

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

УДК 637.521:663.033

ПОГОДЖЕНО

Декан факультету харчових технологій
та управління якістю продукції АПК

_____ Лариса БАЛЬ-ПРИЛИПКО

«_____» _____ 2024 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри технології м'ясних,
рибних та морепродуктів

_____ Наталія ГОЛЕМБОВСЬКА

«_____» _____ 2024 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на тему: «Вдосконалення технології м'ясних напівфабрикатів з
використанням ферментних препаратів»**

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.т.н., доцент _____ Богдана ЛЕОНОВА

Виконав

_____ Сергій КОЛЕСНИК

КИЇВ – 2024

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

« _____ » _____ 2024 р.

**ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
СТУДЕНТУ**

Колеснику Сергію Валерійовичу

Спеціальність **181«Харчові технології»**

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

Орієнтація освітньої програми **освітньо-професійна**

Тема магістерської роботи «Вдосконалення технології м'ясних напівфабрикатів з використанням ферментних препаратів», затверджена наказом ректора НУБіП України від «17» січня 2024 р. №53 «С»

Термін здачі студентом завершеної роботи на кафедрі - 15.11.2024 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 напівфабрикатів з використанням ферментних препаратів

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

актуальна технологія виготовлення напівфабрикатів; застосування ферментів у харчовій промисловості; дослідження технологічного процесу виробництва та виходу готового продукту; проведення оцінки органолептичних, фізико-хімічних та мікробіологічних показників напівфабрикатів з використанням ферментних препаратів; висновки.

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

таблиці, рисунки, графіки

Дата видачі завдання «15» березня 2024 р.

Керівник магістерської роботи _____ **Богдана ЛЕОНОВА**
Завдання прийняв до виконання _____ **Сергій КОЛЕСНИК**

РЕФЕРАТ

Магістерська кваліфікаційна робота складається зі вступу, 5 розділів, списку використаної літератури, який містить 84 джерел. Робота виконана на 86 сторінках і включає в себе 8 рисунків, 23 таблиці.

Тема магістерської роботи: «Вдосконалення технології м'ясних напівфабрикатів з використанням ферментних препаратів».

Метою магістерської кваліфікаційної роботи є вдосконалення технології виробництва м'ясних напівфабрикатів з використанням ферментних препаратів.

Наведено результати аналітичних та експериментальних досліджень м'ясних напівфабрикатів. Розроблено програму досліджень, визначені методи, відповідно до поставлених завдань.

Об'єктом дослідження є вдосконалення технологічних процесів виробництва порційних м'ясних напівфабрикатів.

Предметом дослідження є свинина та ферментний препарат транзим 100.

Досліджено органолептичні, фізико-хімічні, функціонально-технологічні, мікробіологічні показники.

Проведено розрахунок економічної ефективності.

Висновок магістерської кваліфікаційної роботи за результатами досліджень носить рекомендаційний характер.

Ключові слова: М'ЯСНІ НАПІВФАБРИКАТИ, ФЕРМЕНТНІ ПРЕПАРАТИ, ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ, ТЕХНОЛОГІЯ ОБРОБКИ М'ЯСА, ФЕРМЕНТАЦІЯ М'ЯСА, ТЕХНОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ, БІОКАТАЛІЗАТОРИ, ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	5
ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	9
1.1. Теоретичні основи виготовлення напівфабрикатів.....	9
1.2. Застосування ферментів у харчовій промисловості.....	12
1.3. Основні інгредієнти ферментованих м'ясних продуктів.....	16
1.4. Мікробіологічна небезпека ферментованих м'ясних продуктів.....	31
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ ТА МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	38
2.1. Об'єкт і предмет досліджень	38
2.2. Схема проведення досліджень	38
2.3. Методи дослідження.....	40
2.4. Методи статистичної обробки даних.....	43
РОЗДІЛ 3. ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ М'ЯСНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ФЕРМЕНТНИХ ПРЕПАРАТІВ.....	44
3.1. Технологічний процес виробництва порційних м'ясних напівфабрикатів.....	44
3.2. Органолептична оцінка досліджуваних порційних напівфабрикатів зі свинини.....	48
3.3. Дослідження фізико-хімічних показників порційних напівфабрикатів зі свинини.....	51
3.4. Функціонально-технологічні показники порційних напівфабрикатів зі свинини.....	52
3.5. Енергетична цінність порційних напівфабрикатів зі свинини.....	53
3.6. Мікробіологічні показники якості готового продукту протягом зберігання.....	56
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ	59
РОЗДІЛ 5. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.....	69
ВИСНОВКИ	77
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	78

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ДСТУ – міжнародний стандарт

ЄС – Європейський Союз

БГКП – бактерії групи кишкових паличок

ВУЗ – вологоутримуюча здатність

КМАФАнМ - кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів

ТУ – технічні умови

ВЗЗ – вологозв'язуюча здатність

КУО – колонієутворюючі одиниці

ПНЖК – полі ненасичені жирні кислоти

МНЖК – моно ненасичені жирні кислоти

НАК – незамінні амінокислоти

ВСТУП

М'ясо є основним джерелом білка в раціоні людини, яке надходить у торгову мережу в натуральному вигляді, і тому повинно відповідати високим вимогам щодо споживчих властивостей. Одним із ключових завдань харчової промисловості є забезпечення безперебійного постачання продуктів харчування, зокрема м'яса, населенню за короткий час. У зв'язку з цим важливим напрямом розвитку м'ясної індустрії є ефективна переробка сировини, впровадження інноваційних технологій для підвищення якості та поліпшення смакових характеристик кінцевого продукту.

Однією з основних характеристик, що визначають харчові властивості м'яса, є його ніжність і соковитість. Ніжність яловичини значною мірою залежить від частини тіла тварини, її породи, статі та віку.

У загальному обсязі виробленого м'яса в Україні частка яловичини становить понад 30 %. Зростаючий попит на цей продукт зумовлений високим вмістом білка при низькому рівні жиру.

Проте м'язова тканина яловичини характеризується жорсткою текстурою та низькою соковитістю. Консистенція м'яса в основному залежить від термінів і умов дозрівання. Лише після дозрівання м'ясо набуває необхідної ніжності, соковитості, а також приємного смаку і аромату, що сприяє кращій засвоюваності продукту організмом людини і забезпечує задоволення його потреб навіть при меншій масі.

Актуальність дослідження. Забезпечення населення країни харчовими продуктами, особливо м'ясом, є надзвичайно важливим завданням. У його вирішенні важливу роль відіграють не лише успішний розвиток сільського господарства, але й ефективна робота переробних галузей.

На сьогоднішній день розроблено високопродуктивні технологічні процеси обробки м'ясної сировини із застосуванням нетрадиційних високоградієнтних енергетичних полів та новітніх методів виготовлення комбінованих м'ясопродуктів із заданими властивостями. Однак інтенсифікація технологічних процесів переробки м'ясної сировини, спрямована на підвищення продуктивності праці, не завжди веде до покращення якості

кінцевих продуктів. Основною перешкодою є тривалі біохімічні процеси дозрівання м'яса, а механічні та біохімічні методи прискорення автолізу не знайшли широкого застосування.

Оптимальні споживчі властивості м'яса, зокрема його ніжність, смак та аромат, досягаються в процесі дозрівання, яке при низьких позитивних температурах займає більше часу. Розробка нової технології для прискорення цього процесу в умовах промислового виробництва є одним із найважливіших і актуальних завдань. На сьогодні існують різні методи тендеризації м'яса, які дозволяють збільшити швидкість ферментативних процесів та розривають м'язові і сполучні структури, що сприяє покращенню його ніжності та інтенсифікації процесу дозрівання. Однак ці методи мають обмежене застосування в промисловості через високу вартість використаних ферментів, складність обладнання та технологій, а також нерівномірний розподіл ферментів у м'ясі.

Метою магістерської кваліфікаційної роботи є вдосконалення технології виробництва м'ясних напівфабрикатів з використанням ферментних препаратів.

Для досягнення поставленої мети було визначено необхідність вирішення наступних завдань:

- вибір та впровадження спеціалізованих ферментних препаратів, а також їх подальше використання в процесі виробництва м'ясних напівфабрикатів;
- аналіз впливу ферментного препарату — транзим 100 — на харчову та біологічну цінність порційних напівфабрикатів;
- визначення мікробіологічних показників порційних напівфабрикатів, що містять ферментний препарат транзим 100;
- дослідження змін органолептичних та функціональних властивостей порційних напівфабрикатів в процесі обробки ферментом;
- удосконалення технології виробництва м'ясних напівфабрикатів із використанням ферментного препарату;
- оцінка економічної доцільності вдосконалення технології виробництва порційних напівфабрикатів.

Об'єктом дослідження є вдосконалення технологічних процесів виробництва порційних м'ясних напівфабрикатів.

Предметом дослідження є свинина та ферментний препарат транзим 100.

Методи дослідження включають органолептичні, фізико-хімічні, функціонально-технологічні, мікробіологічні методи, а також методи статистичної обробки отриманих результатів.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Теоретичні основи виготовлення напівфабрикатів

М'ясні напівфабрикати являють собою сирі м'ясні продукти, підготовлені до подальшої термічної обробки, такої як варіння або смаження. Централізоване виробництво таких напівфабрикатів, упакованих у гігієнічну тару, сприяє зменшенню втрат сировини, підвищенню ефективності праці та поліпшенню стандартів обслуговування. Напівфабрикати та швидкозаморожені страви використовуються як у побутових умовах, так і в громадському харчуванні, зокрема в школах, лікарнях, на залізничному та авіаційному транспорті.

Асортимент м'ясних напівфабрикатів є досить широким. В залежності від виду м'яса їх поділяють на: яловичі, баранячі, свинячі, телячі та пташині. За способом попередньої обробки та кулінарним призначенням ці продукти можуть бути класифіковані на: натуральні, обкачані в сухарях, рубані, пельмені та м'ясний фарш.

Натуральні напівфабрикати представлені шматками м'яса, що мають певну або довільну вагу, розмір і форму, вирізаними з відповідних частин туш. Вони поділяються на крупношматкові, порційні та дрібношматкові. Крім того, натуральні напівфабрикати можуть бути безкістковими або містити кістки. З точки зору якості, натуральні напівфабрикати переважають інші види, оскільки для їх виготовлення використовуються найбільш ніжні частини м'яса. Процес видалення кісток, сухожиль та хрящів підвищує харчову цінність продукту, зокрема збільшується вміст білка і зменшується кількість жиру.

Для виготовлення натуральних напівфабрикатів застосовують яловичину та баранину першої та другої категорії, свинину різних категорій якості (від першої до четвертої), а також телятину. При цьому не допускається використання м'яса биків, кнурів, баранів і козлів, а також повторно замороженого м'яса.

Крупношматкові напівфабрикати виробляються з обваленого м'яса. Це м'ясо або пластини м'яса, вирізані з певних частин півтуш, очищені від сухожиль і грубих плівок, збереженням міжм'язових, сполучних і жирових

тканин. Поверхня таких шматків має бути рівною, без ознак висихання, з акуратно обрізаними краями.

З яловичини виділяють такі частини, як вирізка (довгий м'яз спини, який складається з товстого та тонкого країв), тазостегнові частини (включаючи верхні та внутрішні шматки, бокові та зовнішні), лопаткову частину (плечову та заплічну частини), підлопаткову частину, грудну частину, а також покромку (з яловичини першої категорії) та котлетне м'ясо.

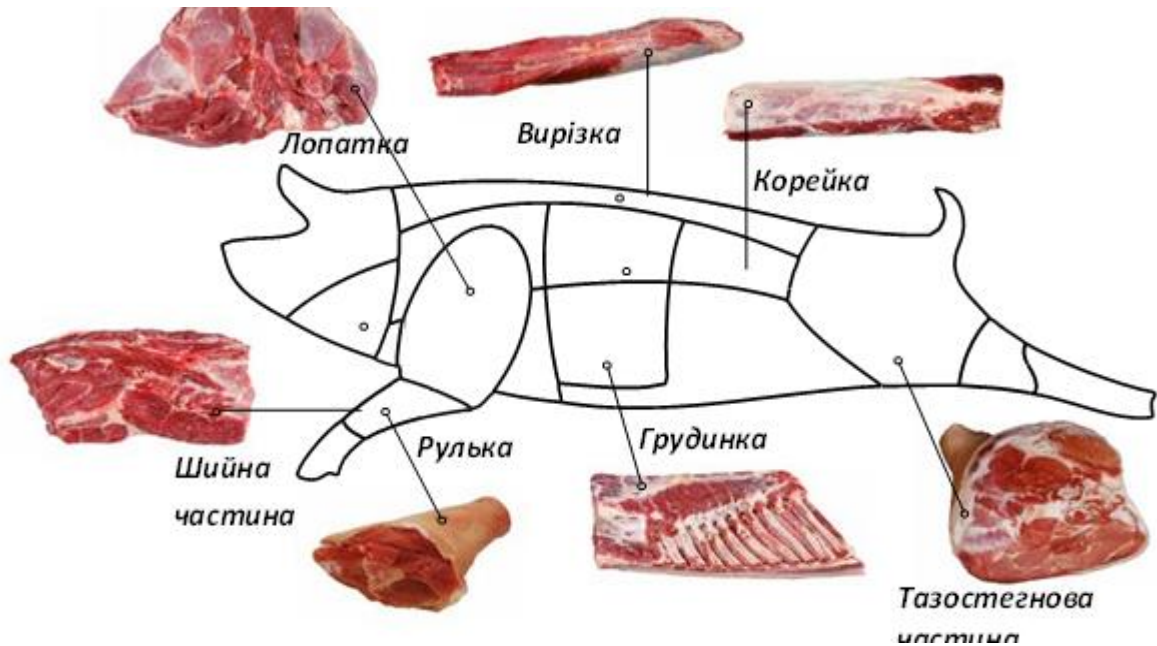


Рис. 1.1. Схема розбирання свинячої півтуші

У процесі виготовлення крупношматкових напівфабрикатів туші та півтуші заздалегідь піддаються обробці. Обвалювання відрубів здійснюється на конвеєрних та стаціонарних столах, а також у підвішеному стані, що дозволяє уникнути глибоких порізів м'язових тканин. При обвалюванні півтуш використовують методи повного або часткового зачищення кісток, результатом чого є утворення м'ясокісткових напівфабрикатів, таких як супові набори, рагу, м'ясокісткові набори, столові набори та інші.

