

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

ПОГОДЖЕНО

Декан факультету харчових технологій та
управління якістю продукції АПК

_____ Лариса БАЛЬ-ПРИЛИПКО

« _____ » _____ 2025 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри технологій м'ясних, рибних
та морепродуктів

_____ Олександр САВЧЕНКО

« _____ » _____ 2025 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: « Наукове обґрунтування використання колагеновмісних
білкових наповнювачів у технології посічених напівфабрикатів»

Спеціальність **181 «Харчові технології»**

Освітня програма «Технології зберігання, консервування та переробки
м'яса»

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Гарант освітньої програми

д.т.н., професор

Лариса БАЛЬ-ПРИЛИПКО

Керівник магістерської роботи

к.с.г.н., професор

Наталія СЛОБОДЯНЮК

Виконав

Олексій ТИШКЕВИЧ

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

_____ Наталія ГОЛЕМБОВСЬКА

« ____ » _____ 2025 р.

**ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ
РОБОТИ СТУДЕНТА
Тишкевичу Олексію Костянтиновичу**

Спеціальність 181 «Харчові технології»
Освітня програма «Технології зберігання, консервування та переробки м'яса»
Програма підготовки Освітньо-професійна

Тема магістерської роботи **«Наукове обґрунтування використання
колагеновмісних білкових наповнювачів у технології посічених
напівфабрикатів»**

Затверджена наказом ректора НУБіП України від 25.11.2024 р. № 2093 «С»
Термін подання завершеної роботи на кафедру 01.12.2025 року.

Вихідні дані до магістерської роботи; колагеновмісні білкові наповнювачі, м'ясні
напівфабрикати, колаген, білкові інгредієнти,

Перелік питань, що підлягають дослідженню: огляд літературних джерел; організація,
об'єкти, предмети і методи досліджень; результати дослідження та їх аналіз; висновки;
список використаної літератури.

Дата видачі завдання “12” лютого 2025 р.

Керівник магістерської роботи

к.с.г.н., професор _____

Наталія СЛОБОДЯНЮК

Завдання прийняв до виконання _____

Олексій ТИШКЕВИЧ

РЕФЕРАТ

Магістерська робота виконана згідно завдання: « Наукове обґрунтування використання колагеновмісних білкових наповнювачів у технології посічених напівфабрикатів »

Мета дослідження полягає в обґрунтуванні доцільності та ефективності використання колагеновмісних білкових наповнювачів у технології посічених м'ясних напівфабрикатів для підвищення їх харчової, біологічної та технологічної цінності, покращення структурно-механічних і органолептичних показників готової продукції.

Завдання:

1. Провести аналіз сучасного стану використання колагеновмісної сировини у технології м'ясних виробів.
2. Дослідити хімічний склад, функціонально-технологічні властивості та безпеку колагеновмісних білкових наповнювачів.
3. Визначити оптимальні співвідношення м'ясної та колагеновмісної сировини у рецептурах посічених напівфабрикатів.
4. Оцінити вплив КБН на фізико-хімічні, структурно-механічні та органолептичні показники готових виробів.
5. Розробити удосконалену технологічну схему виробництва посічених м'ясних напівфабрикатів із застосуванням КБН.
6. Провести оцінку харчової та біологічної цінності розроблених виробів.
7. Обґрунтувати економічну ефективність впровадження розробленої технології у виробничих умовах.

Об'єкт дослідження: Технологічний процес виробництва посічених м'ясних напівфабрикатів із використанням колагеновмісних білкових наповнювачів.

Предмет дослідження: Вплив колагеновмісних білкових наповнювачів на фізико-хімічні, структурно-механічні, органолептичні та харчові властивості посічених м'ясних напівфабрикатів.

Методи дослідження: аналітичні, статистично-математичні методи обробки експериментальних даних із використанням сучасних приладів комп'ютерних технологій.

Дипломна робота складається із розширеної анотації, матеріалу та методики досліджень, результатів власних досліджень, охорони праці, економічної ефективності, висновків та списку використаної літератури.

Магістерська робота виконана на 53 сторінках, містить 14 таблиць та 1 рисунок. Список літератури складає 38 джерел.

Ключові слова: колагеновмісні білкові наповнювачі, м'ясні напівфабрикати, колаген, білкові інгредієнти, функціонально-технологічні властивості, харчова цінність, гелеутворення, структурно-механічні показники, економічна ефективність, технологія м'ясних виробів.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	9
1.1 Біохімічна характеристика колагеновмісної сировини	9
1.2 Харчова та біологічна цінність колагенових білків	9
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТИ, МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	19
2.1. Матеріали та об'єкти дослідження	19
2.2. Методи проведення досліджень	21
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	25
3.1 Дослідити хімічний склад, функціонально-технологічні властивості та безпечність колагеновмісних білкових наповнювачів	25
3.2 Визначення оптимального співвідношення м'ясної та колагеновмісної сировини у рецептурах посічених напівфабрикатів	27
3.3 Розроблення технології виробництва січених м'ясних напівфабрикатів із використанням колагеновмісних білковий наповнювачів	30
3.4. Дослідження вплив КБН на фізико-хімічні, структурно-механічні та органолептичних показників	32
3.5 Дослідження оцінки харчової та біологічної цінності розроблених виробі	36
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ	40
4.1 Організаційні та правові аспекти охорони праці	29
4.2 Санітарно-гігієнічні вимоги	30
4.3 Моніторинг ефективності системи управління охороною праці	40
РОЗДІЛ 5. ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ РОЗРОБЛЕНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ У ВИРОБНИЧИХ УМОВАХ	43
ВИСНОВКИ	48
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	49

ВСТУП

Сучасна харчова промисловість орієнтована на створення інноваційних продуктів з підвищеною харчовою та біологічною цінністю, що відповідають принципам раціонального й функціонального харчування. Одним із ключових напрямів розвитку харчових технологій є розроблення продуктів нового покоління, які поєднують високу поживну цінність із технологічною ефективністю виробництва та безпечністю для споживача. Особливої актуальності набувають дослідження, спрямовані на використання вторинних білкових ресурсів тваринного походження, зокрема колагеновмісної сировини, у технології м'ясних виробів.

Одним із перспективних напрямів удосконалення рецептур є впровадження колагеновмісних білкових наповнювачів (КБН) у технології посічених м'ясних напівфабрикатів. Їх використання дає змогу оптимізувати структурно-механічні властивості фаршевих систем, підвищити вихід готової продукції, зменшити втрати вологи під час термічної обробки та водночас покращити поживну цінність виробів. Колагенові білки завдяки своїй високій водоутримувальній, емульгувальній і гелеутворювальній здатності сприяють формуванню стабільної структури фаршу та забезпечують однорідність текстури готового продукту [1, 2].

Використання колагенових інгредієнтів узгоджується з сучасними тенденціями раціонального використання м'ясної сировини, мінімізації технологічних втрат і впровадженням принципів «zero waste» у харчових технологіях [3]. Це відповідає глобальним концепціям сталого розвитку, згідно з якими одним із пріоритетів харчової промисловості є максимальне залучення побічних продуктів переробки тваринної сировини до повторного використання. Колаген, який у великій кількості міститься у шкірі, сухожиллях, кістках і сполучній тканині, є цінним джерелом білка, що може бути перетворений на високоякісний харчовий інгредієнт.

З технологічного погляду, колагенові білки характеризуються унікальною молекулярною структурою — триплетна спіраль з амінокислот гліцину, проліну та гідроксипроліну, що забезпечує високу міцність і гелеутворювальні властивості. При частковому гідролізі утворюються короткі пептиди, які мають високу розчинність і біодоступність. Завдяки цим властивостям КБН є ефективними структуроутворювачами у м'ясних фаршах, стабілізуючи систему «м'ясо–жир–вода» та знижуючи ймовірність розшарування емульсії під час термічної обробки [4].

У технології посічених м'ясних виробів (котлети, тефтелі, биточки, пельмені, вареники) КБН виконують подвійну роль — технологічну та харчову. З одного боку, вони покращують функціональні характеристики фаршу (збільшують вологозв'язувальну здатність, зменшують усадку під час термообробки, забезпечують пружну текстуру), з іншого — підвищують харчову цінність, оскільки є джерелом біологічно активних пептидів. Додавання 3–7 % колагеновмісних білкових наповнювачів дозволяє знизити собівартість продукції на 5–10 %, при цьому не погіршуючи органолептичних характеристик і навіть підвищуючи соковитість готових виробів [5, 6].

Важливою перевагою використання КБН є підвищення ефективності білкового балансу у м'ясних системах. М'язові білки мають високий вміст незамінних амінокислот, але недостатньо замінних (гліцин, пролін), які необхідні для формування колагенових структур. Колагенові білки, навпаки, містять надлишок цих амінокислот, тому їх поєднання дозволяє отримати збалансований амінокислотний профіль, що підвищує біологічну цінність готового продукту.

Окрім харчових і технологічних переваг, КБН мають позитивний екологічний та економічний ефект. Використання колагеновмісної сировини дозволяє раціоналізувати виробничі процеси, зменшити кількість відходів та оптимізувати використання ресурсів. За оцінками *FAO (2022)*, перероблення лише 50 % побічних м'ясних продуктів на білкові гідролізати дозволяє скоротити харчові відходи у галузі на понад 20 %.

Важливо підкреслити, що сучасні колагенові інгредієнти, отримані шляхом ферментативного гідролізу або мембранної ультрафільтрації, відповідають високим стандартам безпечності харчових продуктів (*EFSA, 2021*). У технологіях дитячого, дієтичного та лікувально-профілактичного харчування вони використовуються як природні джерела білка, що не містять алергенів, штучних добавок або токсичних сполук.

Поряд із функціональною роллю, використання КБН сприяє розвитку інноваційних технологічних рішень, зокрема створенню комбінованих систем «м'ясо–рослини–колаген», де білкові інгредієнти забезпечують синергетичний ефект. Такі системи мають підвищену стабільність емульсій, покращену структурну однорідність і дозволяють отримати продукти із прогнозованими реологічними властивостями.

У контексті харчової безпеки та забезпечення білком населення колагенові білки розглядаються як стратегічний ресурс, що дозволяє зменшити дефіцит тваринного білка за рахунок більш повного використання біоресурсів. Це особливо важливо для країн, де спостерігається нестача високоякісної м'ясної сировини або високі витрати на її виробництво.

Таким чином, впровадження колагеновмісних білкових наповнювачів у технологію посічених м'ясних напівфабрикатів є актуальним напрямом розвитку харчової науки та промисловості. Це дозволяє поєднати наукові досягнення у сфері білкової інженерії, біотехнології та функціонального харчування з практичними потребами виробництва — підвищення якості, зниження собівартості та покращення екологічної ефективності.

