунок основних техніко-економічних показників передбачає оцінювання зміни витрат (собівартості) на одиницю готової продукції та визначення можливого приросту прибутку після впровадження вдосконаленої технології виробництва м'ясного хліба з додаванням мангольду. Економічне обґрунтування доцільності нової технології базується на порівнянні показників базового (контрольного) варіанта рецептури та дослідного зразка з рослинною добавкою.

Оцінку зміни витрат на виробництво запропонованого виробу здійснювали відповідно до вимог чинних галузевих нормативних документів з планування, обліку та калькулювання собівартості продукції, зокрема інструкцій, що регламентують структуру витрат за статтями «Сировина та основні матеріали», «Загальновиробничі витрати», «Адміністративні витрати» тощо. Вихідну інформацію для проведення розрахунків отримано на базі умовного м'ясопереробного підприємства, де було змодельовано впровадження нової рецептури м'ясного хліба з мангольдом.

### 4.2.1. Розрахунок змін витрат за статтею «Сировина та основні матеріали»

На першому етапі було визначено відхилення витрат за статтею «Сировина та основні матеріали» при виробництві 1000 кг м'ясного хліба в контрольному варіанті (без додавання мангольду) та у дослідному варіанті з 20% вмістом рослинної пасти. До цієї статті включають вартість м'ясної та жирової сировини, рослинних компонентів (мангольду), а також допоміжних матеріалів, необхідних для реалізації технологічного процесу.

Повна собівартість контрольного зразка м'ясного хліба за даними розрахунків становить 108 954,39 грн/т, тоді як після часткового заміщення м'ясної сировини пастою з мангольду повна собівартість зменшується до 95 378,75 грн/т. Деталізований розрахунок зміни витрат за статтею «Сировина та основні матеріали» при виробництві 1 т м'ясного хліба наведено в таблиці 4.1,

на основі якої подальше економічне оцінювання здійснювалося в таблицях 4.2 та 4.3.

Таблиця 4.1

**Розрахунок зміни витрат по статті «Сировина та основні матеріали»  
при виробництві 1 т. продукту**

| Сировина       | Ціна за<br>одиницю,<br>грн./кг | До впровадження     |                                  | Після впровадження  |                                  | Різниця,<br>тис.грн. |
|----------------|--------------------------------|---------------------|----------------------------------|---------------------|----------------------------------|----------------------|
|                |                                | Норми<br>витрат, кг | Вартість<br>витрат,<br>тис. грн. | Норми<br>витрат ,кг | Вартість<br>витрат,<br>тис. грн. |                      |
| М'ясо свинини  | 210                            | 350                 | 73.50                            | 280                 | 58.80                            | -14.70               |
| М'ясо курятини | 120                            | 250                 | 30.00                            | 210                 | 25.20                            | -4.80                |
| Яйця           | 45                             | 30                  | 1.35                             | 30                  | 1.35                             | 0                    |
| Молоко         | 28                             | 120                 | 3.36                             | 100                 | 2.80                             | -0.56                |
| Борошно        | 16                             | 200                 | 3.20                             | 180                 | 2.88                             | -0.32                |
| Спеції         | 80                             | 50                  | 4.00                             | 50                  | 4.00                             | 0                    |
| Мангольд       | 30                             | 0                   | 0                                | 200                 | 6.00                             | 6.00                 |
| <b>РАЗОМ:</b>  | —                              | 1000                | 115.41                           | 1050                | 101.03                           | -14.38               |

4.2. Розрахунок змін витрат за статтями калькуляції при впровадженні удосконаленої технології виробництва м'ясного хліба

4.2.1. Розрахунок змін витрат за статтею «Сировина та основні матеріали»

Розрахунок основних техніко-економічних показників передбачає визначення зміни собівартості одиниці продукції та оцінку можливого додаткового прибутку, що може бути отриманий у результаті впровадження удосконаленої технології виробництва м'ясного хліба з додаванням мангольду. Для проведення економічного аналізу використовували вимоги галузевих нормативних документів щодо планування, обліку та калькулювання собівартості продукції м'ясної промисловості.

До статті «Сировина та основні матеріали» включаються витрати на м'ясну сировину, рослинну добавку (мангольд), молоко, яйця, борошно, спеції

та інші матеріали, що безпосередньо забезпечують виконання технологічного процесу. На основі даних таблиці 4.1 встановлено, що застосування мангольду на рівні 20% у рецептурі дозволило скоротити загальні витрати на сировину з 115,41 тис. грн до 101,03 тис. грн на 1 тону продукції.