Для раціонального використання найцінніших частин туші рекомендується застосовувати комбіноване розбирання півтуш, при якому виділяються крупношматкові напівфабрикати, з яких згодом нарізають порційні, а решта частин туші направляється на обвалювання для подальшого виробництва ковбасних виробів.

Порційні напівфабрикати виготовляють із окремих шматків м'якоті крупношматкових напівфабрикатів. Порційні напівфабрикати представляють собою один або два шматки м'яса, що мають приблизно однакову масу, призначені для приготування шляхом смаження цілими шматками. Для їх виготовлення зазвичай використовуються найніжніші частини туші, зокрема вирізка, м'якоть спинної, поперекової та тазостегнової частин. М'ясо інших частин туші, хоча й володіє повноцінним білковим складом, має підвищену жорсткість, тому здебільшого використовується для тушкування або виготовлення м'ясного фаршу. Воно може бути застосоване для виготовлення порційних напівфабрикатів лише після спеціального розм'якшення, яке досягається завдяки тривалому дозріванню м'яса під впливом ферментних препаратів. Використання ферментів сприяє значному прискоренню процесів, що забезпечують м'ясу ніжність, соковитість, аромат і смак.

Для штучного розм'якшення жорстких частин туш застосовують протеолітичні ферменти рослинного, тваринного або мікробіального походження. Особливий інтерес викликають панкреатин, еластаза, реніномейн Г10Х, папаїн, що використовуються для обробки м'яса з високим вмістом сполучної тканини.

До порційних напівфабрикатів з свинини відносяться: вирізка, біфштекс натуральний, лангет, антрекот, ромштекс (як у паніруванні, так і без нього), зрази натуральні, яловичина духова.

Порційні натуральні напівфабрикати нарізають поперек волокон, перпендикулярно до них або під кутом 45°. Напівфабрикати, нарізані поперек волокон, краще зберігають свій товарний вигляд, менше деформуються в сирому вигляді, а під час теплової обробки менше втрачають сік, що робить їх більш соковитими та смачними.

1.2. Застосування ферментів у харчовій промисловості.

Технологічні процеси в м'ясній промисловості, перевірені практикою, поступово піддаються ревізії з метою оптимізації, зменшення тривалості виробничого циклу та одночасного підвищення якості продукції.

Роль ферментів у м'ясних продуктах представлена на рисунку 1.2.



Рис. 1.2. Роль ферментів у м'ясних продуктах

З метою оптимізації технологічних процесів у м'ясній промисловості широко застосовуються різноманітні прискорювачі, зокрема, для ковбасного виробництва використовуються фіксатори міоглобіну, а також інші технологічні добавки, що вводяться на різних етапах обробки продукції. Одним з ключових елементів, що сприяють прискоренню технологічних процесів при виробництві м'ясних виробів, є ферменти.

Ферменти (ензими) є органічними каталітичними білками, які забезпечують послідовність і взаємозв'язок численних біохімічних реакцій у клітинах живих організмів. Після виділення з клітин за допомогою спеціальних методів ферменти зберігають свої каталітичні властивості, що дозволяє використовувати їх у харчовій промисловості. Зокрема, практичне застосування

ферментних препаратів продемонструвало їх ефективність у прискоренні технологічних процесів у виробництві м'ясних продуктів.

Ферментні препарати відрізняються від чистих ферментів тим, що, окрім каталітично активних білків, містять додаткові баластні компоненти. Більшість таких препаратів є комплексними, тобто складаються з основного ферменту та супутніх ферментних компонентів. Проте існують і препарати, що містять лише один фермент. У таких комплексних препаратах один з ферментів зазвичай домінує, маючи найвищу активність. Виробництво ферментних препаратів передбачає вирощування певних видів мікроорганізмів, таких як бактерії, цвілеві гриби, дріжджі, які в процесі метаболізму синтезують необхідні ферменти та їх комплекси.

Необхідність застосування ферментів у м'ясній промисловості зумовлена складною та неоднорідною природою м'яса, яке, окрім м'язової тканини, містить колагенові та еластинові волокна сполучної тканини, що характеризуються високою міцністю і жорсткістю. Впровадження ферментних препаратів дозволяє покращити консистенцію м'яса, розм'якшуючи структуру грубих м'язових волокон та сполучної тканини, що, в свою чергу, сприяє підвищенню ступеня перетравлюваності продукту, а також покращенню його смакових і ароматичних характеристик.

Ферменти використовуються переважно у виробництві окостів, напівфабрикатів, сублімованого м'яса, а також у виготовленні деяких видів ковбас, що потребують дозрівання, зокрема сиров'ялених та сирокочених. Всі ферменти в межах раціональної номенклатури мають закінчення «аза», при цьому їх назви можуть бути пов'язані або з субстратом, на який вони діють, або з реакцією, яку вони каталізують. Так, ферменти, що розщеплюють білки (протеїни), називають протеазами, а ферменти, що розщеплюють жири (ліпіди), - ліпазами. Згідно з принципом реакцій, які каталізують ферменти, вони класифікуються в групи, наприклад, ферменти, що прискорюють реакції гідролізу, називаються гідролазами. Класифікація ферментів також може здійснюватися за їх походженням, що ілюструється на рисунку 1.3.

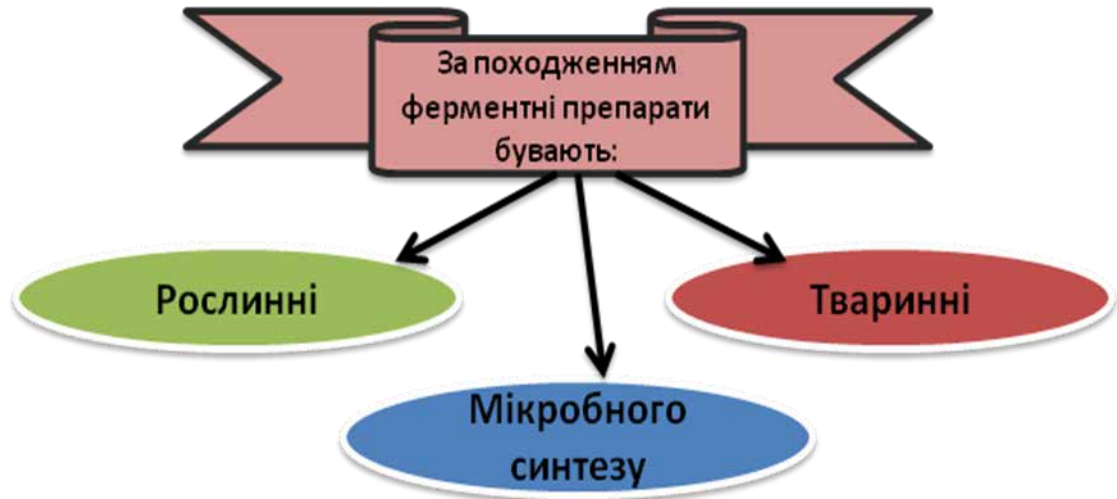


Рис. 1.3. Класифікація ферментних препаратів за їх походженням

Ферменти тваринного походження включають препарати, що отримуються з ендокринно-ферментної сировини тварин, зокрема з підшлункової залози (панкреатин, трипсин, хемотрипсин) та слизової оболонки шлунку (пепсин). Найбільше значення для м'ясної промисловості має панкреатин, який характеризується високою колагеназною та еластазною активністю, а також еластаза, виділена з свинячої підшлункової залози. Ці ферменти використовуються при обробці яловичини та сировини з підвищеним вмістом сполучної тканини. Оскільки трипсин, пепсин і хемотрипсин не здатні до гідролізу колагену і еластину, їх застосовують переважно для обробки сировини з грубою структурою м'язових волокон.

Ферменти рослинного походження отримують з різних рослин. Найбільше значення у виробництві м'ясних продуктів мають папаїн, фіцин і бромелаїн.

Папаїн — це жовтий порошок, що добувається з соку плодів динного дерева, добре розчиняється у воді та проявляє активність при рН 5-7, що відповідає природним значенням для м'ясної сировини. Папаїн стійкий до нагрівання до 70 °С, однак при температурі 80-85 °С інактивується. Він є найбільш активним щодо актоміозину, але також ефективно гідролізує колаген і еластин при температурі 60 °С, що дозволяє використовувати його для розм'якшення жорсткого м'яса та прискорення процесу дозрівання.

Бромелаїн — протеїназа, що добувається з плодів ананаса, з оптимумом дії при рН 6,0-7,0. Цей фермент термостабільний і має високий температурний оптимум. За властивостями він подібний до папаїну, проявляючи високу колагеназну та еластазну активність на денатурованих субстратах.

Фіцин — фермент, отриманий із соку стебел і листя динного дерева, має оптимум дії при рН 7,0 і температурі 60-65 °С. При знижених температурах він ефективно гідролізує м'язову тканину та розщеплює денатурований колаген і еластин.

Мікробіологічні ферменти, такі як орїзин і терїзин, отримують хімічними методами з продуктів життєдіяльності спеціальних видів грибків і мікробів. Мікробні ферментні препарати продукують бактерії роду **Bacillus**, мікроміцети роду **Micog**, **Aspergillus**, **Rhizopus**, **Penicillium**, а також багато актиноміцетів. Більшість таких препаратів мають слабкий вплив на натуральний колаген і еластин, але добре гідролізують білки м'язових волокон. Найвищу колагеназну активність виявляють ферменти, що продукуються **Clostridium histolyticum**.

Концентрація ферментних препаратів у розсолах зазвичай складає 0,05-0,1%. У зарубіжній практиці допускається використання протеолітичних ферментів у вигляді водних розчинів з концентрацією до 3%. Ферментні препарати можуть застосовуватися як у вигляді порошку, так і в розчиненій формі, вводячи їх у сировину для рівномірного розподілу через кровоносну систему перед забоєм тварини (за 8-10 хвилин). Також часто застосовують ферменти шляхом нанесення порошкових препаратів на поверхню продукту, зрошування м'яса розчином ферменту або занурення сировини в розчин. При виробництві окостів і великих м'ясопродуктів ферментні препарати вводять одночасно з розсолом в товщу виробів.

Безпека використання ферментів у виробництві м'ясних продуктів є очевидною, оскільки вони мають білкову природу і після звичайної теплової обробки (варіння, запікання, смаження) втрачають свою активність.

- Введення розчинів ферментів через кровоносну систему шляхом ін'єкцій за життя тварини забезпечує рівномірний розподіл ферментів у тканинах,

скорочує час дозрівання, покращує якість сировини та збільшує вихід м'яса.

Однак цей метод несе ризик передозування, що може призвести до порушення нормальних фізіологічних функцій організму, зокрема до значного розм'якшення печінки, що робить її непридатною для подальшої реалізації.

- Поверхнева обробка сировини (аерозольний та занурювальний методи) є особливо ефективною, коли застосовується на попередньо тендеризованому м'ясі або при комбінованому використанні ферментної обробки разом з механічними методами, такими як ножова тендеризація, наколювання, відбиття, масажування та тумблірування.

- Введення ферментів у м'ясну сировину шляхом ін'єкцій у складі багатокомпонентних розсолів є одним з найпростіших та найефективніших методів, що забезпечує його широке використання в промисловості.

