

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет харчових технологій та управління якістю продукції АПК

УДК 637.52-048.78

ПОГОДЖЕНО

Декан факультету харчових технологій
та управління якістю продукції АПК

_____ Лариса БАЛЬ-ПРИЛИПКО

« ____ » _____ 2025 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

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

_____ Наталія ГОЛЕМБОВСЬКА

« ____ » _____ 2025 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: «Удосконалення технології м'ясних напівфабрикатів з
використанням каратиновмісних збагачувачів»

Спеціальність 181 «Харчові технології»

Освітня програма «Нутріціологія»

Орієнтація освітньої програми освітньо-наукова

Гарант освітньої програми

к.т.н., доцент

_____ Людмила ТИЩЕНКО

Керівник магістерської роботи

к.т.н., доцент

_____ Людмила ТИЩЕНКО

Виконала

_____ Анастасія ХОМЕНКО

КИЇВ – 2025

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

Н.В. Голембовська

« _____ » _____ 2025 р.

**ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
СТУДЕНТУ**

Хоменко Анастасії Валеріївни

Спеціальність **181«Харчові технології»**

Освітньо-наукова програма «**Нутриціологія**»

Орієнтація освітньої програми **освітньо-професійна**

Тема магістерської роботи «**Удосконалення технології м'ясних напівфабрикатів з використанням каротиновмісних збагачувачів**», затверджена наказом ректора НУБіП України від «17» січня 2025 р. №52 «С»

Термін здачі студентом завершеної роботи на кафедрі – 10.06.2025 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 м'ясних напівфабрикатів з додаванням нагідок

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

поживна та біологічна цінність порошку нагідок як функціонального каротиновмісного інгредієнта; ефективність використання порошку нагідок у виробництві м'ясних напівфабрикатів фаршевої групи; дослідження технологічного процесу виготовлення та визначення виходу готових м'ясних напівфабрикатів з порошком нагідок; проведення оцінки органолептичних, фізико-хімічних, мікробіологічних та структурно-механічних показників якості продукції; висновки.

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

таблиці, рисунки, графіки

Дата видачі завдання «14» квітня 2024 р.

Керівник магістерської роботи _____ **Людмила ТИЩЕНКО**
Завдання прийняла до виконання _____ **Анастасія ХОМЕНКО**

РЕФЕРАТ

Магістерська кваліфікаційна робота складається зі вступу, 4 розділів, висновків, списку використаної літератури з 26 джерел. Робота викладена на 83 сторінках, містить 4 рисунки та 11 таблиць.

Тема магістерської роботи: «Удосконалення технології м'ясних напівфабрикатів з використанням каротиновмісних збагачувачів».

Метою магістерської роботи є теоретичне обґрунтування та практична реалізація удосконаленої рецептури м'ясних напівфабрикатів із використанням порошку з нагідок як природного каротиновмісного функціонального інгредієнта для підвищення біологічної цінності, антиоксидантної стабільності та привабливості готового продукту.

У роботі наведено результати аналітичних та експериментальних досліджень фаршевих м'ясних напівфабрикатів. Розроблено програму досліджень, визначено методи контролю якості продукції відповідно до чинних нормативних документів.

Об'єкт дослідження – технологія виробництва фаршевих м'ясних напівфабрикатів із додаванням порошку нагідок.

Предмет дослідження – фізико-хімічні, органолептичні, мікробіологічні та функціонально-технологічні характеристики м'ясних напівфабрикатів з порошком нагідок, а також показники їх економічної ефективності.

Досліджено вплив концентрації порошку нагідок на пластичність, вологоутримуючу та вологозв'язуючу здатність фаршу, кислотність, мікробіологічну безпеку, хімічний склад, а також на органолептичні властивості готової продукції. Встановлено оптимальну рецептуру, яка забезпечує стабільну якість та високу привабливість виробу при концентрації порошку нагідок 0,8–1,0% до маси сировини.

Проведено розрахунок економічної ефективності впровадження вдосконаленої технології з урахуванням зростання виходу готової продукції, прибутковості, змін у структурі собівартості, рівні витрат та показниках рентабельності.

Висновок магістерської кваліфікаційної роботи має рекомендаційний характер та може бути використаний у практиці м'ясопереробних підприємств для розширення асортименту функціональної продукції з натуральним складом.

Ключові слова: НАГІДКИ, КОТЛЕТИ, М'ЯСНІ НАПІВФАБРИКАТИ, КАРОТИНОЇДИ, ФУНКЦІОНАЛЬНІ ІНГРЕДІЄНТИ, ПІГМЕНТИ РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ, ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА, ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ.

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ | 6 |
| ВСТУП..... | 7 |
| РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ..... | 10 |
| 1.1. Технологічні особливості виробництва м'ясних напівфабрикатів..... | 10 |
| 1.2. Натуральні каротиновмісні збагачувачі в технологіях м'ясної продукції..... | 20 |
| 1.3. Нагідки (<i>Calendula officinalis</i>) як перспективний функціональний інгредієнт у харчових технологіях..... | 30 |
| Висновки до розділу 1..... | 39 |
| РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ..... | 41 |
| 2.1. Організація, предмет, об'єкт та методи дослідження..... | 41 |
| РОЗДІЛ 3. ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ М'ЯСНИХ НАПІВФАБРИКАТИВ З ДОДАВАННЯМ НАГІДОК..... | 45 |
| 3.1. Метод виробництва м'ясних напівфабрикатів з додаванням нагідок... | 45 |
| 3.2. Розробка складу та технологічного процесу виготовлення м'ясних напівфабрикатів з додаванням нагідок..... | 51 |
| 3.3. Оцінка якості вироблених продуктів..... | 54 |
| 3.3.1. Дослідження органолептичних показників якості виробів..... | 54 |
| 3.3.2. Дослідження впливу функціональної добавки до харчових продуктів на фізико-хімічні характеристики м'ясних напівфабрикатів з додаванням нагідок..... | 57 |
| 3.3.3. Дослідження показників якості мікробіології..... | 63 |
| 3.3.4. Хімічний склад готових виробів..... | 66 |
| РОЗДІЛ 4. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ..... | 69 |
| ВИСНОВКИ | 79 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ..... | 81 |

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 глобальних трансформацій у сфері харчової промисловості, обумовлених водночас соціальними, економічними, демографічними та екологічними викликами, простежується зростаючий попит на продукти, які поєднують високу поживну цінність, безпечність, функціональні властивості та здатність здійснювати профілактичний вплив на стан здоров'я. Особливої актуальності набуває розробка м'ясних продуктів нового покоління з покращеним складом, у які інтегруються натуральні інгредієнти рослинного походження з високим вмістом біоактивних сполук.

Сегмент м'ясних напівфабрикатів, зокрема фаршевих виробів (котлет, битків, шніцелів), є одним із провідних напрямів у харчовій галузі, що характеризується широким асортиментом, стабільним попитом та гнучкістю технологічного регулювання. Водночас споживачі дедалі більше орієнтуються на продукти, які не лише задовольняють харчові потреби, а й мають ознаки оздоровчої дії, натурального походження та відсутності синтетичних домішок. Тому виникає необхідність вдосконалення традиційних рецептур м'ясних виробів шляхом включення природних збагачувачів з вираженими антиоксидантними, забарвлювальними й стабілізуючими властивостями.

Одним із перспективних рішень у цьому напрямі є застосування порошку з нагідок (*Calendula officinalis*) — рослинної сировини, багатой на каротиноїди (переважно лютеїн), флавоноїди, поліфеноли, ефірні олії та харчові волокна. Завдяки унікальному фітохімічному складу, порошок нагідок поєднує функції натурального барвника, антиоксиданту, ароматизатора та структуроутворювача, що робить його ефективним інгредієнтом для функціоналізації м'ясних фаршевих систем. Його введення дозволяє підвищити стійкість продукту до окисного псування, покращити органолептичні властивості та зменшити потребу у синтетичних домішках, зберігаючи при цьому поживну повноцінність продукту.

Незважаючи на наявність наукових досліджень, присвячених фітохімії нагідок, їх застосування в технологіях м'ясних напівфабрикатів залишається

малодослідженим напрямом. Практична реалізація цього підходу потребує комплексного вивчення впливу порошку нагідок на фізико-хімічні, мікробіологічні, структурно-механічні та органолептичні властивості м'ясної продукції, а також економічної доцільності впровадження таких технологічних змін у виробничі процеси.

Таким чином, актуальність теми магістерської роботи обумовлена необхідністю вдосконалення технології м'ясних напівфабрикатів з урахуванням сучасних вимог до натуральності, функціональності, стійкості та споживчої привабливості, а також доцільністю включення до складу рецептур каротиновмісних збагачувачів рослинного походження — зокрема порошку нагідок.

Метою дослідження є наукове обґрунтування та практична реалізація рецептури м'ясних напівфабрикатів з додаванням порошку з нагідок з метою підвищення їх функціональної, біологічної та сенсорної цінності, покращення стабільності структури й розширення асортименту продукції оздоровчого спрямування.

Для досягнення поставленої мети в роботі визначено такі завдання:

- провести аналіз фітохімічного складу нагідок та оцінити технологічну доцільність їх використання в м'ясних системах;
- вивчити вплив порошку нагідок на органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні показники фаршевих м'ясних напівфабрикатів;
- визначити оптимальну концентрацію порошку нагідок у рецептурі з урахуванням сенсорної привабливості, стабільності структури та функціональної ефективності;
- розробити удосконалену технологічну схему виробництва напівфабрикатів із порошком нагідок;
- здійснити розрахунок економічної ефективності впровадження вдосконаленої рецептури на підприємстві.

Об'єкт дослідження — технологія виробництва м'ясних напівфабрикатів з додаванням рослинного функціонального збагачувача.

Предмет дослідження — рецептурний склад, якісні та технологічні характеристики м'ясних напівфабрикатів із порошком нагідок.

Наукова новизна роботи полягає у комплексному підході до вдосконалення рецептури м'ясних напівфабрикатів на основі поєднання м'ясної та рослинної сировини з високим рівнем біологічної активності.

Практичне значення роботи полягає у можливості застосування результатів для створення функціональних м'ясних продуктів із натуральним складом, високою стабільністю та підвищеною споживчою цінністю.

РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Технологічні особливості виробництва м'ясних напівфабрикатів

Класифікація м'ясних напівфабрикатів є фундаментальним інструментом у системі забезпечення належної якості продукції, її безпечності, стандартизації виробничих процесів та організації обліку на підприємствах м'ясопереробної галузі. Вона забезпечує чітке визначення видів продукції, їхніх технологічних особливостей, вимог до сировини, допоміжних компонентів, маркування та умов зберігання. В Україні класифікація м'ясних напівфабрикатів унормована положеннями чинних нормативно-технічних документів, зокрема таких як ДСТУ 4437:2005 «Напівфабрикати м'ясні. Терміни та визначення понять», ДСТУ 3973:2000 «Напівфабрикати м'ясні охолоджені і заморожені. Загальні технічні умови» та низкою галузевих стандартів, які регламентують вимоги до окремих видів продукції [1].

Відповідно до чинного стандарту ДСТУ 4437:2005, м'ясні напівфабрикати — це продукти, виготовлені із м'яса, м'ясної сировини або сумішей із додаванням інших харчових інгредієнтів, які пройшли первинну або часткову кулінарну обробку і призначені для подальшого приготування страв або продуктів харчування. Класифікація напівфабрикатів може здійснюватися за різними ознаками: ступенем подрібнення м'яса, способом формування, наявністю або відсутністю оболонки чи панірування, станом термічної обробки (сирі, напівготові або готові до вживання після короткої обробки), видом пакування, способом зберігання (охолоджені, заморожені) та кулінарним призначенням.

Одним з найважливіших підходів до класифікації є поділ за морфологічною ознакою або способом виготовлення. Згідно з цим критерієм, м'ясні напівфабрикати поділяють на кілька основних груп: січені, фаршеві, формовані, паніровані, порціонні, рубані, пресовані та комплексні вироби. До січених належать продукти, виготовлені з м'ясної сировини, яка подрібнюється на шматки певного розміру без руйнування м'язових волокон, наприклад: шашлики, бефстроганов, гуляш. Особливістю цієї групи є збереження

структурної цілісності м'ясної тканини, що зумовлює характерну текстуру та соковитість готових виробів. Січені напівфабрикати можуть бути як маринованими, так і немаринованими, а також випускатися з додатковим пакуванням у вакуумі або в газовому середовищі.

Фаршеві напівфабрикати є найбільш розповсюдженою категорією в українській м'ясопереробній галузі. Ці вироби виготовляють з фаршу, що містить дрібно подрібнену м'ясну сировину, іноді з додаванням жиру, рослинних компонентів (наприклад, клітковини), функціональних білків, спецій, солі, води або бульйону. Серед найпоширеніших представників цієї групи — котлети, тюфтелі, биточки, люля-кебаб тощо. У залежності від структури і рецептури, фаршеві вироби можуть додатково класифікуватися за вмістом білку, наявністю стабілізаторів або добавок функціонального призначення [2].

Формовані напівфабрикати отримують шляхом надання певної форми м'ясній масі за допомогою механічного або ручного пресування. У промислових масштабах найчастіше використовують формувальні машини, які забезпечують високу точність, уніфікованість маси та геометричних параметрів. У цьому процесі важливу роль відіграють білкові сполучні компоненти (наприклад, ячний порошок, соєві ізоляти), які підвищують в'язкість маси та знижують ризик розпаду виробу при тепловій обробці. До формованих виробів відносять не лише фаршеві котлети, а й комбіновані вироби з додаванням овочевих, круп'яних або хлібних наповнювачів.

Окрему класифікаційну ознаку становить наявність або відсутність панірування. Паніровані м'ясні напівфабрикати покривають поверхневим шаром сухарів, борошна, крупи або спеціалізованих технологічних сумішей, які сприяють утворенню характерної хрусткої скоринки при обсмажуванні або запіканні. Панірування може бути одинарним або подвійним, залежно від технології виробництва. Ця група представлена широким спектром продукції — від класичних шніцелів до сучасних функціоналізованих виробів зі зниженим вмістом жиру.

Порціонні напівфабрикати виготовляють зі шматків м'яса певної маси і товщини, які відповідають кулінарним нормам і вимогам до уніфікації. Сюди належать стейки, ескалопи, антрекоти, відбивні та аналогічні продукти. Часто такі вироби піддають додатковій обробці — маринуванню, обмазці сумішами спецій або ін'єктуванню функціональними розсолами для підвищення соковитості [3].

Ще одним напрямом класифікації є поділ за температурним станом: напівфабрикати поділяють на охолоджені (температура зберігання від 0 до 4 °C) і заморожені (з температурою до -18 °C). Кожна з категорій має власні вимоги до пакування, строків реалізації, санітарного контролю та органолептичних показників. Зберігання в охолодженому стані дозволяє зберегти ніжну текстуру, але потребує суворого дотримання температурного ланцюга. Натомість заморожування забезпечує триваліший термін зберігання та більшу гнучкість у логістиці.

У межах чинної класифікації важливим є також поділ на сирі, напівготові та готові до вживання після короткотривалої обробки напівфабрикати. Сирі напівфабрикати призначені для остаточного приготування на кухні споживача (смаження, варіння, тушкування), а напівготові можуть бути вже частково оброблені (наприклад, попередньо обсмажені або бланшовані), що скорочує час кулінарної обробки. Готові до вживання після розігрівання вироби найчастіше реалізуються в секторі швидкого харчування та закладах HoReCa.

Окрему увагу слід приділити спеціальним категоріям м'ясних напівфабрикатів, які не охоплюються базовою класифікацією, але набувають дедалі більшого значення в умовах сучасного ринку. Це зокрема функціональні напівфабрикати (збагачені харчовими волокнами, мікроелементами, пробіотиками), дієтичні продукти (зі зниженим вмістом жиру або без додавання солі), а також вироби для дитячого харчування, що виробляються згідно з окремими вимогами до рецептур, мікробіологічних показників та контролю сировини [4].

Забезпечення високої якості м'ясних напівфабрикатів неможливе без чіткого дотримання вимог до основної та допоміжної сировини, а також без контролю за органолептичними характеристиками готової продукції. В умовах сучасної м'ясопереробної галузі, що орієнтується не лише на виробничу ефективність, а й на задоволення очікувань споживачів, питання нормативної відповідності кожного компоненту, який входить до складу напівфабрикату, набуває особливого значення. Це стосується як біологічної повноцінності та безпечності м'ясної сировини, так і властивостей допоміжних речовин, що впливають на консистенцію, смак, аромат, зовнішній вигляд і стабільність готового продукту.

Основною сировиною у виробництві напівфабрикатів виступає м'ясо різних видів, у тому числі яловичина, свинина, м'ясо птиці (переважно курятина та індик), а також іноді м'ясо нетрадиційних видів тварин або субпродукти. Згідно з вимогами ДСТУ 7167:2010 «М'ясо. Терміни та визначення понять» та ДСТУ 4437:2005, до виробництва м'ясних напівфабрикатів дозволяється використовувати охолоджене або заморожене м'ясо першої та другої категорій вгодованості, що пройшло ветеринарно-санітарну експертизу та має відповідне маркування. Особлива увага приділяється рівню рН м'ясної тканини, вмісту вологи, жиру та білку, а також мікробіологічним показникам, які мають відповідати вимогам безпеки харчових продуктів відповідно до Закону України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів».

У технологіях напівфабрикатів широко застосовують м'ясо механічного обвалювання (ММО), однак його використання суворо регламентується і не допускається у виробках високої категорії якості без відповідного маркування. Крім того, для деяких видів продукції дозволяється застосовувати бланшовані або попередньо оброблені м'ясні компоненти, що сприяє скороченню термічної обробки на етапі споживання. Особливу роль у структурі сировини відіграє співвідношення м'язової, жирової та сполучної тканини, що впливає на текстурні характеристики фаршу або котлетної маси. Високоякісна сировина

повинна бути без залишків кісток, хрящів, крові, лімфатичних вузлів, сторонніх включень та ознак мікробіального псування [5].

Допоміжні компоненти у виробництві м'ясних напівфабрикатів виконують не лише роль смакових чи ароматичних модифікаторів, а й є важливими функціональними складниками, які формують стабільність структури, підвищують вологоутримувальну здатність фаршу, знижують втрати під час теплової обробки, продовжують термін зберігання продукції. Серед основних допоміжних інгредієнтів, які застосовують згідно з нормативно дозволеними технологіями, слід назвати кухонну сіль, харчові фосфати, цукри, сухарі пшеничні або борошно, рослинні білки (переважно ізоляти сої або гороху), яєчний порошок, прянощі, стабілізатори та емульгатори, антиоксиданти, натуральні екстракти рослинного походження. Усі добавки повинні відповідати вимогам ДСТУ або Технічних умов України (ТУ У), мати підтвердження безпечності та чітке маркування згідно з наказами Міністерства охорони здоров'я України та чинним законодавством.