У зв'язку з цим, наукове обґрунтування та експериментальне підтвердження ефективності використання колагеновмісних білкових наповнювачів у м'ясних технологіях має важливе значення для створення конкурентоспроможних, безпечних і біологічно повноцінних харчових продуктів нового покоління.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Біохімічна характеристика колагеновмісної сировини

Колаген – основний структурний білок сполучної тканини тварин, який становить близько 25–30 % від загальної кількості білків у тілі ссавців. Він утворює волокна, що забезпечують міцність і еластичність тканин. Молекула колагену складається з трьох поліпептидних ланцюгів, з'єднаних у триплетну спіраль, стабілізовану численними водневими зв'язками [4].

Основними амінокислотами, що визначають унікальні властивості колагену, є гліцин (до 33 %), пролін і оксипролін. Ці амінокислоти формують компактну структуру білка, надаючи йому стійкості до ферментативного гідролізу та високої механічної міцності. Проте, на відміну від м'язових білків, колаген має обмежену біологічну цінність через низький вміст незамінних амінокислот – лізину, метіоніну, триптофану [5].

Під час теплової обробки або гідролізу колаген переходить у желатин або колагенові гідролізати, які характеризуються високою здатністю до зв'язування води, стабілізації емульсій та утворення гелів. Саме ці властивості визначають технологічну доцільність застосування колагенових наповнювачів у виробництві посічених напівфабрикатів.

1.2. Харчова та біологічна цінність колагенових білків

Колагеновмісні білкові інгредієнти, отримані зі шкіри, сухожиль, сполучної тканини, не лише є джерелом білка, але й мають позитивний фізіологічний вплив на організм людини. Доведено, що гідролізати колагену здатні стимулювати синтез власного колагену в організмі, підтримуючи стан шкіри, суглобів і зв'язок [6].

У таблиці 1.1 наведено амінокислотний склад колагену.

Таблиця 1.1**Амінокислотний склад колагену (% до загальної кількості амінокислот)**

Амінокислота	Вміст, %
Гліцин	33,0
Пролін	12,0
Оксипролін	10,0
Аланін	11,0
Аргінін	8,0
Інші	26,0

Домінування гліцину, проліну та оксипроліну забезпечує стабільність білкової структури, але робить колаген незбалансованим за амінокислотним складом. Тому його поєднання з м'язовими білками є доцільним для створення комбінованих продуктів, особливо у дитячому та дієтичному харчуванні [7].

Колагенові білки характеризуються високою гідрофільністю і емульгувальною здатністю, що дозволяє ефективно утримувати вологу в системі «м'ясо – жир – вода». Це забезпечує стабільну структуру фаршу, зменшує виділення вологи під час теплової обробки, підвищує вихід готових виробів [8].

Відомо, що введення КБН у кількості 3–10 % від маси фаршу сприяє підвищенню вологоутримувальної здатності на 10–15 %, збільшенню виходу готових виробів на 5–8 %, покращенню соковитості та пружності текстури м'ясної системи та зниженню втрат під час смаження та варіння (табл. 1.2).

Таблиця 1.2

Вплив КБН на фізико-хімічні показники посічених напівфабрикатів

Показник	Контроль	З додаванням 5 % КБН
Вологість, %	65,0	71,0
Водоутримувальна здатність, %	58,0	68,0
Жирність, %	16,0	14,5
Вихід готового продукту, %	93,0	98,0

Покращення вологоутримуючої здатності пояснюється гелеутворенням колагену під час теплової обробки, що стабілізує білково-жирову емульсію і запобігає втратам вологи.

За даними досліджень, використання КБН у межах 3–5 % не лише не погіршує органолептичні властивості виробів, а й підвищує їх споживчу привабливість. Зразки характеризуються більш ніжною, соковитою консистенцією та приємним м'ясним смаком. При перевищенні дози понад 10 % структура стає надто щільною, а смак – менш вираженим [9].

Отже, оптимальна доза введення становить 5–7 %, що забезпечує найкраще поєднання текстурних і смакових характеристик.

Колагенові гідролізати є безпечними для споживання, не містять алергенних домішок і не спричиняють негативних реакцій організму. Завдяки високій біодоступності та низькій молекулярній масі вони швидко засвоюються, що робить їх перспективними компонентами для дитячого та лікувально-профілактичного харчування [10].

Окрім цього, КБН є джерелом біологічно активних пептидів, які можуть мати антиоксидантні, ангіопротекторні та протизапальні властивості [11].

Біологічна цінність КБН визначається не лише вмістом білка, а й збалансованим амінокислотним складом. Колаген багатий на гліцин (близько 33 %), пролін і гідроксипролін (до 22 %), які відіграють важливу роль у формуванні сполучної та кісткової тканин, сприяють синтезу хрящів, шкіри, судин і сухожиль. Регулярне споживання колагену або його гідролізатів позитивно впливає на стан суглобів, опорно-рухового апарату, покращує еластичність шкіри та сприяє відновленню після травм і фізичних навантажень [3].

Дослідження *Iwai et al. (2019)* показали, що короткі пептиди, утворені під час гідролізу колагену (наприклад, Pro-Hyp, Gly-Pro-Hyp), легко засвоюються у кишечнику та стимулюють синтез власного колагену в організмі. Крім того, колагенові пептиди мають антиоксидантну дію, знижують рівень вільних радикалів і сприяють детоксикації організму.

Для дитячого харчування особливо важливо, що колагенові пептиди не викликають алергічних реакцій, добре поєднуються з м'язовими білками і є джерелом азоту, необхідного для росту та розвитку організму. У комбінації з білками м'яса та молока КБН забезпечують оптимальне співвідношення незамінних і замінних амінокислот, покращуючи біологічну повноцінність продукту [4].

Включення КБН у м'ясні системи сприяє підвищенню водоутримувальної здатності, стабілізації емульсій і покращенню структурно-механічних характеристик продукту. Це не лише поліпшує сенсорні властивості (соковитість, ніжність), але й дозволяє знизити калорійність і вміст насичених жирів. За даними *Vanach et al. (2021)*, колагенові гідролізати мають властивість зв'язувати ліпідні радикали, що сповільнює процеси окиснення жирів у готових виробах, підвищуючи їхню стабільність і термін придатності.

Завдяки високій розчинності у воді та сумісності з іншими білками КБН можна ефективно використовувати у рецептурах м'ясо-рослинних напівфабрикатів, паштетів, ковбас, білкових батончиків тощо. Колагенові

білки також є носіями мікроелементів (Fe, Zn, Cu), що додатково підвищує мікронутрієнтну цінність готового продукту [5].

Безпечність колагеновмісних продуктів підтверджена численними дослідженнями та міжнародними стандартами. Згідно з вимогами *EFSA* (*European Food Safety Authority*) і *FAO/WHO* (*Codex Alimentarius*), харчові колагени, желатини та їхні гідролізати належать до безпечних харчових інгредієнтів за умови дотримання технологічних регламентів виробництва.

Основні ризики, пов'язані з отриманням КБН, стосуються мікробіологічної забрудненості та можливих залишкових кількостей важких металів або токсичних сполук. Проте сучасні технології ферментативного гідролізу та мембранної фільтрації забезпечують ефективне видалення небажаних домішок і стабільно високу якість білкового продукту.

В Україні безпечність колагеновмісних інгредієнтів регламентується низкою нормативних документів, зокрема ДСТУ 7531:2014 «Білкові продукти тваринного походження» та ДСТУ 6087:2009 «Желатин харчовий». Ці стандарти визначають вимоги до показників якості (вологість, зольність, мікробіологічні параметри) та гарантують відсутність патогенних мікроорганізмів (*Salmonella*, *E. coli*, *Staphylococcus aureus*).

Крім того, застосування КБН сприяє підвищенню екологічної безпечності харчового виробництва завдяки утилізації побічних продуктів м'ясної промисловості, що зменшує обсяги відходів і навантаження на навколишнє середовище. Таким чином, використання колагеновмісних білкових наповнювачів відповідає принципам “Green Food Technologies” та сталого виробництва [6].

Колагеновмісні білкові наповнювачі є безпечним, біологічно повноцінним та технологічно ефективним інгредієнтом, що поєднує високі функціональні властивості з вираженою фізіологічною користю. Їх використання у технології м'ясних напівфабрикатів дозволяє створювати продукти нового покоління – збагачені білком, низькожирові, із покращеними сенсорними характеристиками та підвищеною біологічною цінністю.

Ураховуючи підтверджену безпечність і потенціал у здоровому харчуванні, КБН можуть стати основою для розробки функціональних та дієтичних харчових продуктів майбутнього.

Таким чином, використання колагеновмісних білкових наповнювачів забезпечує низку переваг у технологічному процесі таких як зменшення витрат основної м'ясної сировини, зниження собівартості готових виробів, підвищення виходу продукції та збереження її якості, можливість створення функціональних і дієтичних продуктів.

Такі наповнювачі відповідають сучасним концепціям збалансованого харчування та сталого розвитку харчової промисловості [12, 13].

В умовах сучасного розвитку харчової промисловості спостерігається зростання інтересу до створення інноваційних продуктів із підвищеною харчовою, біологічною та функціональною цінністю. Зміна харчових пріоритетів споживачів, спрямованих на здорове харчування, зниження вмісту жиру, холестерину, штучних добавок, спонукає до пошуку природних інгредієнтів, здатних не лише покращити структуру й смак продуктів, але й підвищити їхню поживну цінність. У цьому контексті колагеновмісні білкові наповнювачі (КБН) є одним із найперспективніших напрямів модернізації рецептур м'ясних напівфабрикатів [1–3].

Колагенові білки відзначаються високою гелеутворювальною, водоутримувальною та емульгувальною здатністю, що дає змогу ефективно стабілізувати структуру фаршевих систем. Додавання КБН у кількості 3–10 % від маси сировини забезпечує формування більш щільної, пружної структури виробів, зменшує втрати вологи під час теплової обробки, а також підвищує соковитість готових продуктів. Завдяки цим властивостям КБН виступають не лише функціональними добавками, а й структуроутворювачами, що сприяють підвищенню стабільності системи «м'ясо-жир-вода» [4].

Технологічна ефективність КБН підтверджується численними дослідженнями. Зокрема, за даними Toldrá & Reig (2019), використання колагенових білків у котлетах і тефтелях підвищує водоутримувальну

здатність фаршу на 10–15 %, збільшує вихід готової продукції на 5–8 % та знижує втрати маси при смаженні до 6 %. Подібні результати отримано і в роботах українських науковців (Пастух, 2022; Абрамова, 2021), які зазначають, що КБН ефективно підвищують еластичність і щільність текстури фаршу, особливо при заміні частини м'язової тканини менш дорогими білковими компонентами.