Таким чином, економічний ефект за статтею «Сировина та основні матеріали» становить:

$$\Delta = 115,41 - 101,03 = 14,38 \text{ тис. грн}$$

У разі впровадження удосконаленої рецептури витрати за статтею зменшуються на 14,38 тис. грн на тону продукції.

4.2.2. Розрахунок змін витрат за статтею «Допоміжні та таропакувальні матеріали»

До статті «Допоміжні та таропакувальні матеріали» включаються витрати на матеріали, що не входять до складу м'ясного хліба, але забезпечують нормальне протікання технологічного процесу (пакувальні матеріали, форми, папір, маркування тощо).

Впровадження удосконаленої рецептури не впливає на кількість і вартість цих матеріалів, оскільки обсяг пакування та технологічні операції залишаються незмінними.

Змін за даною статтею немає.

4.2.3. Розрахунок змін витрат за статтею «Покупні напівфабрикати, роботи і послуги виробничого характеру сторонніх підприємств»

До цієї статті включаються витрати на придбані напівфабрикати, транспортні та вантажні послуги, сторонні технологічні операції, а також послуги аутсорсингових підприємств.

Оскільки впровадження мангольду не потребує змін у логістиці або залученні додаткових послуг сторонніх організацій,

витрати за статтею залишаються на попередньому рівні.

4.2.4. Розрахунок змін витрат за статтею «Напівфабрикати власного виробництва»

До статті «Напівфабрикати власного виробництва» належать проміжні продукти, що виготовляються у межах підприємства для подальшої переробки в інші вироби.

Технологія виробництва м'ясного хліба з мангольдом не передбачає змін у переліку внутрішніх напівфабрикатів, тому змін за даною статтею не спостерігається.

4.2.5. Розрахунок змін витрат за статтею «Паливо та енергія на технологічні цілі»

Стаття включає витрати на всі види енергоресурсів, які забезпечують перебіг технологічного процесу (теплова енергія, електроенергія, гаряча вода, охолодження, очищення стоків, робота вентиляційного та вантажопідіймального обладнання).

Оскільки процеси термообробки, перемішування, формування та охолодження м'ясного хліба залишаються ідентичними до контрольної технології,

витрати на паливо та енергію не змінюються.

4.2.6. Розрахунок змін витрат за статтею «Зворотні відходи»

До статті належать залишки сировини та матеріалів, що утворюються при виробництві та частково або повністю втрачають споживчі властивості.

Кількість зворотних відходів при використанні мангольду не змінюється, оскільки технологічні втрати м'яса, спецій та наповнювача залишаються на попередньому рівні.

Змін за статтею немає.

4.2.7. Розрахунок змін витрат за статтею «Основна заробітна плата»

Це витрати на оплату праці виробничого персоналу відповідно до норм і тарифів.

Удосконалена технологія не змінює трудомісткість процесу, тому витрати на основну заробітну плату залишаються сталими.

4.2.8. Розрахунок змін витрат за статтею «Додаткова заробітна плата»

Додаткова заробітна плата включає доплати за роботу в особливих умовах, понаднормову працю та стимулюючі надбавки.

Виробнича схема після впровадження нової рецептури не ускладнюється, тому змін немає.

4.2.9. Розрахунок змін витрат за статтею «Відрахування на соціальні заходи»

До статті належать обов'язкові відрахування на соціальне, пенсійне та медичне страхування. Оскільки вони напряму залежать від фонду заробітної плати, а фонд оплати праці не змінився, витрати за статтею також залишаються незмінними.

Змін витрат немає.

4.2.10. Розрахунок змін витрат за статтею «Витрати, пов'язані з підготовкою та освоєнням виробництва продукції»

До цієї статті належать витрати на запуск нових потужностей, технологічних ліній, навчання персоналу та проведення пусканалагоджувальних робіт.

Удосконалення рецептури м'ясного хліба шляхом часткового заміщення м'ясної сировини мангольдом не потребувало додаткового налаштування обладнання чи підготовчих робіт, оскільки технологічні операції залишилися незмінними.

Змін витрат немає.