Окрему групу допоміжних речовин складають функціональні інгредієнти, спрямовані на покращення харчової та біологічної цінності продукту. Серед них — харчові волокна, поліненасичені жирні кислоти, вітамінізовані суміші, пробіотичні культури, натуральні барвники (зокрема каротиноїдного або антоціанового типу), а також екстракти пряних і лікарських рослин, які можуть додатково проявляти антимікробну або антиоксидантну дію. Вибір і дозування таких компонентів мають бути обґрунтовані не лише з точки зору функціональності, але й урахуванням їх впливу на органолептичні характеристики кінцевого продукту.

Органолептичні властивості м'ясних напівфабрикатів — це один із ключових факторів споживчого вибору, який визначає конкурентоспроможність продукції на ринку. До основних органолептичних показників, які підлягають контролю згідно з ДСТУ 4424:2005 «Продукти харчові. Методи визначення органолептичних показників», належать зовнішній вигляд, колір, запах, смак, консистенція та структура. Зовнішній вигляд

напівфабрикатів повинен бути охайним, без тріщин, плісняви, надлишкової вологи або льоду на поверхні. Колір сирової продукції має бути рівномірним, типовим для виду м'яса або суміші інгредієнтів, без сірих, зелених або темних плям, що свідчать про окислення або псування. Запах має бути приємним, м'ясним або пряним, без сторонніх, кислуватих або гнильних нот [6].

Консистенція фаршу або котлетної маси повинна бути в'язкою, однорідною, здатною до формування стабільної структури при смаженні або запіканні. Готові до споживання після термічної обробки вироби повинні мати приємний смак, злагоджене поєднання м'ясного компонента і спецій, без надмірної гіркоти, кислотності чи металевого присмаку. Структура м'яса після обробки має бути соковитою, пружною, без крихкості або надмірної сухості. Важливою є також стабільність органолептичних характеристик протягом терміну придатності: при правильному зберіганні продукція не повинна втрачати смакові властивості, колір, аромат чи текстуру.

Формування структури котлетної маси є ключовим етапом у технології виробництва м'ясних напівфабрикатів, який безпосередньо впливає на споживчі властивості готової продукції. Структура виробу зумовлює його здатність зберігати форму під час термічної обробки, сприяє утриманню вологи й жиру, визначає текстуру, соковитість, ніжність та загальне враження від споживання. Основними чинниками, що забезпечують формування структури фаршевої маси, є білкові компоненти, жири, сполучні елементи та технологічні умови їх взаємодії.

Білки у складі котлетної маси відіграють фундаментальну роль як структуроутворювачі. У м'ясі основну частину білків становлять міофібрилярні (міозин, актин) та саркоплазматичні (міоглобін, ферменти), які у процесі подрібнення та соління набувають здатності до гідратації, зв'язування води та утворення білкової сітки. Саме завдяки міозину йде побудова стабільного тривимірного каркасу, що фіксує частинки м'яса, жиру, води й допоміжних речовин у певному об'ємі. Активне розкриття функціональних груп білків відбувається за рахунок додавання солі та механічної обробки – перемішування

чи кутерування, що сприяє екстрагуванню білкових фракцій на поверхню. У результаті формується гомогенна маса, здатна до формування та стабілізації форми при тепловій обробці [7].

Жири у складі котлетної маси виконують як енергетичну та сенсорну функцію, так і важливу роль у структурі фаршу. Правильно підібрана кількість та дисперсність жирової фази сприяють соковитості виробу, формують його ніжність, а також беруть участь у створенні емульгованої системи разом із білками. Жири можуть бути як тваринного (свинячий шпик, яловичий жир), так і рослинного походження (рафіновані олії), хоча останні використовуються переважно у продуктах зі зниженим вмістом насичених жирних кислот або функціоналізованих рецептурах. Жирові включення повинні бути рівномірно розподілені в масі та мати визначену температуру плавлення, яка узгоджується з параметрами термічної обробки. Надмірна кількість жиру призводить до зниження водозв'язувальної здатності системи, порушення емульсійної стійкості та втрати форми під час смаження чи запікання.

Сполучні компоненти у складі котлетної маси поділяються на природні (колагенова сполучна тканина м'яса, геміцелюлоза субпродуктів) та функціональні добавки, які вводяться до складу рецептури з метою підвищення стабільності фаршу. До останніх належать борошно, крохмаль, сухарі, клітковина, білкові ізоляти (наприклад, соєві, пшеничні), ячний порошок, а також желатин. Вони виконують гелеутворювальну, водозв'язувальну та текстуроутворювальну функцію, забезпечують утримання вологи, стабілізують білково-жирові емульсії, зменшують втрати маси під час обробки. Крім того, деякі сполучні речовини мають здатність покращувати пластичність фаршу, спрощуючи процес формування виробів та підвищуючи їх зносостійкість під час транспортування й зберігання.

Окремо слід наголосити на значенні механічної обробки фаршу як одного з вирішальних факторів формування структури котлетної маси. Кутерування, подрібнення, інтенсивне перемішування сприяють рівномірному розподілу м'ясних волокон, жиру та води, утворенню емульсійної структури й активізації

білково-водних взаємодій. Інтенсивність і тривалість перемішування повинні бути збалансованими: недостатня механічна обробка призводить до формування крихкої структури, а надмірна — до руйнування білкових агрегатів і зниження в'язкості маси. Особливу роль у цьому контексті відіграє температура фаршу, яка не повинна перевищувати +12...+18 °С у процесі перемішування, щоб уникнути денатурації білків і порушення водозв'язувальної здатності [8].

Соління є ще одним важливим фактором стабілізації структури. Іони натрію активізують гідратацію білків, підвищують екстрагованість функціональних фракцій і сприяють утворенню в'язкої гелеподібної матриці. Часто до складу соляних сумішей додають харчові фосфати, які додатково підвищують рН і посилюють здатність білків до водозв'язування. Така комплексна дія дозволяє сформувати стабільну структуру навіть при введенні великої кількості води або допоміжних речовин.

На формування структури котлетної маси значною мірою впливають також технологічні параметри термічної обробки. Під час смаження або запікання відбувається коагуляція білків, плавлення жиру, утворення поверхневої скоринки, що фіксує форму виробу. Ступінь теплової денатурації має бути достатнім для стабілізації структури, однак при цьому не повинна порушуватися соковитість або ніжність виробу. Температурні режими повинні враховувати вміст жиру, тип сполучних речовин, вологість маси та діаметр сформованих порцій.

Інноваційним напрямом у формуванні структури є використання білкових або гідроколоїдних систем з модифікованими властивостями, наприклад: мікрокапсульованих білків, стабілізованих волокон, ензиматично активованих гелів. Такі підходи дозволяють створювати продукти з поліпшеними структурними показниками навіть при зниженому вмісті м'яса, жиру або солі, що є особливо актуальним у виробництві функціональних або дієтичних напівфабрикатів. У цьому контексті також активно досліджуються можливості введення до складу рецептур каротиновмісних компонентів, які не лише

збагачують продукт вітаміном А, але й можуть впливати на кольорову гаму та структурну щільність виробу [9].

Сучасний стан м'ясопереробної галузі в Україні характеризується активним пошуком шляхів підвищення ефективності виробництва, адаптації до вимог ринку та формування нової якості продукції, орієнтованої на функціональність, безпечність і економічну доцільність. У цьому контексті особливого значення набуває удосконалення традиційної рецептури м'ясних напівфабрикатів. Історично склалося, що рецептури базових виробів — таких як котлети, битки, шніцелі — формувалися в умовах обмеженого асортименту інгредієнтів і були переважно орієнтовані на органолептичну привабливість. Натомість нині рецептурний підхід трансформується відповідно до нових вимог: зниження собівартості, збагачення біологічно активними речовинами, подовження терміну придатності, зменшення харчових ризиків і задоволення потреб цільових споживчих груп, зокрема дітей, осіб із харчовими обмеженнями чи потребою в раціональному харчуванні.

Одним із ключових напрямів удосконалення є раціоналізація собівартості продукції, що досягається за рахунок часткової або повної заміни окремих традиційних інгредієнтів більш доступними за вартістю компонентами без істотного зниження харчової цінності та споживчих властивостей. У першу чергу, це стосується м'ясної сировини, яка може частково замінюватися м'ясом механічного обвалювання, обваленими субпродуктами (печінка, серце, язик), м'ясо-рослинними сумішами, а також білковими концентратами. Економічна доцільність таких рішень визначається здатністю доданих компонентів забезпечити необхідний рівень білку, вологи та структурної цілісності готового продукту. Одночасно з цим удосконалення рецептури повинно враховувати ризики надмірного використання наповнювачів низької поживної цінності, що може погіршити репутацію продукції серед споживачів або порушити вимоги законодавства щодо маркування та декларування вмісту м'ясних інгредієнтів.

Ще одним важливим вектором удосконалення рецептур є функціоналізація м'ясних напівфабрикатів, тобто надання їм додаткової

біологічної цінності шляхом збагачення нутрієнтами, що мають позитивний вплив на стан здоров'я. У рецептурах нового покоління активно використовують харчові волокна, які не лише підвищують вологозв'язувальні властивості фаршу, але й сприяють нормалізації роботи шлунково-кишкового тракту споживача. Застосування мікрокристалічної целюлози, пектину, інуліну, а також порошків з висівок або овочевої сировини дозволяє створювати функціональні продукти зі зниженим вмістом жиру та підвищеною масовою часткою дієтичних волокон [10].

Функціоналізація також включає введення вітамінно-мінеральних комплексів, жиророзчинних антиоксидантів, поліненасичених жирних кислот (омега-3 і омега-6), пробіотичних культур, екстрактів пряних і лікарських рослин. У технологіях м'ясних напівфабрикатів усе частіше використовують натуральні збагачувачі, такі як порошки з гарбуза, шпинату, ягід, моркви, буряка або шипшини, що дозволяє не лише покращити функціональний потенціал, а й позитивно впливає на органолептичну привабливість — колір, аромат, текстуру. Особливо перспективним є застосування каротиновмісних добавок, зокрема з нагідок, які одночасно виступають як натуральні барвники, антиоксиданти та джерела біологічно активних речовин.

Третім напрямом є підвищення стабільності напівфабрикатів при зберіганні, що передбачає застосування як рецептурних, так і технологічних рішень. Основними загрозами для якості при зберіганні є мікробіологічна псуваність, окислення жирів, втрати вологи та змінення текстури. Тому до складу рецептур дедалі частіше вводять інгредієнти з антимікробною або антиоксидантною дією — наприклад, екстракти розмарину, базиліку, гвоздики, шавлії, а також натуральні антиокисники на основі токоферолів або аскорбінової кислоти. Використання ферментованих інгредієнтів, таких як сухі закваски молочнокислих бактерій або продукти мікробного бродіння, дозволяє пригнічувати ріст патогенної мікрофлори, знижувати ризики утворення біогенних амінів і подовжити термін придатності без використання синтетичних консервантів.

Крім того, підвищення стабільності пов'язане з оптимізацією текстуроутворювальної системи, яка має забезпечувати утримання вологи й жиру протягом усього циклу «виробництво — транспортування — зберігання — реалізація — приготування споживачем». Для цього використовують стабілізаційні суміші на основі білково-гідроколоїдних систем, наприклад, поєднання соєвого ізоляту, гуарової камеді, карагенану та модифікованого крохмалю. Такі системи дозволяють утримувати воду у міжм'язовому просторі та попереджати відокремлення вологи при зберіганні або розморожуванні, зберігаючи стабільність форми та соковитість виробу [11].

Інтеграція всіх зазначених підходів — здешевлення, функціоналізація, стабілізація — повинна відбуватися комплексно, з урахуванням вимог нормативної документації, харчової безпеки, споживчих очікувань та сенсорного аналізу. Удосконалення рецептури не повинно погіршувати органолептичні показники: навіть при використанні дешевших або нетрадиційних інгредієнтів кінцевий виріб має зберігати привабливу зовнішність, приємну текстуру, виражений м'ясний смак і відповідну ароматичну композицію. Особливої ваги набуває оптимізація рецептури під конкретні технологічні умови: вид обладнання, об'єм виробництва, тривалість зберігання, форма пакування тощо.

1.2 Натуральні каротиновмісні збагачувачі в технологіях м'ясної продукції

Каротиноїди становлять велику групу природних пігментів із полієновою будовою, які відіграють важливу роль у харчовій промисловості, фармакології, косметології, а останнім часом — і в технології м'ясної продукції. Ці сполуки характеризуються яскраво вираженою забарвленістю — від жовтого до насичено червоного — та здатністю до нейтралізації вільних радикалів, що зумовлює їхню роль як натуральних барвників і біоантиоксидантів. У природі каротиноїди синтезуються переважно в рослинних організмах, де виконують фотозахисну, структурну й сигнальну функції, а також у деяких

мікроорганізмах і грибах. Для людини вони є незамінними нутрієнтами з антиоксидантною активністю, а окремі представники — зокрема β -каротин — виконують функцію попередника вітаміну А [12].

З біохімічної точки зору, каротиноїди — це ліпофільні тетратерпеноїди, що складаються з 40 атомів вуглецю (C_{40}) у вигляді кон'югованих подвійних зв'язків, які і зумовлюють їх оптичні та хімічні властивості. Залежно від наявності в молекулі оксигеновмісних функціональних груп, їх поділяють на каротини (вуглеводневі форми, як-от α -каротин, β -каротин, лікопін) та ксантрофіли (оксигеновмісні каротиноїди — лютеїн, зеаксантин, астаксантин тощо). Високий ступінь ненасиченості, зумовлений полієновим ланцюгом, робить ці молекули ефективними донорами електронів, що пояснює їхню антирадикальну активність у біологічних і харчових системах.

Функціональне значення каротиноїдів як натуральних барвників зумовлюється їхньою інтенсивною забарвленістю, стабільною в ліпідному середовищі. Колір каротиноїдних пігментів залежить від довжини полієнового ланцюга, типу циклізації кінцевих фрагментів та їх ізомерного стану. Наприклад, лікопін має інтенсивно червоне забарвлення завдяки прямолінійній структурі без β -циклів, тоді як β -каротин набуває оранжево-жовтого тону внаслідок циклізації обох кінців молекули. У харчових системах, зокрема в м'ясних продуктах, каротиноїди можуть надавати виробам привабливого натурального кольору, зменшуючи потребу у синтетичних барвниках і відповідаючи тенденціям «чистого маркування». Цей ефект особливо актуальний у системах із відносно нейтральною кольоровою основою, наприклад у напівфабрикатах із світлою м'ясною сировиною (курятина, індичка), де навіть мінімальні дози каротиновмісних компонентів здатні суттєво змінити відтінок готового продукту.

Другим надзвичайно важливим аспектом є антиоксидантна активність каротиноїдів, яка реалізується через кілька механізмів: гасіння синглетного кисню, нейтралізація вільних радикалів, інгібування автоокиснення ліпідів і хелатування іонів металів. У м'ясних системах, особливо в продуктах із

високим вмістом ненасичених жирних кислот, антиоксидантна дія каротиноїдів сприяє подовженню терміну зберігання, зменшенню інтенсивності окисного псування, збереженню смаку, кольору й текстури. Дослідження підтверджують, що навіть у невеликих дозах β -каротин і лютеїн можуть ефективно уповільнювати розвиток пероксидного окиснення у фаршевих м'ясних системах, зокрема під час тривалого охолодженого або вакуумного зберігання. У випадку з технологією сувід, де м'ясні вироби готуються за низькотемпературних режимів у вакуумному пакуванні, антиоксидантна активність каротиноїдів може відігравати додаткову роль у стабілізації ліпідного профілю та запобіганні небажаному зміні аромату чи кольору протягом термічної обробки [13].

Важливо також зазначити, що біохімічна активність каротиноїдів тісно пов'язана з їх фізико-хімічною формою — природні ізомери (транс-конфігурація) є стабільнішими, однак менш біодоступними, ніж цис-ізомери, які утворюються під час обробки теплом або під впливом світла. У технологіях м'ясних продуктів вибір форми введення каротиноїдних збагачувачів — нативна сировина, порошок, олеорезини, екстракти — впливає на стабільність і рівень прояву як барвникових, так і антиоксидантних властивостей. Наприклад, порошок із сушених нагідок або моркви з високим вмістом β -каротину демонструє задовільну термостійкість та дозволяє рівномірно розподіляти пігменти в м'ясній системі без локалізації осаду або випадіння у фазу.

Біологічна активність каротиноїдів не обмежується лише антиоксидантною дією. Вони беруть участь у модуляції імунної відповіді, підтримці здоров'я шкіри й слизових оболонок, зору, а також проявляють протизапальну дію на клітинному рівні. Завдяки цьому введення каротиновмісних компонентів у м'ясні напівфабрикати, включно з продукцією, що проходить обробку в режимі сувід, може слугувати не лише технологічною функцією, але й фактором функціоналізації продукту — надання йому ознак профілактичної або оздоровчої дії. Ураховуючи високий інтерес споживачів до

продукції з натуральним складом, цей напрям відповідає світовим тенденціям у сфері здорового харчування.

Природні джерела каротиноїдів є цінними інгредієнтами для харчової промисловості, зокрема для розробки функціоналізованих технологій у м'ясопереробній галузі. Завдяки високому вмісту біологічно активних речовин, зокрема β -каротину, лікопіну, лютеїну та зеаксантину, ці компоненти дозволяють не лише збагачувати харчову цінність продукції, а й виступають натуральними барвниками та антиоксидантами. У контексті виробництва м'ясних напівфабрикатів, зокрема котлет, приготованих у режимі сувід, використання рослинної сировини з високим вмістом каротиноїдів дає змогу підвищити функціональну цінність продукту без шкоди для його органолептичних властивостей і стабільності структури [14].

Одним із найбільш вивчених і доступних джерел каротиноїдів є морква (*Daucus carota* L.), яка характеризується високим вмістом α - та β -каротину. Зокрема, β -каротин може становити до 80% усіх каротиноїдних сполук у морквяному коренеплоді. У сушеному або подрібненому вигляді морква зберігає свої барвникові й антиоксидантні властивості, що робить її зручною для використання у фаршевих масах. Порошок із моркви може рівномірно розподілятися в котлетній системі, забезпечуючи насичене жовтогаряче забарвлення і стабільність проти окисного псування, що особливо важливо в умовах тривалого вакуумного теплового впливу, як у технології сувід.

Гарбуз (*Cucurbita* spp.) також є багатим джерелом каротиноїдів, насамперед β -каротину та лютеїну. Його харчове використання у формі пюре або сушеного порошку дозволяє вводити до м'ясних систем як каротиновмісний компонент і як текстуроутворювач, оскільки він містить пектинові речовини, які здатні зв'язувати вологу. Це позитивно впливає на соковитість і консистенцію готового виробу. Каротиноїди гарбуза є доволі стабільними до помірної термообробки, а завдяки високій розчинності в жировій фазі легко вбудовуються в м'ясну матрицю, підсилюючи колір і

функціональну цінність виробу без потреби в додаткових емульгаторах або стабілізаторах.

Обліпіха (*Hippophae rhamnoides* L.) – унікальна олієносна культура, плоди якої містять комплекс каротиноїдів, включаючи β -каротин, лютеїн, зеаксантин та інші похідні. У поєднанні з вітаміном Е та жиророзчинними антиоксидантами, каротиноїди обліпіхи демонструють синергічну здатність до інгібування ліпідного окиснення, що є надзвичайно актуальним для м'ясних виробів із високим вмістом жиру або поліненасичених кислот. Обліпіховий порошок або екстракт може використовуватися у виробництві котлет у сувід завдяки своїй стійкості до низькотемпературного нагріву й здатності утворювати природний помаранчевий відтінок, що сприймається споживачем як ознака натуральності та свіжості [15].