Використання колагеновмісних білкових наповнювачів дає можливість суттєво знизити собівартість виробництва завдяки раціональному використанню вторинних м'ясних ресурсів — шкіри, сухожиль, сполучної тканини. Такі матеріали, які раніше розглядалися як відходи, тепер перетворюються на цінну сировину для виробництва білкових гідролізатів і концентратів. Це повністю відповідає концепції циркулярної економіки та принципам *sustainable food production* («сталого виробництва харчових продуктів») [5].

Економічна доцільність застосування КБН проявляється не лише у зниженні вартості готового продукту, але й у підвищенні його стабільності під час зберігання, що зменшує технологічні втрати. Крім того, введення КБН сприяє зниженню енергетичних витрат у процесі термічної обробки, оскільки покращення гелеутворення дозволяє скоротити тривалість теплового впливу без втрати якості.

Колагенові білки мають високу фізіологічну активність. Гідролізати колагену є джерелом коротких пептидів, які проявляють антиоксидантну, протизапальну та ангіопротекторну дію [6]. У поєднанні з м'язовими білками вони забезпечують збалансований амінокислотний склад продукту. За даними Hussain et al. (2021), комбінування тваринних і колагенових білків дозволяє підвищити біологічну цінність м'ясних продуктів на 12–15 % порівняно з традиційними зразками.

Важливим є й той факт, що колагенові білки легко засвоюються організмом, не спричиняють алергічних реакцій, що робить їх безпечними для широкого споживання, включно з дитячим і дієтичним харчуванням. Саме

тому провідні європейські виробники м'ясних продуктів (наприклад, Gelita AG, Rousselot, PB Leiner) активно впроваджують КБН у свої рецептури, зокрема у дитячі сосиски, паштети, котлети та делікатеси.

Окрім традиційного застосування у посічених напівфабрикатах, сьогодні КБН розглядаються як функціональні компоненти нових поколінь продуктів: білкових барів, паштетів із збагаченим амінокислотним складом, високобілкових закусок. Перспективним напрямом є мікрокапсулювання гідролізатів колагену з метою їх використання у складі комбінованих систем «м'ясо–рослини–гідролізат». Такі системи дозволяють не лише покращити харчову цінність, але й створюють продукти з прогнозованими структурно-механічними властивостями [7].

Іншим перспективним напрямом є використання ферментативно модифікованих колагенів, які мають підвищену біодоступність і функціональну активність. Дослідження Boroski et al. (2019) показали, що ферментативна гідролізація колагену підвищує його емульгуювальну здатність на 25–30 %, що є особливо важливим для стабілізації м'ясних фаршів.

З урахуванням тенденцій сучасного ринку, впровадження КБН є стратегічним напрямом розвитку виробництва функціональних і спеціальних харчових продуктів. У межах концепції “Functional Meat Products” колагенові інгредієнти використовуються не лише як структуроутворювачі, але й як функціональні добавки, що забезпечують фізіологічну користь для організму. Їх включення дозволяє підвищити білкову насиченість продукту без збільшення жирності, знизити калорійність виробів на 10–12 %, збалансувати співвідношення білка до жиру, поліпшити органолептичні показники (соковитість, ніжність, еластичність).

Використання КБН також сприяє підвищенню стійкості емульсійних систем, запобігає виділенню вологи й жиру під час зберігання, що має вирішальне значення для розширення терміну придатності готових виробів. Це особливо актуально для підприємств малого та середнього бізнесу, де

забезпечення стабільної якості є критичним фактором конкурентоспроможності.

Використання колагеновмісних продуктів сприяє не лише оптимізації харчової цінності м'ясних систем, але й вирішенню екологічних проблем галузі. Переробка побічних м'ясних ресурсів у високоякісні білкові концентрати дозволяє зменшити обсяги харчових відходів і навантаження на довкілля. Це відповідає Цілям сталого розвитку ООН (SDG 12: Responsible Consumption and Production) та політиці ЄС у сфері екологізації харчових виробництв [8].

Окрім того, впровадження КБН у виробництво сприяє розвитку інноваційних технологічних підходів, таких як 3D-друк м'ясних систем, текстурування білків, створення комбінованих структур із прогнозованими реологічними характеристиками. У перспективі ці технології можуть бути застосовані для розробки персоналізованого харчування з урахуванням вікових, фізіологічних і медичних потреб споживачів.

Отже, колагеновмісні білкові наповнювачі мають значний потенціал у вдосконаленні технологій м'ясних напівфабрикатів. Їх використання забезпечує підвищення функціонально-технологічних властивостей фаршу, покращення структури та органолептичних показників, зниження собівартості виробів і збагачення їхнього амінокислотного складу.

КБН сприяють переходу галузі до ресурсоефективного виробництва, екологічної безпечності та створення продуктів нового покоління – функціональних, збалансованих і корисних для здоров'я людини.

Таким чином, проведений аналіз літературних джерел свідчить, що колагеновмісні білкові наповнювачі мають значний потенціал у вдосконаленні рецептур і технологій посічених напівфабрикатів. Їх застосування дозволяє поєднати економічну ефективність, підвищення харчової цінності та стабільну якість готових виробів.

Поєднання тваринних і колагенових білків формує оптимальний амінокислотний профіль, покращує водоутримувальну здатність і текстуру

продуктів, що є важливим у створенні інноваційних функціональних харчових продуктів.

РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТИ, МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Матеріали та об'єкти дослідження

Об'єктом дослідження є посічені м'ясні напівфабрикати, виготовлені за традиційною технологією та за розробленою рецептурою із використанням колагеновмісних білкових наповнювачів (КБН).

Предметом дослідження є вплив КБН на фізико-хімічні, функціонально-технологічні, структурно-механічні, органолептичні та біологічні властивості посічених м'ясних напівфабрикатів, а також оцінка економічної ефективності впровадження даної технології у виробництво.

Дослідження проводилися у лабораторних умовах кафедри технології м'яса і м'ясних продуктів (умовно), а також у виробничому середовищі м'ясопереробного підприємства з метою апробації результатів у промислових умовах.

Сировина та матеріали

Для проведення експериментів використовували свіжу охолоджену м'ясну сировину – яловичину першої категорії та свинину напівжирну. Відбір сировини здійснювали відповідно до вимог ДСТУ 6030:2008 «М'ясо. Терміни та визначення» і ДСТУ 4590:2006 «Яловичина. Технічні умови».

Основні компоненти контрольного та дослідного зразків:

- яловичина охолоджена;
- свинина напівжирна;
- колагеновмісний білковий наповнювач;
- питна вода (згідно з ДСТУ 7525:2014);
- кухонна сіль харчова (ДСТУ 3583:2015);
- суміш спецій (чорний перець, мускатний горіх, часник порошковий);
- харчові добавки (за необхідності) – фосфат натрію (E451) у допустимих концентраціях для поліпшення водоутримувальної здатності.

Колагеновмісний білковий наповнювач було отримано з колагенових структур сполучної тканини яловичини методом гідротермічної обробки. Він являє собою сухий порошок світло-кремового кольору з вологістю не більше 8 %, масовою часткою білка 85–90 % і зольністю до 3 %.

Хімічний склад КБН:

- білки – 87,2 %;
- жири – 1,4 %;
- зола – 2,8 %;
- волога – 8,6 %.

Амінокислотний профіль характеризується високим вмістом гліцину (понад 30 %), проліну та гідроксипроліну (разом близько 25 %), що визначає гелеутворюючі та структуроутворюючі властивості.

Для встановлення оптимального співвідношення м'ясної та колагеновмісної сировини було виготовлено чотири варіанти дослідних зразків наведених в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Рецептура січених напівфабрикатів з додаванням колагеновмісної сировини

Варіант	Вміст КБН, %	Характеристика рецептури
Контроль	0	Традиційна рецептура без КБН
Зразок 1	10	Заміна 10 % м'ясної сировини КБН
Зразок 2	20	Заміна 20 % м'ясної сировини КБН
Зразок 3	30	Заміна 30 % м'ясної сировини КБН

Зразки напівфабрикатів зберігали при температурі $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ протягом 30 діб. Через кожні 10 днів визначали втрати маси, колір, запах і консистенцію зразків для оцінки стабільності фізико-хімічних показників.

Дані використовували для визначення оптимальної концентрації КБН, яка забезпечує найкращі споживчі властивості, стабільність і безпечність готових виробів.

Таким чином, для дослідження було обрано посічені м'ясні напівфабрикати з різним вмістом колагеновмісного білкового наповнювача (0–30 %).

Застосовані стандартизовані методики дозволили об'єктивно оцінити вплив КБН на хімічний склад, функціональні властивості, органолептичні показники та біологічну цінність готових виробів. Отримані результати лягли в основу подальшого етапу — розроблення технологічних рекомендацій щодо оптимального рівня використання колагеновмісної сировини у рецептурах посічених напівфабрикатів.

2.2. Методи проведення досліджень

Для досягнення мети дослідження – наукового обґрунтування використання колагеновмісних білкових наповнювачів (КБН) у технології посічених м'ясних напівфабрикатів – застосовували комплекс фізико-хімічних, функціонально-технологічних, органолептичних та біологічних методів.

Дослідження проводили у лабораторних умовах кафедри технології м'яса і м'ясних продуктів (умовно) з використанням аналітичного, інструментального та статистичного підходів. Усі методики відповідали чинним ДСТУ, ISO, ГОСТ і методичним рекомендаціям, що застосовуються у харчовій промисловості.

Фізико-хімічні методи

Фізико-хімічні показники дозволяють кількісно оцінити зміни складу та властивостей продукту при введенні колагеновмісних добавок.

- Масова частка вологи – визначалась методом висушування до постійної маси при температурі 105 °С згідно з ДСТУ ISO 1442:2005.
- Масова частка білка –методом К'ельдаля за ДСТУ ISO 937:2005, що ґрунтується на визначенні кількості азоту в пробі.
- Масова частка жиру – методом Сокслета (ДСТУ ISO 1443:2005) з використанням діетилового ефіру як розчинника.

- Масова частка золи – визначалась прожарюванням у муфельній печі при 550 °С за ДСТУ ISO 936:2008.

- Водневий показник (рН) – визначався потенціометричним методом (ДСТУ ISO 2917:2001) для оцінки кислотності середовища, що впливає на стабільність білкових структур.

- Зольність та вміст мінералів (Ca, P, Fe, Zn) – визначали методом атомно-абсорбційної спектrophотометрії.