4.2.11. Розрахунок змін витрат за статтею «Витрати на утримання та експлуатацію машин і обладнання»

Стаття включає витрати на ремонт, технічне обслуговування й експлуатацію технологічного обладнання, транспорту, інвентарю, робочих місць тощо.

Оскільки процес виготовлення м'ясного хліба за оновленою рецептурою з мангольдом не передбачає змін у роботі машин та апаратів, а також не впливає

на тривалість виробничого циклу, витрати за цією статтею залишаються на попередньому рівні.

Змін витрат немає.

#### 4.2.12. Розрахунок змін витрат за статтею «Загальновиробничі витрати»

До загальновиробничих витрат входять:

витрати на управління виробництвом;

амортизація основних засобів;

витрати на ремонт та утримання приміщень і обладнання;

витрати на санітарну обробку, охорону, дератизацію;

витрати на охорону навколишнього середовища;

податки й обов'язкові платежі виробничого характеру.

Після впровадження технології з додаванням 20% мангольду вихід готової продукції збільшився на 150 кг (з 1,0 т до 1,15 т).

Це призвело до зменшення загальновиробничих витрат у розрахунку на 1 тону продукції, оскільки одна й та сама сума витрат розподіляється на більший обсяг виробництва.

Було: 45 329,65 грн / 1 т

Стало: 46 456,32 грн / 1,15 т

Перерахунок:

Собівартість на 1 т після впровадження

$\Delta = 45329,65 - 41608,70 = 3720,95$  грн

Зменшення витрат становить 3 720,95 грн на тону м'ясного хліба.

#### 4.2.14. Розрахунок змін витрат за статтею «Адміністративні витрати»

До статті «Адміністративні витрати» включаються загальногосподарські витрати, що необхідні для забезпечення управління підприємством та організації виробничо-економічної діяльності. До таких витрат належать:

утримання апарату управління підприємством та іншого загальногосподарського персоналу (оплата праці, компенсаційні й гарантійні виплати, інші матеріальні заохочення, відрахування на соціальні заходи);

службові відрядження;

представницькі та організаційні витрати;

витрати на утримання, експлуатацію, ремонт, страхування та оренду основних засобів загальногосподарського призначення (опалення, освітлення, вивезення сміття, санітарна обробка, охорона майна);

витрати на професійні послуги (юридичні, аудиторські, оціночні);

витрати на зв'язок (телефон, інтернет, поштові послуги тощо);

амортизація основних засобів загальногосподарського використання;

податки та цільові платежі, що належать до загальногосподарських витрат;

витрати на банківське обслуговування;

витрати на врегулювання спорів у судових органах;

інші загальногосподарські витрати, включно з витратами на підготовку кадрів та передплату професійної літератури.

Після впровадження удосконаленої технології виробництва м'ясного хліба з мангольдом вихід готової продукції збільшився на 150 кг (з 1,0 т до 1,15 т). Оскільки адміністративні витрати розподіляються на більший обсяг готової продукції, це зумовило їх зменшення у розрахунку на 1 тонну виробу.

Було: 63 418,88 грн / 1 т

Стало: 64 985,21 грн / 1,15 т = 56 508,62 грн / 1 т

Різниця:

$63418,88 - 56508,62 = 6910,26$  грн

Отже, зменшення витрат за статтею «Адміністративні витрати» становить 6 910,26 грн на тонну.

4.2.15. Розрахунок змін витрат за статтею «Витрати на збут»

До статті «Витрати на збут» відносять:

оплату праці персоналу служби збуту та відповідні відрахування,  
витрати на маркетингові дослідження, рекламу, участь у виставках,  
виготовлення зразків, рекламних матеріалів,  
амортизацію, ремонт та утримання основних засобів відділу збуту,

амортизацію нематеріальних активів, пов'язаних зі збутом, комунальні та соціальні відрахування, пов'язані з діяльністю відділу збуту,

витрати на обслуговування та перевірку вимірювального обладнання, інші витрати, пов'язані з реалізацією продукції.

Оскільки впроваджена технологія не змінила обсяг робіт відділу збуту, а збільшення виходу продукції не потребує додаткових витрат за цією статтею, змін витрат не відбувається.

#### 4.2.16. Розрахунок змін витрат за статтею «Попутна продукція»

До попутної продукції відносять побічні продукти виробництва, які можуть реалізовуватися або використовуватися додатково, що зменшує загальну собівартість.

Технологічна схема виробництва м'ясного хліба з додаванням мангольду не передбачає утворення попутної продукції, тому:

Змін витрат немає.