Оптимізація умов синтезу необхідних ферментів сприяє їх промислового використанню. Ферментні препарати для обробки м'ясних продуктів повинні бути спрямовані на взаємодію з внутрішньом'язовою сполучною тканиною, мати високий температурний оптимум активності, зберігати активність в слабнокислому та нейтральному середовищі, а також бути безпечними для людини. Дослідження показали, що розподіл ферментних препаратів і компонентів засолів прискорюється при використанні інтенсивних технологічних процесів, таких як електромасажування та механічна обробка. При виборі ферментних препаратів для обробки м'яса з високим вмістом сполучної тканини (зокрема, конини або баранини) слід надавати перевагу тим препаратам, які не мають обмежень щодо споживання. Токсикологічні дослідження іммобілізованих ферментних препаратів проводять, якщо є інформація про рівень їхнього вмісту в цих препаратах.

1.3. Основні інгредієнти ферментованих м'ясних продуктів

Здорове харчування протягом усього життя допомагає запобігти недоїданню у всіх його формах, а також низку неінфекційних захворювань і станів [10, 19]. Збільшення виробництва обробленої їжі, швидка урбанізація та зміна способу життя призвели до зміни харчових моделей. Люди споживають більше продуктів з високим вмістом енергії (жири та цукри). Споживання

енергії (калорій) має бути збалансовано з витратою енергії. Дані вказують на те, що загальний вміст жирів не повинен перевищувати 30% від загального споживання енергії, щоб уникнути нездорового збільшення ваги, з переміщенням споживання жирів від насичених жирів до ненасичених. Щодо поліненасичених жирних кислот, контрольоване харчування та групові дослідження споживання ейкозапентаєнової кислоти (ЕРА) та докозагексаєнової кислоти (ДНА) продемонстрували фізіологічні переваги щодо артеріального тиску, частоти серцевих скорочень, рівня тригліцеридів та ймовірного запалення, функції ендотелію та діастолічної функції серця.

Послідовні докази зниження ризику смертельної ішемічної хвороби серця та раптової серцевої смерті при споживанні приблизно 250 мг/добу ЕРА плюс ДНА [11, 20]. У промислово розвинених країнах приблизно 36–40% загальної кількості калорій в їжі надходить із жиру, майже половина з них – із споживанням м'яса [12].

Щоб зменшити кількість жиру в ферментованих ковбасах, слід додавати менше жиру в фарш. Однак існують обмеження щодо того, наскільки великим може бути таке зниження, перш ніж це призведе до зниження сенсорної та технологічної якості ковбас, оскільки жири впливають на смак, текстуру та смакові відчуття. У Норвегії один з великих виробників ферментованих ковбас має комерційний продукт під назвою «Екстра салямі», який виробляється з внесенням на 20% менше жиру, ніж у стандартному рецепті салямі. Альтернативна стратегія - замінити частину свинячого жиру більш здоровими ненасиченими жирами або оліями.

Але існує кілька проблем, які пов'язані із заміною олії тваринним жиром у подрібнених м'ясних продуктах. Введення гідрофобних олій може бути складним, оскільки м'ясо містить приблизно 75% води і є гідрофільним. Також збільшення вмісту ненасичених жирних кислот підвищує схильність до окислення ліпідів, що зменшує термін зберігання виробів [13, 21]. У багатьох випадках цю проблему можна пом'якшити шляхом емульгування або інкапсулювання олії та додавання антиоксидантів.

У комплексі дослідів з ферментованими ковбасами 25% свинячого жиру замінювали на емульсію з лляною олією [22]. Під час дозрівання таких ковбас із додаванням бутилгідрокситолуолу та бутилгідроксианізолу в якості антиоксидантів проблем окислення виробів не виявлено. Істотних змін запаху, зовнішнього вигляду, смаку та ступеня окислення не спостерігалось. У ферментованих ковбасах у голландському стилі 15 або 30% свинячого жиру було замінено чистим комерційним інкапсульованим риб'ячим жиром, доданим як у чистому вигляді або у вигляді попередньо емульгованої суміші з ізолятом соєвого білка [23]. Було виявлено, що ковбаси з інкапсульованим риб'ячим жиром зберігали загальну якість, і не було виявлено чітких ефектів у різних сенсорних характеристиках.

У більшості експериментів, де олія частково замінило жир, олію додавали разом зі стабілізаторами. У ферментованих ковбасах з низьким вмістом жиру (загальний вміст жиру 10%) 20% жиру замінювали олією з попереднім емульгуванням і додавали *l*-карагенан [24]. Застосування вакуумної упаковки протягом останніх двох тижнів дозрівання покращило фізико-хімічні характеристики ковбас і призвело до сенсорних властивостей, які дорівнювали або були кращими, ніж ковбаси з високим вмістом жиру з 30% свинячого жиру. Так само, 32,8% жиру можна замінити гелевою емульсією з карагенану з лляною олією без втрат сенсорних якостей [25]. У чорізо в стилі Памплони виготовляли ковбаси з низьким вмістом іонів натрію та з низьким вмістом жиру (на 20% менше, ніж стандартний рецепт) [26]. В досліді 58% NaCl було замінено на 20% KCl та 38% CaCl₂, а 50% свинячого жиру було замінено альгінатною емульсією, що складається з 64% води та 30% оливкової олії. У ковбаси також додавали 5% інуліну. Ці ковбаси зберегли сенсорні характеристики, подібні до традиційного контрольного чорізо, і отримали хорошу оцінку від споживачів. Жир також можна частково замінити іншими складовими. Наприклад, у досліді, в якому 50% свинячого жиру було замінено гелем конджаку, низькокалорійним інгредієнтом з високим вмістом неперетравлюваної клітковини, ковбаси мали сенсорну оцінку, подібну до контрольної групи ковбас [27].

На норвезькому ринку доступні для покупців «Супер салями» з меншим на 45% вмістом жиру і з 10% олії каноли, інкапсульованим в альгінаті та гуаровій камеді. Готові ковбаси містять 20% жиру, з них 25% – насичені жири, 60% – мононенасичені, 15% – поліненасичені. В дослідженнях Volger та ін. [28] визначено підходи до більш здорових рецептур подрібнених м'ясних продуктів в поєднанні з жиром та сіллю.

Сіль виконує багато важливих функцій у ферментованих ковбасах, у яких вона сприяє утворенню смаку, текстури, мікробіологічній безпеці та загальним характеристикам. Високе споживання іонів натрію (>2 г Na^+ /добу, що еквівалентно 5 г солі (NaCl)/добу) сприяє підвищенню артеріального тиску та підвищенню ризику серцевих захворювань та інсульту [29]. Більшість людей споживають занадто багато солі, в середньому 9–12 грамів на день, що приблизно вдвічі перевищує рекомендований максимальний рівень споживання. Основною перевагою зниження споживання солі є відповідне зменшення її споживання при високому артеріальному тиску. Держави-члени ВООЗ погодилися зменшити споживання солі населенням планети на приблизно 30% до 2025 року. Зменшення споживання солі було визначено як один з найбільш економічно ефективних заходів, яким країни можуть вжити для покращення стану здоров'я населення. За оцінками, щороку можна було б запобігти 2,5 мільйонам смертей, якби світове споживання солі було знижено до рекомендованого рівня. М'ясо та м'ясопродукти займають приблизно 21% у споживання натрію [30].

Ферментовані ковбаси містять велику кількість солі, яка сприяє мікробіологічній безпеці та терміну зберігання, зв'язуючи воду і роблячи її недоступною для мікроорганізмів. Сіль також має глибокий вплив на технологічні властивості м'яса і, таким чином, на текстуру ковбаси. Це полегшує розчинення міофібрилярних білків, підвищує зв'язуючі властивості білків для поліпшення текстури та збільшує в'язкість фаршу. Оскільки іони Na^+ викликають проблеми зі здоров'ям, було досліджено зниження вмісту NaCl та/або заміну деяких з них іншими солями, такими як KCl або CaCl_2 . Іони

калію можуть давати гіркий смак, що обмежує кількість введення в продукт. Зміни органолептичних показників ферментованих ковбас не виявлено при заміні KCl на NaCl нижче 40% [31]. Corral et al. спостерігали аналогічні результати для ковбас з повільною ферментацією, ферментованих і сушених при 10–12°C протягом 57 днів, у яких 16% NaCl було замінено на KCl [32]. Хоча було виявлено незначне зменшення аромату, було визначено, що ковбаси мають таку ж загальну якість, як і контрольні з 2,7% NaCl.

Dos Santos et al. виготовляли ферментовані ковбаси зі зниженням вмісту NaCl на 50% (12,5 г/кг); ковбаси, де 50% NaCl замінювали KCl, CaCl₂ або сумішшю KCl і CaCl₂ 1:1. Зниження NaCl на 50% і заміна KCl на 50% NaCl не вплинули на процес ферментації та дозрівання. У ковбасах з CaCl₂ відбулось зниження рН, збільшення a_w і зниження продукування молочної кислоти. В цілому сенсорне сприйняття зменшилось у ковбасних виробках зі зниженим вмістом натрію. Однак проведені опитування визначили групу споживачів, яким сподобались ковбаси із 50% зменшеним NaCl, заміненим на KCl або суміш KCl та CaCl₂. De Almeida et al. виготовляли ковбаси салямі зі зниженням вмісту NaCl на 60% та додаванням різної кількості суміші KCl та CaCl₂ у співвідношенні 1:1. Заміна солі на суміш не вплинула на технологічний процес, але ковбаси мали меншу якість. Автори запропонували посилити сенсорне сприйняття шляхом додавання спецій та інших підсилювачів смаку. Ця стратегія була успішно використана, коли ковбаси виробляли з заміною 25% або 50% NaCl на KCl і додаванням 2% дріжджового екстракту. Підвищений рівень летючих сполук від катаболізму дріжджового екстракту пригнічував сенсорні дефекти, викликані внесенням KCl. KCl вважається безпечним і проявляє антимікробну дію, подібну до NaCl. Тому заміна деякої частину NaCl на KCl не повинна впливати на антимікробну безпечність ковбас [27, 31].

Нітрит на додаток до важливого консервуючого ефекту, бере участь у розвитку червоного кольору ковбасних виробів, формування та розвиток аромату і діє як антиоксидант.

Відповідно до Регламенту Комісії (ЄС) № 1129/2011, нітрати (нітрат натрію, E251; калієва селітра, E252) та нітрити (нітрит натрію, E250 та нітрит калію, E249) визначені як дозволені харчові добавки. Максимальна добова доза, дозволена ЄС для використання у м'ясних продуктах, становить 300 мг/кг нітрату (для деяких продуктів 250 мг/кг нітрату).

Нітрати можуть бути відновлені грам+каталазою+коками (GCC+) до нітритів у м'ясі. Нітрати менш використовуються на даний день і, в основному, використовуються в сушених в'ялених шинках і сухих ковбасах, де тривалі, повільні процеси сушіння вимагають довготривалого зберігання нітриту, який у кількох реакціях відновлюється до оксиду азоту, який потім може реагувати з міоглобіном у м'ясі, утворюючи червоний колір [29, 30]. Для нітритів залишкові кількості будуть змінюватися в залежності від рецептури продукту, особливо якщо додавати аскорбат (вітамін С) для запобігання окислення та покращення кольору продукту. За даними EFSA, інгібуючу дію проти мікроорганізмів сприяє вхідна кількість нітриту, а не залишкова кількість.

Смак – це комплексна ознака, що включає смак, запах, текстуру та температуру. М'ясо, сіль, молочна кислота та спеції є головною причиною утворення аромату. Нітрити надають аромат в'яленому м'ясу. Було проведено кілька експериментів з беконом, сосисками та шинкою з нітритом та без нього. Отримані результати свідчать про вищі показники рівня смаку для продуктів, виготовлених з нітритом.

Антиоксидантні властивості нітриту запобігають розвитку прогірклих неприємних ароматів. Антиоксидантні властивості обумовлені тим, що нітрит окислюється до нітрату за рахунок поглинання кисню, який стає недоступний для окислення жирних кислот.

Аналогічно, оксид азоту може легко поглинати кисень і окислюватися до NO_2 [34]. Крім того, стабільні комплекси між сполуками, отриманими з нітритів, та залізом з гемовим зв'язком пригнічують вивільнення вільного Fe^{2+} , який, отже, недоступний для ініціації перекісного окислення ліпідів. Антиоксидантні властивості нітритів також частково пояснюються реакцією

нітритів і дінітрогентиоксидів з ненасиченими ліпідами і утворенням похідних нітро-нітрозо і таким чином стабілізують ліпіди і запобігають окисленню.

З точки зору здоров'я, нітрати відносно нетоксичні, але нітрити та сполуки метаболізму нітритів, такі як оксид азоту та сполуки N-нітрозо, викликали занепокоєння щодо потенційного шкідливого впливу на здоров'я людини [35]. Міжнародне агентство з досліджень раку (IARC) дійшло висновку, що нітрати і нітрити, ймовірно, є канцерогенними для людини в певних умовах. Під час затвердіння в кислому середовищі недисоційована азотиста кислота захоплює іон водню і відщеплює молекулу води. Отриманий позитивно заряджений іон нітрозонію може потім реагувати з аміногрупами з утворенням N-нітрозамінів, деякі з яких є канцерогенними. У м'ясі найбільш актуальними нітрозамінами є N-нітрозодиметиламін (NDMA), N-нітрозопіперидин (NPIP) і N-нітрозопіролідин (NPYR).