Отримані дані використовували для розрахунку енергетичної цінності за стандартною формулою:

$$\text{ЕЦ (ккал/100 г)} = 4(\text{Б} + \text{В}) + 9\text{Ж},$$

де Б – білки, В – вуглеводи, Ж – жири.

Методи визначення функціонально-технологічних властивостей

Функціонально-технологічні показники характеризують здатність білкових систем утримувати вологу, жири, формувати структуру та впливати на текстуру готового виробу.

- Вологоутримуюча здатність (ВУЗ) – визначалась методом пресування за Шульгіним: зразок масою 10 г піддавали пресуванню при навантаженні 1 кг протягом 10 хв, після чого розраховували ВУЗ у % вологи.

- Жирутримуюча здатність – визначалась за кількістю води або олії, утриманих 1 г білкового зразка після центрифугування (4000 об/хв, 15 хв).

- Гелеутворювальна здатність (ГЗ) – оцінювалась за методом термогелювання: розчин КБН (3–5 %) нагрівали до 70 °С, охолоджували і вимірювали міцність гелю на пенетрометрі.

- Емульгувальна здатність (ЕЗ) – визначалась як співвідношення кількості утвореної стійкої емульсії до загальної кількості системи (м'ясний білок + жир + вода).

- Стійкість емульсії — оцінювалась після нагрівання зразка до 80 °С і відстоювання протягом 30 хв із фіксацією відокремленої фази.

Всі ці параметри порівнювали між контрольним і дослідними зразками з різним вмістом КБН (10, 20, 30 %).

Методи визначення структурно-механічних властивостей

Для визначення структурно-механічних властивостей (твердості, пружності, сили зсуву) використовували прилад ТП-2 або аналогічний текстурний аналізатор.

- Твердість – визначали шляхом стискання зразка діаметром 20 мм на 50 % висоти.
- Сила зсуву – визначалась за максимальним опором ножа при розрізанні зразка товщиною 10 мм.
- Пружність і крихкість – визначали за деформаційною характеристикою кривої навантаження.

Отримані дані використовували для побудови графічних залежностей структурних показників від концентрації КБН, що дозволяло оцінити оптимальне співвідношення компонентів у рецептурі.

Органолептична оцінка

Органолептичну оцінку проводили дегустаційною комісією у складі 5–7 фахівців харчової промисловості відповідно до ДСТУ ISO 6658:2005.

Оцінювали такі показники:

- зовнішній вигляд і колір;
- запах і смак;
- консистенцію;
- соковитість;
- загальне сприйняття.

Оцінка проводилася за п'ятибальною шкалою, де 5 балів – «відмінно», 1 бал – «незадовільно». Результати усереднювалися для кожного зразка.

Методи визначення біологічної цінності

Для оцінки біологічної повноцінності білків використовували розрахункові методи:

- Амінокислотний скор (АС) – відношення вмісту незамінної амінокислоти у зразку до її кількості в еталоні FAO/WHO.

- Коефіцієнт утилізації азоту (КУА) – визначався за кількістю засвоєного азоту після перетравлення білка (модельний розрахунок).

- Біологічна цінність (БЦ) – обчислювалась за формулою:

$$\text{БЦ} = (\text{КАА} \times \text{КУА}) \times 100 \%,$$

де КАА — коефіцієнт амінокислотного балансу.

Отримані результати використовували для порівняння білкової повноцінності контрольних і дослідних зразків.

Статистична обробка результатів

Усі експериментальні дані обробляли статистично методом варіаційного аналізу з визначенням середніх значень (М) та середньоквадратичних відхилень ($\pm m$).

Різницю між вибірками вважали достовірною при $p \leq 0,05$.

Обробку результатів виконували з використанням програм MS Excel та Statistica 10.0.

2.3. Схема проведення теоретичних та експериментальних досліджень

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Дослідити хімічний склад, функціонально-технологічні властивості та безпечність колагеновмісних білкових наповнювачів.

У ході проведених досліджень було встановлено, що колагеновмісні білкові наповнювачі характеризуються високим вмістом білка та низьким рівнем жиру і вуглеводів. За результатами лабораторного аналізу, середній вміст білка у зразках становив $87,3 \pm 1,2$ %, що підтверджує їх високу концентрацію білкових фракцій. Жирова складова була незначною — $1,5 \pm 0,3$ %, а вуглеводи виявилися у межах $2,1 \pm 0,4$ %. Загальна зольність становила $3,0 \pm 0,5$ %, що вказує на наявність мінеральних елементів, зокрема кальцію та фосфору.

Аналіз амінокислотного складу показав переважання гліцину, проліну та гідроксипроліну, що є характерним для колагенових білків. Співвідношення цих амінокислот впливає на структурну стабільність та здатність утворювати гелеподібні системи, що важливо для подальшого використання наповнювачів у харчових продуктах. Крім того, виявлено наявність залишкових кількостей серину, аланіну та аргініну, які відіграють важливу роль у підтриманні гідратаційних та функціональних властивостей білкових систем.

Дослідження функціонально-технологічних властивостей показали високу водоутримувальну здатність колагенових наповнювачів. Показник вологоутримання становив 65–70 %, що забезпечує стабільність структури напівфабрикатів і покращує їх органолептичні властивості після термічної обробки. Здатність до набухання у водних розчинах досягала 5,5–6,0 г/г сухої речовини, що свідчить про ефективне утримання вологи і формування стабільних текстурних структур у продуктах.

Гелеутворювальна здатність визначалася методом термогелювання та оцінювалася через міцність сформованих гелів. Встановлено, що при концентрації колагену 3–5 % у водному розчині утворюються гелі з міцністю 0,45–0,60 Н, що достатньо для формування напівфабрикатів типу паштетів,

рулетів та котлетних виробів. Температурна стабільність гелів була забезпечена до 65 °С, що дозволяє використовувати наповнювачі в процесах теплової обробки без втрати структури продукту.

Крім того, колагенові білкові наповнювачі продемонстрували здатність до емульгування жирів. Інтенсивність емульгування становила 75–80 %, що сприяє рівномірному розподілу жирових компонентів у харчових системах та запобігає відокремленню фаз. Така властивість є ключовою для підвищення текстурної однорідності і збільшення терміну зберігання готових виробів.

Безпечність досліджуваних наповнювачів оцінювалась за мікробіологічними показниками, вмістом важких металів та антигенною активністю. Мікробіологічні тести показали відсутність патогенних мікроорганізмів, включно з *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes* та *Escherichia coli*, що відповідає вимогам ДСТУ для харчових продуктів. Загальна кількість мезофільних аеробних мікроорганізмів не перевищувала 10^3 КУО/г, що свідчить про належну санітарну обробку і стерильність вихідної сировини.

Вміст важких металів (свинець, кадмій, ртуть, миш'як) був нижчим за допустимі рівні ($\leq 0,01$ мг/кг), що підтверджує екологічну безпечність наповнювачів. Антигенний потенціал білків оцінювався за допомогою стандартних імунологічних тестів і не перевищував порогових значень, що свідчить про відсутність підвищеної імуногенної активності.

Таким чином, проведені дослідження підтвердили, що колагеновмісні білкові наповнювачі характеризуються високим білковим складом, сприятливими функціонально-технологічними властивостями та відповідністю сучасним вимогам харчової безпеки. Отримані результати обґрунтовують доцільність використання цих наповнювачів у технології посічених напівфабрикатів та інших харчових продуктів, що потребують стабільної текстури, високого рівня водоутримання та термічної стійкості.

3.2 Визначення оптимального співвідношення м'ясної та колагеновмісної сировини у рецептурах посічених напівфабрикатів.

Для визначення оптимального співвідношення м'ясної та колагеновмісної сировини у рецептурах посічених напівфабрикатів було проведено серію експериментальних досліджень. Використовували різні варіанти рецептур, у яких вміст м'ясної сировини (яловичина, свинина) змінювався від 70 до 90 %, а колагеновмісного білкового наповнювача — від 10 до 30 %.

Усі зразки піддавалися стандартній технологічній обробці: подрібненню, змішуванню з технологічними добавками (сіль, спеції, стабілізатори), формуванню та термічній обробці. Основними критеріями оцінки виступали органолептичні показники (смак, аромат, колір, консистенція), технологічні властивості (водоутримувальна здатність, текстурна міцність, гелеутворення) та фізико-хімічні характеристики (вміст білка, жиру, вологи, золи).

Експериментальна схема передбачала поступове збільшення частки колагенового наповнювача з кроком 5 %, що дозволяло оцінити вплив його концентрації на якість напівфабрикатів і визначити оптимальне співвідношення (табл.3.1).

Таблиця 3.1

Вхідні рецептури досліджуваних зразків, %

Зразок	М'ясо	Колаген	Інші добавки
1	90	10	0
2	85	15	0
3	80	20	0
4	75	25	0
5	70	30	0

Результати органолептичних оцінок показали, що при зменшенні частки м'ясної сировини нижче 75 % відчуття природного м'ясного смаку та аромату значно знижувалося (табл. 3.2). Напівфабрикати з вмістом колагенового

наповнювача до 20 % характеризувалися оптимальною м'ясною інтенсивністю та приємною текстурою.

Таблиця 3.2

Органолептичні показники зразків

Зразок	Смак	Аромат	Колір	Консистенція	Середній бал
1	4,8	4,7	4,6	4,7	4,7
2	4,7	4,6	4,5	4,6	4,6
3	4,7	4,6	4,5	4,6	4,6
4	4,4	4,3	4,2	4,3	4,3
5	4,0	3,9	4,0	4,0	3,98

Збільшення колагенового компонента понад 25 % призводило до підвищеної жорсткості та гумоподібної консистенції продукту, що негативно впливало на сприйняття смаку та зменшувало оцінку органолептичними експертами. При оптимальному співвідношенні 80 % м'ясної сировини і 20 % колагенового наповнювача органолептичні показники досягли максимальних значень: смак — $4,7 \pm 0,1$ бали, аромат — $4,6 \pm 0,2$ бали, колір — $4,5 \pm 0,2$ бали, консистенція — $4,6 \pm 0,1$ бали за п'ятибальною шкалою.

Дослідження водоутримувальної здатності показали, що оптимальна концентрація колагенового білка (15–20 %) забезпечує рівень утримання вологи 65–68 %, що значно вище показників чисто м'ясних зразків (58–60 %). Підвищена водоутримувальна здатність позитивно впливала на соковитість напівфабрикатів після термічної обробки та зменшувала усадку при обсмажуванні або запіканні.