Іншим перспективним джерелом є шипшина (*Rosa* spp.), яка крім каротиноїдів (переважно β -каротину і лікопіну), містить аскорбінову кислоту, фенольні сполуки та поліфенольні кислоти. Такий склад забезпечує не лише фарбувальну і захисну функції, а й імуномодулювальний потенціал. Застосування порошку з плодів шипшини в м'ясних фаршах дозволяє суттєво знизити швидкість пероксидного псування, особливо у вакуумованих або охолоджених продуктах. Крім того, шипшина має приємний пряно-фруктовий аромат, який гармонійно поєднується з композицією спецій у котлетній масі, зберігаючи стійкість навіть при тривалому тепловому навантаженні на рівні 60–65 °С.

Особливу увагу серед потенційних джерел каротиноїдів заслуговують нагідки лікарські (*Calendula officinalis* L.), які містять переважно лютеїн, а також незначні кількості β -каротину й зеаксантину. Каротиноїди нагідок мають високу здатність до забарвлення ліпідної фази, демонструють стійкість до окиснення й термічної деструкції в умовах обмеженого доступу кисню, що робить їх придатними для технологій типу сувід. Порошки з висушених квіткових кошиків можуть застосовуватися як комплексний збагачувач і барвник, формуючи приємне жовтогаряче забарвлення у м'ясних виробах без

потреби в додаткових стабілізаторах. Завдяки вмісту сапонінів і флавоноїдів нагідки можуть опосередковано впливати на антибактеріальні властивості продукту, що розширює можливості їх використання не лише як технологічного, а й як функціонального інгредієнта.

Крім зазначених культур, до джерел каротиноїдів можуть також належати перець солодкий (*Capsicum annuum* L.), томат (*Solanum lycopersicum* L.), манго, кукурудза, проте рівень їх використання у технологіях м'ясних продуктів є обмеженим через специфіку аромату, водо-жирового балансу або нестабільність кольору при тривалому нагріванні.

Упровадження каротиновмісних добавок у рецептури м'ясних продуктів відкриває перспективні напрями для підвищення якості, функціональної цінності та мікробіологічної безпечності продукції. Ці компоненти, що природно походять із рослинної сировини, поєднують у собі низку функцій, які одночасно впливають на зовнішній вигляд, антиоксидантний статус, ароматично-смаковий профіль, структурно-механічні характеристики та стійкість до псування. Особливо актуальним є застосування таких збагачувачів у системах із тривалим тепловим впливом або вакуумною кулінарною обробкою, наприклад у котлетах, приготовлених за технологією сувід, де контроль над окисними й мікробіологічними процесами має принципове значення [16].

Одним із перших ефектів, які фіксуються при застосуванні каротиновмісних компонентів, є покращення кольорової характеристики м'ясної продукції. Пігменти, що містяться в моркві, гарбузі, шипшині, нагідках та обліпісі, зумовлюють утворення насиченого жовтогарячого або помаранчево-червоного відтінку, який візуально сприймається як ознака натуральності, свіжості й високої якості. Це дозволяє не лише надати продукту привабливого зовнішнього вигляду, а й замінити або мінімізувати використання синтетичних барвників. У продуктах сувід, де візуальні властивості стабілізуються вже після термічної обробки, ця перевага є особливо важливою,

адже колір фаршевої маси залишається практично незмінним у вакуумному середовищі при температурі 60–70 °С протягом кількох годин.

Крім кольору, антиоксидантна дія каротиноїдів має фундаментальне значення для підвищення якісних показників готової продукції. Каротиноїди здатні нейтралізувати вільні радикали, що утворюються під час автоокиснення ліпідів і білків. Це дозволяє знизити інтенсивність утворення перекисних сполук, малонового діальдегіду та інших вторинних продуктів окиснення, що мають шкідливий вплив на смак, запах і безпечність м'ясної продукції. Доведено, що введення порошку нагідок або екстракту шипшини на рівні 1–3% маси котлетної маси дозволяє зменшити показники перекисного числа та вторинних продуктів ліпідної деструкції на 25–40% у порівнянні з контролем, особливо в умовах зберігання в охолодженому стані або після сувід-обробки.

Ароматичний і смаковий профіль м'ясних продуктів також може змінюватися під впливом каротиновмісних добавок. Натуральні компоненти, такі як ефірні масла, флавоноїди, фенольні сполуки, притаманні обліписі, шипшині або нагідкам, можуть взаємодіяти з м'ясними білками, формуючи комплексні ароматичні ноти. Залежно від дозування, це може проявлятися як приємний фруктовий-пряний аромат або як легкий терпкий присмак. При правильному поєднанні з прянощами (перець, мускатний горіх, часник тощо) досягається гармонійний ароматичний букет, що сприймається споживачами як перевага. У виробках сувід аромат фіксується вже на етапі вакуумного пакування, що мінімізує втрати летких компонентів і сприяє рівномірному розподілу смаку [17].

Структурно-механічні властивості котлетної маси під дією каротиновмісних інгредієнтів також зазнають змін. Багато з таких добавок містять пектинові речовини, геміцелюлози та інші гідроколоїди, які можуть підвищувати водозв'язувальну здатність системи, сприяти збереженню соковитості готового виробу, зменшувати кулінарні втрати. Наприклад, використання порошку гарбуза або моркви дозволяє не лише підсилити

кольорову гамму, а й підвищити пластичність фаршу, покращити його формозбереження при низькотемпературному тепловому навантаженні. У продуктах сувід цей ефект є критично важливим, адже консистенція м'яса після обробки має бути ніжною, пружною, без розпливчастості або осідання.

Окрему увагу слід приділити впливу каротиновмісних добавок на мікробіологічну стабільність м'ясної продукції. Дослідження свідчать, що природні компоненти, зокрема фенольні кислоти, флавоноїди та ефірні масла, здатні пригнічувати ріст умовно-патогенної мікрофлори — таких як *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella spp.*. Вміст біоактивних сполук у нагідках і шипшині забезпечує легку бактеріостатичну дію, яка не замінює традиційної термічної обробки, але значно посилює ефективність зберігання. В умовах сувід, де температура обробки є нижчою за класичне варіння або смаження, наявність антибактеріально активних компонентів може додатково знижувати ризики мікробіологічного псування, особливо за тривалого зберігання.

Крім того, каротиновмісні компоненти можуть впливати на нутрієнтний склад готової продукції. Збагачення котлет β -каротином підвищує вміст провітаміну А, що є особливо важливим для дитячого, профілактичного або дієтичного харчування. Також у продукті зростає вміст харчових волокон, натуральних антиоксидантів і біологічно активних сполук, що дозволяє класифікувати таку продукцію як функціональну. Такий підхід є перспективним у сегменті здорового харчування, що набуває все більшої актуальності на ринку готових страв [18].

Застосування каротиноїдних компонентів у технології м'ясної продукції має широкий потенціал, однак ефективність їх використання істотно залежить від термостійкості, хімічної стабільності та поведінки в умовах переробки. Незважаючи на численні переваги, зокрема антиоксидантну активність, функціональну цінність і властивості натурального барвника, каротиноїди є чутливими до впливу тепла, світла, кисню та кислотно-лужного середовища. Це створює низку технологічних обмежень, які слід враховувати при розробці

рецептур і виборі умов обробки, зокрема у випадку вакуумного приготування за методом сувід, де тривалість термічної дії компенсується її помірною інтенсивністю.

Фізико-хімічна основа нестабільності каротиноїдів полягає в наявності кон'югованої системи подвійних зв'язків, що визначає їхні оптичні та біохімічні властивості. Однак саме ця особливість робить каротиноїди вразливими до ізомеризації, окиснення та розщеплення полієнового ланцюга. При підвищенні температури, особливо понад 80–100 °С, природні транс-ізомери переходять у менш активні цис-ізомери, що супроводжується зменшенням інтенсивності забарвлення та втратами біодоступності. У харчових системах цей процес може відбуватися навіть у присутності слідів іонів металів, що каталізують окиснювальні реакції.

У контексті м'ясної продукції, особливо тієї, що виготовляється з використанням термічно делікатних режимів (як-от сувід), каротиноїдні компоненти демонструють вищу стабільність порівняно з традиційними методами теплової обробки, такими як смаження або варіння. Температурний режим у межах 55–65 °С протягом 1,5–3 годин є менш агресивним до полієнових систем, що дозволяє зберігати значну частину кольорових та антиоксидантних властивостей. Крім того, вакуумне пакування значно обмежує контакт із киснем, знижуючи ризик автоокиснення. Таким чином, технологія сувід створює сприятливі умови для використання чутливих функціональних інгредієнтів, до яких належать і каротиноїди [19].

Водночас обмеження застосування каротиноїдів у м'ясній технології пов'язані не лише з термічною деструкцією, а й з іншими чинниками стабільності. Зокрема, гідрофобна природа цих сполук ускладнює їх рівномірний розподіл у водних або гідрофільних системах, таких як котлетна маса з високим вмістом вологи. Для подолання цієї проблеми використовують жирові носії, емульсійні суміші або інкапсульовані форми (наприклад, мікрокапсули з желатину чи мальтодекстрину), які забезпечують стабільність у процесі перемішування, формування й подальшої термічної обробки. Проте

застосування таких технологічних форм потребує додаткових виробничих ресурсів і ускладнює маркування готового продукту.

Іншим важливим аспектом є несумісність деяких каротиноїдних компонентів із інтенсивними механічними або окисними умовами процесу, такими як кутерування, аерація фаршу чи обробка в присутності солей металів (заліза, міді). В умовах високої швидкості перемішування може відбуватися механічне руйнування молекул каротиноїдів або їх деградація під впливом фрикційного тепла. Також певні рослинні джерела (наприклад, обліпиха або шипшина) можуть містити в складі ферменти (ліпоксигенази, поліфенолоксидази), які в присутності кисню ініціюють деструктивні реакції каротиноїдів. У зв'язку з цим необхідне попереднє бланшування сировини або застосування антиоксидантних стабілізаторів (аскорбінова кислота, токоферолі) у поєднанні з вакуумною обробкою.

Незважаючи на зазначені обмеження, перспективи застосування каротиновмісних компонентів у технологіях м'ясної продукції є надзвичайно обнадійливими. Вектор розвитку пов'язаний із пошуком термостійких сортів рослинної сировини, удосконаленням методів сушіння (сублімація, інфрачервона сушка) й екстрагування (надкритичні флюїди, ультразвукове виділення), а також розробкою нових форм доставки активних компонентів (нанодисперсні емульсії, ензимостійкі капсули, біополімерні комплекси). Зокрема, порошок із нагідок, отриманий методом низькотемпературного сушіння, демонструє високу стійкість до термоокиснювальної деструкції й зберігає до 85% активного лютеїну після 2 годин обробки в режимі сувід. Схожі результати фіксують і для порошку шипшини та гарбуза, що відкриває широкі можливості для їх застосування у фаршевих системах.

Крім того, інтеграція каротиноїдів у рецептури м'ясних напівфабрикатів відповідає вимогам сучасного споживача, орієнтованого на «чисту етикетку», відмову від синтетичних добавок і перевагу натуральним джерелам харчових нутрієнтів. Зокрема, продукти, збагачені β -каротином або лютеїном, можуть бути класифіковані як функціональні, а при відповідному дозуванні — як

джерело провітаміну А. Це дозволяє розширити маркетингову стратегію підприємств, підвищити додану вартість виробів та задовольнити попит на здорове харчування.

У перспективі дослідження термостійкості каротиноїдів у м'ясних матрицях мають бути поглиблені з урахуванням взаємодії з білками, жирами, солями та допоміжними компонентами. Також важливим напрямом є вивчення комбінованої дії каротиноїдів із іншими природними біоактивними речовинами, зокрема поліфенолами, органічними кислотами або рослинними флавоноїдами, що дозволить створювати синергічні стабілізаційні системи з високим рівнем термічної витривалості.

Отже, хоча використання каротиноїдних компонентів у м'ясній галузі пов'язане з певними технологічними викликами — передусім термодеструкцією, окисненням та нерівномірним розподілом, — існуючі та потенційні рішення дають змогу ефективно подолати ці обмеження. Технологія сувід, що передбачає помірні температури, низький рівень аерації та вакуумне середовище, створює оптимальні умови для застосування таких делікатних біоактивних речовин, як каротиноїди, у функціоналізованих м'ясних продуктах нового покоління.

1.3. Нагідки (*Calendula officinalis*) як перспективний функціональний інгредієнт у харчових технологіях

Нагідки лікарські (*Calendula officinalis* L.) належать до добре вивчених представників родини айстрових (*Asteraceae*) та мають багатовікову традицію застосування в народній та офіційній медицині. Останніми десятиліттями інтерес до цієї культури значно зріс у контексті функціоналізації харчових продуктів, що зумовлено винятково багатим і збалансованим фітохімічним складом квіткових кошиків рослини. Завдяки поєднанню біоактивних речовин різної хімічної природи нагідки виявляють широкий спектр корисних властивостей — від фарбувальних до антиоксидантних, протизапальних, консервувальних та модуляторних. Вивчення фітохімічного профілю *Calendula*

officinalis є основою для її подальшого застосування як функціонального інгредієнта у харчовій промисловості [20].

Однією з найбільш вивчених і технологічно значущих груп сполук у нагідках є каротиноїди — ліпофільні пігменти тетратерпеноїдної природи, які забезпечують характерне жовтогаряче або помаранчеве забарвлення квіткових пелюсток. У складі квіток виявлено β -каротин, лютеїн, зеаксантин, лікопін та незначні кількості інших оксигенованих каротиноїдів. Найбільшу частку становить лютеїн — до 70% від загального вмісту каротиноїдів у квітковій масі, що є важливою характеристикою у разі використання нагідок як природного барвника. Каротиноїди не лише формують забарвлення, але й є потужними антиоксидантами, здатними гасити синглетний кисень, нейтралізувати вільні радикали та запобігати окисненню ліпідів у харчових системах. Їх ліпофільна природа забезпечує хорошу розчинність у жирах і легке включення в харчові матриці з високим вмістом жиру, зокрема м'ясні продукти.

Другою важливою групою є флавоноїди — водорозчинні поліфенольні сполуки з відомими антиоксидантними, протизапальними, антимікробними та капілярозміцнюючими властивостями. У квіткових елементах *Calendula officinalis* переважають флавони й флавоноли, зокрема кверцетин, ізорамнетин, кемпферол, а також їхні глікозидовані форми. Наявність гідроксильних груп у структурі цих речовин зумовлює їх здатність ефективно нейтралізувати активні форми кисню та гальмувати реакції ліпідного перекисного окиснення. У харчових продуктах флавоноїди можуть відігравати роль консервантів натурального походження, водночас позитивно впливаючи на фізіологічну активність кінцевого продукту, зокрема за рахунок синергії з каротиноїдами та іншими фенольними сполуками [21].

Тісно пов'язана з флавоноїдами група — поліфенольні сполуки, серед яких найбільше значення мають фенольні кислоти: кафеїнова, хлорогенова, ферулова, галова, розмаринова тощо. Вони представлені як у вільному стані, так і у зв'язаних формах, що зумовлює тривалий антиоксидантний ефект у харчових системах з відстроченим механізмом дії. Поліфеноли також здатні

хелатувати катіони двовалентних металів, зменшуючи каталіз реакцій окиснення. У продуктах харчування, зокрема м'ясного походження, це сприяє зниженню швидкості псування, покращенню органолептичних властивостей та збереженню колірної стабільності. Крім того, фенольні кислоти мають певну антимікробну активність, яка проявляється завдяки пошкодженню клітинної мембрани бактерій і пригніченню метаболічних процесів патогенів.

Особливу функціональну значущість у складі нагідок мають також ефірні олії, що утворюються в екзогенних залозах на поверхні квіткових пелюсток. Хімічний склад ефірної олії *Calendula officinalis* включає сесквітерпени (фарнезен, кадінен), монотерпени (цинеол, камфора, лімонен), аліфатичні спирти, кетони, альдегіди та інші леткі компоненти. Ці речовини зумовлюють характерний аромат рослини та виявляють виражену протимікробну, антисептичну і фунгістатичну дію. У харчових системах ефірні масла можуть діяти як природні ароматизатори або природні біоконсерванти, а їх поєднання з фенольними сполуками забезпечує комплексний захисний ефект — як сенсорний, так і функціональний. Наявність ефірних олій у порошку нагідок дозволяє знижувати дозу додаткових ароматичних компонентів, оптимізуючи рецептурний склад м'ясних виробів.

Крім перелічених груп, у фітохімічному профілі нагідок встановлено наявність сапонінів, слизових речовин, органічних кислот (яблучна, саліцилова), вітамінів (аскорбінова кислота, токофероли) та мінеральних елементів (калій, кальцій, фосфор, магній). Ці компоненти мають допоміжну функцію в харчовій матриці, зокрема як емульгатори, стабілізатори або джерела нутрієнтів. Біохімічний склад квіткових кошиків є досить варіативним і залежить від сорту, агрокліматичних умов, фази вегетації та способу заготівлі сировини. Проте основні функціональні групи — каротиноїди, флавоноїди, поліфеноли та ефірні олії — є стабільно присутніми у висушеній, подрібненій або екстрагованій формі, що забезпечує прогнозований ефект у харчових рецептурах.

Порошок, отриманий із квіткових кошиків *Calendula officinalis* L., є перспективним мультифункціональним інгредієнтом у харчових технологіях, що поєднує властивості натурального барвника та ефективного антиоксиданту. Його застосування дозволяє не лише покращити органолептичні характеристики продукції, а й підвищити її біохімічну стабільність, зменшити потребу у синтетичних добавках та забезпечити функціональне збагачення. Саме така комбінація технологічних і нутрієнтних переваг зумовлює актуальність порошку нагідок як інгредієнта для створення сучасних м'ясних продуктів функціонального спрямування [22].

Функція натурального барвника у складі порошку нагідок зумовлена високим вмістом каротиноїдів — переважно лютеїну, β -каротину та зеаксантину. Ці сполуки мають інтенсивне жовто-помаранчеве забарвлення та здатність рівномірно розподілятися в ліпідних і змішаних системах, надаючи готовим харчовим виробам привабливого кольору без втрати однорідності. Колірна гамма, що формується під дією порошку нагідок, залежить від концентрації, ступеня подрібнення, тривалості теплової обробки та типу продукту. У м'ясних напівфабрикатах додавання 1–3% порошку забезпечує насичене, але природне забарвлення, характерне для свіжої сировини або традиційних компонентів, таких як жовтки, спеції чи овочеві пасти. Такий ефект значно підвищує споживчу привабливість продукту, особливо в умовах тренду «чистої етикетки», що передбачає використання виключно натуральних інгредієнтів.