Утворення цих сполук можливе лише за наявності вторинних амінів, рН повинен бути <5,5, а температура повинна бути > 130 ° C (NPYR) або продукт повинен тривалий час зберігатися при кімнатній температурі (NDMA, NPYR). N-нітрозаміни також можуть утворюватися з біогенних амінів. В ході обстеження ферментованих ковбас північно-південноєвропейського типу в Бельгії N-нітрозаміни були виявлені в 54 із 101 зразка. Загальна кількість залишалася нижче 5,5 $\mu\text{g}/\text{kg}$, за винятком одного зразка з 14 $\mu\text{g}/\text{kg}$.

NPIP був найпоширенішим N-нітрозаміном, присутнім вище межі у 28% ковбас. Існував лише обмежений зв'язок між вмістом N-нітрозаміну та залишковим рівнем NaNO_3 і жодного зв'язку з рівнем NaNO_2 . Автори припустили, що кількість N-нітрозамінів була низькою, оскільки середні концентрації залишкових рівнів NaNO_2 та NaNO_3 були нижчими за 20 мг/кг у перевіряємих продуктах. EFSA посилається на кілька досліджень залишкових рівнів нітритів у в'ялених м'ясних продуктах. Діапазон значно варіював, але загалом середні рівні залишків були низькими. Наприклад, у Франції 74% протестованих сирих в'ялених м'ясних продуктів знаходилися в діапазоні 0–9

мг/кг. У Німеччині було перевірено 116 зразків в'ялених м'ясних продуктів, з яких 85% містили менше 20 мг/кг. Деяке зменшення загального вмісту N-нітрозаміну у ферментованих ковбасах виявилось можливим завдяки додаванню аскорбінової кислоти [36]. Велика кількість продуктів харчування, морепродуктів, м'ясопродуктів, рослинних олій, соусів та приправ містять N-нітрозаміни в діапазоні від 0,2 до кількох $\mu\text{г}/\text{кг}$ [35].

На даний час зростає популярність в'яленого м'яса, виготовленого як "натуральне" та "органічне" без додавання нітратів або нітритів [28, 36, 37]. Ці процеси «природного затвердіння» полягають в додаванні природного джерела нітратів разом із стартовою культурою, що знижує рівень нітратів. Найчастіше природним джерелом був концентрований овочевий екстракт селери (*Arium graveolens var. dulce*) з вмістом приблизно 3% нітратів. Іноді екстракти попередньо обробляють для перетворення нітрату в нітрит перед використанням. Інші використовували порошки з мангольду (*Beta vulgaris var. cicla*). Цей продукт містить від 3,0 до 3,5% нітратів. Перевага цього продукту порівняно з екстрактами селери в тому, що він не містить алергенів.

За оцінками Всесвітньої організації охорони здоров'я, щоденне споживання нітратів з їжею зазвичай становить від 40 до 172 мг. Значна кількість харчових нітратів надходить через фрукти та овочі. Наприклад, приблизно 98% раціону харчування шведських дітей походить з фруктів і овочів і лише 2% – з в'ялених м'ясних продуктів [39].

Навпаки, харчові нітрити складають менше 20% добової експозиції нітритів. Решта 80% є результатом ендогенного біоперетворення харчових нітратів у нітрити в слині. Люди зазвичай споживають від 0,3 до 2,6 мг нітритів щодня. Деякі звіти підраховують, що в'ялене м'ясо становить 4,8% добового споживання нітритів [40].

Оксид азоту бере участь у регуляції артеріального тиску, регуляції функцій шлунково-кишкового, дихального та сечостатевого тракту та імунологічних реакцій. Базальний рівень нітратів у крові становить близько 2 мг/кг, а рівень нітритів – приблизно в 100 разів нижче. Недостатність продукування оксиду

азоту може призвести до ряду хвороб, таких як гіпертонія, атеросклероз та тромбоз, і це можна полегшити за допомогою дієтичних нітритних втручань [41]. У всьому світі було проведено ряд досліджень «випадок-контроль», щоб визначити, чи існує зв'язок між раком шлунку та споживанням нітратів. В результаті проведених досліджень не було прямого зв'язку. Інші дослідження, які намагаються пов'язати споживання нітратів та нітритів з раком мозку, стравоходу та носоглотки, були безрезультатними.

Таким чином можна стверджувати, що позитивні ефекти затвердіння ферментованих ковбас є більш значущими на тлі невеликої ймовірності утворення низьких доз нітрозамінів. Споживання нітритів з м'ясних продуктів досить невелике в порівнянні з іншими продуктами харчування.

Копчення є традиційною обробкою ферментованих ковбас північного типу і є частиною консервації для запобігання росту цвілі та бактерій на поверхні продукту. Крім того, копчення додає бажаний копчений присмак, затримує окислення ліпідів і сприяє утворенню відповідного кольору – від світло-лимонного до темно-коричневого в залежності від виду тліючої деревини та часово-температурного режиму процесу. Дим утворюється від тління деревини, зазвичай бука, дубу, вільхи, горіху або клену, а також плодівих дерев. Деревина зазвичай ріжеться на стружку або тирсу. Термічний склад деревини з подальшим окисленням сприяє утворенню різних сполук, головним чином H_2O , CO , CO_2 , спиртів, карбонільних сполук, карбонових кислот, складні ефірів, вуглеводів, оксидів азоту та фенолів [42, 43]. Більшість цих сполук на законодавчому рівні не дозволяється додавати до харчових продуктів у чистому вигляді; однак, їх токсичність і концентрація в продуктах дуже низькі, копчення, як правило, вважається безпечним. Багато фенолів, таких як гваякол та його похідні, крезол, пірокатехоли та пірогалол, мають високу антимікробну активність.

Вміст і розподіл цих сполук у копчених продуктах пов'язані з їх розчинністю в ліпідній і водній фазах продуктів. Поки що неможливо точно передбачити концентрацію фенолів диму, необхідну для пригнічення бактерій.

Інгібуюча концентрація димових фенолів для *Listeria monocytogenes* знаходиться в діапазоні 10–100 мкг/г, що і при копченні міні-саямі (діаметр 20 мм) з буком (35–75 мкг/г)). Бажаний димний аромат переважно обумовлений такими фенолами, як сириngoл, 4-метилсириngoл, 4- алілсириngoл, гваякол, 4-метилгуаякол і транс-ізоєвгенол [44].

Деякі вуглеводи, що утворюються в димі, небезпечні для здоров'я людини, а саме поліциклічні ароматичні вуглеводні (РАНs). Це високогідрофобні сполуки, що складаються з двох або більше конденсованих ароматичних кілець, переважно з атомів водню та вуглецю. З'єднання з чотирма і більше кільцями менш леткі і адсорбуються на сажі та інших частинках горіння. Є 15-16 РАНs, які вважаються небезпечними Європейським Союзом через їх канцерогенність та мутагенні властивості. Вони класифікуються як канцерогенні, ймовірно канцерогенні, можливо, канцерогенні, і не підлягають класифікації. З'єднання РАНs перетворюються в діолепоксиди і ковалентно зв'язуються з ДНК і викликають помилки в реплікації, мутації та генезі пухлин. Відомо, що бензопирен при пероральному введенні викликає пухлини шлунково - кишкового тракту, печінки, легенів та молочних залоз мишей та щурів, а також асоціюється з кількома іншими видами раку [45].

Для некурців основним джерелом надходження РАНs є продукти харчування. Було розраховано середній рівень споживання РАНs в європейських країнах, який варіював від 235 нг/кг маси тіла на день (3,9 нг/кг маси тіла (м.т.) на добу) до 389 нг/кг/день (6,5 нг/кг м.т. на день).), відповідно, лише для бензо(а)пірену та 1168 нг/день (19,5 нг/кг маси тіла на добу) та 3078 нг/день (51,3 нг/кг маси тіла на добу) відповідно для РАН8.

Два найбільші внески в харчуванні були внесені зерновими та злаковими продуктами та морепродуктами. Тому було визначено, що бензо(а)пірен не є відповідним індикатором для виявлення РАНs в харчових продуктах, і краще використовувати конкретну групу з чотирьох (РАН4) або восьми (РАН8) базуючись на основі наявних даних щодо наявності та токсичності. Комісія ЄС у Регламенті Комісії (ЄС) 835/2011 встановила верхню межу ВаР та РАН4 для

копченого м'яса та копченостей. Станом на 1 вересня 2014 р. обмеження для ВаР становить 2 $\mu\text{г}/\text{кг}$, а загальна кількість РАН4 — 12 $\mu\text{г}/\text{кг}$ [46].

Накопичення РАН в різних копчених м'ясних продуктах суттєво пов'язане з параметрами копчення та типом деревини, що використовується для диму, і навіть з розташуванням продукту в печі, що впливає на температуру та швидкість диму. Кодекс комісії Аліментаріус САС/RCP 68/2009 визначає десять показників, які необхідно контролювати, щоб мінімізувати та запобігти забрудненню м'ясних продуктів РАН під час копчення [47]. Такими показниками є тип деревини, метод копчення або сушіння (прямий чи непрямий), процес утворення диму (температура, потік повітря, тертя проти тління, рідкий дим), відстань між продуктом харчування та джерелом тепла, положення продукту по відношенню до джерела тепла, вміст жиру в їжі, тривалість копчення та прямого сушіння, температура під час копчення та прямого сушіння, чистота та технічне обслуговування обладнання, і, нарешті, конструкція коптильної камери та обладнання, що використовується для утворення димоповітряної суміші. Важливість цих факторів була розглянута Ledesma et al. [43].

Вміст РАН в копченостях зазвичай значно нижче максимального рівня, встановленого Комісією ЄС [52]. Найбільша кількість ВаР осідає на оболонці м'ясного продукту, і лише незначна частина потім мігрує в продукт [43]. Вміст РАН в ковбасах буде залежати від типу використовуваної оболонки. Так, наприклад для сухих ферментованих ковбас Petrovska kolbasa із Сербії, так і традиційних сухих ковбас з Португалії рівень забруднення РАН був нижчим, коли використовували колагенові оболонки [48, 49].

Одним із варіантів зниження РАН в м'ясних продуктах є використання рідкого диму – це більш простий, швидкий і відтворюваний процес. Рідкий дим утворюється шляхом охолодження та конденсації диму з деревини. Рідкий дим потім очищають і фільтрують для видалення токсичних і канцерогенних домішок, що містять РАН. Тому використання рідкого диму, як правило, загрожує здоров'ю менше, ніж традиційне копчення.

Стартові культури у традиційному процесі виробництва ферментованих ковбас (бактерії, дріжджі та грибки) в різному ступеню беруть участь у формуванні якості кінцевого продукту. Однак загальноновизнано, що LAB відіграє найбільш помітну роль, оскільки початкове підкислення є суттєвим як технологічно, так і з точки зору безпеки. Низький рН і органічні кислоти пригнічують забруднену флору і потенційні патогени та забезпечують збереження виробів. Кислотні умови також сприяють утворенню текстури внаслідок коагуляції білка м'яса та формуванню кольору через реакції нітриту та монооксиду азоту з міоглобіном. Хоча LAB також сприяють утворенню аромату, головним чином за рахунок продукування органічних кислот, інші групи бактерій є теж важливими. Це грампозитивні каталазопозитивні коки (GCC+), зокрема коагулазонегативні стафілококи (CNS). CNS перетворює амінокислоти та вільні жирні кислоти в потужні ароматичні сполуки, необхідні для формування смакових ноток ферментованих ковбас. Крім того, CNS також володіють високоактивними нітратредуктазою та каталазою, які сприяють утворенню кольору, виробляючи нітрит із нітратів та обмежуючи окислення ліпідів, що може спричинити прогірклість [50].

Традиційне виробництво ферментованих ковбас засноване на спонтанному бродженні; тобто ендогенні мікроорганізми, присутні в сировині, будуть виконувати мікробну трансформацію матеріалу. Проте вже давно відомо, що кращу якість продукту можна отримати, якщо додати невелику частину попередньої успішної партії під час виготовлення нової. Це є попередником використання заквасок, тобто навмисного додавання попередньо виготовлених мікробних культур до процесу ферментації, як окремої, так і змішаної, з метою контролю та стандартизації процесу. Закваски першого покоління для ферментованих ковбас були розроблені в 1940-х роках у США. Однак вони не були засновані на домінуючих мікроорганізмах, що були виявлені при спонтанному бродінні або навіть виділені з м'яса, а скоріше за їх технологічною доцільністю, наприклад, витримуванням сублімаційного сушіння та швидкістю вироблення кислоти. Ці культури, насамперед штами родів *Pediosoccus*, були корисні для окремих продуктів, вироблених у США, тобто «літніх ковбас» з

дуже короткими термінами виробництва та дозрівання. Однак вони були менш придатними для продуктів європейської традиції з більш тривалим часом бродіння та дозрівання. Дослідження 1960-1970-х рр. та 1980-х рр., що також підтверджено багатьма пізнішими дослідженнями, виявили, що у цих видах ковбас переважали *L. sakei* або споріднений вид *L. curvatus* і, певною мірою, *L. plantarum* [51]. На їх основі часто базуються закваски LAB другого покоління, які зараз широко використовуються. Молекулярна характеристика за допомогою, наприклад, секвенування геному та порівняльної геноміки показала, що штами *L. sakei*, виділені з ферментованого м'яса, еволюціонували, щоб бути ідеально пристосованими до цього конкретного середовища [54].