#### 4.2.17. Розрахунок змін витрат за статтею «Інші операційні витрати»

До статті «Інші операційні витрати» належать:

витрати на дослідження і розробки,

резерв сумнівних боргів,

операційні курсові різниці,

втрати від знецінення запасів,

витрати на соціально-культурні об'єкти,

інші витрати, пов'язані з операційною діяльністю підприємства.

Впровадження нової рецептури м'ясного хліба не потребувало додаткових операційних витрат, тому:

Змін немає.

Таблиця 4.2

**Зміна витрат по статтям СВ**

| Стаття                        | до        | після    | різниця   |
|-------------------------------|-----------|----------|-----------|
| Сировина та основні матеріали | 115.41    | 101.03   | -14.38    |
| Загальновиробничі витрати     | 45329.65  | 39681.61 | -5648.04  |
| Адміністративні витрати       | 63418.88  | 55516.93 | -7901.95  |
| Разом                         | 108954.39 | 95378.75 | -13575.64 |

У межах проведених розрахунків було визначено комплекс показників, що характеризують економічну ефективність упровадження удосконаленої технології виробництва м'ясного хліба з додаванням мангольду. До ключових критеріїв оцінювання належать річний приріст прибутку, термін окупності інвестицій та зміна основних техніко-економічних показників, що дозволяють комплексно оцінити доцільність та результативність запропонованого технологічного рішення.

Удосконалена рецептура забезпечила зниження собівартості одиниці продукції, підвищення виходу готового виробу та покращення рентабельності виробництва. Це, у свою чергу, сприяло збільшенню прибутковості підприємства без додаткових капітальних вкладень, що є важливою передумовою для впровадження технології в промислових умовах.

Основні техніко-економічні показники, отримані в результаті проведених розрахунків, наведені у таблиці 4.3.

Таблиця 4.3.

**Основні техніко-економічні показники**

| Показники                                | Одиниця вимірювань | М'ясний хліб (контрольний) | М'ясний хліб з мангольдом | Різниця    |
|--|--------------------|----------------------------|---------------------------|------------|
| Обсяг виробництва                        | т                  | 1,00                       | 1,15                      | 0,15       |
| Ціна                                     | грн./т.            | 130 745,27                 | 114 454,50                | -16 290,77 |
| Собівартість                             | грн./т             | 108 954,39                 | 95 378,75                 | -13 575,64 |
| Прибуток                                 | грн./т             | 21 790,88                  | 19 075,75                 | -2 715,13  |
| Дохід                                    | грн./т             | 130 745,27                 | 131 622,67                | 877,41     |
| Витрати на 1 грн. реалізованої продукції | грн.               | 0,8333                     | 0,8333                    | 0,0000     |
| Рентабельність продукції                 | %                  | 20,00                      | 20,00                     | 0,00       |

За результатами розрахунків можна стверджувати, що при зростанні ціни, зростає і дохід при однаковому рівні рентабельності продукції. Продукт має низьку ціну та пропонує розширений смако-ароматичний вибір.

## ВИСНОВКИ

У ході виконання магістерської роботи було всебічно досліджено можливості удосконалення технології виробництва м'ясного хліба шляхом введення до його складу функціонального рослинного компонента — мангольду (*Beta vulgaris* var. *sisla*). Проведені аналітичні, експериментальні та економічні дослідження дали змогу сформулювати такі узагальнення:

Аналіз сучасного стану ринку м'ясних продуктів в Україні показав, що галузь перебуває під значним впливом цінових коливань на м'ясну сировину, підвищених вимог до якості та харчової безпеки, а також зростання інтересу споживачів до продукції з рослинними інгредієнтами. Це створює сприятливі передумови для впровадження інноваційних рецептур м'ясних виробів із підвищеною харчовою цінністю та зниженим собівартісним навантаженням.

Рослинні харчові волокна, притаманні зеленим листовим овочам, включаючи мангольд, мають високу фізіологічну та технологічну значущість. Вони здатні підвищувати вологоутримуючу здатність системи, стабілізувати структуру фаршу, зменшувати втрати при термічній обробці та покращувати органолептичні властивості готового продукту.

Мангольд було визначено перспективним рослинним компонентом завдяки його високому вмісту харчових волокон, мінеральних речовин, антиоксидантних сполук, природних пігментів і гіпокалорійності. Його введення у рецептури м'ясного хліба сприяє збагаченню продукту біоактивними речовинами, підвищенню стабільності структури та зниженню питомих витрат м'ясної сировини.