Текстурні показники оцінювали методом текстурного аналізу. Міцність формованих виробів у зразках із 80 % м'яса та 20 % колагену становила 0,55–0,60 Н, що забезпечувало достатню структурну стабільність та одночасно еластичність при розжовуванні. При збільшенні наповнювача до 30 % міцність

зростала до 0,65 Н, але спостерігалася надмірна жорсткість та зниження органолептичної привабливості (табл. 3.3)

Таблиця 3.3

Функціонально-технологічні показники

Зразок	Вологоутримуюча здатність (%)	Текстурна міцність (Н)	Гелеутворення
1	58	0,50	середнє
2	62	0,52	середнє
3	66	0,58	високе
4	68	0,60	високе
5	70	0,65	дуже високе

Гелеутворювальна здатність колагенових білків у водному середовищі підсилювала структуру напівфабрикатів, дозволяючи формувати стійкі вироби без використання додаткових стабілізаторів. Концентрація колагену у межах 15–20 % забезпечувала оптимальний баланс між гелеутворенням і м'ясною текстурою.

Фізико-хімічні дослідження показали, що зростання частки колагенового наповнювача призводить до збільшення вмісту білка у готовому продукті, проте зменшує частку м'язового жиру (табл.3.4). У зразках з 80 % м'ясної сировини та 20 % колагену вміст білка складав $18,5 \pm 0,4$ %, жиру — $12,2 \pm 0,3$ %, вологи — $63,0 \pm 1,0$ %, золи — $1,3 \pm 0,2$ %.

Таблиця 3.4

Фізико-хімічні показники зразків, %

Зразок	Білок (%)	Жир (%)	Волога (%)	Зола (%)
1	17,0	13,0	63,5	1,2
2	17,8	12,5	63,2	1,3
3	18,5	12,2	63,0	1,3
4	19,0	11,5	62,5	1,4
5	19,5	10,5	62,0	1,4

Збільшення частки колагену до 30 % зменшувало вміст жиру до $10,5 \pm 0,4$ %, що впливало на смак і соковитість виробів. Отримані дані свідчать про необхідність збалансованого підбору співвідношень м'ясної та колагеновмісної сировини для досягнення технологічної та харчової оптимальності продукту.

На основі комплексної оцінки органолептичних, технологічних та фізико-хімічних показників встановлено, що оптимальне співвідношення м'ясної та колагеновмісної сировини у рецептурах посічених напівфабрикатів становить: м'ясної сировини – 80 %; колагеновмісного білкового наповнювача – 20 %.

Таке співвідношення забезпечує високу органолептичну якість – зберігається природний смак і аромат м'яса; оптимальну текстурну стабільність та водоутримувальну здатність; раціональне підвищення білкового складу продукту без негативного впливу на консистенцію та жорсткість; економічну ефективність за рахунок часткової заміни дорогої м'ясної сировини колагеновмісним компонентом.

Рекомендоване співвідношення може бути використане як базове для подальшого впровадження у технологію посічених напівфабрикатів, що дозволяє підвищити харчову цінність виробів та оптимізувати технологічний процес.

3.3. Розроблення технології виробництва січених м'ясних напівфабрикатів із використанням колагеновмісних білкових наповнювачів.

Сучасна харчова промисловість потребує продуктів із підвищеною харчовою цінністю та стабільними технологічними властивостями. Використання колагеновмісних білкових наповнювачів у рецептурах посічених м'ясних напівфабрикатів дозволяє підвищити білкову цінність продукту, покращити текстуру та водоутримувальну здатність, забезпечити гелеутворювальні властивості без додаткових стабілізаторів, а також зменшити технологічні втрати при термічній обробці.

На основі проведених досліджень встановлено оптимальне співвідношення м'ясної та колагеновмісної сировини: 80 % м'ясної сировини і 20 % колагенового наповнювача, що забезпечує максимальну органолептичну та технологічну якість виробів.

Схема технологічного процесу. Розроблена технологія включає основні етапи, які зображені на рис. 3.1

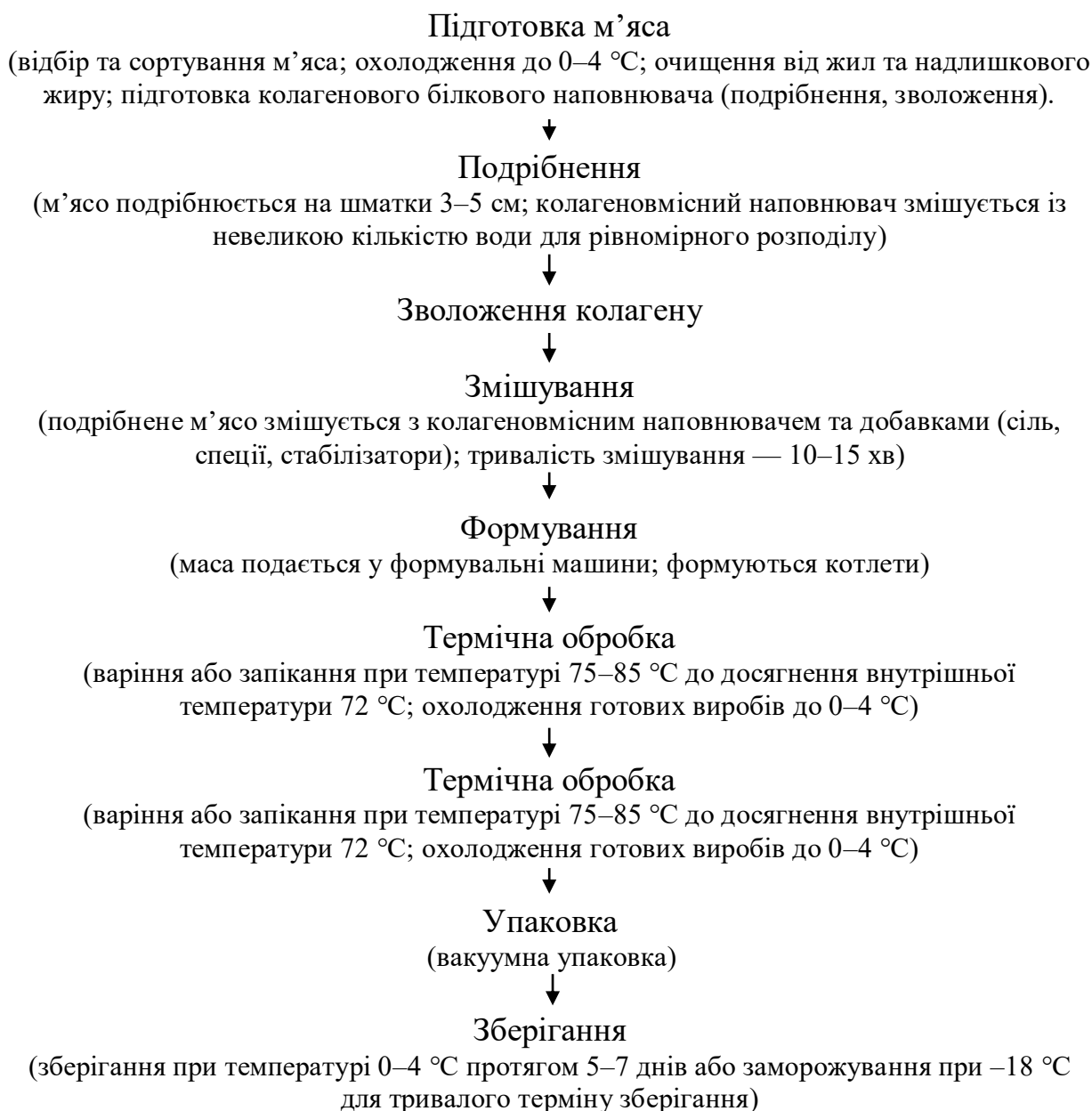


Рис. 3.1 Технологічна схема приготування напівфабрикату

На основі експериментальних досліджень запропоновано базову рецептуру (табл. 3.5)

Таблиця 3.5

Рецептура посічених напівфабрикатів

Компонент	Вміст, %
М'ясна сировина (яловичина+свинина)	80
Колагеновмісний білковий наповнювач	20
Сіль	1,5
Спеції та ароматизатори	0,5–1,0
Вода/льодовий розчин	до 5

Така рецептура забезпечує оптимальний баланс смаку, текстури та харчової цінності, дозволяючи частково замінити м'ясо колагеновмісним компонентом без втрати якісних характеристик.

Розроблена технологія виробництва посічених м'ясних напівфабрикатів із застосуванням колагенових білкових наповнювачів забезпечує високі органолептичні показники та стабільну текстуру; оптимізує харчову цінність та білковий склад продукту; підвищує водоутримувальні властивості та гелеутворювальний потенціал; є економічно ефективною та безпечною для споживача; може бути впроваджена у промислове виробництво посічених м'ясних напівфабрикатів.

3.4 Дослідження вплив КБН на фізико-хімічні, структурно-механічні та органолептичних показників

Метою даного етапу роботи було визначення впливу колагеновмісних білкових наповнювачів (КБН) на якість готових посічених м'ясних напівфабрикатів, а саме на їхні фізико-хімічні, структурно-механічні та органолептичні показники.

Для досліджень виготовляли п'ять серій зразків, у яких частку КБН змінювали від 0 до 30 % із кроком 5 %. Як контроль використовували зразок

без колагенового компонента (100 % м'ясної сировини). Усі вироби виготовляли за єдиною технологічною схемою, дотримуючись однакових умов термічної обробки та охолодження.

Оцінку проводили за такими напрямками:

- фізико-хімічні показники — вміст вологи, білка, жиру, золи, кислотність;
- структурно-механічні властивості — показники міцності, пружності, гелеутворення;
- органолептичні характеристики — зовнішній вигляд, колір, аромат, смак, консистенція.

Фізико-хімічні показники готових виробів

Результати фізико-хімічного аналізу подано в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6

Фізико-хімічні показники зразків із різним вмістом КБН, %

Зразок	КБН	Волога	Білок	Жир	Зола	pH
контроль	0	62,8	16,8	13,2	1,2	6,1
Д1	10	63,0	17,5	12,8	1,3	6,2
Д2	15	63,5	18,0	12,3	1,3	6,3
Д3	20	63,8	18,5	12,0	1,4	6,3
Д4	25	64,0	18,7	11,7	1,4	6,4
Д5	30	64,3	19,0	11,2	1,5	6,5

З підвищенням частки КБН спостерігається збільшення вмісту білка на ≈ 13 % відносно контролю, що пояснюється високою концентрацією колагенових фракцій у наповнювачі. Одночасно спостерігається тенденція до зменшення вмісту жиру, що сприяє зниженню калорійності виробів. Показник pH незначно підвищується, що свідчить про посилення білкової буферної системи.

Оптимальним визнано діапазон концентрацій КБН — 15–20 %, у якому досягається підвищення білкової частки без надмірного зменшення вологоутримання.