На відміну від синтетичних барвників, каротиноїди нагідок не потребують жорсткого контролю за допустимим рівнем залишку в готовому продукті, не мають канцерогенної чи алергенної дії і сприймаються споживачами як позитивна ознака природності. Крім того, барвниковий потенціал порошку посилюється за рахунок супровідних пігментів, зокрема флавоноїдів, які можуть створювати оптичну глибину кольору та підвищувати його стабільність. У фаршевих м'ясних системах порошок нагідок може

рівномірно розподілятися без утворення крапель чи плям, що є додатковою перевагою при механізованому виробництві.

Поряд із фарбувальним ефектом порошок нагідок виконує роль природного антиоксиданту, запобігаючи окисному псуванню ліпідів, білків та інших чутливих до автоокиснення компонентів. Основу антиоксидантного ефекту становлять каротиноїди (насамперед лютеїн), а також флавоноїди, фенольні кислоти та токофероли. В умовах м'ясних продуктів ці речовини пригнічують утворення первинних і вторинних продуктів ліпідного перекисного окиснення, таких як гідропероксиди, малоновий діальдегід та альдегіди з неприємним запахом. Застосування порошку нагідок у дозах 2–3% у котлетах, паштетах або м'ясних рулетах дозволяє знизити інтенсивність окислення на 30–50% протягом періоду зберігання, залежно від рецептури, пакування та умов охолодження.

Антиоксидантна дія порошку особливо важлива в продуктах, багатих на ненасичені жирні кислоти, які є чутливими до дії вільних радикалів. За рахунок здатності каротиноїдів гасити синглетний кисень та нейтралізувати радикали в ліпідному середовищі, відбувається уповільнення псування, збереження кольору, аромату та текстури. Крім того, природні антиоксиданти нагідок можуть діяти синергічно з іншими захисними компонентами рецептури, зокрема аскорбіновою кислотою, розмариновим екстрактом або фосфатами, посилюючи загальну стабільність харчової системи.

Стабільність каротиноїдів під час теплової обробки є одним з основних обмежень у їх використанні, однак порошок нагідок демонструє доволі високу термічну витривалість у межах 60–80 °С, що цілком відповідає технологіям низькотемпературної обробки (зокрема сувід) або делікатного запікання. При цьому, завдяки мінімальній деструкції хромофорних систем, забарвлення зберігається і в готовому виробі, навіть за тривалого термічного впливу. Водночас каротиноїди демонструють найвищу стабільність у вакуумному середовищі або в присутності жирів, що відкриває додаткові можливості для

застосування порошку нагідок у продуктах із контрольованим атмосферним середовищем чи в герметичних упаковках [23].

Використання компонентів рослинного походження у виробництві м'ясної продукції дедалі частіше розглядається не лише з точки зору функціонального збагачення, а й як засіб підвищення фізіологічної повноцінності та сенсорної привабливості готового виробу. У цьому контексті квітки *Calendula officinalis* L., представлені у вигляді порошку, набувають особливої уваги завдяки гармонійному поєднанню біологічно активних речовин, м'якого аромату та кольорової стабільності. Такий інгредієнт має здатність позитивно впливати як на харчову цінність, так і на органолептичні характеристики м'ясних виробів, зокрема фаршевих напівфабрикатів, котлет, паштетів або рулетів функціонального спрямування.

З точки зору біологічної цінності, порошок нагідок є джерелом багатьох важливих нутрієнтів, серед яких провітамін А (у формі β -каротину), лютеїн, зеаксантин, флавоноїди, фенольні кислоти, вітаміни С і Е, а також мікроелементи (калій, магній, кальцій, залізо). Найбільш значущим є високий вміст лютеїну — каротиноїду з антиоксидантною і зоровозахисною активністю, який в організмі людини концентрується в сітківці ока, захищаючи її від дії ультрафіолетового випромінювання та окисного стресу. Таке збагачення особливо цінне в умовах гіповітамінозу або недостатнього споживання свіжих овочів, характерного для багатьох регіонів України.

Крім каротиноїдів, до складу порошку входять флавоноїди, зокрема кверцетин і кемпферол, які виявляють виражену капілярозміцнюючу та протизапальну дію. Їх присутність у м'ясній продукції може сприяти зниженню оксидативного навантаження в організмі, покращенню периферійного кровообігу та загальному зміцненню імунітету. У результаті додавання нагідок створюється продукт із вищим рівнем антиоксидантного потенціалу, що дозволяє йому бути віднесеним до категорії функціональних харчових виробів із профілактичним ефектом [24].

Не менш важливою є присутність у квітковому порошку харчових волокон, серед яких переважають пектинові речовини й геміцелюлози. Їх додавання до складу м'ясних напівфабрикатів сприяє покращенню травлення, регуляції ліпідного обміну та зниженню глікемічного навантаження. Крім того, харчові волокна можуть позитивно впливати на технологічні характеристики фаршу, зокрема покращуючи вологозв'язувальну здатність, стабільність емульсії та текстурні властивості кінцевого продукту.

Щодо впливу на органолептичні показники, порошок нагідок виявляє делікатну ароматичну дію, яка може підсилити природний букет м'ясної сировини без його домінування. Ефірні олії, що залишаються у висушених квітках, надають виробам легкого квіtkово-пряного відтінку, який сприймається як природний і приємний. У котлетах, рулетах або м'ясних запіканках за умови оптимального дозування (до 2–3%) цей ефект позитивно впливає на ароматичну гармонію, роблячи продукт більш індивідуалізованим та впізнаваним. Занадто висока концентрація може викликати відчуття гіркуватості або надмірної терпкості, що свідчить про необхідність чіткого регулювання кількості введення в рецептурі.

Колірна характеристика готових м'ясних виробів за участю порошку нагідок є однією з найпомітніших ознак його впливу. Завдяки насиченій пігментації каротиноїдів (насамперед лютеїну), продукція набуває однорідного золотистого або жовтогарячого відтінку, що асоціюється у споживача з натуральністю, свіжістю та високою якістю. Такий колір може маскувати природні варіації м'ясної сировини, вирівнювати зовнішній вигляд напівфабрикатів та підвищувати їх привабливість без потреби у синтетичних барвниках. За результатами сенсорної оцінки, вироби з додаванням порошку нагідок отримують вищі бали за кольорову насиченість і гомогенність кольору порівняно з контролем.

Щодо текстури, спостерігається незначне ущільнення м'ясної маси, зумовлене водозв'язувальними властивостями компонентів квіtkового порошку, зокрема полісахаридів. Це може мати позитивний вплив на

консистенцію готових виробів, особливо тих, що виготовляються за технологіями делікатного теплового впливу, наприклад сувід. У таких умовах порошок нагідок не розпадається, не утворює осаду або локальних скупчень, а рівномірно вбудовується в м'ясну матрицю, не порушуючи однорідності структури.

Сучасний розвиток харчової промисловості все активніше орієнтується на створення продуктів, що поєднують харчову цінність, безпечність, привабливість і ознаки функціональності. У цьому контексті особливої актуальності набувають стратегії розширення рецептурного складу за рахунок інгредієнтів природного походження з доведеною біоактивністю. Серед таких компонентів вагоме місце займає порошок квіткових кошиків *Calendula officinalis* L., що завдяки своєму хімічному складу, біологічній дії та технологічній універсальності є перспективним інгредієнтом у створенні м'ясних напівфабрикатів функціонального спрямування.

Передумови до впровадження нагідок у рецептури таких продуктів формуються на стику технологічних можливостей, нутрієнтної цінності, сенсорної нейтральності та споживчих очікувань. У першу чергу, слід наголосити, що потреба у функціональних м'ясних виробках в Україні поступово зростає внаслідок загальних тенденцій до оздоровлення харчування, збільшення захворюваності, пов'язаної зі способом життя, та запиту на продукти з доданою цінністю. Водночас споживач дедалі частіше відмовляється від синтетичних добавок і шукає альтернативу у вигляді натуральних джерел барвників, ароматизаторів, консервантів та нутрієнтів [25].

Порошок нагідок має цілу низку властивостей, що відповідають цим критеріям. Він є джерелом біологічно активних сполук — каротиноїдів, флавоноїдів, фенольних кислот, ефірних олій і харчових волокон — які можуть діяти як антиоксиданти, фарбувальні речовини, природні ароматизатори або м'які антимікробні агенти. Такий спектр дії забезпечує багатофункціональність інгредієнта, що дозволяє одночасно вирішувати кілька завдань у рецептурі: поліпшення кольору, зниження інтенсивності окиснення, підтримка аромату,

подовження терміну зберігання, посилення антиоксидантного захисту організму споживача.

З технологічного погляду, впровадження порошку нагідок є високореалізованим: він легко поєднується з іншими компонентами фаршу, не створює труднощів у процесі перемішування, не викликає розшарування системи й не потребує специфічного обладнання. Завдяки мікронізованій формі та однорідному кольору порошок рівномірно розподіляється у м'ясній масі, що важливо для стабільності структури та відтворюваності зовнішнього вигляду. Його застосування можливе в різних технологіях теплової обробки — смаженні, запіканні, варінні, а особливо — у низькотемпературній кулінарній обробці (сувід), де умови сприяють максимальному збереженню активних речовин.

Однією з ключових передумов є відповідність вимогам нормативного регулювання. Нагідки лікарські дозволені до застосування в харчовій промисловості згідно з національними та європейськими нормами як ароматизатор та фарбувальний засіб природного походження. У деяких країнах ЄС порошок нагідок зареєстрований як харчовий інгредієнт, дозволений до використання в м'ясній промисловості. На території України його використання не має заборон або обмежень при дотриманні умов належної гігієнічної практики, а також за наявності відповідної документації на сировину. Це створює регуляторну базу, достатню для впровадження в харчові формули, особливо якщо йдеться про екстракти або порошки з контрольованим походженням.

Сенсорна характеристика порошку нагідок також є сприятливою для сприйняття у м'ясних системах. На відміну від багатьох інших рослинних компонентів, його аромат є м'яким, неінвазивним, квітково-пряним, і добре поєднується з традиційним букетом спецій у котлетах, паштетах, рулетах. Колір — насичений, золотистий — сприймається як натуральний, звичний, гармонійний у м'ясній структурі, а легкий присмак не є домінантним, навіть при дозах 2–3% до маси фаршу. Це дозволяє уникнути конфлікту з базовим

смаком м'яса та зберегти характерні для продукту органолептичні показники, не змінюючи очікувань споживача.

Іншою важливою передумовою є маркетингова привабливість інгредієнта. М'ясна продукція з маркуванням «із додаванням квітів нагідок», «збагачена природними каротиноїдами», «натурального походження» або «без синтетичних барвників» має конкурентну перевагу в сегменті споживачів, орієнтованих на здорове харчування. Це створює можливість для розвитку нових продуктових лінійок, включаючи дитяче харчування, продукти для осіб похилого віку, профілактичне харчування, а також пропозиції для закладів громадського харчування, які працюють із концепцією clean label.

Отже, сукупність технологічних, хімічних, нормативних і споживчих чинників формує систему передумов для успішного впровадження порошку нагідок у рецептури м'ясних напівфабрикатів функціонального спрямування. Такий підхід дозволяє не лише розширити спектр інгредієнтів природного походження у харчовій промисловості, а й зробити внесок у формування нової якості продукту, що відповідає сучасним викликам харчування — збалансованості, безпечності, функціональності та натуральності.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1

1. Сучасні технології виробництва м'ясних напівфабрикатів ґрунтуються на чітко структурованій класифікації, що передбачає поділ за морфологічною ознакою, ступенем подрібнення, способом формування та кулінарним призначенням. Це забезпечує стандартизацію виробництва, контроль якості та можливість рецептурної модифікації відповідно до цільового призначення продукції та запитів ринку.

2. Вирішальну роль у формуванні споживчих властивостей м'ясних напівфабрикатів відіграють сировинні компоненти: м'язова тканина, жири, білкові ізоляти та сполучні речовини, які забезпечують текстурну стабільність, соковитість, однорідність і консистенцію. Водночас важливою умовою є дотримання нормативів щодо мікробіологічної безпеки, рН, вологозв'язувальної здатності та сумісності інгредієнтів у межах технологічної системи.

3. Удосконалення рецептур м'ясних напівфабрикатів відбувається в напрямі оптимізації співвідношення між вартістю, харчовою цінністю, стабільністю та органолептичними властивостями. До перспективних рішень належать часткова заміна м'яса функціональними добавками, збагачення продукції харчовими волокнами, білками, антиоксидантами, пробіотиками та біоактивними речовинами рослинного походження.

4. Каротиновмісні компоненти — β -каротин, лікопін, лютеїн, зеаксантин — мають багатофункціональні властивості в технологіях м'ясної продукції. Вони забезпечують забарвлення, стабілізацію ліпідної фази, антиоксидантний захист, а також підвищення біологічної цінності виробів, що дає змогу мінімізувати застосування синтетичних барвників і консервантів без шкоди для споживчих характеристик.

5. Порошок із квіткових кошиків нагідок лікарських (*Calendula officinalis* L.) вирізняється високим вмістом каротиноїдів, флавоноїдів, поліфенолів, ефірних олій і харчових волокон, які забезпечують його стабільну фарбувальну, антиоксидантну та протимікробну дію в межах м'ясної матриці. Його

властивості роблять можливим зниження окисного псування, покращення органолептики та посилення нутрієнтного профілю напівфабрикатів.

6. У технології котлет, зокрема виготовлених у режимі сувід, порошок нагідок демонструє високу термічну стабільність, рівномірність розподілу в системі та здатність до покращення структурної цілісності продукту. За правильного дозування (0,5–1,5%) він не порушує смаковий баланс, зберігає ароматичну гармонію й сприяє створенню продуктів функціонального спрямування.

7. Інтеграція порошку нагідок у рецептури м'ясних напівфабрикатів відповідає світовим тенденціям здорового харчування — clean label, відмова від синтетичних добавок, біоактивність, натуральність кольору та профілактична дія. У поєднанні з традиційними інгредієнтами він дозволяє створювати продукти з покращеними сенсорними й функціональними показниками, зокрема для дитячого, дієтичного й спеціалізованого харчування.

8. Використання нагідок як каротиновмісного збагачувача у м'ясній промисловості має високий потенціал для подальшого впровадження, оскільки поєднує технологічну ефективність, хімічну стабільність і маркетингову привабливість. Наявність нормативного дозволу на використання, відсутність алергенного впливу, органолептична нейтральність та сприятливе сприйняття споживачами створюють сукупність умов для широкого застосування цього інгредієнта у функціоналізованих харчових системах.

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 дозволило комплексно дослідити особливості удосконалення рецептури та технологічних параметрів виробництва м'ясних напівфабрикатів функціонального спрямування.

Теоретико-експериментальні дослідження проводилися відповідно до логічної схеми, представленої на рисунку 2.1, яка відображає послідовність етапів роботи, їх зміст та взаємозв'язки між ними. Практична частина досліджень 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'ясних напівфабрикатів (котлет) із модифікацією складу шляхом введення рослинного збагачувача — порошку з квіткових кошиків нагідок (*Calendula officinalis*). Предметом дослідження стали фізико-хімічні, структурно-механічні та органолептичні показники як сировини, так і готової продукції, включаючи мікробіологічну безпеку та прогнозовану економічну ефективність застосування нової рецептурної модифікації.

Метою роботи є удосконалення технології м'ясних напівфабрикатів за рахунок використання натурального каротиновмісного збагачувача, що дозволяє підвищити харчову та біологічну цінність продукції, покращити її зовнішній вигляд, текстурні властивості та споживчу привабливість, а також розширити асортимент функціональних виробів м'ясопереробної галузі.

Показники якості сировини та готової продукції визначалися відповідно до чинних вимог ДСТУ за стандартними методиками (органолептична оцінка, визначення фізико-хімічних параметрів), а також із використанням додаткових методів, зокрема вимірювання активності води та рН.

Експериментальні дослідження були проведені згідно з узагальненою методичною схемою, що охоплює етапи розробки рецептури, її лабораторну апробацію та аналітичну оцінку ефективності застосування порошку нагідок у складі фаршу.

2.2. Методи дослідження

Відбір зразків м'ясних напівфабрикатів (котлет) та їх підготовку до лабораторного аналізу здійснювали згідно з вимогами чинних нормативних документів — ДСТУ 8451:2015 «Продукти харчові. Відбирання проб» та ДСТУ 4834:2007 «Продукти м'ясні. Методи відбирання проб», що забезпечило достовірність та відтворюваність отриманих результатів.

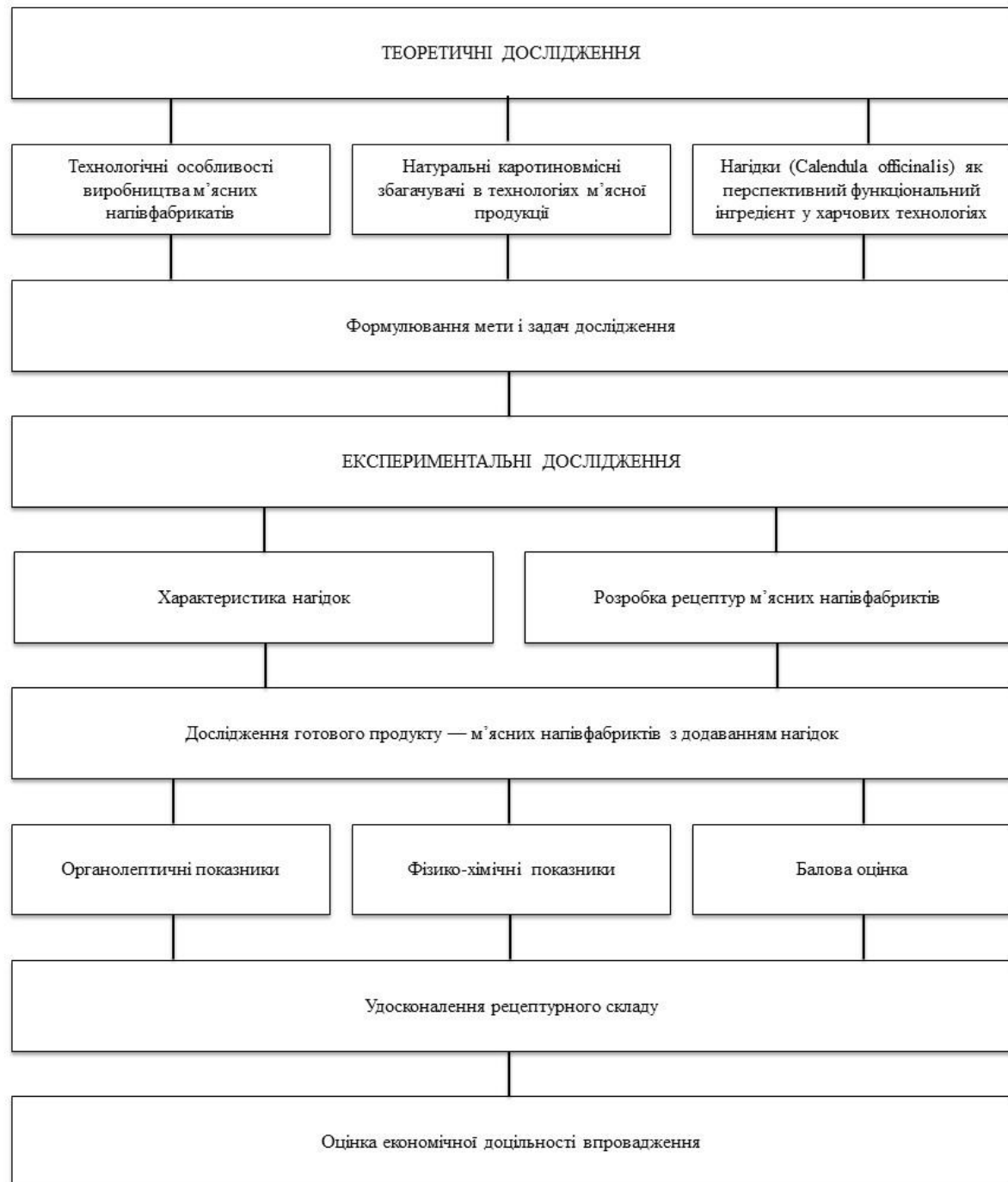


Рис. 2.1. Схема проведення досліджень

Органолептичну оцінку сировини та готових м'ясних напівфабрикатів проводили згідно з вимогами ДСТУ 8451:2015 «Продукти харчові. Методи відбирання проб та органолептичної оцінки», що забезпечило можливість об'єктивного оцінювання таких показників, як зовнішній вигляд, форма, колір,

консистенція, смак і запах. Аналіз здійснювали за п'ятибальною шкалою з урахуванням коефіцієнтів значущості кожного показника.