L. plantarum не має цієї специфічної адаптації, але є швидкозростаючою і гнучкою бактерією з найбільшим розміром генома лактобактерій. Було визначено, що деякі специфічні нестартерні штами *L. plantarum* LAB (“домашня флора”) перевершують комерційні закваски на основі *L. sakei* або

L. curvatus при промисловому виробництві ковбас [52]. Штами GСС+ були виділені з ферментованих м'ясних продуктів на початку 1900-х років, а їх роль у формуванні аромату та стабільності кольору була встановлена в 1950-х роках. Згодом їх було запропоновано використовувати як закваски для виробництва ковбас, спочатку як окремі культури, але пізніше було показано, що краще їх використовувати у змішаному стані. Успіх використання змішаних культур імовірний тому, що вони краще відображають хід і динаміку спонтанного бродіння, ніж одна культура, і таким чином зберігають аромат і смак традиційних продуктів [51]. Штами GСС+ найчастіше зустрічаються при спонтанному бродінні, а також використовуються як закваски є CNS і належать до видів *Staphylococcus carnosus*, *S. xylosum* та *S. Saprophyticus*.

Зростання цвілі на зовнішній поверхні ферментованих ковбас є бажаним на деяких типах ферментованих ковбас у багатьох європейських країнах, особливо навколо Середземномор'я, а також, наприклад, в Угорщині та Бельгії. Виразний сіро-білуватий вигляд цих продуктів є привабливою рисою. У традиційному виробництві цих продуктів процес заснований на випадковому інокуляції

дозрілих ковбас спорами, що знаходяться в повітрі. На різних заводах є їх власна особлива «домашня флора», яка адаптована до процесу і в кінцевому підсумку буде домінувати над поверхневим ростом і забезпечувати певні якості продукту. Поверхневі плісняви сприяють смаку та аромату ковбас за рахунок окислювальної ліполітичної, протеолітичної та молочнокислої активності, покращують загальні показники якості за рахунок споживання кисню, що протидіє розвитку прогоркання та покращує колір. Поверхневий шар плісняви також змінює швидкість сушіння і таким чином запобігає надмірному висиханню ковбас [53]. Специфічні умови, що утворюються на поверхні ковбас, наприклад, температура від 10 до 20° С і відносної вологості, яка починається з 90–95% і поступово знижується в період дозрівання, відбирають для певних родів плісняви, зокрема *Penicillium* і іноді *Aspergillus*. Поширеними видами є *P. nalgiovense*, *P. chrysogenum*, *P. nordicum*. Розроблені стартові культури плісняви, які найчастіше складаються із спор *P. Nalgiovense*. Основними критеріями відбору цих культур є їх низький потенціал виробництва мікотоксинів та їхня здатність перевершувати «домашню флору», зберігаючи при цьому здатність виробляти ковбаси прийняттого смаку, аромату та зовнішнього вигляду.

Заселення грибками поверхні дозрілих ковбас починається з видів дріжджів, стійких до солі та кислот, таких як *Debaryomyces hansenii*. Однак разом зі зменшенням a_w загалом спостерігається зсув мікобіоти в бік цвілевих грибів [54].

Хоча роль дріжджів у ферментації ковбаси не так добре відома, як для бактерій чи цвілі, вона може бути значною в деяких продуктах. Ліполітична, протеолітична та окислювальна активність лактату пояснюють цей ефект. Були розроблені закваски, що містять *D. hansenii*, іноді в поєднанні зі спорами цвілі. Усі закваски за визначенням є «функціональними», оскільки їх діяльність сприяє перетворенню сировини та зовнішньому вигляду та якості кінцевого продукту. Однак опис закваски як «функціональної» часто стосується однієї (або кількох) додаткових функцій, які виходять за межі звичайних властивостей

закваски. Було описано кілька таких додаткових функцій, наприклад властивості, які підвищують безпеку харчових продуктів або мають технологічну перевагу. В останні роки в відповідно до тенденцій споживчих запитів досліджено функціональні можливості для покращення оздоровчих властивостей. Термін «пробіотики» був придуманий у 1950-х роках як антонім до «антибіотиків». Згодом цей термін розвинувся в науковій концепції і був визначений як «живі мікроорганізми, які при введенні в достатніх кількостях надають користь для здоров'я господаря» ФАО/ВООЗ у 2001 році. Це визначення згодом було посилено як адекватне та достатнє.

LAB, особливо бактерії, що належать до роду *Lactobacillus*, визнані звичайними мешканцями шлунково-кишкового тракту людини і в останні десятиліття приділяли значну увагу своїм властивостям, що сприяють здоров'ю, і використання в якості пробіотиків.

Використання пробіотичних штамів у ферментованих продуктах було вперше використано у молочній промисловості, а продукти на основі молока все ще є найпоширенішими засобами доставки пробіотиків [51]. Однак, будучи продуктами, де LAB проліферують і домінують, ферментовані ковбаси також є потенційними носіями для доставки пробіотичних штамів LAB. Використання ферментованих ковбас, як пробіотичних продуктів у порівнянні з молочними продуктами, має певні значні проблеми.

Найважливішими є наступні:

- м'ясна сировина не стерилізується або пастеризується перед процесом ферментації, тому пробіотична бактерія повинна бути такою ж потужною, як будь-яка стартова культура, яка зазвичай використовується для ферментації з метою перевершення ендогенної флори;
- зріла ковбаса являє собою тверде середовище з низьким рівнем a_w і містить сіль і нітрати, тому слід перевіряти виживання пробіотика після ферментації;
- кількість пробіотика після дозрівання та зберігання має бути дуже високою, оскільки розмір порції та щоденне споживання ферментованих

ковбасних продуктів, як правило, менші, ніж у порівнянного молочного продукту;

- пробіотик повинен сприяти отриманню продукту з добрими смаковими і якісними властивостями [2, 30].

Є дві основні альтернативи у дослідженнях та розробці пробіотичних ферментованих ковбас. Перший полягає у виборі штамів на основі їх пробіотичних властивостей і подальшому дослідженні придатності штаму(ів) для виробництва ферментованих ковбас. Використовуючи цю стратегію, були вивчені вже комерційні штами пробіотиків. Мабуть, найбільш добре задокументований пробіотичний штам, *Lactobacillus rhamnosus* GG, був використаний у кількох дослідженнях з цією метою з різним успіхом [43]. Хоча штам GG може здійснювати ферментацію, здається, існує баланс між розміром інокулята, неприємним смаком (через надмірну кількість кислоти) та достатнім виживанням в готовому продукті [34]. Подібні проблеми зустрічалися з використанням іншого добре задокументованого штаму, *L. plantarum* 299v. Кращий результат був отриманий з новим штамом *L. rhamnosus*, виділеним із кишковика людини та з потенційними пробіотичними властивостями. Друга стратегія, яка була використана для розробки пробіотичних м'ясних продуктів є використання штамів, які були виділені в результаті успішної ферментації м'яса або навіть м'ясних стартових культур [46]. Такі штами повинні бути оцінені на предмет потенційних пробіотичних властивостей, але зазвичай вони добре пристосовані до середовища ферментації м'яса. Були спроби запустити пробіотичні м'ясні продукти на ринок у Німеччині та Японії, але результат у комерційному плані неясний. Перепоною в розробці пробіотичних продуктів загалом є також те, що EFSA досі відхиляла всі твердження про вплив пробіотиків на здоров'я людини, використовуючи дуже сувору оцінку в процесі їх затвердження [47].

1.4. Мікробіологічна небезпека ферментованих м'ясних продуктів

Хоча ферментовані ковбаси історично вважалися безпечними, їх характеристики можуть забезпечити виживання і навіть зростання певних патогенів. Дослідження показали наявність патогенної кишкової палички,

Salmonella Typhimurium, *Staphylococcus aureus* та *L. monocytogenes* у сухих ферментованих ковбасах. Також повідомлялося, що *Clostridium botulinum* і *Toxoplasma gondii* є потенційними мікробними ризиками для споживачів ферментованих ковбас. Патогенні мікроорганізми можуть бути занесені через забруднену сировину або через перехресне зараження від обладнання чи персоналу під час переробки або в роздрібній торгівлі. Умови під час переробки м'ясної сировини та характеристики патогенів визначають здатність патогена до росту та виживання, а також визначають можливі стратегії елімінації патогенів для забезпечення безпеки продукції.

Патогенна **кишкова паличка** належить до різних патотипів, причому вероцитотоксигенна кишкова паличка (VTEC) (синонім шигатоксигенної кишкової палички (STEC)) переважно пов'язана з м'ясом. Штами VTEC продукують шига-токсини 1 та/або 2. Вони можуть нести різні фактори вірулентності, що відповідають за варіації клінічних проявів. Підгрупа VTEC, що спричиняє тяжкі інфекції ентерогеморагічного коліту та, можливо, гемолітико-уремічного синдрому (HUS), що характеризується гострою нирковою недостатністю та анемією, називається ентерогеморагічним *E. coli* (EHEC). Більше 150 різних серотипів VTEC були пов'язані з діарейними інфекціями людини. Штами серотипу O157:H7 були найвідомішим захворюванням, що спричиняло VTEC. Не-O157 з'явилися із серотипами O26, O45, O103, O111, O121 та O145, також відомими як «велика шістка», які найчастіше асоціюються із захворюваннями людини [48].

Сирі м'ясні інгредієнти, забруднені в процесі забою, вважаються основним джерелом VTEC в ферментованих ковбасах. Велика рогата худоба вважається основним резервуаром VTEC O157:H7, хоча інші тварини, такі як вівці, свині, кози та олені, також можуть бути носіями VTEC. У спалахах, спричинених контамінованими ферментованими ковбасами, збудниками були серогрупи VTEC O157, O26, O111 та O103. Низька кількість клітин (10–1000) є достатньою, щоб викликати захворювання [49], і повідомлялося про рівні нижче 1 клітини (EHEC O111:NM) на 10 г у випадку спалаху салями з Австралії.

Хоча зростання патогенної кишкової палички на початкових етапах виробництва ферментованих ковбас може відбуватися, комбінації низького рН та a_w пригнічують ріст кишкової палички в готових продуктах. Проте повідомлялося про значне виживання патогенів у готовій продукції [50]. Стратегії ефективної ліквідації VTEC в ферментованих ковбасах є викликом для виробників. Було припущено, що штами серотипу O157:H7 мають підвищену толерантність до кислот порівняно з іншими серотипами, і це може мати певну роль у їх здатності викликати спалахи через продукти харчування з низьким рН, наприклад, ферментовані ковбаси [51]. Проте в межах цього та інших серотипів існують варіації кислотостійкості штамів. Низька інфекційна доза, серйозний результат інфекцій ЕНЕС та кілька зареєстрованих спалахів, пов'язаних із зараженими VTEC ферментованими ковбасами, виділяють VTEC як найбільш серйозний ризик для безпеки в ферментованих м'ясних продуктах.

Сальмонели є важливими зоонозними патогенами з високим економічним значенням у тварин і людини. Serovar *Epidermidis* асоціюється з яйцями та птицею, а *Typhimurium* — з м'ясом свинини та великої рогатої худоби [52]. Більшість інфекцій сальмонельозу проходять самостійно, проте можуть виникнути важкі та небезпечні для життя ускладнення (наприклад, сепсис). Інфіковані тварини є основним джерелом сальмонели, де передача в навколишнє середовище та харчові продукти, ймовірно, відбувається через фекальне та перехресне зараження. За даними EFSA, у 2010 році в ЄС 2,8% зразків, взятих з фаршу та м'ясних заготовок інших видів, крім птиці, призначених для вживання в їжу, дали позитивний результат на сальмонели. У харчових продуктах, таких як фарш і м'ясні вироби, призначені для їжі в сирому вигляді, 1,8% зразків були позитивними на сальмонельоз. Скоординований підхід призвів до значного зменшення випадків захворювання людей на сальмонельоз в ЄС за останнє десятиліття. Тим не менш, сальмонели були найпоширенішим збудником спалахів харчового походження, про які повідомлялося в ЄС у 2013 році [52]. Сальмонела була причиною кількох спалахів, пов'язаних із споживанням ферментованих ковбас. Схоже, що серед повідомлених спалахів переважають ферментовані ковбаси, виготовлені

зі свинячого м'яса, забрудненого *S. Typhimurium*. Інфекційна доза може бути низькою, достатньо 10–1000 клітин для виникнення захворювання. Дослідження показали, що сальмонела більш чутлива, ніж *E.coli* O157:H7 та *L.monocytogenes*, до певних параметрів процесу виробництва ферментованих ковбас. Що стосується зниження інших патогенів, використання стартових культур позитивно впливає на зниження рівня сальмонели [47]. Повідомлені відмінності в скороченні рівня сальмонел залежать від різниць рецептів, технологічних процесів і штамів.