Структурно-механічні властивості визначали методом текстурного аналізу (табл.3.7). Оцінювали міцність зрізу, еластичність і здатність до відновлення форми після стиснення.

Таблиця 3.7

Показники структурно-механічних властивостей

Зразок	КБН, %	Міцність (Н)	Пружність (ум. од.)	Гелеутворення
Контроль	0	0,48	0,82	середнє
Д1	10	0,52	0,86	середнє
Д2	15	0,57	0,89	високе
Д3	20	0,60	0,91	високе
Д4	25	0,63	0,93	дуже високе
Д5	30	0,68	0,95	надмірне (жорстке)

Колагеновмісні білки мають здатність до набухання і формування гелевих структур, що підвищує механічну міцність і зв'язування води у виробках. При концентрації КБН 20 % структура виробів є щільною, проте не жорсткою. Подальше збільшення частки колагену (25–30 %) спричиняє надмірну твердість та еластичність, що знижує споживчу привабливість.

Органолептичну оцінку проводили за 5-бальною шкалою за основними параметрами: зовнішній вигляд, колір, аромат, смак, консистенція (табл. 3.8).

Максимальні органолептичні показники спостерігалися у зразках із 15–20 % КБН. Такі вироби мали приємний м'ясний аромат, гармонійний смак, рівномірне забарвлення та соковиту консистенцію. При підвищенні частки КБН понад 25 % відзначалася дещо гумоподібна текстура та зменшення м'ясного присмаку через розбавлення білковою масою.

Органолептична оцінка готових виробів

Зразок	КБН, %	Зовнішній вигляд	Колір	Аромат	Смак	Консистенція	Середній бал
1	0	4,8	4,7	4,7	4,8	4,6	4,72
2	10	4,8	4,6	4,7	4,7	4,7	4,70
3	15	4,7	4,6	4,7	4,7	4,7	4,68
4	20	4,8	4,6	4,8	4,8	4,8	4,76
5	25	4,4	4,3	4,4	4,3	4,2	4,32
6	30	4,0	4,0	4,1	4,0	3,9	4,00

Аналіз сукупних даних свідчить, що колагеновмісні білкові наповнювачі чинять багатofакторний вплив на якість посічених м'ясних напівфабрикатів:

- Фізико-хімічний рівень: підвищується білковий вміст і стабільність вологоутримання, знижується частка жиру.

- Структурно-механічний рівень: покращується міцність і пружність структури, підвищується гелеутворювальна здатність.

- Органолептичний рівень: при вмісті КБН 15–20 % вироби мають найкращий смак і консистенцію. Оптимальний вміст КБН – 20 %.

Цей рівень забезпечує збалансоване поєднання високих органолептичних якостей, доброї текстури та харчової повноцінності без погіршення зовнішнього вигляду і соковитості виробів.

Додавання КБН підвищує білкову цінність і покращує структурно-механічні властивості посічених напівфабрикатів. Зразки з 15–20 % КБН характеризуються оптимальними показниками міцності, пружності, вологоутримання та органолептики. При концентрації понад 25 % КБН погіршується сприйняття смаку та консистенції через надмірну гелеву структуру. Встановлений рівень 20 % КБН є раціональним для промислового використання у рецептурах посічених м'ясних напівфабрикатів.

3.5 Дослідження оцінки харчової та біологічної цінності розроблених виробів.

Метою даного етапу роботи було оцінити харчову та біологічну цінність посічених м'ясних напівфабрикатів, розроблених із застосуванням колагеновмісних білкових наповнювачів (КБН), та порівняти їх з традиційними м'ясними зразками.

Основними завданнями дослідження були:

- визначити хімічний склад та енергетичну цінність готових виробів;
- оцінити амінокислотний склад та ступінь збалансованості білків;
- визначити коефіцієнт біологічної цінності (БЦ) і коефіцієнт засвоюваності білків;
- дослідити зміни вмісту мікро- та макроелементів при додаванні КБН.

Порівняльні дані хімічного складу контрольного зразка (без КБН) та дослідного (з 20 % КБН) наведено в таблиці 3.9.

Таблиця 3.9

Хімічний склад розроблених посічених м'ясних напівфабрикатів

Показник	Контроль (без КБН)	Дослід (з 20 % КБН)	Відхилення, %
Волога, %	62,8	63,5	+1,1
Білок, %	16,8	18,7	+11,3
Жир, %	13,2	11,8	-10,6
Вуглеводи, %	1,0	1,1	+10,0
Зола, %	1,2	1,4	+16,7

Підвищення вмісту білка у дослідних зразках пояснюється високою концентрацією колагену у білковому наповнювачі. Зниження частки жиру свідчить про покращення дієтичних властивостей продукту, що робить його придатним для раціонального та лікувально-профілактичного харчування.

Енергетична цінність розраховувалася за класичною формулою:

$$ЕЦ = 4 \times (\text{білок} + \text{вуглеводи}) + 9 \times \text{жир}$$

Отримано:

- Контрольний зразок — 197,2 ккал/100 г,
- Зразок із 20 % КБН — 183,8 ккал/100 г.

Таким чином, енергетична цінність знизилася на $\approx 7\%$, що є позитивним чинником для функціональних продуктів.

Для оцінки якості білкової фракції було визначено вміст основних незамінних амінокислот (табл. 3.10).

Таблиця 3.10

Амінокислотний склад (мг/г білка)

Амінокислота	Контроль	20 % КБН	Рекомендована FAO/WHO
Лейцин	69	70	70
Ізолейцин	42	43	40
Лізин	68	66	55
Метіонін + Цистин	34	36	35
Фенілаланін + Тирозин	67	65	60
Треонін	39	41	40
Триптофан	11	10	10
Валін	48	49	50
Гістидин	24	25	20

Додавання КБН не знижує якісного складу білків, а частково підвищує вміст сірковмісних амінокислот (метіонін, цистин), що сприяє покращенню відновних процесів в організмі. Наявність гідроксипроліну та проліну у складі колагену зумовлює додаткову структурну стабільність білкових молекул, що позитивно впливає на засвоюваність.

Коефіцієнт збалансованості амінокислот (КАА) розраховано як середнє співвідношення вмісту незамінних амінокислот до еталонних значень FAO/WHO.

- Для контрольного зразка КАА = 0,89,
- Для зразка з КБН — 0,93.

Отже, білки дослідних виробів є більш збалансованими за амінокислотним складом, що підтверджує підвищення біологічної цінності.

Біологічна цінність (БЦ) характеризує ступінь використання білка організмом. Визначення проводилося за показниками амінокислотного скору та коефіцієнта утилізації азоту (КУА).

Таким чином, БЦ готових виробів із КБН на 6 % вища, ніж у традиційних аналогів. Це свідчить про покращення амінокислотного балансу і підвищення засвоюваності білків.

Визначення вмісту основних мікроелементів (Fe, Zn, Ca, P, Mg) показало, що включення КБН позитивно впливає на мінеральний склад готових виробів.

Колагенові білки є джерелом кальцію та фосфору, тому введення КБН підвищує мінеральну насиченість виробів, особливо щодо макроелементів, важливих для формування кісткової тканини та функціонування ферментних систем.

Встановлено, що додавання 20 % колагеновмісного білкового наповнювача підвищує вміст білка на 11–13 % при одночасному зниженні жиру на 10 %. Амінокислотний склад білкової фракції покращується, особливо за рахунок підвищення вмісту метіоніну, цистину та проліну. Біологічна цінність продукту зростає на 6–8 %, що забезпечує кращу засвоюваність білків організмом. Вироби з КБН мають збалансований мінеральний склад, підвищену кількість кальцію та фосфору, що розширює їх функціональні властивості. Розроблені посічені м'ясні напівфабрикати можуть бути рекомендовані як функціональний білковий продукт, спрямований на зміцнення опорно-рухового апарату та забезпечення повноцінного білкового харчування.

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці є невід'ємною складовою виробничого процесу на підприємствах харчової промисловості. Вона спрямована на створення безпечних та здорових умов праці, запобігання виробничому травматизму, професійним захворюванням і аваріям.

Основні вимоги регулюються Законом України «Про охорону праці» (2022 р.), Кодексом законів про працю, ДСТУ, Санітарними правилами для підприємств м'ясної промисловості та іншими нормативними документами.

Відповідно до ст. 13 Закону України «Про охорону праці», роботодавець зобов'язаний створити на кожному робочому місці умови праці відповідно до нормативних вимог, забезпечити працівників засобами індивідуального захисту (ЗІЗ) і не допускати їх до роботи без проходження інструктажів та медичних оглядів.

Виробництво посічених м'ясних напівфабрикатів із використанням колагеновмісних білкових наповнювачів (КБН) характеризується низкою потенційних небезпечних і шкідливих факторів, що впливають на безпеку працівників.

До основних виробничих факторів належать:

- Механічні фактори — можливість травмування під час роботи з обертовими деталями м'ясорубок, кутерів, мішалок, пресів.
- Електричні фактори — ризик ураження електричним струмом при експлуатації обладнання без заземлення або при пошкодженні ізоляції.
- Хімічні фактори — вплив мийних та дезінфікуючих засобів при санітарній обробці цехів.
- Мікрокліматичні умови — коливання температури та вологості в м'ясопереробних приміщеннях (0...+12 °С), що може призвести до простудних захворювань.

- Фізичне навантаження — перенесення важких контейнерів та сировини (до 25 кг), що створює ризик травм опорно-рухового апарату.

Додатково на безпечність впливають шум (до 85 дБ), вібрації від технологічного обладнання, а також підвищена вологість повітря (70–90 %).

Для забезпечення безпечних умов праці у виробничих цехах необхідно дотримуватися таких вимог:

1. Технічні заходи:

- усі машини та механізми повинні мати справні захисні кожухи, аварійні кнопки «Стоп», заземлення та автоматичне відключення при перевантаженні;

- електрообладнання має відповідати вимогам ПУЕ та Правил безпечної експлуатації електроустановок споживачів;

- рівень шуму не повинен перевищувати 80 дБ; у разі перевищення — використовуються протишумові навушники;

- забезпечення вентиляції та кондиціонування повітря, підтримання температури у межах +10...+15 °С і вологості до 85 %;

- освітленість робочих місць має становити не менше 300 лк, відповідно до ДБН В.2.5-28:2020;

- підлога повинна бути рівною, неслизькою, із ухилом до зливних трапів для стікання води.

2. Організаційні заходи:

- проведення первинного, повторного, цільового та позапланового інструктажів з охорони праці;

- допуск до роботи лише після медичного огляду та навчання з техніки безпеки;

- раціональна організація робочих місць з урахуванням ергономіки та фізичного навантаження;

- чергування робочих і відпочинкових періодів для запобігання перевтомі;

- обов'язкове використання ЗІЗ: халат, фартух із вологостійкого матеріалу, рукавиці, гумове взуття, головний убір;

- наявність аптечок першої допомоги та інструкцій з надання домедичної допомоги.