Розмірно-масові характеристики сировини та їхні зміни в процесі виробництва визначали згідно з методичними вказівками, зокрема здійснювали контрольне зважування сировини до та після термічної обробки для визначення втрат маси. Вологоутримуючу здатність зразків оцінювали за результатами порівняльного зважування до та після кулінарної обробки.

Фізико-хімічні показники м'ясних напівфабрикатів контрольної та дослідних партій визначали згідно з чинними нормативними документами, зокрема із використанням положень ДСТУ 4357:2021 «М'ясо та м'ясні продукти. Методи випробування». Масову частку вологи визначали методом висушування при температурі 100–105 °С до сталої маси. Вміст жиру визначали за допомогою екстракційного методу в апараті Сокслета, що ґрунтується на розчиненні ліпідної фази органічним розчинником та подальшому зважуванні залишку після випаровування розчинника.

РОЗДІЛ 3 ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ М'ЯСНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ З ДОДАВАННЯМ НАГІДОК

3.1. Метод виробництва м'ясних напівфабрикатів з додаванням нагідок

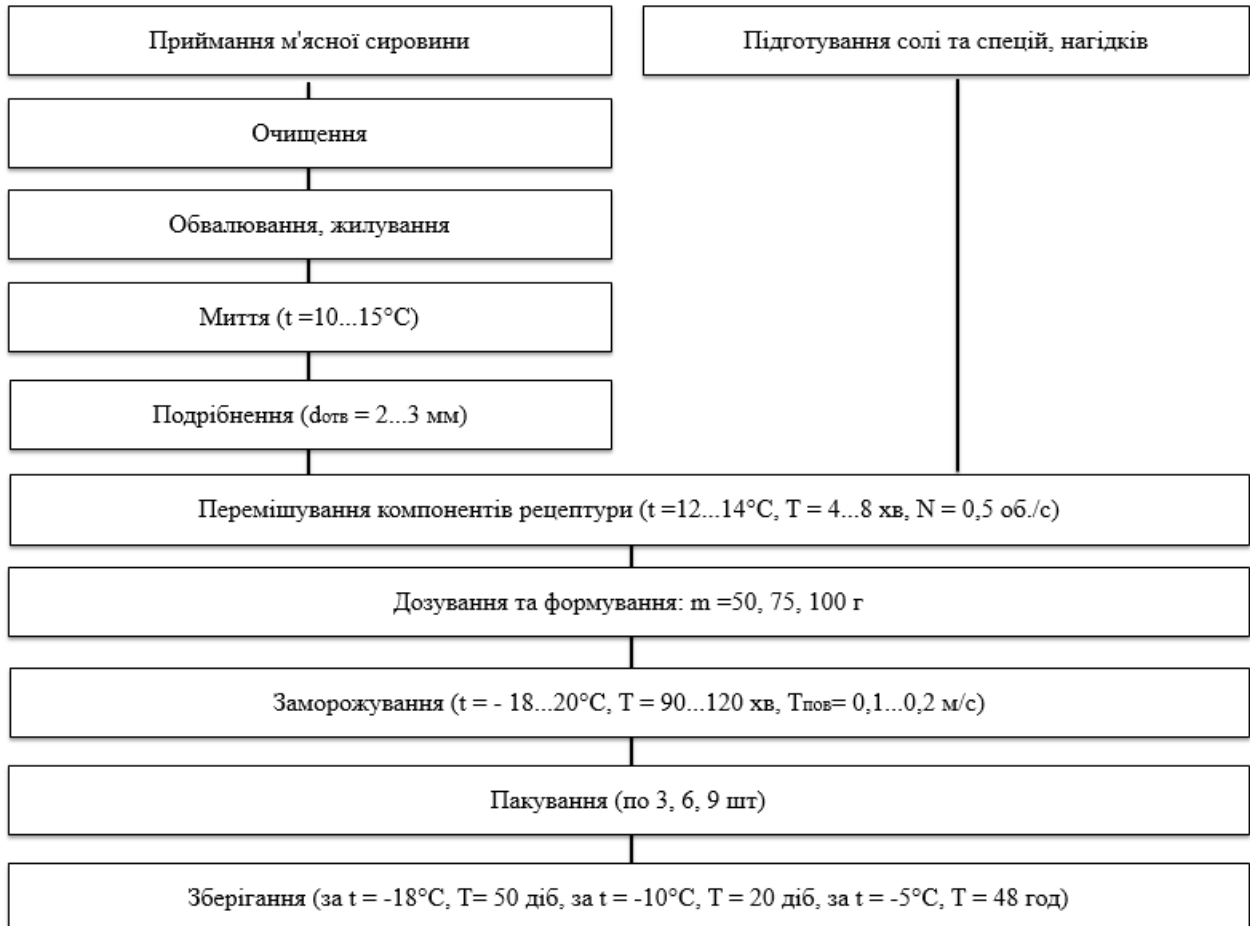


Рис.3.1. Технологічна схема виробництва м'ясних напівфабрикатів з додаванням нагідок

Приймання м'ясної сировини. Початковий етап виробництва м'ясних напівфабрикатів передбачає приймання основної сировини — м'яса, яке є джерелом повноцінного білка, есенціальних амінокислот і структурною основою продукту. Приймання здійснюється відповідно до вимог чинного нормативного регламенту, зокрема ДСТУ 7157:2010 «М'ясо. Терміни та визначення понять», ДСТУ 6030:2008 та інших документів, які встановлюють критерії якості м'ясної сировини. До виробництва допускаються лише

охолоджені або свіжозаморожені м'ясні туші, півтуші або їх частини, які пройшли ветеринарно-санітарну експертизу і мають відповідне маркування.

Під час приймання проводиться вхідний контроль, що включає оцінку зовнішнього вигляду (колір, консистенція, наявність підшкірного жиру), запаху, температури м'яса в товщі (не вище 4 °С для охолодженого м'яса), наявності кров'яних згустків чи сторонніх включень. Одночасно відбираються проби для лабораторного аналізу на мікробіологічні показники, включаючи загальне мікробне число, наявність сальмонел, лістерій та інших патогенних мікроорганізмів, згідно з СанПіН 4.4.4.077–2001. Сировина, яка не відповідає вимогам, не допускається до виробничого процесу.

Очищення, обвалювання та жилування. Після приймання м'ясна сировина спрямовується на санітарну підготовку, що включає її очищення від забруднень, залишків крові та сторонніх частинок. Цей етап критично важливий для мікробіологічної безпеки готового продукту, оскільки зовнішня поверхня м'яса є потенційним джерелом контамінації. Очищення проводиться механічно або вручну з використанням ножів, шпателів та м'яких щіток.

Наступним етапом є обвалювання — відокремлення м'язової тканини від кісток. Обвалювання здійснюється в умовах чистої зони при температурі повітря не вище 12 °С, що дозволяє запобігти розмноженню мікрофлори. Потім виконується жилування, метою якого є видалення хрящів, сухожиль, грубих сполучнотканинних включень і надлишкового жиру. Цей процес забезпечує високу якість фаршу та покращує органолептичні властивості напівфабрикатів. Водночас здійснюється сортування м'ясної сировини за вмістом жиру та сполучної тканини відповідно до рецептурних вимог.

Миття сировини. Підготовлена після жилування м'язова тканина промивається водою температурою 10–15 °С у спеціалізованих ваннах або душових камерах. Миття спрямоване на зниження бактеріального навантаження, видалення залишків крові, м'язового пилу та тканинної рідини, які можуть погіршити смак і консистенцію фаршу. Тривалість миття регламентується внутрішніми технологічними інструкціями підприємства і, як

правило, не перевищує 5 хвилин. Після миття м'ясо обсушується або короткочасно зберігається в холодильній камері при температурі 0–4 °С.

Подрібнення м'ясної сировини. Наступним кроком є механічна обробка — подрібнення м'яса до заданого розміру часток, що у даному випадку становить 2–3 мм. Процес здійснюється за допомогою промислових м'ясорубок або вовчків, які забезпечують рівномірне перемелювання м'язових волокон. Такий ступінь подрібнення є оптимальним для формування пластичної структури фаршу з достатньою здатністю до зв'язування вологи та жирів.

Під час подрібнення важливо контролювати температуру м'ясної маси — вона не повинна перевищувати 12 °С, оскільки перегрів призводить до зниження водозв'язувальної здатності білків, погіршення текстури і можливого розвитку мікрофлори. При потребі подрібнення проводять у два етапи: спочатку на крупній решітці, потім на дрібнішій — для досягнення необхідної однорідності.

Підготовка солі, спецій і порошку нагідок. Паралельно з обробкою м'ясної сировини здійснюється підготовка допоміжних інгредієнтів, зокрема кухонної солі, суміші спецій та порошку нагідок — функціонального збагачувача з високим вмістом каротиноїдів. Спеції (наприклад, чорний перець, мускатний горіх, часниковий порошок) перевіряють на чистоту, вологість та органолептичні характеристики. При необхідності спеції просіюють та подрібнюють.

Порошок нагідок проходить контроль якості: перевіряється відсутність сторонніх домішок, однорідність помелу, вологість (не більше 8%), колір та аромат. За наявності злежаності допускається попереднє розпушування. Суміш інгредієнтів дозується згідно з рецептурою та готується до внесення в фарш. Важливо уникати передчасного контакту порошку нагідок із вологими компонентами, щоб не допустити втрати кольорових і біоактивних властивостей каротиноїдів, зокрема лютеїну.

Перемішування компонентів рецептури. На цьому етапі відбувається поєднання всіх складових рецептури: подрібненої м'ясної сировини, кухонної

солі, спецій, порошку нагідок та, за потреби, інших допоміжних компонентів (наприклад, холодної води, харчових волокон, антиоксидантів). Основна мета перемішування — забезпечити рівномірний розподіл функціональних інгредієнтів у м'ясній масі, активувати сольове розчинення білків, зокрема солерозчинних фракцій актину та міозину, а також підвищити водо- та жирозв'язувальну здатність фаршу.

Процес здійснюється у фаршемішалках періодичної дії або вакуумних змішувачах при контрольованій температурі 12–14 °С, що дозволяє уникнути підвищення температури м'ясної маси понад критичний рівень для функціонування білкових структур. Тривалість перемішування варіюється від 4 до 8 хвилин залежно від типу обладнання, об'єму партії та фізико-хімічних властивостей сировини. Швидкість обертання лопатей встановлюється в межах 0,5 об/с, що забезпечує щадні умови обробки без надмірного механічного навантаження на білковий каркас.

Важливою технологічною умовою є контроль в'язкості маси на виході: вона має бути достатньою для подальшого формування напівфабрикатів без розпаду структури. На цьому ж етапі оцінюють пластичність, однорідність і колір суміші. Порошок нагідок, завдяки вмісту каротиноїдів, надає готовій масі характерного жовтувато-оранжевого відтінку, що зберігається після термічної обробки, покращуючи візуальну привабливість виробів.

З технологічної точки зору, перемішування є ключовим у формуванні зв'язаної фаршової структури — саме тут закладаються органолептичні властивості кінцевого продукту, включаючи щільність, еластичність та соковитість. Дотримання рекомендованого температурного режиму критично важливе для запобігання активації ферментів автолізу, які можуть погіршити якість продукту під час зберігання.

Дозування та формування. Після одержання однорідної м'ясної маси здійснюється її порціонування і формування в напівфабрикати. У технологічній схемі передбачено формування порцій масою 50, 75 та 100 г, що відповідає типово споживаним розмірам котлет, шніцелів чи битків. Формування

проводиться на автоматизованих або напівавтоматичних лініях з використанням дозувального та формуючого обладнання, яке дозволяє забезпечити сталість геометричних параметрів виробів і точність ваги з відхиленням не більше $\pm 2\%$.

Критично важливо забезпечити рівномірне ущільнення маси під час формування. Це впливає на щільність продукту, стійкість до деформації при заморожуванні, а також визначає його кулінарні властивості (зокрема, відсутність пустот або тріщин після теплової обробки). Поверхня сформованих напівфабрикатів має бути гладкою, без видимих тріщин або розривів, що свідчить про належну пластичність фаршу.

Температура фаршової маси на момент формування не повинна перевищувати 14°C , оскільки вища температура знижує структурну стабільність і ускладнює механічну обробку. При необхідності маса додатково охолоджується перед порціонуванням.

Порошок нагідок, що вже присутній у м'ясній масі, не лише впливає на зовнішній вигляд напівфабрикатів, а й виконує антиоксидантну функцію, завдяки наявності флавоноїдів і поліфенольних сполук, які сповільнюють процеси ліпідного окиснення. Це дозволяє покращити збереженість кольору, смаку та запаху продукту протягом зберігання.

Заморожування. Після формування напівфабрикати надходять на заморожування — технологічну операцію, що забезпечує стабілізацію структури виробів, припинення біохімічних та мікробіологічних процесів і подовження терміну придатності. Заморожування здійснюється у повітряному або контактному середовищі з температурою мінус $18\text{...}20^{\circ}\text{C}$ при циркуляції холодного повітря зі швидкістю $0,1\text{--}0,2$ м/с. Загальна тривалість процесу становить від 90 до 120 хвилин, залежно від маси напівфабрикату та типу заморожувальної установки.

Швидке глибоке заморожування (швидкість проходження через зону кристалізації $-1\text{...}-5^{\circ}\text{C} < 1$ год) є критично важливим для запобігання утворенню великих кристалів льоду, які можуть механічно пошкоджувати

м'язові волокна. Збереження цілісності білково-волокнистої структури є необхідним для мінімізації втрат соковитості під час розморожування та теплової обробки. Саме в цей період порошок нагідок проявляє додаткові функції — поліфенольні сполуки зв'язують вільні радикали, уповільнюючи окислення ліпідів, а присутність пектинових речовин знижує ексудативні втрати.

Температура в товщі виробу на завершальному етапі заморожування має досягати не вище -18°C . Контроль температурного режиму та часу заморожування проводиться згідно з вимогами ДСТУ ISO 22000 та внутрішніми технологічними інструкціями підприємства. Після досягнення відповідного рівня замороженості напівфабрикати одразу спрямовуються на пакування, щоб уникнути температурного коливання.

Пакування. Заморожені напівфабрикати пакують у відповідну тару, яка захищає продукт від впливу світла, кисню та вологи, а також забезпечує зручність при транспортуванні й реалізації. У схемі передбачено фасування по 3, 6 або 9 штук у кожній упаковці, що відповідає традиційному споживчому попиту. Для пакування можуть використовуватись багатошарові полімерні плівки, комбіновані пакети з бар'єрними властивостями (ПЕТ/ПЕ, ПЕТ/алюміній/ПЕ), або вакуумна плівка, яка додатково знижує окислення.

Пакування проводиться у спеціально обладнаних зонах, із забезпеченням санітарних норм повітря, відсутності конденсату та стабільного температурного режиму ($0...4^{\circ}\text{C}$). Застосування напівавтоматичних пакувальних машин дозволяє зменшити контакт персоналу з продукцією, підвищити герметичність та унеможливити мікробіологічне забруднення.

Кожна одиниця пакування повинна містити етикетку згідно з Технічним регламентом маркування харчових продуктів (постанова КМУ №487 від 28.04.2021 р.) і чинними стандартами. Етикетка має містити найменування продукту, склад, масу, дату виготовлення, термін придатності, умови зберігання, назву та адресу виробника, а також номер нормативного документа (ДСТУ або ТУ), згідно з яким виготовлено продукт. При використанні порошку

нагідок доцільно зазначати його функціональну роль — як джерела натурального барвника та антиоксиданту.

Зберігання. Упаковані напівфабрикати зберігаються в морозильних камерах або холодильниках з фіксованими температурними режимами.

Тривалість зберігання визначається згідно з температурою:

- при $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ — до 50 діб;
- при $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ — до 20 діб;
- при $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ — не більше 48 годин.

Умови зберігання повинні забезпечувати сталість температури (допустимі коливання не більше $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$), відсутність доступу прямих сонячних променів і мінімізацію повітрообміну. Відносна вологість у камері має бути на рівні 85–90%, щоб запобігти висиханню поверхні виробів. Заборонено зберігання продукту разом із сильнопахнучими або гігроскопічними речовинами, оскільки котлети здатні вбирати запахи та вологу.

У разі порушення температурного режиму продукція підлягає повторному контролю: визначають температуру в товщі виробу, оцінюють зміну кольору, наявність інею або ознак часткового відтавання. Наявність порошку нагідок частково знижує чутливість продукту до таких змін, проте систематичне відхилення від норм може призвести до втрати функціональних властивостей і поживної цінності.

3.2. Розробка складу та технологічного процесу виготовлення м'ясних напівфабрикатів з додаванням нагідок

Аналіз сучасних технологічних схем і рецептур виробництва м'ясних напівфабрикатів, зокрема котлет із фаршу, свідчить про активне впровадження функціональних та збагачувальних інгредієнтів у рецептурні композиції. Така практика є характерною для провідних підприємств м'ясопереробної промисловості та зумовлена необхідністю досягнення оптимальних структурно-механічних характеристик готового продукту, а також можливістю

| | | | | | | | |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| мелений | | | | | | | |
| Екстракт кардамону | 0,13 | 0,13 | 0,13 | 0,13 | 0,13 | 0,13 | 0,13 |

Для проведення порівняльної оцінки були використані зразки м'ясних напівфабрикатів, до рецептурного складу яких поступово вводився порошок нагідок у концентраціях від 0,2 до 1,2 кг на 100 кг несоленої сировини. Основу кожного зразка становила м'ясна сировина, що включала 72,00 кг знежированої яловичини та 18,00 кг напівжирної свинини, що забезпечувало сталість загальної маси м'ясного фаршу на рівні 100 кг для кожного рецептурного варіанта, включно з контролем.