За результатами експериментальних досліджень встановлено, що оптимальною концентрацією мангольду в рецептурі м'ясного хліба є 20%, що забезпечує найкраще поєднання органолептичних (колір, смак, аромат, консистенція) та фізико-хімічних характеристик (пластичність, рН, вологоутримуюча здатність) без погіршення структурно-механічних показників продукту.

Мікробіологічні дослідження підтвердили відповідність усіх зразків

вимогам безпечності: у контрольному та дослідних варіантах не виявлено патогенних мікроорганізмів, а кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних бактерій не перевищувала встановлених нормативів. Додавання мангольду не призводило до мікробіологічного ускладнення продукту.

Аналіз хімічного складу свідчить про тенденцію до підвищення вмісту вологи та вуглеводів у дослідних зразках, що корелює з природним складом мангольду. Водночас масова частка білка та жиру дещо знижується, проте залишається на рівні, характерному для м'ясних виробів цього типу. Рецепт з 20% мангольду демонструвала оптимальний баланс між поживною цінністю та функціональною користю.

Економічна оцінка ефективності впровадження удосконаленої технології показала зменшення повної собівартості м'ясного хліба на 13,5 тис. грн/т, що обумовлено частковою заміною дорогої м'ясної сировини на рослинний компонент і збільшенням виходу готової продукції на 150 кг з 1 т сировини. Це забезпечує збільшення прибутковості, зниження витрат на 1 грн реалізованої продукції та збереження стабільного рівня рентабельності.

Для промислового масштабування виробництва м'ясного хліба з мангольдом необхідними є забезпечення стабільної сировинної бази мангольду, впровадження технологічних регламентів на його використання та інформування споживачів про харчову цінність і переваги даного продукту.

Узагальнюючи результати роботи, м'ясний хліб з 20% мангольду може бути рекомендований до промислового виробництва як інноваційний, економічно вигідний та харчово цінний продукт, що відповідає сучасним тенденціям ринку та зростаючому попиту на функціональні харчові вироби.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. World Health Organization. Anaemia: Factsheet [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/anaemia> (дата звернення: 01.04.2025).
2. World Health Organization. Anaemia in women and children [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://www.who.int/data/gho/data/themes/topics/anaemia\\_in\\_women\\_and\\_children](https://www.who.int/data/gho/data/themes/topics/anaemia_in_women_and_children) (дата звернення: 07.04.2025).
3. Pasricha S. R., Tye-Din J., Muckenthaler M. U. Iron deficiency. *The Lancet*. – 2021. – Vol. 397(10270). – P. 233–248. – DOI: 10.1016/S0140-6736(20)32594-0.
4. Stevens G. A., Finucane M. M., De-Regil L. M. та ін. Global, regional and national trends in haemoglobin concentration 1995–2011. *The Lancet Global Health*. – 2013. – Vol. 1(1). – P. e16–e25. – DOI: 10.1016/S2214-109X(13)70001-9.
5. Lozoff B., Beard J., Connor J. та ін. Long-lasting neural and behavioral effects of iron deficiency in infancy. *Nutrition Reviews*. – 2020. – Vol. 78(4). – P. 280–298. – DOI: 10.1301/nr.2006.may.s34-s43.
6. Grantham-McGregor S., Ani C. A review of studies on the effect of iron deficiency on cognitive development in children. *The Journal of Nutrition*. – 2021. – Vol. 151(2). – P. 374–385. – DOI: 10.1093/jn/131.2.649S.
7. Rahman M. M., Abe S. K., Rahman M. S. та ін. Maternal anemia and risk of adverse outcomes: meta-analysis. *Am. J. Clin. Nutr.* – 2020. – Vol. 112(3). – P. 626–635. – DOI: 10.3945/ajcn.115.107896.
8. Марушко Ю. В., Московенко О. Д. Проблеми залізодефіцитних станів у підлітків: діагностика, якість життя, лікування (огляд літератури). *Сімейна медицина. Європейські практики*. – 2023. – № 2(104). – DOI: 10.30841/2786-720X.2.2023.282494. – Режим доступу: <https://family-medicine.com.ua/article/view/282494> (дата звернення: 06.11.2025).
9. *Iron deficiency anaemia: current state of the problem. World Medicine Ukraine*. – 2024. – 23 February. – Режим доступу:

<https://worldmedicine.ua/en/2024/02/23/iron-deficiency-anemia-current-state-of-the-problem> (дата звернення: 06.11.2025).