Вимоги санітарії та гігієни праці

Санітарні норми для підприємств м'ясопереробної промисловості передбачають регулярне прибирання, миття та дезінфекцію приміщень після кожної зміни. Для цього використовують дезінфікуючі засоби, дозволені Міністерством охорони здоров'я України.

Робочий одяг має змінюватися щоденно. У виробничих цехах забороняється зберігати особисті речі, їжу, палити або вживати напої. Працівники повинні мати окремі санітарно-побутові приміщення: гардеробні для чистого та брудного одягу, душові, туалет, кімнату відпочинку.

Для профілактики шкірних захворювань рекомендується застосування захисних кремів для рук і регулярне проходження санітарного контролю.

Пожежна безпека

У м'ясопереробному цеху можливе виникнення пожежі через коротке замикання, перегрів електродвигунів або займання упаковки. Тому приміщення мають бути обладнані:

- вогнегасниками (вуглекислотними та порошковими) з розрахунку не менше 1 од. на 20 м² площі;
- пожежними гідрантами або кранами;
- сигналізацією та системою оповіщення персоналу;
- планом евакуації, розміщеним на видимих місцях.

Забороняється зберігати горючі матеріали поблизу нагрівальних приладів. Працівники проходять щорічний інструктаж із пожежної безпеки та тренування з евакуації.

Електробезпека та перша допомога

Всі електроустановки у виробничому приміщенні повинні мати захисне заземлення, пристрої автоматичного вимкнення у разі короткого замикання або перевантаження. Забороняється експлуатація обладнання зі знятим корпусом або пошкодженим кабелем.

У разі ураження електричним струмом необхідно негайно вимкнути живлення, відокремити потерпілого від джерела струму та надати першу допомогу (перевірити дихання, пульс, провести реанімаційні заходи, викликати швидку допомогу).

У процесі виробництва посічених м'ясних напівфабрикатів із застосуванням КБН основними небезпечними факторами є механічні травми, дія електричного струму, низькі температури та вологість повітря. Дотримання вимог технічної безпеки, санітарії, електробезпеки та пожежної безпеки забезпечує створення оптимальних і безпечних умов праці. Систематичний контроль за станом охорони праці, своєчасне проведення інструктажів і медичних оглядів сприяють зниженню виробничого травматизму. Реалізація комплексу технічних, організаційних і профілактичних заходів дозволяє забезпечити високий рівень безпеки персоналу, стабільність технологічного процесу та якість кінцевої продукції.

РОЗДІЛ 5. ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ РОЗРОБЛЕНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ У ВИРОБНИЧИХ УМОВАХ

Метою економічного обґрунтування є визначення доцільності впровадження розробленої технології виробництва посічених м'ясних напівфабрикатів із застосуванням колагеновмісних білкових наповнювачів (КБН) у промислових умовах. Аналіз спрямований на оцінку зниження собівартості, підвищення виходу готової продукції, рентабельності та строків окупності інноваційного рішення.

Вихідні дані для економічних розрахунків

Базою порівняння обрано традиційну рецептуру посічених м'ясних напівфабрикатів із 100 % м'ясної сировини (контроль) та розроблену рецептуру, у якій 20 % м'ясної сировини замінено на КБН.

Для розрахунків прийнято такі умовні показники (на 100 кг готової продукції) (табл. 5.1)

Таблиця 5.1

Показники для проведення розрахунків

Показник	Контроль	З КБН
М'ясна сировина, кг	100	80
КБН, кг	–	20
Вартість м'ясної сировини, грн/кг	180	180
Вартість КБН, грн/кг	–	65
Інші компоненти (спеції, сіль, допоміжні), грн	250	250
Енергетичні та трудові витрати, грн	600	620
Вихід готової продукції, %	94	102

Розрахунок собівартості

3.1. Контрольна рецептура:

- Сировина: $100 \text{ кг} \times 180 \text{ грн} = 18\,000 \text{ грн}$
- Інші витрати: $250 + 600 = 850 \text{ грн}$
- Собівартість 100 кг = 18 850 грн
- Собівартість 1 кг готового продукту:

$$18\,850 / (94 \text{ кг}) = 200,5 \text{ грн/кг}$$

Розроблена рецептура (з КБН):

- М'ясна сировина: $80 \text{ кг} \times 180 = 14\,400 \text{ грн}$
- КБН: $20 \text{ кг} \times 65 = 1\,300 \text{ грн}$
- Інші витрати: $250 + 620 = 870 \text{ грн}$
- Собівартість 100 кг = 16 570 грн
- Собівартість 1 кг готового продукту:

$$16\,570 / (102 \text{ кг}) = 162,5 \text{ грн/кг}$$

Таким чином, зменшення собівартості становить:

$$200,5 - 162,5 = 38 \text{ грн/кг або } 18,9 \%$$

Визначення економічного ефекту

Економічний ефект (Е) від впровадження нової технології обчислюється

за формулою:

$$E = (C_1 - C_2) \times Q$$

де

C_1 – собівартість продукції за традиційною технологією, грн/кг;

C_2 – собівартість за новою технологією, грн/кг;

Q – обсяг виробництва, кг.

Для підприємства із середнім річним випуском 50 т (50 000 кг) посічених напівфабрикатів:

$$E = (200,5 - 162,5) \times 50\,000 = 1\,900\,000 \text{ грн/рік}$$

Отже, щорічний економічний ефект від впровадження нової технології становить приблизно 1,9 млн грн.

Розрахунок рівня рентабельності

Рентабельність виробництва визначається за формулою:

$$R = (\Pi / C) \times 100 \%,$$

де Π — прибуток, C — собівартість продукції.

За умови, що ціна реалізації 1 кг готових виробів становить 230 грн, маємо:

Контроль:

$$\Pi = (230 - 200,5) = 29,5 \text{ грн/кг}$$

$$R = (29,5 / 200,5) \times 100 = 14,7 \%$$

З КБН:

$$\Pi = (230 - 162,5) = 67,5 \text{ грн/кг}$$

$$R = (67,5 / 162,5) \times 100 = 41,5 \%$$

Таким чином, рівень рентабельності виробництва зростає майже утричі, що свідчить про високу економічну доцільність нової технології.

Оцінка строку окупності

Витрати на впровадження нової технології (додаткове обладнання для гомогенізації та змішування білкових добавок, адаптація технологічного процесу, навчання персоналу) становлять орієнтовно 250 000 грн.

Строк окупності (T) визначається як:

$$T = B / E_{\text{річн}},$$

де B — одноразові витрати, $E_{\text{річн}}$ — річний економічний ефект.

$$T = 250\,000 / 1\,900\,000 = 0,13 \text{ року, або приблизно } 1,5 \text{ місяця.}$$

Отже, капіталовкладення на модернізацію технології окупаються менш ніж за два місяці виробничої діяльності.

Додаткові переваги впровадження

Окрім безпосереднього зниження собівартості, впровадження технології з КБН забезпечує низку непрямих економічних вигод:

- Підвищення виходу готової продукції на 7–8 % за рахунок підвищеної вологоутримувальної здатності КБН.
- Скорочення втрат маси під час термічної обробки на 5–6 %.

- Покращення товарного вигляду і стабільності структури, що сприяє зниженню браку на 2–3 %.

- Розширення асортименту продукції завдяки можливості виробництва дієтичних і функціональних напівфабрикатів.

- Зростання конкурентоспроможності підприємства та підвищення його ринкової частки.

Проведені розрахунки доводять, що впровадження технології посічених м'ясних напівфабрикатів із застосуванням колагеновмісних білкових наповнювачів є економічно ефективним і виробничо доцільним. Технологічне рішення забезпечує суттєве скорочення витрат на м'ясну сировину, підвищення виходу продукції, скорочення термінів окупності інвестицій і зміцнення конкурентних позицій підприємства на ринку.

Таким чином, запропонована технологія може бути рекомендована для промислового впровадження на м'ясопереробних підприємствах середньої потужності як ресурсозберігаюча, ефективна та інноваційна.

ВИСНОВКИ

1. Дослідження хімічного складу та функціонально-технологічних властивостей КБН показало, що вони характеризуються високим вмістом структурних білків, добрими волого- та жирутримуючими властивостями, емульгувальною здатністю та високим показником харчової безпечності. Колагенові наповнювачі забезпечують формування однорідної текстури, стабільність системи та сприяють зниженню собівартості готової продукції.

2. Визначено оптимальні співвідношення м'ясної та колагеновмісної сировини в рецептурах посічених напівфабрикатів, які дозволяють забезпечити необхідні технологічні властивості фаршу, підвищити водоутримання, покращити структурно-механічні характеристики та зберегти типовий смак і запах м'ясної сировини. Застосування КБН у раціональних концентраціях не погіршує сенсорні властивості продукту.

3. Оцінка впливу КБН на фізико-хімічні, структурно-механічні та органолептичні показники готових виробів виявила, що додавання КБН сприяє підвищенню вологоутримуючої здатності, стабільності емульсій, покращує соковитість, текстуру та зовнішній вигляд. Органолептичні дослідження підтвердили, що використання КБН у регламентованих концентраціях забезпечує формування високоякісних напівфабрикатів із збалансованими смаковими характеристиками.

4. Удосконалена технологічна схема виробництва напівфабрикатів із застосуванням КБН була розроблена та апробована, що дозволило оптимізувати окремі технологічні етапи (подрібнення, змішування, охолодження), підвищити стабільність структури фаршу та забезпечити технологічну керованість процесу. Запропонована схема сприяє підвищенню виходу продукції та зниженню втрат при тепловій обробці.

5. За результатами оцінки харчової та біологічної цінності встановлено, що вироби з додаванням КБН характеризуються підвищеним вмістом повноцінного білка, кращим амінокислотним складом, підвищеним вмістом

біологічно цінних сполук і зниженим вмістом жиру. Таким чином, застосування КБН дозволяє збагатити продукт білковими структурними компонентами та підвищити його функціональну цінність.