Кількість кухонної солі у всіх зразках залишалася сталою та становила 1,60 кг, аналогічно до контрольного зразка. Співвідношення інших прянощів — меленого чорного перцю (0,14 кг) та екстракту кардамону (0,13 кг) — також залишалось незмінним незалежно від рецептурного варіанта.

Основною відмінністю між рецептурами була варійована масова частка порошку нагідок, яка збільшувалась від зразка до зразка з кроком 0,2 кг: від 0,20 кг у зразку-1 до 1,20 кг у зразку-6. Застосування такої градації дозволяло встановити оптимальний рівень введення порошку нагідок як каротиновмісного збагачувача, що потенційно впливає на колір, антиоксидантну активність та функціональні характеристики напівфабрикатів.

3.3. Оцінка якості вироблених продуктів

3.3.1. Дослідження органолептичних показників якості виробів

Основними органолептичними показниками м'ясних напівфабрикатів, що мають вирішальне значення для споживчого сприйняття, є колір, смак, аромат, консистенція та ступінь соковитості. Ці властивості формуються як внаслідок початкових характеристик сировини (порода, вгодованість, умови зберігання м'яса), так і під дією технологічних процесів, таких як подрібнення, термічна обробка, витримка фаршу або введення функціональних інгредієнтів.

Колір котлетної маси, як і інших м'ясних виробів, визначається поєднанням м'язових білків, вмістом жиру, ступенем окислення міоглобіну, а також рецептурними добавками, зокрема натурального походження. Додавання порошку з нагідок надає продукту жовтувато-золотистого відтінку завдяки вмісту природних каротиноїдів, флавоноїдів і фенольних сполук, які можуть вступати в реакції забарвлення, особливо у взаємодії з білками тваринного походження.

Інтенсивність забарвлення напівфабрикату може варіюватися залежно від концентрації збагачувача, кислотності середовища, температури при тепловій обробці, а також характеру взаємодії фенольних компонентів із м'ясними білками. У дослідженнях встановлено, що рослинні добавки з високим вмістом біоактивних речовин, зокрема квіткові порошки, здатні не лише впливати на зовнішній вигляд продукції, а й підвищувати її антиоксидантну активність, що позитивно позначається на терміні зберігання і споживчій привабливості. Тому додавання порошку нагідок може розглядатися як ефективний засіб натурального підфарбовування котлет без застосування синтетичних барвників.

Таблиця 3.2

Органолептична оцінка м'ясних напівфабрикатів з додаванням нагідок

| Показник | Контроль | Зразок 1 | Зразок 2 | Зразок 3 | Зразок 4 | Зразок 5 | Зразок 6 |
|--------------------------|---|--|--|--|---|--|--|
| Зовнішній вигляд і колір | Поверхня мас природний колір, злегка бліда, без сторонніх включень. | Поверхня з рівномірним золотистим відтінком, приваблива. | Колір став яскравішим, рівномірним розподілений по поверхні. | Виразний золотаво-коричневий відтінок, поверхня однорідна. | Насичений природний колір, приваблива поверхня структура. | Оптимальне поєднання кольору і текстури, привабливий вигляд. | Легка надмірна насиченість кольору, однак збережено товарний вигляд. |
| Консистенція | Досить | Помірно | Добре | Однорід | Щільна, | Максималь | Легке |

| | | | | | | | |
|--------------|--|--|--|--|--|---|---|
| | щільна, проте дещо зерниста при розрізі. | щільна, покращена однорідність. | виражена соковитість, консистенція більша ніжна. | на і еластична структура, соковита. | еластична, без пористості. | но однорідна і соковита консистенція. | ущільнення, структура залишається приємною на відчуття. |
| Запах і смак | Типові м'ясні нотки, без виражених акцентів. | Посилені м'ясний аромат із легкою пряною ноткою. | Насичений смак, гармонійний аромат без домінування спецій. | Яскраво виражений смак з легким пряним акцентом. | Гармонійне поєднання смаку м'яса і спецій, аромат посилений. | Найбільш збалансований і виразний смак, помірна пряність. | Насичений смак з легкою гірчинкою, аромат виразний. |

Органолептична оцінка м'ясних напівфабрикатів із додаванням порошку нагідок проводилась за трьома основними критеріями: зовнішній вигляд, консистенція та запах і смак. Усі дослідні зразки оцінювались у порівнянні з контрольним варіантом, який не містив рослинного збагачувача.

Зовнішній вигляд напівфабрикатів змінювався пропорційно до зростання частки порошку нагідок у рецептурі. Контрольний зразок мав типовий для м'ясних виробів колір, рівномірну поверхню й природний блиск. У зразках із мінімальним вмістом добавки (зразок-1 і зразок-2) фіксувалась рівномірність золотистого тону, яка посилювалась у наступних варіантах. Починаючи з зразка-3, проявлявся насичений жовтувато-золотистий колір, що свідчило про виражену присутність рослинного пігменту. Оптимальний рівень зовнішньої привабливості був відзначений у зразку-5, який вирізнявся найкращим поєднанням кольору, текстури та товарного вигляду. У зразку-6, який містив максимальну кількість порошку нагідок, спостерігалась дещо надмірна насиченість кольору, що хоча й зберігала загальну привабливість, але могла впливати на сприйняття натуральності.

Консистенція виробів також зазнавала змін під впливом рецептурного фактору. У контрольному зразку вона характеризувалася достатньою щільністю та розрізуваністю. У зразках із порошком нагідок структура ставала помітно еластичнішою, особливо починаючи з зразка-3. Максимальний рівень структурної однорідності та пружності був зафіксований у зразках-4 та -5. Зразок-6, попри збереження загальної еластичності, демонстрував легку крихкість, що могло бути наслідком надлишкової кількості волокнистих компонентів у рецептурі.

За показниками запаху та смаку було встановлено, що порошок нагідок надавав готовим виробам характерного рослинного відтінку. У зразках із невеликою концентрацією добавки (зразки-1 і -2) аромат залишався типовим для м'ясних котлет, із незначним посиленням пряного фону. Зразок-3 мав гармонійний поєднаний профіль із яскраво вираженим м'ясним і прямим ароматом. Найвищу органолептичну збалансованість спостерігали у зразку-5, де смак був повним, насиченим і водночас не перенавантаженим. У зразку-6 зафіксовано переважання гіркувато-трав'янистих нот, що дещо знижувало загальну привабливість смаку.

Таким чином, використання порошку нагідок у рецептурі м'ясних напівфабрикатів позитивно впливало на колір, консистенцію та ароматичний профіль продукту. Оптимальною з точки зору органолептичних властивостей виявилася концентрація в межах 0,8–1,0 кг на 100 кг несоленої сировини.

Таблиця 3.3

Органолептична оцінка м'ясних напівфабрикатів з додаванням нагідок

| Показники | Контроль | Зразок 1 | Зразок 2 | Зразок 3 | Зразок 4 | Зразок 5 | Зразок 6 |
|-----------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Вигляд | 4.2 | 4.7 | 4.8 | 4.8 | 5.0 | 4.9 | 4.8 |
| Запах і смак | 4.4 | 4.8 | 4.8 | 4.7 | 4.8 | 5.0 | 4.9 |
| Консистенція | 4.1 | 4.7 | 4.7 | 5.0 | 4.9 | 4.8 | 4.7 |
| Зовнішній вигляд і колір поверхні | 4.3 | 4.9 | 4.7 | 4.8 | 4.8 | 5.0 | 4.7 |

Результати органолептичної оцінки м'ясних напівфабрикатів із додаванням порошку нагідок підтвердили позитивний вплив функціонального компонента на споживчі характеристики продукту. За всіма ключовими показниками — зовнішній вигляд, запах і смак, консистенція — дослідні зразки демонстрували вищі оцінки порівняно з контрольною пробою.

Найнижчі середні бали фіксувалися у контрольному зразку, де вигляд оцінювався на рівні 4,2 бала, запах і смак — 4,4 бала, консистенція — 4,1 бала, а зовнішній вигляд і колір поверхні — 4,3 бала. У зразках із введенням порошку нагідок ці показники послідовно зростали. Найвищі значення було зафіксовано для зразків 4 і 5: їх загальний вигляд і смаковий профіль отримали 5,0 бала, консистенція — 4,9–5,0 бала, а зовнішній вигляд і колір поверхні — 5,0 бала.

Особливо виражені зміни простежувались у структурно-механічних параметрах: консистенція ставала щільнішою, рівномірною та більш соковитою, що забезпечувало приємне сенсорне сприйняття. Зростання кількості порошку нагідок у зразках 3–5 позитивно впливало на смак та ароматичний профіль — спостерігалось посилення м'ясного аромату з легкими пряними нотами, що забезпечувало високі оцінки відповідних атрибутів.

У зразку - 6, що містив максимальну кількість добавки, бали залишалися високими, однак спостерігалось незначне зниження оцінки за аромат, що може свідчити про перевищення оптимального рівня внесення порошку.

Таким чином, за результатами органолептичної оцінки, найкращі споживчі характеристики були досягнуті при концентрації порошку нагідок у межах 0,8–1,0 кг на 100 кг несоленої сировини. Ці варіанти забезпечували оптимальний баланс кольору, текстури та смакової гармонії, значно підвищуючи привабливість продукту для кінцевого споживача.

3.3.2. Дослідження впливу функціональної добавки до харчових продуктів на фізико-хімічні характеристики м'ясних напівфабрикатів з додаванням нагідок

У процесі виробництва функціональних м'ясних напівфабрикатів,

зокрема котлет із додаванням порошку нагідок, продукт зазнає різноманітних зовнішніх технологічних впливів. Інтенсивність цих впливів визначається фізичними характеристиками складових фаршу, які у сукупності формують їхню функціональну й технологічну придатність. Сукупність фізичних властивостей, таких як пластичність, зв'язувальна здатність, вологоутримувальна здатність та структурна стабільність, визначає поведінку напівфабрикату в умовах механічного, термічного та гідродинамічного впливу на різних етапах обробки.

Для забезпечення ефективного перебігу технологічного процесу та оптимізації рецептурного складу доцільним є проведення комплексної оцінки структурно-механічних, біохімічних, а також інших функціонально значущих характеристик продукту. Зокрема, об'єктивна оцінка якості м'ясної сировини, фаршу і готових котлет повинна базуватися на результатах аналізу фізико-хімічних, мікробіологічних, гістологічних, електрофізичних та інших аналітичних показників, що суттєво впливають на харчову цінність і споживчі властивості напівфабрикату.

Котлетна маса, як структурована система, формується в результаті змішування м'ясної сировини, жиру, хлібних або білкових добавок, води, спецій і порошку нагідок у заданих пропорціях. Унаслідок інтенсивного механічного оброблення під час подрібнення та перемішування утворюється багатокомпонентна система, де дисперсною фазою виступають білково-жирові агрегати, частинки спецій та порошку нагідок, а дисперсійним середовищем — гелеутворений білковий матрикс із вмістом солей, води та розчинених сполук, зокрема біологічно активних речовин із рослинної сировини.

З огляду на це, одним із пріоритетних напрямів дослідження стало вивчення структурно-механічних властивостей сформованої фаршевої системи, зокрема її пластичності, яка безпосередньо залежить від рецептурного складу та співвідношення компонентів (див. табл. 3.4). Саме ці характеристики визначають споживчі властивості напівфабрикату, зручність формування котлет, їх стабільність під час зберігання, а також поведінку при смаженні чи іншій термічній обробці.

Таблиця 3.4

Пластичність м'ясних напівфабрикатів з додаванням нагідок, см²/г

| Зразок | Пластичність, см ² /г |
|----------|----------------------------------|
| Контроль | 12,53 |
| Зразок 1 | 12,51 |
| Зразок 2 | 12,48 |
| Зразок 3 | 12,47 |
| Зразок 4 | 12,46 |
| Зразок 5 | 12,43 |
| Зразок 6 | 12,41 |

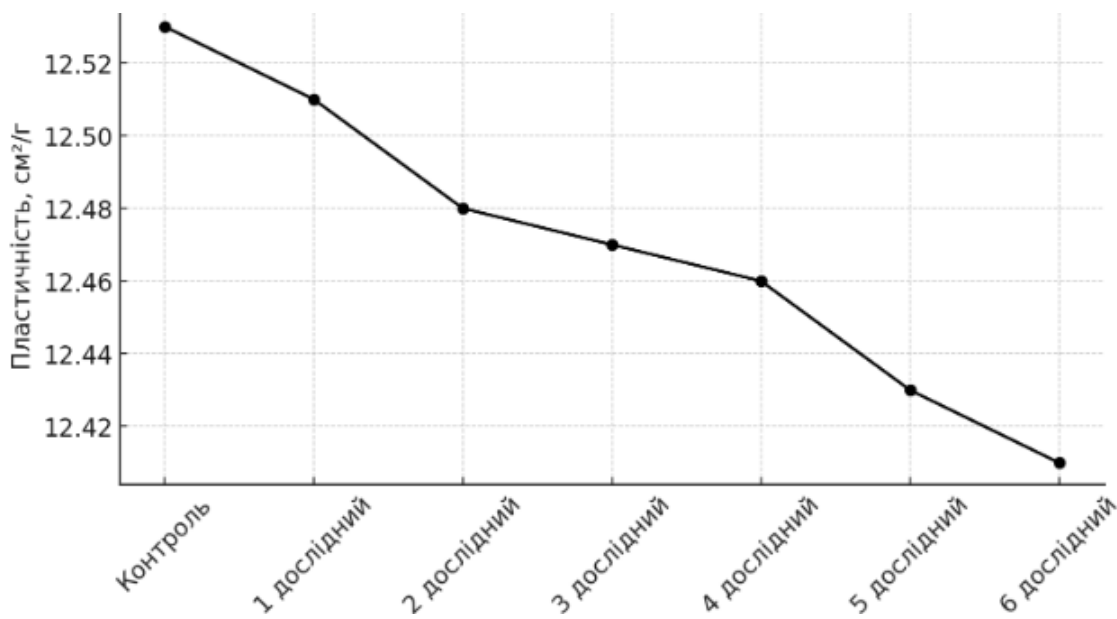


Рис 3.2. Зміни пластичності змодельованих виробів

Дослідження пластичності м'ясних напівфабрикатів із додаванням порошку нагідок засвідчили поступове зниження цього показника зі зростанням концентрації рослинного компонента. У контрольному зразку, що не містив порошку нагідок, пластичність становила 12,53 см²/г. Починаючи з першого дослідного зразка (0,2 кг порошку на 100 кг сировини), значення показника знижувалося до 12,51 см²/г і продовжувало спадати у наступних варіантах: 12,48; 12,47; 12,46; 12,43 та 12,41 см²/г у зразку-6 відповідно.

Подібна динаміка свідчить про структурні зміни в системі м'ясного фаршу внаслідок введення порошку нагідок. Його клітковинна структура та здатність зв'язувати вологу змінюють мікроструктуру продукту, зменшуючи

показник пластичності. Це підтверджує гіпотезу про посилення структурної сітки та збільшення жорсткості системи, що, своєю чергою, впливає на текстурні властивості напівфабрикату.

Графічне зображення результатів демонструє чітку лінійну тенденцію до зниження пластичності у дослідних зразках. Незважаючи на те, що зміни є незначними у кількісному вираженні, загальна тенденція вказує на стабільний ефект дії функціонального інгредієнта. Це свідчить про його технологічну активність і вплив на механічні властивості продукту навіть у відносно малих концентраціях.

Таблиця 3.5

Вологоутримуюча та вологозв'язуюча здатність м'ясних напівфабрикатів з додаванням нагідок, %

| Зразок | Вологоутримуюча здатність, % | Вологозв'язуюча здатність, % |
|----------|------------------------------|------------------------------|
| Контроль | 69,71 | 92,31 |
| Зразок 1 | 68,13 | 92,45 |
| Зразок 2 | 68,54 | 92,53 |
| Зразок 3 | 68,96 | 92,74 |
| Зразок 4 | 69,56 | 92,96 |
| Зразок 5 | 69,98 | 93,15 |
| Зразок 6 | 70,34 | 93,42 |

Результати дослідження вологоутримуючої та вологозв'язуючої здатності м'ясних напівфабрикатів із додаванням порошку нагідок засвідчили суттєвий вплив цього компонента на гідрофільні властивості продукту. У контрольному зразку, що не містив функціонального інгредієнта, вологоутримуюча здатність становила 69,71%, а вологозв'язуюча здатність — 92,31%.

У першому дослідному зразку, до складу якого було введено 0,2 кг порошку нагідок на 100 кг сировини, спостерігалось зниження вологоутримуючої здатності до 68,13%, що може свідчити про перерозподіл вологи в структурі фаршу. Водночас вологозв'язуюча здатність у цьому зразку зросла до 92,45%, що свідчить про активізацію гідрофільних властивостей білково-клітковинної системи.

У зразках з вищими дозуваннями нагідок простежувалася чітка тенденція до підвищення вологозв'язуючої здатності, яка досягала максимуму у зразку-6 (93,42%). Це зростання є наслідком наявності у складі порошку нагідок полісахаридних структур, зокрема геміцелюлоз, пектинів і водорозчинних волокон, здатних утримувати значну кількість води шляхом гідратації та зв'язування з білковими компонентами м'ясного фаршу.

Водночас коливання показників вологоутримуючої здатності мали більш складний характер: після початкового зниження (зразки 1–2), цей показник поступово стабілізувався у межах 68,96–70,34%, що свідчить про часткову компенсацію первинного ефекту структурним ущільненням системи у зразках з підвищеним вмістом рослинного інгредієнта.

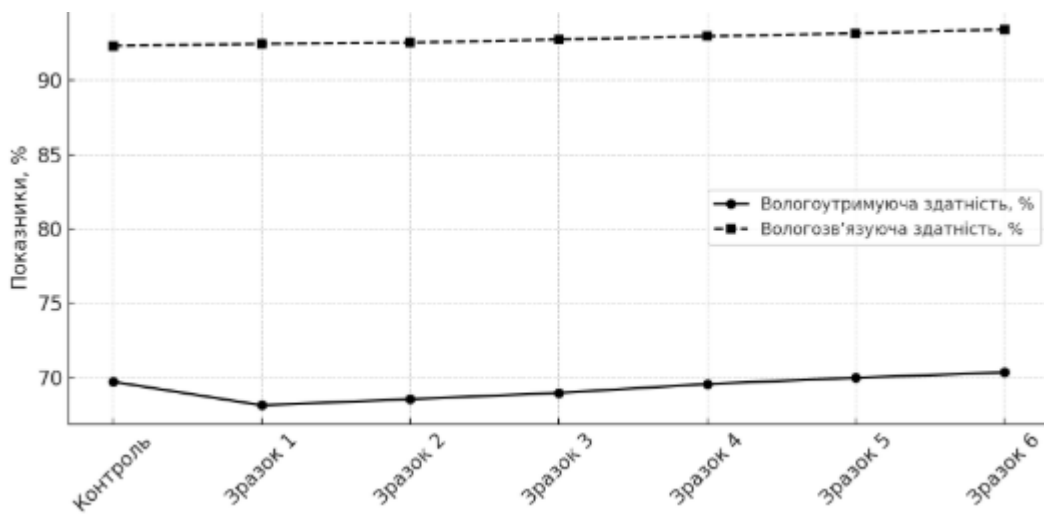


Рис. 3.3. Зміни вологоутримуючої та вологозв'язуючої здатності м'ясних напівфабрикатів з додаванням нагідок, %

У процесі виробництва м'ясних напівфабрикатів одним із критичних параметрів, що впливає на текстурні та структурні характеристики готового продукту, є значення рН. Саме рівень кислотності визначає перебіг біохімічних і фізико-хімічних процесів, зокрема функціонування м'ясних білків як гелеутворювачів, зв'язування вологи у фарші, а також стійкості емульгованої системи до фазового розшарування під час зберігання.