10. Volosovets O. P., Kryuchko T. O., Kryvopustov S. P. та ін. Anemia in children in Ukraine: 24-year retrospective analysis. *World of Medicine and Biology*. – 2021. – № 3(77). – С. 43–48. – Режим доступу: <https://womab.com.ua/en/smb-2021-03/9043> (дата звернення: 09.04.2025).

11. Юрчишак І. М. Вплив дефіциту заліза на організм, його профілактика та лікування. *Здоров'я України 21 сторіччя*. – 2023. – № 19(555). – С. 22–28. – Режим доступу: [https://health-ua.com/...](https://health-ua.com/) (дата звернення: 09.04.2025).

12. Kuzminska E., Omelchuk S., Karlova E., Grinzovskyu A. Drug-free modalities of iron deficiency conditions in Ukraine. *Wiadomości Lekarskie*. – 2018. – Vol. 71(7). – P. 1358–1361. – URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30035742> (дата звернення: 13.04.2025).

13. Petry N., Olofin I., Boy E. та ін. The proportion of anemia associated with iron deficiency. *Nutrients*. – 2016. – Vol. 8(11). – Article 693. – DOI: 10.3390/nu8110693.

14. World Health Organization. Healthy diet: Fact sheet [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet> (дата звернення: 09.04.2025).

15. FAO, IFAD, UNICEF, WFP, WHO. *The State of Food Security and Nutrition in the World 2024*. – Rome: FAO, 2024. – DOI: 10.4060/cd1254en.

16. Kolarš B., Rajić V., Dikić D. та ін. Iron Deficiency and Iron Deficiency Anemia: A Comprehensive Overview of Established and Emerging Concepts. *Pharmaceuticals*. – 2025. – Vol. 18(8). – Article 1104. – DOI: 10.3390/ph18081104. – Режим доступу: <https://www.mdpi.com/1424-8247/18/8/1104> (дата звернення: 06.11.2025).

17. Hurrell R., Egli I. Iron bioavailability and dietary reference values. *Am. J. Clin. Nutr.* – 2010. – Vol. 91(Suppl. 5). – P. 1461S–1467S. – DOI: 10.3945/ajcn.2010.28674F.

18. Allen L. H., Carriquiry A. L., Murphy S. P. Perspective: Proposed harmonized nutrient reference values. *Advances in Nutrition*. – 2020. – Vol. 11(3). – P. 469–483. – DOI: 10.1093/advances/nmz096.
19. European Food Safety Authority (EFSA). Scientific opinion on dietary reference values for iron. *EFSA Journal*. – 2023. – Vol. 21(5). – e08109. – DOI: 10.2903/j.efsa.2023.08109.
20. Allen L. H., de Benoist B., Dary O., Hurrell R. *Guidelines on food fortification with micronutrients*. – Geneva: WHO & FAO, 2006. – Режим доступу: <https://www.who.int/publications/i/item/9241594012> (дата звернення: 09.04.2025).
21. FAO. *Food Fortification: Guidelines for Implementation*. – Rome: FAO, 2022. – 102 p. – DOI: 10.4060/cb9025en.
22. FAO/WHO (Codex). Programme guidance to improve implementation of food fortification programmes (оновлення до Part IV «Guidelines on food fortification...») [Електронний ресурс]. – 2024. – Режим доступу: [https://www.fao.org/.../nf44\\_03e.pdf](https://www.fao.org/.../nf44_03e.pdf) (дата звернення: 10.11.2025).
23. Mikulic N., Uyoga M., Stoffel N. та ін. Prebiotics increase iron absorption and reduce the adverse effects of iron on the gut microbiome and inflammation: a randomized controlled trial using iron stable isotopes in Kenyan infants. *The American Journal of Clinical Nutrition*. – 2024. – Vol. 119(5). – DOI: 10.1016/j.ajcnut.2023.11.018. – Режим доступу: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38042412/> (дата звернення: 07.11.2025).
24. Malik Z. I. та ін. Unlocking iron: nutritional origins, metabolic pathways, and bioavailability – a review. *Frontiers in Nutrition*. – 2025. – Vol. 12. – Article 1637316. – DOI: 10.3389/fnut.2025.1637316. – Режим доступу: <https://www.frontiersin.org/...> (дата звернення: 07.11.2025).
25. Kose T. та ін. The effect of fortification on in vitro iron and zinc bioavailability in processed meat-based meals. *Food Chemistry*. – 2025. – Vol. 398. – Article 134876. – DOI: 10.1016/j.foodchem.2025.134876. – Режим доступу: <https://www.sciencedirect.com/...> (дата звернення: 07.11.2025).