Золотистий стафілокок часто зустрічається на шкірі та слизових оболонках людей у 20–30% з постійною та у 60% періодичною колонізацією [48]. *S. aureus* продукує ряд стафілококових ентеротоксинів (SEs), деякі з яких виявляють блювотну активність [49]. SEs є основною причиною харчових отруєнь, які зазвичай виникають після вживання харчових продуктів, зокрема м'яса та молочних продуктів, які були забруднені та зберігалися при підвищеній температурі, де *S. aureus* виріс і виробляв токсини. Симптоми мають швидкий початок через попередньо сформовані токсини в їжі та включають нудоту та сильне блювоте з діареєю або без неї. Зазвичай захворювання зникає протягом 24-48 годин. Стафілококовий токсин SEA є найпоширенішою причиною стафілококових харчових отруєнь у всьому світі. SE належать до групи суперантигенних токсинів, які обходять звичайне розпізнавання антигену шляхом взаємодії з основними молекулами комплексу гістосумісності класу II на антигенпрезентуючих клітинах та з рецепторами T-клітин на специфічних T-клітинах. SE також здатні проникати через слизову оболонку кишечника і активувати імунні реакції, що призводить до блювоти. Рівень *S. aureus*, присутній у продуктах, що викликають захворювання, під час опитування в Англії коливався від відсутності життєздатного *S. aureus*, виявленого до $1,5 \times 10^{10}$ КУО/г із медіаною $3,0 \times 10^7$ КУО/г. *S. aureus* погано конкурує з місцевими мікроорганізмами в харчових продуктах і буде краще рости в оброблених харчових продуктах, де конкуруюча флора була знищена, наприклад, у продуктах, забруднених після термічної обробки або коли харчовий процес дає *S. aureus* вибірккову перевагу. Це може бути у випадку

в'яленого м'яса, оскільки *S. aureus* може переносити велику кількість солі і виростати до $a_w = 0,86$. *S. aureus* здатний рости в широкому діапазоні температур (7° - 48° C) з оптимальним значенням 37° C і рН (4-10), з оптимумом від 6 до 7. Ці характеристики дозволяють *S. aureus* зростати в широкому асортименті харчових продуктів.

Хоча *S. aureus* може переносити високі концентрації солі і низькі рівні рН і часто причетний до спалахів отруєнь м'ясними продуктами (шинка, свинина та ковбаси), повідомляється про невелику кількість випадків харчового отруєння ферментованими ковбасами [50, 51]. Спалахи, викликані

S. aureus, як правило, є старими, деякі з них зареєстровані Центром контролю захворювань [52, 53]. *S. aureus* часто зустрічається в ферментованих ковбасах, але зазвичай на занадто низьких рівнях для вироблення ентеротоксину в кількості, достатній для виникнення захворювання.

Хоча *S. aureus* може легко переносити різні концентрації солі і нітритів, він погано виживає в анаеробних умовах, при низькому рН і низьких температурах. Якщо ковбаси ферментують при температурі не вище 25° C протягом 2-3 днів і початкова кількість *S. aureus* нижче 104 КУО/г, ризик утворення ентеротоксину низький. Для напівсухих ковбас, бродіння до 43° C поширений у США, а швидке падіння рН під час виробництва забезпечує пригнічення *S. aureus*. Отже, Американський інститут м'яса у 1982 р. встановив максимальний час, дозволений для досягнення рН 5,3 [5, 40]. Очевидно, використання відповідних засобів контролю процесу та стартових культур значно знизило частоту спалахів харчових отруєнь *S. aureus* від «літніх ковбас» у США. М'ясна лабораторія Університету штату Північна Кароліна запропонувала у своїй програмі НАССР, що для забезпечення безпеки продукти необхідно ферментувати до рН 5,3 або нижче [44].

Коли чорізо інокулювали *S. aureus* і без стартових культур та ферментували при 30° C, збудник добре зростав. Проте ріст *S. aureus* був знижений при використанні стартових культур, використання низької температура бродіння (20° C) і вищої концентрації прянощів, нітритів, нітратів

та аскорбату. Крім того, в ковбасах після сушіння ентеротоксин А не виявлено. Було показано, що обидві стратегії з використанням специфічних заквасок і заквасок у поєднанні з бактеріоцинами зменшують присутність *S. aureus*. На ріст *S. aureus* в італійському сухому саямі впливали початковий рН, початкові рівні *S. aureus*, молочнокислі бактерії, дні ферментації та взаємодія між цими параметрами.

Інші види стафілококів (CNS) часто зустрічаються в продуктах харчування. Деякі також використовуються як стартові культури при виготовленні ферментованих ковбас. З набору з 129 таких різних штамів лише один штам мав ген ентеротоксину, а 78% штамів не несли декарбоксилази для утворення біогенних амінів. Хоча 78% штамів мали принаймні один ген, що кодує стійкість до антибіотиків, вважалося, що ці CNS становлять низьку небезпеку [48].

Продукти, заражені *L. monocytogenes*, можуть викликати лістеріоз, інфекції, що варіюються від легких симптомів грипу до небезпечних для життя захворювань з високим рівнем смертності серед уразливих груп населення. Вважається, що готові до вживання продукти, які вживаються без попередньої термічної обробки та містять більше 100 клітин/г, становлять прямий ризик для здоров'я людини. *L. monocytogenes* є широко присутнім у природі, і контамінація ферментованих ковбас може відбуватися через забруднені інгредієнти, переважно сире м'ясо. Як джерело забруднення ферментованих ковбас лістеріями розглядають технологічне обладнання [49, 50]. Зазвичай *L. monocytogenes* зустрічається в ферментованих ковбасах з поширеністю до 40% [41].

У яловичині вона знаходиться в діапазоні 0–10%, але загалом більша поширеність спостерігається у свинині [42]. Ферментовані ковбаси вважаються продуктами з низьким або помірним ризиком, пов'язаного з лістеріозом. Це пояснюється зазвичай низькими рівнями *L. monocytogenes* в цих продуктах і тим, що для захворювання зазвичай потрібна висока мінімальна інфекційна доза (>10⁴ клітини). Деякий ріст *L. monocytogenes* може відбуватися на

початковій фазі обробки ферментованих ковбас, але комбінації низького рН (5,3–4,6) і a_w ($\leq 0,90$) загалом обмежують ріст бактерії у ферментованих ковбасних продуктах. Ступінь, до якої ферментовані ковбаси можна вважати безпечними, перш за все, залежить від процесу ферментації і сушіння. Враховуючи широкий спектр ферментованих ковбасних виробів, не всі ковбасні рецепти та умови обробки можуть забезпечити продукти, у яких рівні *L. monocytogenes* відповідають мікробному критерію ≤ 100 колонієутворюючих одиниць на грам [43]. Тому для виробників ферментованих ковбас важливо збирати інформацію про безпеку своєї продукції з точки зору забруднення та росту *L. monocytogenes* та впроваджувати параметри обробки для забезпечення безпеки харчових продуктів.

Ефекти використання стартових культур для підвищення рівня зниження патогенності були описані в кількох дослідженнях [44]. Загалом, зниження були отримані в продуктах з низьким рН і низьким a_w [45]. Зменшення *L. monocytogenes* під час ферментації та сушіння в ферментованих ковбасах залежить від багатьох факторів, включаючи відмінність штамів у їх здатності переносити та адаптуватися до умов виробництва ферментованих ковбас, які також залежать від рецептури та умов обробки [46].

РОЗДІЛ 2.

ОБ'ЄКТ ТА МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

При виконанні магістерської роботи експериментальні дослідження проводили в умовах науково-дослідній лабораторії кафедри технології м'ясних, рибних та морепродуктів Національного університету біоресурсів і природокористування України та в Українській лабораторії якості і безпеки продукції АПК (сmt. Чабани).

Літературний огляд було підготовлено за використанням бібліотечного фонду НУБіП України, бібліотеки ім. Вернадського та інформації розміщеної в Інтернет мережі.

2.1. Об'єкт і предмет дослідження

Об'єктом дослідження є технологія виробництва порційних м'ясних напівфабрикатів.

Предметом дослідження є свинина та ферментний препарат транзим 100.

Сировина та матеріали, які використовували при проведенні досліджень, відповідали діючій в Україні нормативній документації та показникам якості і безпеки, дозволеній до використання Міністерством охорони здоров'я України.

2.2. Схема проведення досліджень

У відповідності визначеній меті та поставленим завданням була розроблена схема проведення експериментальних досліджень, яка представлена на рис. 2.1

Схема експериментальної частини відображає послідовність досліджень, зв'язок об'єкта досліджень та методів досліджень.

В експериментальній частині роботи проведенні дослідження якості м'ясного продукту: хімічний склад, харчова та біологічна цінність, органолептичні, фізико - хімічні, мікробіологічні показники досліджуваного продукту.

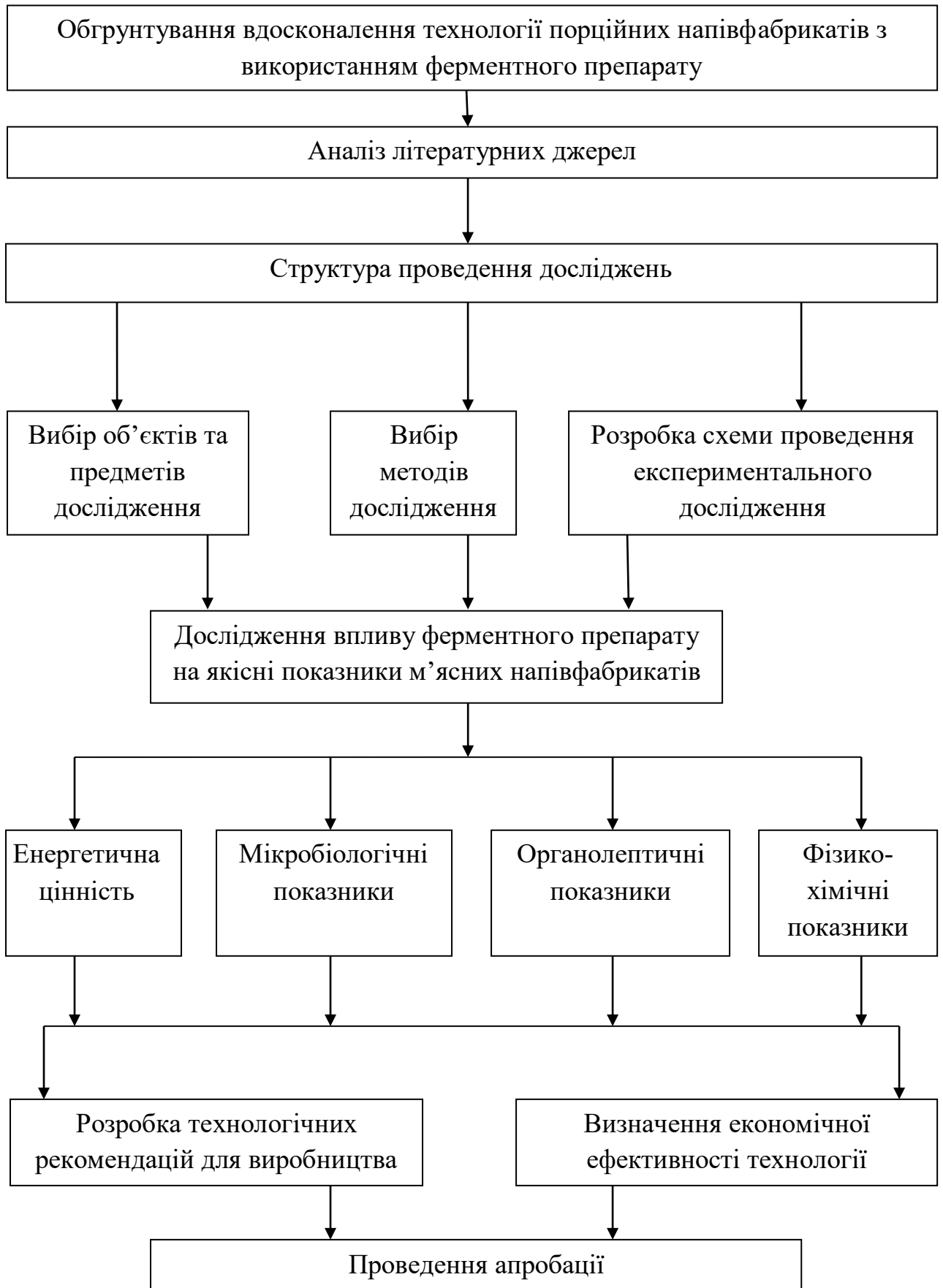


Рис. 2.1. Схема проведення експериментальних досліджень.