З метою оптимізації рН у рецептурах функціональних котлет доцільним є використання інгредієнтів, що здатні модулювати кислотно-лужну рівновагу фаршевої системи. Одним із таких компонентів є порошок нагідок, який містить природні органічні кислоти, біоактивні сполуки та поліфеноли, що вступають у взаємодію з білковою фракцією м'яса. Відповідно до результатів досліджень, додавання порошку нагідок сприяє помірному зсуву рН у бік лужних значень, що може позитивно впливати на гідратаційні властивості фаршу, підвищуючи водозв'язуючу здатність і знижуючи втрати вологи під час зберігання і термообробки (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

рН досліджуваних зразків

| Зразки | рН |
|----------|------|
| Контроль | 6,04 |
| Зразок 1 | 6,05 |
| Зразок 2 | 6,07 |
| Зразок 3 | 6,08 |
| Зразок 4 | 6,10 |
| Зразок 5 | 6,11 |
| Зразок 6 | 6,12 |

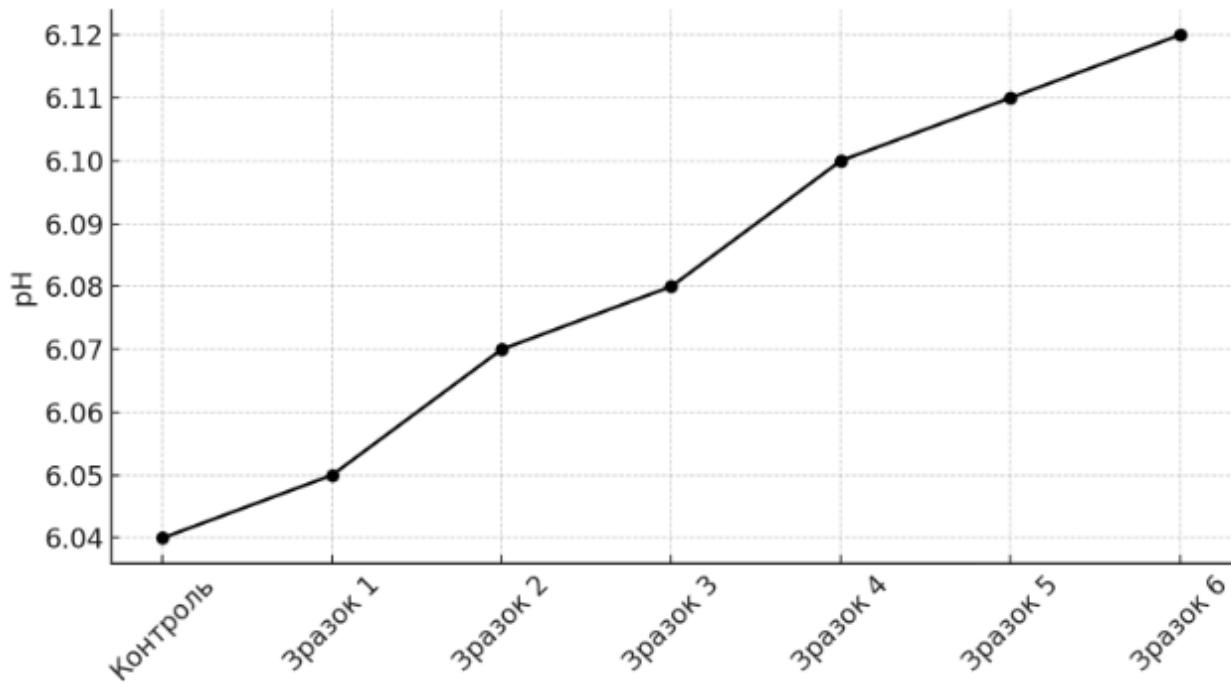


Рис. 3.4. Зміни значення рН м'ясних напівфабрикатів з додаванням нагідок

Значення рН досліджуваних зразків м'ясних напівфабрикатів змінювалося пропорційно до зростання концентрації порошку нагідок у рецептурі. У контрольному зразку рівень рН становив 6,04, тоді як у дослідних варіантах цей показник демонстрував поступове зростання — від 6,05 у зразку-1 до 6,12 у зразку-6.

Ця тенденція є наслідком дії рослинного компонента з помірною буферною здатністю. Порошок нагідок містить сполуки фенольної природи, а також органічні кислоти і полісахариди, які можуть впливати на кислотно-лужну рівновагу білково-жирової матриці. Зростання значень рН свідчить про зсув системи у бік слабколужного середовища, що має технологічне значення для стабільності м'ясної емульсії.

Підвищення рН сприяє розширенню гідратаційної оболонки білків, покращенню зв'язування вологи й стабілізації структури фаршу. Як наслідок, це дозволяє зменшити ризик виділення вільної вологи при зберіганні та термічній обробці, а також позитивно впливає на соковитість і консистенцію готового продукту.

Графік підтверджує стабільну динаміку зростання рН зі зростанням дози функціонального інгредієнта, що свідчить про передбачуваний ефект порошку нагідок як природного регулятора кислотності. З технологічної точки зору, така поведінка є бажаною, оскільки дозволяє більш гнучко керувати структурними та сенсорними властивостями м'ясних систем за рахунок натуральних інгредієнтів.

3.3.3 Дослідження показників якості мікробіології

Тривалість зберігання м'ясних напівфабрикатів, як і більшості харчових продуктів, визначається сукупністю чинників, серед яких провідну роль відіграє мікробіологічна стабільність. Мікрофлора м'ясної продукції формується як за рахунок первинної мікробіоти м'ясної сировини, так і внаслідок можливого вторинного забруднення, що може виникати на різних етапах технологічного процесу — під час подрібнення, формування, пакування або зберігання.

У мікробіологічній оцінці м'ясних виробів принциповим є розмежування між життєздатними та неактивними клітинами. Життєздатними вважаються ті мікроорганізми, що здатні до колонієутворення на відповідних живильних середовищах. Такі середовища забезпечують оптимальні умови для росту бактерій завдяки вмісту джерел азоту (переважно білкового походження), мінеральних солей (натрію, калію, фосфору, хлору) та вітамінів групи В, що відіграють роль ростових факторів.

При контролі якості м'ясних напівфабрикатів доцільним є проведення мікробіологічного аналізу як свіжої продукції, так і зразків після визначеного терміну зберігання. Особлива увага приділяється виявленню патогенних мікроорганізмів, зокрема представників роду *Salmonella*, бактерій групи кишкових паличок (*Escherichia coli*), а також умовно-патогенних анаеробів, включаючи сульфїтредукуючі клостридії. У разі перевищення гранично допустимих рівнів, встановлених чинними нормативними документами, зокрема "Медико-біологічними вимогами та санітарними нормами якості

продовольчої сировини та харчових продуктів" (№5061-89), продукція підлягає вилученню з обігу та проведенню повторного тестування з розширеною вибіркою.

У межах проведеного дослідження було проаналізовано мікробіологічні показники зразків котлет із додаванням порошку нагідок у різних концентраціях, а також контрольного зразка без функціонального компонента. Метою дослідження було визначення впливу збагачувача рослинного походження на мікробіологічну стабільність напівфабрикату при зберіганні. Отримані результати наведено в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7

Мікробіологічні показники виробів

| Показник | Контроль | Зразок 1 | Зразок 2 | Зразок 3 | Зразок 4 | Зразок 5 | Зразок 6 |
|--|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів (КУО/г) | $1,1 \times 10^2$ | $1,2 \times 10^2$ | $1,1 \times 10^2$ | $1,3 \times 10^2$ | $1,1 \times 10^2$ | $1,2 \times 10^2$ | $1,2 \times 10^2$ |
| Бактерії групи кишкової палички (коліформи) | Не виявлено | Не виявлено | Не виявлено | Не виявлено | Не виявлено | Не виявлено | Не виявлено |
| Сульфітрeredуючі 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 |

Результати мікробіологічного аналізу дослідних зразків м'ясних напівфабрикатів, подані в таблиці, свідчать про відповідність усіх варіантів продукції, включаючи контрольний, чинним вимогам нормативних документів щодо мікробіологічної безпечності м'ясної продукції. Усі показники

перебувають у межах допустимих значень, що підтверджує санітарно-гігієнічну стабільність як рецептурної частини, так і умов виробництва.

Загальна кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів (КУО/г) у всіх зразках становила $1,1-1,3 \times 10^2$, що вказує на належну мікробіологічну чистоту фаршу. Найбільше значення фіксувалося в зразку-3, однак воно залишалось істотно нижчим за граничні нормативи. Це свідчить про стабільну мікрофлору готових виробів і відсутність ознак вторинного забруднення у процесі обробки та формування.

У жодному з дослідних зразків не було виявлено бактерій групи кишкової палички (коліформ) у кількості 0,001 г, сульфїтредукуючих клостридій, а також патогенних мікроорганізмів, зокрема бактерій роду *Salmonella* у масі 25 г. Це свідчить про те, що введення порошку нагідок не призводило до мікробіологічного обтяження продукту, а його використання не погіршувало гігієнічні характеристики м'ясного фаршу.

3.3.4 Хімічний склад готових виробів

Поживна цінність м'ясних напівфабрикатів визначається якісним і кількісним складом основних харчових компонентів — вологи, білків, жирів та вуглеводів. Енергетична та біологічна цінність даної продукції обумовлена рівнем засвоюваності поживних речовин організмом людини. Зокрема, білки м'ясного походження мають високу біологічну цінність, оскільки містять незамінні амінокислоти, що беруть участь у синтезі тканин, ферментів, гормонів і забезпечують пластичні функції в організмі.

Жири, наявні в м'ясній сировині та допоміжних жирових компонентах, слугують основним джерелом енергії — при окисненні 1 г жиру утворюється приблизно 38,55 кДж (9,2 ккал). Вуглеводи, що містяться в складі рослинного збагачувача (порошку нагідок), окрім енергетичної, мають також функціональну цінність завдяки наявності пектинових речовин, поліфенолів і харчових волокон. Ці компоненти можуть позитивно впливати на обмін речовин, кишкову мікрофлору та антиоксидантний статус організму.

З огляду на це, було проведено аналіз хімічного складу котлетної маси з різним рівнем введення порошку нагідок з метою оцінки змін у вмісті основних нутрієнтів та їх впливу на загальну поживну цінність готового продукту. Отримані результати наведено в таблиці 3.8.

Таблиця 3.8

Хімічний склад виробів

| Зразки | Вміст, % | | | | |
|----------|----------|-------|-------|------|-----------|
| | Волога | Білок | жир | зола | Вуглеводи |
| Контроль | 58,41 | 18,91 | 17,39 | 2,84 | 0,21 |
| Зразок 1 | 58,34 | 18,85 | 17,32 | 2,87 | 0,42 |
| Зразок 2 | 58,21 | 18,71 | 17,27 | 2,92 | 0,61 |
| Зразок 3 | 58,20 | 18,65 | 17,23 | 2,96 | 0,83 |
| Зразок 4 | 58,07 | 18,59 | 17,19 | 3,01 | 0,97 |
| Зразок 5 | 57,81 | 18,45 | 17,14 | 3,05 | 1,10 |
| Зразок 6 | 57,78 | 18,32 | 17,07 | 3,11 | 1,25 |

Аналіз даних щодо хімічного складу м'ясних напівфабрикатів із додаванням порошку нагідок свідчить про поступову трансформацію компонентного профілю продукту залежно від концентрації функціонального інгредієнта. У контрольному зразку без додавання нагідок вміст води становив 58,41%, білків — 18,91%, жирів — 17,39%, золи — 2,84%, а вуглеводів — 0,21%.

Зі збільшенням частки порошку нагідок у рецептурі спостерігається незначне, але стабільне зростання вмісту вуглеводів — до 1,25% у зразку-6. Це є прямим наслідком включення до складу харчових волокон, пектинів та інших полісахаридів, характерних для рослинної сировини. Паралельно фіксується тенденція до поступового зменшення вмісту білків (до 18,32%) і жирів (до 17,07%), що пояснюється частковим заміщенням м'ясної сировини менш білково-жировим компонентом. Таке заміщення не погіршує загальну харчову цінність продукту, натомість сприяє підвищенню його дієтичного потенціалу.

Вміст золи демонструє зростання — від 2,84% у контрольному зразку до 3,11% у зразку-6, що свідчить про збільшення мінеральної фракції, зумовленої властивостями порошку нагідок, який містить кальцій, калій, магній та інші

біоактивні мікроелементи. Вміст вологи залишається відносно стабільним із незначними коливаннями (від 58,41% до 57,78%), що вказує на утримання загального водного балансу в системі навіть за умови введення додаткових волокон.

Таким чином, додавання порошку нагідок у межах 0,2–1,2% не лише не порушує рівновагу основних компонентів, але й сприяє підвищенню харчової та функціональної цінності м'ясних напівфабрикатів за рахунок включення біологічно активних речовин та рослинних харчових волокон. Найкраще співвідношення ключових показників було зафіксовано у зразках із дозуванням 0,8–1,0 кг/100 кг сировини, що дозволяє рекомендувати ці рецептури для подальшого впровадження в технологію функціональних м'ясних виробів.

РОЗДІЛ 4 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

Визначення ключових техніко-економічних показників передбачає аналіз змін у рівні витрат (собівартості) на одиницю готової продукції, а також обчислення додаткового прибутку, що може бути отриманий у результаті впровадження удосконаленої технології виробництва.

Розрахунок зміни витрат на виготовлення продукції, розробленої за результатами дослідження, здійснено згідно з положеннями «Інструкції з планування, обліку і калькулювання собівартості продукції на підприємствах рибної промисловості незалежно від форм власності».

Необхідні вихідні дані для проведення розрахунків було отримано на виробничій базі ТОВ «М'яснова».

4.1. Розрахунок змін витрат по статті “Сировина та основні матеріали”

Здійснено розрахунок відхилення витрат за статтею «Сировина та основні матеріали» при виробництві 1000 кг м'ясних напівфабрикатів з додаванням нагідок.

До цієї статті відносять витрати на сировину та матеріали, необхідні для здійснення виробничих операцій і забезпечення стабільного функціонування технологічного процесу.

Згідно з даними підприємства, повна собівартість зазначеного виду продукції становить 243 137,00 грн/т.

Результати розрахунку зміни витрат за вказаною статтею при виробництві 1 т продукту наведено у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

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

| Сировина | Ціна за одиницю, грн./кг | До впровадження | | Після впровадження | | Різниця, тис.грн. |
|-----------------------|--------------------------|------------------|----------------------------|--------------------|----------------------------|-------------------|
| | | Норми витрат, кг | Вартість витрат, тис. грн. | Норми витрат ,кг | Вартість витрат, тис. грн. | |
| Яловичина знежилowana | 286,00 | 720,0 | 205.9200 | 720,0 | 205.9200 | - |
| Свинина напівжирна | 199,00 | 180,0 | 35.8200 | 180,0 | 35.8200 | - |
| Всього | | 1000 | - | 1000 | - | - |
| Порошок нагідок | 459,00 | - | - | 10,2 | 4.6818 | 4.6818 |
| Сіль кухонна | 32,90 | 16,0 | 0.5264 | 16,0 | 0.5264 | - |
| Перець чорний мелений | 204,00 | 1,4 | 0.2856 | 1,4 | 0.2856 | - |
| Екстракт кардамону | 450,00 | 1,3 | 0.5850 | 1,3 | 0.5850 | - |
| РАЗОМ: | - | 1018,70 | 243.1370 | 1028,90 | 247.8188 | 4.6818 |

У результаті впровадження удосконаленої технології витрати за статтею «Сировина та основні матеріали» збільшуються на 4 681,80 грн на одну тону продукції.

4.2. Аналіз змін витрат за статтею «Допоміжні та таропакувальні матеріали»

Ця стаття охоплює витрати на закупівлю матеріалів, які не входять до складу кінцевого продукту, проте беруть участь у виробничому процесі або забезпечують його належне функціонування. За даною статтею у процесі впровадження змін витрат не зафіксовано.

4.3. Аналіз змін витрат за статтею «Покупні напівфабрикати, роботи та послуги виробничого характеру сторонніх підприємств і організацій»

До зазначеної статті належать витрати на придбання напівфабрикатів, які не виготовляються на власних потужностях, а також витрати на виконання окремих виробничих операцій, випробувань, аутсорсингових послуг та транспортного обслуговування з боку інших підприємств і організацій [26]. У результаті впровадження нової технології ця складова витрат не зазнала змін.

4.4. Аналіз змін витрат за статтею «Напівфабрикати власного виробництва»

До цієї статті належить вартість напівфабрикатів, вироблених у межах підприємства, які не пройшли повного технологічного циклу та потребують подальшої обробки в наступних виробничих підрозділах [26]. У межах удосконаленої технології зміни за цією статтею не спостерігаються.

4.5. Аналіз змін витрат за статтею «Паливо й енергія на технологічні цілі»

Ця стаття охоплює витрати на всі види палива та енергії, що безпосередньо використовуються в технологічному процесі виробництва, незалежно від того, чи були вони отримані від сторонніх постачальників або вироблені самим підприємством. До технологічних витрат на паливо та енергію також належать витрати на функціонування рухомого складу електротранспорту, виробництво та постачання теплової енергії, гарячої води, її очищення і транспортування, відведення та очищення стічних вод, а також забезпечення роботи ліфтового обладнання. У складі повної собівартості робіт ці витрати враховуються як окремий елемент [26]. Згідно з проведеними розрахунками, зміни за цією статтею не спостерігаються.

4.6. Аналіз змін витрат за статтею «Зворотні відходи»

За цією статтею обліковуються залишки сировини, матеріалів, напівфабрикатів та інших ресурсів, що утворюються в процесі виробництва і втрачають повністю або частково свої початкові споживчі властивості. Через це їх подальше використання потребує додаткових витрат або стає економічно недоцільним [26]. За результатами впровадження нової технології зміни витрат у межах цієї статті не зафіксовано.

4.7. Аналіз змін витрат за статтею «Основна заробітна плата»

Поняття основної заробітної плати охоплює винагороду працівникам за виконання трудових функцій відповідно до діючих норм виробітку, що виплачується у вигляді тарифних ставок або відрядної оплати. У структурі витрат змін за цією статтею не спостерігається.

4.8. Аналіз змін витрат за статтею «Додаткова заробітна плата»

Додаткова заробітна плата включає виплати працівникам за роботу понад установлені норми, за досягнення у праці, внесок у раціоналізацію виробництва, а також за виконання обов'язків в особливих умовах. Згідно з проведеним аналізом, витрати за цією статтею залишилися незмінними.