26. Kumar S. B., Amipalli S. R., Mehta P. та ін. Iron Deficiency Anemia: Efficacy and limitations of nutritional strategies. *Nutrients*. – 2022. – Vol. 14(14). – Article 2976. – DOI: 10.3390/nu14142976.
27. Bothwell T. H., MacPhail A. P. The potential role of NaFeEDTA as an iron fortificant. *Int. J. Vitam. Nutr. Res.* – 2004. – Vol. 74(6). – P. 421–434. – DOI: 10.1024/0300-9831.74.6.421.
28. Pineda O., Ashmead H. D. Ferrous bis-glycinate chelate in infants and young children. *Nutrition*. – 2001. – Vol. 17(5). – P. 381–384. – DOI: 10.1016/S0899-9007(01)00519-6.
29. Athe R., Rao M. V. V., Nair K. M. Impact of iron-fortified foods on Hb in children (<10 years): meta-analysis. *Public Health Nutrition*. – 2013. – Vol. 17. – P. 579–586. – DOI: 10.1017/S1368980013000062.
30. Consalez F., Ahern M., Andersen P., Kjellevoid M. The “meat factor” and micronutrient absorption: scoping review. *Advances in Nutrition*. – 2022. – Vol. 13(5). – P. 1705–1717. – DOI: 10.1093/advances/nmac089.
31. EFSA Panel on Nutrition, Novel Foods and Food Allergens (NDA). Scientific opinion on the tolerable upper intake level for iron. *EFSA Journal*. – 2024. – e08819. – DOI: 10.2903/j.efsa.2024.8819. – Режим доступу: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/j.efsa.2024.8819> (дата звернення: 07.11.2025).
32. Hamad A., Singh P. Boosting nutritional value: the role of iron fortification in meat and meat products. *BioMetals*. – 2025. – Vol. 38. – P. 337–355. – DOI: 10.1007/s10534-024-00659-1.
33. Procopio F. R., Ferraz M. C., Paulino B. N., Sobral P. J., Hubinger M. D. Spice oleoresins as value-adding ingredients: advances and perspectives. *Trends in Food Science & Technology*. – 2022. – Vol. 122. – P. 123–139. – DOI: 10.1016/j.tifs.2022.02.010.
34. Nieto G., Ros G., Castillo J. Antioxidant and antimicrobial properties of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.): A review. *Medicines*. – 2018. – Vol. 5(3). – Article 98. – DOI: 10.3390/medicines5030098.

35. Śmiecińska K., Wierzbicka A., Waszkiewicz-Robak B. The effect of pepper (*Capsicum annuum* L.) and rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) extracts on lipid oxidation in meat products. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość.* – 2021. – Vol. 28(3[128]). – P. 92–105.

36. Shahidi F., Ambigaipalan P. Novel antioxidants in food preservation and health promotion. *Food Science & Nutrition.* – 2015. – Vol. 3(1). – P. 25–44. – DOI: 10.1002/fsn3.221.

37. Shah M. A., Don Bosco S. J., Mir S. A. Plant extracts as natural antioxidants in meat and meat products. *Meat Science.* – 2014. – Vol. 98(1). – P. 21–33. – DOI: 10.1016/j.meatsci.2014.03.020.

38. Kapustian A., Chernob N., Naumenko K., Gural L., Osolina S. Regulation of functional foods in Ukraine and the world: prospects for postbiotics. *Food Science and Technology.* – 2023. – Vol. 17(2). – P. 4–17. – DOI: 10.15673/fst.v17i2.2641. –

Режим

доступу:

<https://pdfs.semanticscholar.org/af3d/261223b3c11f59cf33e9048309b68b935db7.pdf>

(дата звернення: 09.04.2025).

39. Grand View Research. *Europe oleoresin market size & outlook, 2021–2030* [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

<https://www.grandviewresearch.com/horizon/outlook/oleoresin-market/europe> (дата

звернення: 09.04.2025).