2.3. Методи дослідження

Експериментальні дослідження проводили з використанням сучасних стандартних і загальноприйнятих методів фізико-хімічних, функціонально-технологічних, структурно-механічних, мікробіологічних, органолептичних досліджень, математичного моделювання статичної обробки результатів досліджень. Так, під час проведення аналізу отриманих результатів орієнтувалися на вимоги нормативної документації ДСТУ 4437:2005 «Напівфабрикати м'ясні та м'ясорослинні січені» [58].

Підготовку проб досліджуваних зразків для органолептичних, функціонально-технологічних, структурно-механічних, фізико-хімічних і мікробіологічних досліджень здійснювали за ДСТУ 7963:2015 [59], відбір проб проводили відповідно до ДСТУ 7992:2015, ДСТУ 8051:2015 [60, 61].

Прийняті в роботі показники на різних етапах дослідження визначали наступними методиками:

1. Водневий показник (рН) – потенціометричним методом згідно з ДСТУ ISO 2917 – 2001 [62];
2. Масову частку води визначали методом висушування зразка продукту до постійної маси за температури 100-105 ° С за ДСТУ ISO 1442:2005 [63];
3. Здатність до зв'язування води визначали у трьох паралельних визначеннях методом пресування досліджуваної проби масою 0,3 г вантажем масою в 1 кг, сорбції виділеної під тиском води фільтрувальним папером і визначенні кількості відділеної води за площею вологої плями на фільтрувальному папері за методикою [57].

Вміст зв'язаної води розраховують за допомогою формул:

$$x_1 = \frac{(a - 8,4 \times b)}{m} \times 100, \quad (2.1)$$

$$x_2 = \frac{(a - 8,4 \times b)}{a} \times 100 \quad (2.2)$$

де x_1 – вміст зв'язаної води, % до маси;

x_2 – вміст зв'язаної води, % до загальної води;

a – загальний вміст води в наважці, см²;

b – площа вологої плями, cm^2 ;

m – маса наважки м'яса, мг;

4. Дослідження вологоутримуючої здатності проводили шляхом центрифугування.

Вологоутримуючу здатність (%) визначали за формулою:

$$\text{ВУЗ} = \frac{M_2 - M_1}{M} \times 100 \quad (2.3)$$

де M – маса зразка, г;

M_1 – маса пробірки зі зразком до центрифугування, г;

M_2 – маса пробірки зі зразком після центрифугування, г.

5. Показник пластичності визначали за методом пресування проби після визначення її здатності до втримування води. Для обчислення використовували площу вологої плями, що була залишена дослідним зразком на фільтрувальному папері (внутрішня пляма) [57].

Показник пластичності розраховували за формулою:

$$P = \frac{V_{\phi} \times 10^6}{m_0} \quad (2.4)$$

де P – пластичність, cm^2/kg ;

V_{ϕ} - площа вологої плями від наважки, cm^2 ;

m_0 - маса наважки, мг;

10^6 – показник для переведення мг у кг.

6. Вміст кухонної солі визначають титруванням іону хлору у водній витяжці із продукту азотокислим сріблом використовуючи як індикатор хромовокислий калій. Титрування проводять до появи оранжевого забарвлення. Вміст кухонної солі (%) визначають за формулою:

$$X = \frac{0,0029 * K * V * 100 * 100}{B * M}, \text{ де}$$

0,0029 – кількість кухонної солі еквівалентна 1мл 0,05н розчину азотокислого срібла,г;

K – поправка до титру 0,05н розчину азотокислого срібла;

V – кількість точно взятого 0,05н розчину азотокислого срібла, яке пішло на титрування досліджуваного розчину;

B – кількість водяної витяжки, взятої для титрування, мл;

M – наважка продукту, г.

7. Масову частку золи визначали ваговим методом, після мінералізації наважки продукту в муфельній печі при температурі 500-600 °С за ДСТУ ISO 936:2008 [56];

8. Масову частку білка визначали за ГОСТ 25011–81 за ознакою масової частки загального азоту за методом Кьельдаля [64];

9. Масову частку загального вмісту жиру визначали методом Сокслета, який полягає у вилученні жиру із зразка розчинником, висушуванням зразка, зважуванням та за різницею між зважуванням до і після екстракції згідно ДСТУ 8380:2015 [65];

10. Якість напівфабрикатів оцінювали на основі результатів органолептичної оцінки сирих виробів і дегустації приготованих з них продуктів. Органолептичні показники посічених напівфабрикатів визначали відповідно до стандарту ДСТУ 4437:2005 «Напівфабрикати м'ясні та м'ясорослинні січені» [58] та ДСТУ 4823.2:2007 «Продукти м'ясні. Органолептичне оцінювання показників якості» [66]. Органолептичні показники у експериментальних зразках оцінювали профільним методом з використанням п'ятибальної шкали і графічно зображували у вигляді профілограм.

11. Енергетичну цінність готових виробів визначали розрахунковим методом приймаючи енергетичну цінність 1 г білку – 4,0 ккал, 1 г жиру – 9,0 ккал, 1 г вуглеводів – 4,0 ккал. Харчову цінність продукту визначали шляхом розрахунку відсотку відповідності (інтегрального скоря) кожного із найбільш важливих компонентів продукту формулі збалансованого харчування, розробленій у Інституті харчування РАМН під керівництвом академіка О.О. Покровського [57].

12. Харчову цінність продукту розраховують на масу продукту, яка відповідає 10% добових енергетичних витрат людини. Спочатку визначають

енергетичну цінність продукту, потім розраховують масу продукту, яка виділяє 10% добових енерговитрат та склад основних компонентів (білків, жирів, вуглеводів, мінеральних речовин) у цій масі продукту. Отримані дані порівнюють із відповідними показниками формули збалансованого харчування і обчислюють ступінь задоволення добової потреби в кожному компоненті (%).

13. Відбір та підготовку проб для визначення мікробіологічних показників здійснювали за ДСТУ 8051:2015 [61]. Визначення мікробіологічних змін сировини і готової продукції оцінювали за: кількістю мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів (КМАФАнМ) у відповідності з ДСТУ 8446:2015 [68], бактерій групи кишкової палички (БГКП) (коліформи) згідно з ДСТУ 30726-2002, патогенних мікроорганізмів, у т.ч. роду Сальмонела у відповідності з ДСТУ EN 12824:2004 [69].

Вірогідність результатів експериментальних досліджень забезпечувалася триразовою повторністю визначень. Комп'ютерне моделювання, обробку даних і побудову графіків проводили за допомогою Microsoft Excel для Windows 2010.

2.4. Методи статистичної обробки даних

Математичне узагальнення результатів досліджень виконували за методами математичної статистики даних з використанням комп'ютерної техніки та інформаційних технологій [70, 71] в редакторі Microsoft Excel, STATISTICA. Для отримання достовірних експериментальних даних досліджування проводили за допомогою Ст'юдента за довірчої ймовірності $\leq 0,03$ за кількості паралельних визначень не менше 3.

РОЗДІЛ 3. ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ М'ЯСНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ФЕРМЕНТНИХ ПРЕПАРАТІВ

3.1. Технологічний процес виробництва порційних м'ясних напівфабрикатів

У останні роки значно змінилася структура споживчого ринку, що відображає чітку тенденцію до збільшення попиту на продукти, що вимагають мінімального часу для приготування в домашніх умовах. Це включає як напівфабрикати, так і повністю готові страви, які часто поставляються в упаковках, що дозволяють швидко розігріти продукт і подати його на стіл. З огляду на це, напівфабрикати набувають все більшого значення в харчовій промисловості [43, 16, 15].

Приймання сировини. Для виготовлення порційних напівфабрикатів використовуються найбільш ніжні частини туші, зокрема вирізка, м'якоть спинної, поперекової та тазостегнової частин. До таких напівфабрикатів належать вирізка, біфштекс натуральний, лангет, антрекот, ромштекс (у паніруванні або без нього), зрази натуральні. Сировина для їх виробництва надходить в холодильнику вигляді туш, півтуш та четвертин. При прийманні сировини перевіряють її відповідність стандартним вимогам (вгодованість, свіжість м'яса, стан зачищення), після чого проводять зважування.

Розморожування м'яса. Для виробництва напівфабрикатів використовують м'ясо, яке знаходиться в охолодженому або замороженому стані. Переробка замороженого м'яса розпочинається з процесу розморожування. Якість розморожування залежить від стану м'яса на момент розморожування, швидкості заморожування, температури та тривалості зберігання. Розморожування проводиться при умовах, що дозволяють отримати м'ясо, яке за характеристиками наближається до охолодженого. Розморожування вважається завершеним, коли в товщі стегна температура досягає 1°C. В залежності від температури і швидкості руху повітря розрізняють три методи розморожування: повільне (при температурі від 0 до 8 °C протягом 3-5 діб і вологості повітря 90–95 %), прискорене (при температурі

повітря 20 ± 2 °C і вологості 94 ± 2 %) і швидке (при температурі 20–25 °C протягом 11–12 годин) [43, 15].

Найбільш поширеним методом розморожування є прискорене розморожування півтуш (або четвертин) за допомогою повітряного душу при температурі повітря 20 ± 2 °C та вологості не менше 90%. За такої швидкості руху повітря (0,2–0,5 м/с) тривалість розморожування півтуш свинину масою до 110 кг складає до 30 годин. Зі збільшенням швидкості повітря до 1 м/с тривалість розморожування скорочується на 25%.

Накопичення, промивання та зачищення сировини. Розморожене м'ясо зберігають на підвісних шляхах в накопичувальних камерах при температурі від -1 до 4°C та вологості повітря не менше 85% протягом не більше ніж 8 годин. Під час розморожування на поверхні м'яса утворюється мікробне обсіменіння, тому після закінчення розморожування м'ясо обмивають водою температурою не більше 25 °C. Після цього, після 10 хвилин стікання вологи, забруднені місця туші зачищають і зрізують відбитки клейм. Після зачищення туші транспортуються в сировинне відділення цеху або в накопичувальне відділення [16].

Розбирання півтуш. Залежно від продуктивності м'ясокомбінатів, сировинний цех обладнується стаціонарними або конвеєрними столами для розбирання півтуш, обвалювання, жилування та сортування м'яса. Свинину зазвичай розбирають на підвісних шляхах. М'ясні півтуші розділяють на наступні відруби:

Обвалювання, жилування та сортування м'яса. Обвалювання — це технологічний процес, що полягає в відокремленні м'язової, жирової та сполучної тканин від кісток, який здійснюється за допомогою ножа на стаціонарних або конвеєрних столах. Цей процес включає дві основні операції: зрізання основної маси м'язів з кісток та подальше видалення залишків тканин. Навіть при високоякісному обвалюванні на кістках може залишатися до 6–8 % м'ясної тканини від їх маси. Тому такі кістки не доцільно повністю очищати від м'яса, а краще використовувати їх для виробництва напівфабрикатів або реалізовувати для приготування перших страв. Процес обвалювання

здійснюється з охолодженою або розмороженою сировиною, температура м'язової тканини повинна бути в межах 1–4°C.

Жилування — це етап, на якому з м'яса відокремлюють низькоцінні тканини та утворення, видимі неозброєним оком, такі як сполучна тканина, дрібні кісточки, що залишилися після обвалювання, сухожилля, хрящі, кровоносні та лімфатичні судини, синці і забруднення. Цю операцію виконують вручну за допомогою спеціальних ножів [45, 43, 15, 16].

У процесі жилування свинину сортують на три категорії. До вищого сорту належать шматки м'яса, що не містять видимих залишків інших тканин. М'ясо, що містить не більше 6 % сполучних тканин, відноситься до першого сорту, а з вмістом до 20 % — до другого сорту. При жилуванні яловичини на два сорти м'ясо вищої категорії становить 73 % від загального обсягу. Знежилована яловичина першого сорту — це м'язова тканина з вмістом не більше 14 % видимих жирових і сполучних тканин. Також використовують знежиловану ковбасну свинину (містить не більше 12 % жирових і сполучних тканин) та знежиловану жирну свинину (не більше 35 %), отриману шляхом обробки жирної свинини.

Температура в сировинному цеху не повинна перевищувати 12 °С, а відносна вологість повітря має складати 80 %.

Після сортування сировини, шматки м'яса, що залишаються, зазвичай направляються на подальшу переробку. Однією з сучасних методик вдосконалення м'ясних напівфабрикатів є склеювання шматків м'яса за допомогою ферменту транзим 100, що дозволяє збільшити вихід порційних напівфабрикатів і, як результат, знизити собівартість готової продукції [43, 16].

Технологічний процес виготовлення порційних напівфабрикатів представлено на рисунку 3.1.



Рис. 3.1. Технологічний процес виробництва порційних напівфабрикатів.

До оброблених шматків м'яса додають водний розчин ферменту тразим 100 у кількості 20 г на 100 кг сировини. Після введення ферментного препарату сировину формують і залишають для технологічного дозрівання на період близько 2 годин при температурі від 0 до 4 °С. Після цього охолоджена сировина розділяється на частини заданого розміру шляхом нарізання поперек волокон, перпендикулярно або під кутом 45°. Напівфабрикати, нарізані поперек волокон, краще зберігають свою форму, менш деформуються в сирому вигляді, а під час термічної обробки зберігають більше соку, стаючи соковитішими та смачнішими.