4.9. Аналіз змін витрат за статтею «Відрахування на соціальні заходи»

Ця стаття охоплює витрати, пов'язані з обов'язковим державним соціальним страхуванням, включаючи пенсійне забезпечення та інші соціальні виплати, що здійснюються відповідно до чинного законодавства. Унаслідок впровадження нової технології зміни у витратах за цією статтею не виявлено.

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

У процесі вдосконалення технологічного процесу не зафіксовано витрат, пов'язаних із підготовкою та освоєнням виробництва, отже, ця стаття залишилася без змін.

4.11. Аналіз змін витрат за статтею «Витрати на утримання й експлуатацію машин та обладнання»

До цієї статті належать витрати, пов'язані з технічним обслуговуванням, ремонтом і експлуатацією виробничого обладнання, організацією робочих місць, а також функціонуванням внутрішньоцехового транспорту. У результаті впровадження нової технології зміни витрат за даним напрямом не виявлено.

4.12. Аналіз змін витрат за статтею «Загальновиробничі витрати»

До складу статті «Загальновиробничі витрати» входять наступні категорії витрат:

1. Витрати, пов'язані з організацією управління виробництвом, зокрема: заробітна плата працівників апарату управління цехів і дільниць, передбачені законодавством гарантійні та компенсаційні виплати, інші грошові й матеріальні виплати відповідно до положень колективного договору й системи оплати праці, нарахування на соціальні заходи, витрати на службові відрядження персоналу, а також інші витрати, пов'язані з утриманням управлінського персоналу.

2. Амортизаційні відрахування на основні засоби та інші необоротні матеріальні активи, що використовуються у межах цехового, дільничного або лінійного призначення.

3. Амортизація нематеріальних активів, задіяних у загальновиробничих процесах.

4. Витрати, пов'язані з експлуатацією, ремонтом, страхуванням, утриманням та операційною орендою основних засобів і необоротних матеріальних активів загальновиробничого призначення. До цієї групи включаються витрати на функціонування технологічного обладнання, транспортних засобів, виробничих приміщень, будівель і споруд, а також витрати на санітарну обробку приміщень, дезінфекцію, дератизацію тощо.

4.13. Розподіл витрат на утримання та експлуатацію машин і обладнання між видами робіт здійснюється пропорційно до обсягу витрат за одну годину роботи обладнання й загальної тривалості його експлуатації для відповідного виду продукції або згідно з методикою, передбаченою обліковою політикою підприємства.

До складу пускових витрат належать витрати, пов'язані з освоєнням нових виробничих потужностей. Вони включаються до собівартості продукції протягом періоду, визначеного проектно-технічною документацією, а також витрати на проведення планових технічних оглядів обладнання та виконання регламентних робіт, що передбачені зазначеною документацією. Такі витрати розподіляються на періоди між проведенням відповідних заходів.

5. витрати, пов'язані з удосконаленням технологічного процесу та організаційної структури виробництва;
6. витрати на проведення дезінфекційних і дератизаційних заходів;
7. витрати на забезпечення пожежної та охоронної безпеки виробничих об'єктів, а також на утримання санітарно-захисних зон;
8. витрати, пов'язані з охороною навколишнього середовища;
9. витрати на обслуговування виробничого процесу;
10. податкові платежі та інші цільові внески загальновиробничого характеру [26].

Унаслідок збільшення виходу готової продукції на 10,2 кг спостерігається зниження питомих витрат за вказаною статтею. Якщо раніше вони становили 37821,70 грн на 1 тону продукції, то при виробництві 1,15 тонни витрати зросли лише до 37956,60 грн, що свідчить про їх зниження у розрахунку на одиницю продукції. Таким чином, зміна витрат за статтею «Загальновиробничі витрати» склала –134,90 грн.

4.14. Аналіз змін витрат за статтею «Адміністративні витрати»

До адміністративних витрат належать загальногосподарські витрати, пов'язані із забезпеченням функціонування та управління підприємством. Зокрема, до них відносять:

- витрати на утримання управлінського персоналу підприємства та іншого загальногосподарського штату, включаючи оплату праці, гарантійні й компенсаційні виплати відповідно до чинного законодавства, інші грошові й матеріальні виплати згідно з колективним договором та положенням про оплату праці, а також нарахування на соціальні заходи;
- витрати на службові відрядження працівників апарату управління;
- представницькі та організаційні витрати;
- витрати на утримання, експлуатацію, ремонт, страхування та операційну оренду основних засобів і інших необоротних активів, що використовуються для загальногосподарських потреб (зокрема, витрати на обслуговування

адміністративних будівель, опалення, освітлення, вивезення побутових відходів, санітарну обробку приміщень, охорону майна);

- витрати на оплату професійних послуг, включаючи юридичні консультації, експертні оцінки, аудит тощо;

- витрати на забезпечення зв'язку (пошта, телеграф, телефонний та факсимільний зв'язок, Інтернет тощо);

- амортизація основних засобів і необоротних матеріальних активів, що використовуються в адміністративно-господарській діяльності;

- податки і цільові платежі загальногосподарського характеру.

Зокрема, до останньої категорії належать усі податки, збори та інші обов'язкові платежі, передбачені чинним законодавством, які не включаються до виробничих витрат. Серед них: плата за користування земельними ділянками під адміністративними приміщеннями; комунальний податок, обрахований згідно з чисельністю адміністративного персоналу; податок на транспортні засоби, що перебувають у користуванні управлінського апарату; а також інші передбачені законом платежі.

Крім того, до складу адміністративних витрат входять:

- витрати на розрахунково-касове обслуговування та інші банківські послуги (за винятком витрат, пов'язаних із прийманням платежів від населення);

- витрати на судові витрати у разі розгляду господарських спорів;

- інші витрати загальногосподарського призначення, включаючи витрати на підготовку і підвищення кваліфікації персоналу, оренду електронно-обчислювальної техніки, передплату професійних періодичних видань тощо [26].

У зв'язку зі зростанням обсягу готової продукції на 10,2 кг відбулося зменшення питомих витрат за цією статтею. Якщо раніше витрати становили 54821,61 грн на одну тону продукції, то при обсязі 1,15 т вони збільшилися лише до 55126,97 грн. Таким чином, у результаті впровадження удосконаленої технології досягнуто витрат в розмірі 305,36 грн.

4.15. Аналіз змін витрат за статтею «Витрати на збут»

До цієї статті належать витрати, пов'язані із забезпеченням процесу реалізації продукції. Зокрема, сюди включаються:

- витрати на оплату праці персоналу, задіяного у сфері збуту, та витрати на його утримання;
- нарахування на соціальне страхування;
- витрати на маркетингові дослідження, рекламну діяльність, участь у спеціалізованих виставках і ярмарках, виготовлення та передачу зразків і демонстраційних моделей, а також інформаційні послуги;
- витрати на виготовлення розрахункових документів;
- амортизаційні відрахування та витрати на ремонт основних засобів і необоротних матеріальних активів, що використовуються у сфері збуту;
- амортизація нематеріальних активів, пов'язаних із функціонуванням відділу збуту;
- обов'язкові відрахування житлово-комунальним підприємствам за послуги з абонентського обслуговування;
- витрати на обслуговування і перевірку контрольно-вимірювальних приладів, а також витрати на гарантійне обслуговування;
- інші витрати, що безпосередньо стосуються забезпечення процесу збуту продукції.

У межах запропонованої технологічної модифікації зміни за цією статтею не спостерігаються.

4.16. Аналіз змін витрат за статтею «Попутна продукція»

Витрати, що обліковуються за статтею «Попутна продукція», залишаються незмінними. У процесі впровадження нової технології відхилень не зафіксовано.

4.17. Аналіз змін витрат за статтею «Інші операційні витрати»

До складу цієї статті включаються витрати на науково-дослідні роботи та розробки, формування резерву сумнівних боргів (у межах визнаної безнадійної дебіторської заборгованості), втрати, спричинені операційними курсовими

різницями, знеціненням запасів, застосування яких втратило економічну доцільність, витрати на утримання об'єктів соціально-культурної сфери, а також інші види витрат, пов'язані з операційною діяльністю підприємства [26]. За результатами аналізу, змін у структурі витрат за цією статтею не виявлено.

На цьому завершується формування повної собівартості продукції. Надалі буде здійснено розрахунок основних техніко-економічних показників.

Таблиця 4.2

Зміна витрат по статтям СВ

| Стаття | до | після | різниця |
|-------------------------------|-----------|-----------|----------|
| Сировина та основні матеріали | 243137,00 | 247818,80 | -4681,80 |
| Загальновиробничі витрати | 37821,70 | 34443,37 | 3378,32 |
| Адміністративні витрати | 54821,61 | 49747,38 | 5074,23 |
| Разом | 335780,31 | 332009,55 | 3770,76 |

У межах магістерської роботи як ключові показники економічної ефективності запропонованих заходів розглядаються річне зростання прибутку, строк окупності інвестиційних витрат, а також сукупність інших базових техніко-економічних параметрів, що комплексно характеризують ефективність реалізованого проєкту.

Зведені дані щодо основних техніко-економічних показників наведено в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3.

Основні техніко-економічні показники

| Показники | Одиниця вимірювань | М'ясні вироби звичайні | М'ясні вироби вдосконалені | Різниця |
|--|--------------------|------------------------|----------------------------|----------|
| Обсяг виробництва | т | 1,0 | 1,102 | 0,102 |
| Ціна | грн./т. | 291764.4 | 297382.56 | 5618.16 |
| Собівартість | грн./т | 243137.0 | 247818.8 | 4681.8 |
| Прибуток | грн./т | 48627.4 | 54619.26 | 5991.86 |
| Дохід | грн./т | 291764.4 | 327715.58 | 35951.18 |
| Витрати на 1 грн. реалізованої продукції | грн. | 0.8333 | 0.8333 | 0.0 |
| Рентабельність продукції | % | 20.0 | 22,3 | 2,3 |

На підставі проведених розрахунків встановлено, що за умови підвищення ціни реалізації, відповідно зростає і обсяг отриманого доходу, за зростаючого рівня рентабельності продукції. Запропонований продукт вирізняється помірною ціновою категорією та характеризується розширеним спектром смако-ароматичних властивостей.

ВИСНОВКИ

У ході виконання магістерської роботи було всебічно досліджено можливості удосконалення технології виробництва м'ясних напівфабрикатів шляхом введення до їх складу каротиновмісного функціонального інгредієнта — порошку з нагідок (*Calendula officinalis*). Проведені теоретичні та експериментальні дослідження дозволили зробити такі висновки:

1. Аналіз сучасного стану виробництва м'ясних напівфабрикатів в Україні виявив тенденцію до функціоналізації продукції, орієнтацію на чисте маркування та зростання попиту на харчові вироби з натуральними добавками. Це створює передумови для впровадження інноваційних рецептур, зокрема з використанням рослинних компонентів із вираженим фізіологічним ефектом.

2. Порошок із квіткових кошиків нагідок є багатим джерелом біологічно активних речовин — лютеїну, β -каротину, флавоноїдів, поліфенолів, ефірних олій та харчових волокон. Завдяки цьому він поєднує властивості натурального барвника, антиоксиданту та легкого модулятора смако-ароматичного профілю продукту.

3. Визначено, що додавання порошку нагідок у рецептури котлетної маси забезпечує покращення зовнішнього вигляду, збереження текстурної цілісності й підвищення антиоксидантної стабільності готових виробів. Найбільш збалансовані показники споживчих властивостей зафіксовано у зразках із вмістом порошку 0,8–1,0 кг на 100 кг м'ясної сировини.

4. Мікробіологічні дослідження підтвердили, що додавання порошку нагідок не порушує мікробіологічну безпеку продукції. У жодному з дослідних зразків не було виявлено патогенної мікрофлори, а загальна кількість МАФМ залишалася у межах нормативних вимог, що свідчить про високу гігієнічну якість продукції.

5. Аналіз фізико-хімічних показників засвідчив, що порошок нагідок позитивно впливає на вологозв'язуючу здатність, незначно підвищує рН фаршу та знижує кулінарні втрати. Це сприяє підвищенню соковитості та стабільності текстури виробів під час зберігання й термічної обробки.

6. Дослідження хімічного складу показали поступове зростання вмісту вуглеводів та золи при стабільному рівні вологості й легкому зниженні білків і жирів, що обумовлено заміщенням частини м'ясної сировини функціональним інгредієнтом. У результаті підвищується біологічна цінність та мінеральна насиченість продукту.

7. Економічний аналіз показав, що впровадження порошку нагідок до рецептури призводить до збільшення виходу готової продукції на 10,2 кг/т та прибутку на 5991,86 грн/т. Рівень рентабельності зріс із 20,0% до 22,3%, а витрати на 1 грн реалізованої продукції залишилися на незмінному рівні, що підтверджує економічну доцільність технологічного удосконалення.

8. Для широкого промислового впровадження вдосконаленої технології необхідне забезпечення стабільного постачання порошку нагідок з гарантованим рівнем якості, адаптація технологічних інструкцій до умов виробництва, а також інформаційна підтримка споживачів щодо функціональної ролі інгредієнта у складі м'ясної продукції.

У підсумку, вдосконалена рецептура м'ясних напівфабрикатів із додаванням 0,8–1,0% порошку нагідок може бути рекомендована до промислового застосування як функціональний продукт із підвищеною біологічною цінністю, натуральним складом та стійкими органолептичними характеристиками.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Державне підприємство "УкрНДНЦ" (Національний орган стандартизації України). (2005). ДСТУ 4437:2005 Напівфабрикати м'ясні та м'ясорослинні посічені. Технічні умови.
2. Witte, F., Sawas, E., Berger, L. M., Gibis, M., Weiss, J., Röser, A., ... & Terjung, N. (2022). Influence of finely chopped meat addition on quality parameters of minced meat. *Applied Sciences*, 12(20), 10590.
3. Topps, C. J. (2009). U.S. Patent Application No. 11/823,183.
4. Mehta, N., Ahlawat, S. S., Sharma, D. P., & Dabur, R. S. (2015). Novel trends in development of dietary fiber rich meat products—a critical review. *Journal of food science and technology*, 52, 633-647.
5. European Parliament and Council. (2004, April 29). Regulation (EC) No 853/2004 laying down specific hygiene rules for food of animal origin. *Official Journal of the European Union*, L 139, 55–205. Retrieved from EUR-Lex database.
6. Ruiz-Capillas, C., Herrero, A. M., Pintado, T., & Delgado-Pando, G. (2021). Sensory analysis and consumer research in new meat products development. *Foods*, 10(2), 429.
7. López-Bote, C., & Calvo, L. (2023). Chemical and biochemical constitution of muscle. In *Lawrie's Meat Science* (pp. 105-157). Woodhead Publishing.
8. Banon, S., Díaz, P., Nieto, G., Castillo, M., & Álvarez, D. (2008). Modelling the yield and texture of comminuted pork products using color and temperature. Effect of fat/lean ratio and starch. *Meat Science*, 80(3), 649-655.
9. Ren, Y., Huang, L., Zhang, Y., Li, H., Zhao, D., Cao, J., & Liu, X. (2022). Application of emulsion gels as fat substitutes in meat products. *Foods*, 11(13), 1950.
10. Özbay Özbaş, Ö., & Ardiç, M. (2016). Dietary fibers as functional ingredients in meat products.
11. Nanta, P., Skolpap, W., & Kasemwong, K. (2021). Influence of hydrocolloids on the rheological and textural attributes of a gluten-free meat analog

based on soy protein isolate. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(3), e15244.

12. Maoka, T. (2020). Carotenoids as natural functional pigments. *J Nat Med* 74: 1–16.

13. Chisté, R. C., Freitas, M., Mercadante, A. Z., & Fernandes, E. (2014). Carotenoids inhibit lipid peroxidation and hemoglobin oxidation, but not the depletion of glutathione induced by ROS in human erythrocytes. *Life Sciences*, 99(1-2), 52-60.

14. Manassis, G., Kalogianni, A. I., Lazou, T., Moschovas, M., Bossis, I., & Gelasakis, A. I. (2020). Plant-derived natural antioxidants in meat and meat products. *Antioxidants*, 9(12), 1215.

15. Jaśniewska, A., & Diowks, A. (2021). Wide spectrum of active compounds in sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) for disease prevention and food production. *Antioxidants*, 10(8), 1279.

16. Bolognesi, V. J., & Garcia, C. E. (2018). Annatto carotenoids as additives replacers in meat products. In *Alternative and replacement foods* (pp. 355-384). Academic Press.

17. Vişan, V. G., Chiş, M. S., Păucean, A., Mureşan, V., Puşcaş, A., Stan, L., ... & Vlaic, A. (2021). Influence of marination with aromatic herbs and cold pressed oils on black angus beef meat. *Foods*, 10(9), 2012.

18. Пересічний, М. І., & Пересічна, С. М. Науково-практичні основи конструювання харчової продукції функціонального призначення. *Modern scientific researches*, 7, 9-20.

19. Zavadlav, S., Blažić, M., Van de Velde, F., Vignatti, C., Fenoglio, C., Piagentini, A. M., ... & Putnik, P. (2020). Sous-vide as a technique for preparing healthy and high-quality vegetable and seafood products. *Foods*, 9(11), 1537.

20. Shahane, K., Kshirsagar, M., Tambe, S., Jain, D., Rout, S., Ferreira, M. K. M., ... & Lima, R. R. (2023). An updated review on the multifaceted therapeutic potential of *Calendula officinalis* L. *Pharmaceuticals*, 16(4), 611.

21. Bilušić, T., Šola, I., & Čikeš Čulić, V. (2024). Identification of

Flavonoids, Antioxidant and Antiproliferative Activity of Aqueous Infusions of *Calendula officinalis* L., *Chelidonium majus* L., *Teucrium chamaedrys* L. and *Alchemilla vulgaris* L. *Food technology and biotechnology*, 62(1), 49-58.

22. Vinha, A. F., Soares, T. F., Machado, M., Costa, A. S., Alves, R. C., & Oliveira, M. B. P. (2025). Powdered *Calendula officinalis* Petals Incorporated into Fresh Pasta: Nutritional and Chemical Evaluation Before and After Processing. *Applied Sciences*, 15(5), 2771.

23. Mutsokoti, L., Panozzo, A., Tongonya, J., Kebede, B. T., Van Loey, A., & Hendrickx, M. (2017). Carotenoid stability and lipid oxidation during storage of low-fat carrot and tomato based systems. *Lwt*, 80, 470-478.

24. Benko, F. I. L. I. P., Palkovičová, V. A. L. E. N. T. Í. N. A., Ďuračka, M., Árvay, J. Ú. L. I. U. S., Lukáč, N., & Tvrdá, E. (2019). Antioxidant effects of marigold (*Calendula officinalis*) flower extract on the oxidative balance of bovine spermatozoa. *Contemp. Agric*, 68(3-4), 92-102.

25. Chauhan, K., & Rao, A. (2024). Clean-label alternatives for food preservation: An emerging trend. *Heliyon*.

26. Про затвердження Інструкції з планування, обліку і калькулювання собівартості робіт (послуг) на підприємствах і в організаціях житлово-комунального господарства [Електронний ресурс]. – 1997. – Режим доступу до ресурсу: https://ips.ligazakon.net/document/view/reg1987?an=20&ed=1997_03_31.