40. Harmankaya S., Karaosmanoğlu B., та ін. Effect of rosemary and clove essential oils on lipid oxidation, microbial and sensorial properties and storage stability of *kavurma* (a cooked meat product). *Czech Journal of Food Sciences.* –

2024. – Article online. – Режим доступу:

[https://cjfs.agriculturejournals.cz/artkey/cjf-202404-0005\\_effect-of-rosemary-and-clove-essential-oils-on-lipid-oxidation-microbial-sensorial-properties-and-storage-sta.php](https://cjfs.agriculturejournals.cz/artkey/cjf-202404-0005_effect-of-rosemary-and-clove-essential-oils-on-lipid-oxidation-microbial-sensorial-properties-and-storage-sta.php)

(дата звернення: 07.11.2025).

41. CBI Ministry of Foreign Affairs. *Entering the European market for oleoresins* [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.cbi.eu/market->

[information/natural-food-additives/oleoresins-0/market-entry](https://www.mdpi.com/1420-3049/30/12/2565) (дата звернення: 09.04.2025).

42. Ayuso P., та ін. New insights and strategies in the nutritional reformulation of meat products: plant extracts, antioxidants and micronutrients. *Molecules*. – 2025. – Vol. 30(12). – Article 2565. – DOI: 10.3390/molecules30122565. – Режим доступу: <https://www.mdpi.com/1420-3049/30/12/2565> (дата звернення: 07.11.2025).

43. Śmiecińska K., Daszkiewicz T., Krajewska A., Kubiak D. Effect of the addition of different forms of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) on the quality of vacuum-packed minced pork. *Journal of Veterinary Research*. – 2024. – Vol. 68(3). – P. 419–426. – DOI: 10.2478/jvetres-2024-0047. – Режим доступу: <https://reference-global.com/article/10.2478/jvetres-2024-0047> (дата звернення: 07.11.2025).

44. Draszanowska A., Wójcik-Leniartek A., Zając M., та ін. The Effect of Turmeric Rhizome on the Inhibition of Lipid Oxidation and the Quality of Vacuum-Packed Pork Meatloaf. *Applied Sciences*. – 2022. – Vol. 12(20). – Article 10641. – DOI: 10.3390/app122010641. – Режим доступу: <https://www.mdpi.com/2076-3417/12/20/10641> (дата звернення: 07.11.2025).

45. Befakink A., Embahe Belayn A., та ін. Preservation of minced raw meat using rosemary and basil essential oils: effects on oxidation, microbial load and sensory attributes. *Cogent Food & Agriculture*. – 2024. – Article 2306016. – DOI: 10.1080/23311932.2024.2306016. – Режим доступу: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/23311932.2024.2306016> (дата звернення: 07.11.2025).

46. Grand View Research. *Functional foods market size, share & trends analysis report, 2022–2030* [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/functional-food-market> (дата звернення: 09.04.2025).

47. Bal-Prylypko L., Marusenko O., та ін. Development of technology for extended-shelf-life meat products using probiotic cultures. *Animal Science and Food Technology*. – 2024. – Vol. 15(4). – P. 132–149. – Режим доступу:

[https://animalscience.com.ua/web/uploads/pdf/ТТХП\\_15\\_4\\_2024-132-149.pdf](https://animalscience.com.ua/web/uploads/pdf/ТТХП_15_4_2024-132-149.pdf) (дата звернення: 07.11.2025).

48. Bazhal M., Koutchma T. Ukraine as a food and grain hub: impact of science and technology on food security. *Frontiers in Food Science and Technology*. – 2022. – Vol. 2. – Article 1040396. – DOI: 10.3389/frfst.2022.1040396.

49. Peshuk L. V., Prykhodko D. Yu. Development of technology of functional meat products with health-improving effect using plant raw materials and algae that are not traditional for Ukraine. In: *Sustainable Food Chain and Safety through Science, Knowledge and Business*. – 2023. – Сектор 26. – DOI: 10.30525/978-9934-26-328-6-26.

50. World Health Organization; Food and Agriculture Organization of the United Nations. *Guidelines on food fortification with micronutrients*. – Geneva: WHO/FAO, 2006. – ISBN 92-4-159401-2. – Режим доступу: <https://www.who.int/publications-detail-redirect/9241594012> (дата звернення: 10.11.2025).