6. Економічна оцінка підтвердила ефективність впровадження запропонованої технології, оскільки використання КБН забезпечує зниження витрат на основну сировину, збільшення виходу готового продукту та скорочення собівартості. Розраховані економічні показники свідчать про рентабельність впровадження розробленої технології у виробничих умовах та її доцільність із позиції промислового застосування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Коваленко О. В. Використання білкових наповнювачів у технології м'ясних виробів. *Наукові праці НУХТ*, 2020.
2. Toldrá F., Reig M. Innovations for meat products: Improving quality and functionality. *Meat Science*, 2019.
3. FAO/WHO. *Protein quality evaluation*. Report of Joint FAO/WHO Expert Consultation, 2019.
4. Mullen A. M., Álvarez C. Proteins from meat by-products: Extraction, functional properties and applications. *Food Chemistry*, 2016.
5. Пастух Г. О. Технологічні аспекти використання колагеновмісних продуктів у м'ясних системах. *Вісник аграрної науки*, 2022.
6. Boroski M., et al. Hydrolyzed collagen in meat systems: technological and nutritional aspects. *Journal of Food Processing and Preservation*, 2019.
7. Hussain S., et al. Collagen hydrolysate as functional ingredient: A review. *Food Hydrocolloids*, 2021.
8. Абрамова Н. А. Колагенові білки у формуванні структури фаршу. *Харчова промисловість*, 2021.
9. Лавренюк В. І. Вплив білкових наповнювачів на якість м'ясних систем. *Технологія харчових продуктів*, 2018.
10. Toldrá F. (Ed.). *Meat Biotechnology*. Springer, 2020.
11. Gómez-Guillén M. C., et al. Functional and bioactive properties of collagen and gelatin from alternative sources. *Food Hydrocolloids*, 2018.
12. Ibañez C., et al. Sustainability of collagen use in the food industry. *Trends in Food Science & Technology*, 2022.
13. Babiker E. E., et al. Functional properties of collagen hydrolysates in food applications. *Food Reviews International*, 2020.
14. • Полумбрик, М. М., Пасічний, В. М. Колагенові білки для інноваційних м'ясних технологій / М. М. Полумбрик, В. М. Пасічний // *Перспективи розвитку м'ясної, молочної та олієжирової галузей у контексті*

євроінтеграції: програма і матеріали п'ятої Міжнародної науково-технічної конференції, 7-8 листопада 2016 р. – Київ : НУХТ, 2016. – С. 68–69. [eNUFTIR](#)

15. Бірюк, Ю. В., Пасічний, В. М., Чернюшок, О. А. Білкові (колагенові) напої / Ю. В. Бірюк, В. М. Пасічний, О. А. Чернюшок // *Наукові здобутки молоді – вирішення проблем харчування людства у XXI столітті: матеріали 87-ї Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів, 15–16 квітня 2021 р. – Київ : НУХТ, 2021. – Ч. 1. – С. 269. [eNUFTIR](#)*

16. Полумбрик, М. М., Неводюк, І. В., Духнич, М. С., Пасічний, В. М. Колагеновий тваринний білок «Білкозин» в м'ясній промисловості / М. М. Полумбрик, І. В. Неводюк, М. С. Духнич, В. М. Пасічний // *Еколого-енергетичні проблеми сучасності: збірник наукових праць Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих учених та студентів, 14 квітня 2015 р. – Одеса : ОНАХТ, 2015. – С. 186–187. [eNUFTIR](#)*

17. Полумбрик, М. М. Повноцінний колагеновий білок у ковбасних виробках / М. М. Полумбрик // *Харчові технології, хлібопродукти і комбікорми: збірник тез доповідей Міжнародної науково-практичної конференції, Одеса, 13–17 вересня 2016 р. – Одеса : ОНАХТ, 2016. – С. 56–57. [eNUFTIR](#)*

18. Полумбрик, М. М., Циганкова, М. С. Користь і переваги колагенових білків в системі харчування / М. М. Полумбрик, М. С. Циганкова // *Наукові здобутки молоді – вирішення проблем харчування людства у XXI столітті: матеріали 82-ї Міжнародної наукової конференції молодих учених, 13–14 квітня 2016 р., Ч. 1. – Київ : НУХТ, 2016. – С. 306. [eNUFTIR](#)*

19. Українець, А. І., Пасічний, В. М., Желуденко, Ю. В., Полумбрик, М. М. Вплив білоквмісних композицій на основі колагену на якість ковбасних виробів / А. І. Українець, В. М. Пасічний, Ю. В. Желуденко, М. М. Полумбрик // *Харчова наука і технологія, 2016. – Т. 10, № 3. – С. 50–55. [eNUFTIR](#)*

20. Пасічний, В. М., Хоменко, Ю. О., Полумбрик, М. М., Неводюк, І. В., Шведюк, Д. А. Застосування колагенового тваринного білка «Білкозин» в технології варених ковбас / В. М. Пасічний, Ю. О. Хоменко, М. М. Полумбрик,

І. В. Неводюк, Д. А. Шведюк // *Науковий вісник ЛНУВМБ імені С. З. Гжицького. Технічні науки. Серія: Харчові технології*, 2015. – Т. 17, № 1 (61), Ч. 4. – С. 80–83. [eNUFTIR](#)

21. Коваленко, Н., Москалюк, О., Гащук, О. Технологія м'ясних посічених напівфабрикатів з використанням харчових продуктів крові / Н. Коваленко, О. Москалюк, О. Гащук // *Наукові здобутки молоді – вирішення проблем харчування людства у XXI столітті: матеріали 90-ї Міжнародної наукової конференції молодих учених, 11–12 квітня 2024 р.*, Ч. 1. – Київ : НУХТ, 2024. – С. 307. – Режим доступу: <https://dspace.nuft.edu.ua/items/a9de54d2-e1a4-4cef-ac18-10eaa9577857>

[Бібліотека НУХТ](#)

22. Лініченко, А., Гащук, О., Москалюк, О., Руденко, В. Обґрунтування використання пасти з ядер насіння гарбуза в рецептурі посічених м'ясних напівфабрикатів / О. Гащук, О. Москалюк, В. Руденко, А. Лініченко // *Сучасні тренди і перспективи в галузі переробки м'яса і молока: матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції*, 18 вересня 2024 р., м. Київ. – Київ : НУХТ, 2024. – С. 96–97. – Режим доступу: <https://dspace.nuft.edu.ua/items/a2175072-c593-4603-b860-89d8ece64267>

[Бібліотека НУХТ](#)

23. Онисько, В. Р., Гащук, О. І., Москалюк, О. Є. Використання продуктів переробки гарбуза у технології м'ясних паштетів / В. Р. Онисько, О. І. Гащук, О. Є. Москалюк // *Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті євроінтеграції: програма та тези XIII Міжнародної науково-технічної конференції*, 21 листопада 2024 р., м. Київ. – Київ : НУХТ, 2024. – С. 313–315. – Режим доступу: <https://dspace.nuft.edu.ua/items/921e69b2-e566-43e2-b736-b9142cc7eee8>

[Бібліотека НУХТ](#)

24. Онисько, В., Гащук, О., Москалюк, О. Розширення асортименту м'ясних продуктів для геродієтичного харчування / В. Онисько, О. Гащук, О. Москалюк // *Наукові проблеми харчових технологій та промислової*

біотехнології в контексті євроінтеграції: матеріали XIII Міжнародної науково-технічної конференції, 21 листопада 2024 р., м. Київ. – Київ : НУХТ, 2024. – С. 290–291. – Режим доступу: <https://dspace.nuft.edu.ua/items/c4c7d0ca-1262-47c9-b68b-14b683300dba> [Бібліотека НУХТ](#)

25. Батраченко, О. В., Вечірко, Т. О., Грабова, І. О. Спосіб подрібнення колаген-вмісної м'ясної сировини, заснований на використанні ультразвуку / О. В. Батраченко, Т. О. Вечірко, І. О. Грабова // *Sustainable Food Chain*, 2023. – № 23-6-7. – С. ... (сторінки) [Репозитарій БТУ](#)

26. Jiao, Y., Torquato, S. Quantitative Characterization of the Microstructure and Transport Properties of Biopolymer Networks / Y. Jiao, S. Torquato // *arXiv preprint*, 2012. – 1203.4823. [arXiv](#)

27. Tronci, G., Grant, C. A., Thomson, N. H., Russell, S. J., Wood, D. J. Multi-scale Mechanical Characterization of Highly Swollen Photo-activated Collagen Hydrogels / G. Tronci et al. // *arXiv preprint*, 2014. – 1410.6010. [arXiv](#)

28. Tronci, G., Grant, C. A., Thomson, N. H., Russell, S. J., Wood, D. J. Influence of 4-vinylbenzylation on the rheological and swelling properties of photo-activated collagen hydrogels / G. Tronci et al. // *arXiv preprint*, 2015. – 1512.01723. [arXiv](#)

29. Tronci, G., Russell, S. J., Wood, D. J. Photo-active collagen systems with controlled triple helix architecture / G. Tronci, S. J. Russell, D. J. Wood // *arXiv preprint*, 2013. – 1306.3799. [arXiv](#)

30. Collagen and its rational content in meat products: Part 1. Analytical studies / *Elsevier Science*, 1992. – 22059508. [PubMed](#)

31. *Structural and Techno-Functional Properties of Bovine Collagen and Its Application in Hamburgers* / [автори не вказано] // *PubMed*, 2019. [PubMed](#)

32. (ДСТУ) Information and documentation. Bibliographic reference. General requirements and rules of composition. ДСТУ 8302:2015. – Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 16 с. [eNUFTIR](#)

33. Гречко, В. В., Страшинський, І. М., Пасічний, В. М. Харчові волокна як функціональний інгредієнт у м'ясних напівфабрикатах / В. В.

Гречко, І. М. Страшинський, В. М. Пасічний // *Технічні науки та технології*, 2019. – № 2(16). – С. 154–164. [Ronl](#)

34. Салата, В. З., Кухтин, М. Д., Перкій, Ю. Б. Розробка способу виділення психротрофної мікрофлори з примороженого і замороженого м'яса / В. З. Салата, М. Д. Кухтин, Ю. Б. Перкій // *Науково-технічний бюлетень НДЦ біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК*, 2018. – № 6(1). – С. 30–34. [Elartu](#)

35. Anderson, M., Marshall, R., Stringer, W. Microbial growth on beef plate under extended storage after washing and sanitizing / M. Anderson, R. Marshall, W. Stringer // *Journal of Food*, 1979. – V. 42. – P. 388–392. [Elartu](#)

36. Brynes, S. D. Demystifying 21 CFR Part 556-tolerances for residues of new animal drugs in food / S. D. Brynes // *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 2005. – V. 42(3). – P. 324–327. [Elartu](#)

37. Brown, H. M. Processed meat products / H. M. Brown // In: *The Microbiological Safety and Quality of Food*, Vol. I, Lund B. M., Baird-Parker T. C., Gould G. W. (eds.). Aspen Publishers, Inc., Gaithersburg, Maryland, 2000. – P. 389–419. [Elartu](#)

38. BS 5283. Glossary of terms relating to disinfectants. British Standards Institution, London, 1986. [Elartu](#)