Контроль якості, пакування, маркування та зберігання готових напівфабрикатів. Біфштекси повинні відповідати вимогам стандартів щодо зовнішнього вигляду, органолептичних, мікробіологічних і фізико-хімічних показників, вмісту вологи та масової частки кухонної солі (0,6–1 %). Порційні напівфабрикати укладають у полімерні вкладиші в багатооборотні ящики. Зберігання здійснюється при температурі не нижче 0 °С і не вище 4 °С. Термін реалізації складає 24 години.

3.2 Органолептична оцінка досліджуваних порційних напівфабрикатів зі свинини

При оцінці якості м'ясних напівфабрикатів важливе значення має органолептичний аналіз, оскільки споживча реакція безпосередньо залежить від таких характеристик, як зовнішній вигляд, колір, запах, смак, консистенція та соковитість готового продукту. Органолептичні параметри м'ясних виробів змінюються в залежності від хімічного складу, біохімічних перетворень (наприклад, процесу дозрівання м'яса), технологічної обробки (подрібнення, варіння, копчення тощо), а також використання спецій і добавок. Вплив органолептичних характеристик на харчову цінність продукту полягає в тому, що вони стимулюють секреторно-моторну діяльність травної системи, що, в свою чергу, активізує апетит.

Для органолептичної оцінки використовували як диференційований (описовий), так і комплексний метод із застосуванням п'ятибальної шкали.

Основними показниками якості є:

- зовнішній вигляд, що включає форму, колір і стан поверхні продукту;
- консистенція, яка характеризує щільність з'єднання часток і їх опір до натискання, розрізання чи пережовування;
- вигляд на розрізі, що визначається за допомогою органів зору;
- запах, який оцінюється за допомогою органу нюху, і смак, який виявляється через органи смаку.

Органолептичні показники якості порційних напівфабрикатів з ферментом наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Органолептичні показники якості порційних напівфабрикатів з додаванням ферментного препарату

Назва показника	Характеристика			
	Біфштекс	Біфштекс "Особливий"		
	Контроль	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3
Зовнішній вигляд	Не злиплий, не zdeформований форма однієї штуки – округло-приплюснута	Не злипли, не zdeформовані, округло-приплюснutoї форми		
Вигляд на розрізі	Фарш рівномірно перемішаний, червоного кольору зі шматочками сала білого кольору	М'ясо рівномірно перемішане, червоного кольору зі шматочками сала білого кольору		
Консистенція	Щільна, пружна	Щільна, соковита, пружна		
Запах	Приємний, властивий даному продукту	Приємний, без сторонніх запахів, властивий доброякісній сировині		
Смак	Без сторонніх присмаків, властивий доброякісній сировині і спеціям	Без сторонніх присмаків, властивий даному виду продукту		

Згідно з результатами досліджень, додавання ферментного препарату транзим 100 до порційних напівфабрикатів не мало значного впливу на органолептичні характеристики. Зовнішній вигляд відповідав вимогам для цього виду продукту, колір біфштексу був червоним, властивим даному продукту, а поверхня була сухою і без пошкоджень. Зразки з ферментом не мали суттєвих відмінностей від контрольних зразків. Додавання ферментного препарату в рецептуру частково змінювало органолептичні показники, проте незначно, при цьому зразки мали високу смакову якість та щільну консистенцію.

У процесі органолептичної оцінки застосовувався комплексний метод з використанням п'ятибальної шкали. Цей метод передбачає оцінку якості продукту, де результат виражається у вигляді бальної оцінки за шкалою. Органолептичні показники якості порційних напівфабрикатів, до складу яких входив ферментний препарат, визначені за допомогою комплексного методу, наведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

Органолептичні характеристики якості порційних напівфабрикатів, до складу яких входив ферментний препарат

Назва показника	Характеристика			
	Біфштекс	Біфштекс "Особливий"		
	Контрольний Зразок	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3
Запах	4.7	4.7	4.6	4.6
Вигляд на розрізі	4.1	4.2	4.3	4.1
Зовнішній вигляд	4.3	4.2	4.3	4.2
Консистенція	4.5	4.4	4.5	4.5
Смак	4.7	4.8	4.8	4.8
Середня оцінка	4.48	4.48	4.52	4.42

Результати проведених досліджень визначення органолептичних показників представлені на рисунку 3.2.

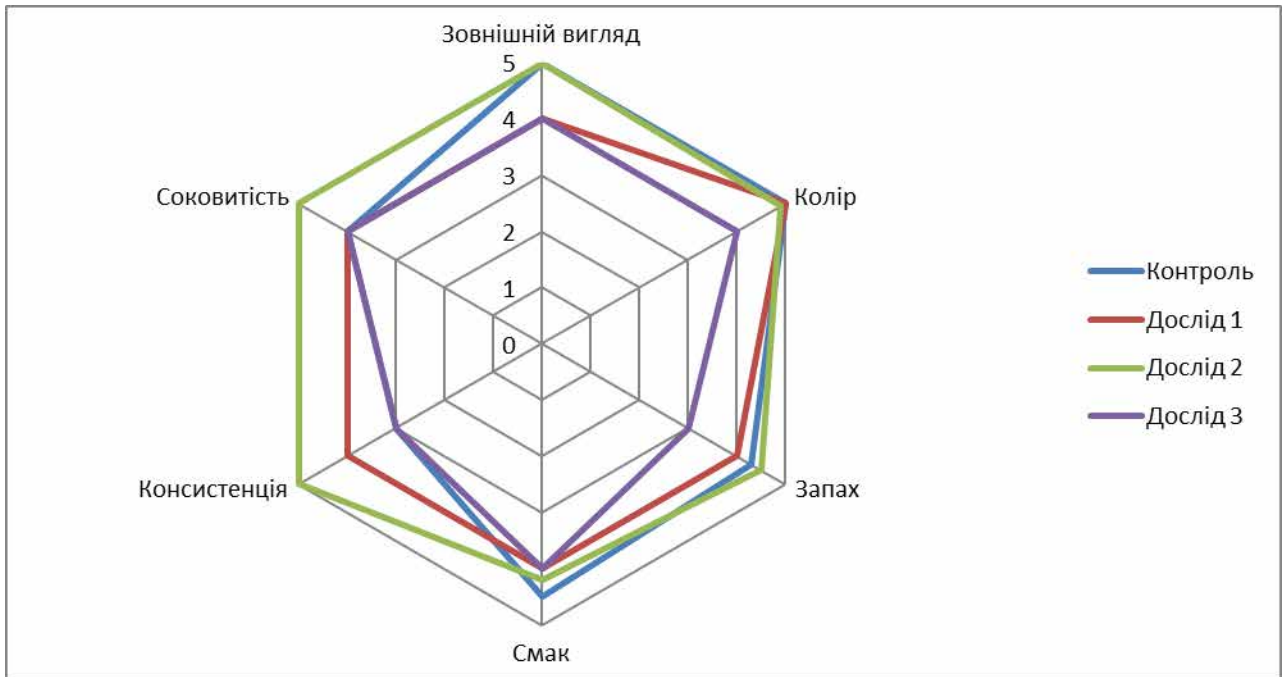


Рис. 3. 2. Профілограма бальної оцінки готових виробів

У ході проведених досліджень було встановлено, що застосування ферментного препарату транзим 100 сприяє покращенню органолептичних характеристик м'ясних напівфабрикатів. При введенні цього препарату в дослідні зразки спостерігалось виразніше проявлення аромату і смаку порівняно з контрольними зразками. Вигляд на розрізі був рівномірно забарвлений, з чітко видимими включеннями м'язової тканини червоного кольору, при цьому волога зберігалася у зв'язному стані. Консистенція продукту була щільною, ніжною та пружною.

3.3. Дослідження фізико-хімічних показників порційних напівфабрикатів зі свинини

При удосконаленні технологій виготовлення порційних напівфабрикатів важливу роль відіграє дослідження фізико-хімічних параметрів. До таких досліджень відносяться визначення рН, вмісту солі та пластичності м'ясних напівфабрикатів.

Визначення рН готового продукту є важливим показником якості м'яса в процесі його переробки та зберігання. Вміст солі є важливим параметром в

харчових продуктах, оскільки сіль додається для покращення смакових і технологічних властивостей м'ясних виробів.

Результати фізико-хімічних досліджень м'ясних напівфабрикатів наведені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

Фізико-хімічні показники м'ясних напівфабрикатів

Показник	Характеристика			
	Біфштекс	Біфштекс "Особливий"		
	Контрольний зразок	Дослідний зразок №1	Дослідний зразок №2	Дослідний зразок №3
рН	6,11±0,21	6,14±0,18	6,21±0,17	6,16±0,23
Масова частка кухонної солі, %	0,6±0,18	0,7±0,21	0,6-1,0	0,7±0,15
Масова частка жиру, %	15,8±1,1	15,8±1,2	16±1,2	15,7±1,3
Масова частка вологи, %	64,7±2,4	64,2±2,4	65±2,3	64,2±2,6

Згідно з проведеними дослідженнями, порівняльний аналіз результатів показав, що показники дослідних зразків суттєво не відрізняються від контрольних. Це дає підстави зробити висновок, що ферментний препарат транзим 100 не має значного впливу на фізико-хімічні характеристики продукту.

3.4. Функціонально-технологічні показники порційних напівфабрикатів зі свинини

До функціонально-технологічних параметрів, що були досліджені, належать: визначення вологозв'язувальної здатності та оцінка пластичності продукту.

Визначення вологозв'язувальної здатності готового продукту є важливим показником, оскільки вода є природною складовою м'яса і взаємодіє з його

компонентами, утворюючи стабільні структуровані системи. Враховуючи, що основними складовими м'яса є м'язова та сполучна тканини, їх водозв'язувальна здатність має найбільше практичне значення. Основний структурний матеріал цих тканин складають білкові сполуки, властивості яких і визначають здатність до утримання води. Вологозв'язувальна здатність м'яса (ВЗЗ) залежить від концентрації іонів водню в м'язовій тканині, що безпосередньо впливає на вихід готового продукту, рівень втрат маси під час зберігання, а також на стійкість до розвитку гнильної мікрофлори [28].

Оцінка пластичності готового продукту проводилася шляхом статичного навантаження масою 1 кг на стандартну площу зразка м'яса, після чого пластичність розраховувалася за відповідною формулою.

Результати функціонально-технологічних досліджень наведено в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

Функціонально-технологічні показники порційних напівфабрикатів

Показник	Характеристика			
	Біфштекс	Біфштекс "Особливий"		
	Контрольний зразок	Дослідний зразок №1	Дослідний зразок №2	Дослідний зразок №3
Пластичність, (см ² /г)	0,0048·10 ⁶ ±0,08	0,0046·10 ⁶ ±0,11	0,0044·10 ⁶ ±0,06	0,0047·10 ⁶ ±0,06
Вологозв'язуюча здатність, %	66,9±2,2	66,7±2,2	65±2,3	66,8±2,3

Під час проведених досліджень було встановлено, що додавання ферменту транзим 100 в різних дозах до дослідних зразків м'яса позитивно впливає на пластичні властивості продукту. Так, при внесенні 10 г ферменту у зразок № 1, 20 г у зразок № 2 та 30 г у зразок № 3 спостерігалось зростання пластичності з підвищенням дозування ферментного препарату, що свідчить про його вплив на структуру м'язової тканини м'яса.

3.5. Енергетична цінність порційних напівфабрикатів зі свинини

Енергія, необхідна для функціонування організму людини, постійно витрачається на діяльність внутрішніх органів, теплообмін та фізичну

активність, а основним джерелом цієї енергії є харчування.

Енергетична цінність харчових продуктів визначається кількістю енергії, що звільняється при окисленні жирів, білків і вуглеводів, що містяться в їжі, та використовується для підтримання фізіологічних функцій організму [10].

Харчова цінність м'яса визначається наявністю в ньому високоякісних білків, які містять незамінні амінокислоти, зокрема метіонін, триптофан, лізин, лейцин, ізолейцин, треонін, валін та фенілаланін, а також ліпідів, серед яких присутні незамінні жирні кислоти [41, 9].

М'ясо та м'ясні продукти є важливими складниками раціону людини, оскільки вони забезпечують організм усіма необхідними речовинами: білками (16-21 %), жирами (0,5-37 %), вуглеводами (0,4-0,8 %), екстрактивними речовинами (2,5-3 %), мінеральними солями (0,7-1,3 %), ферментами та вітамінами А, D, Е та групи В (В₁, В₂, В₆, В₁₂).

Білки є основними органічними сполуками, необхідними для життя і розвитку організму. Вони сприяють побудові тканин, відновленню клітин, утворенню ферментів, вітамінів, гормонів та імунних тіл. Білки складаються з амінокислот, які, з'єднуючись між собою, надають білкам різноманітні властивості [35]. Харчова цінність білків залежить від їх амінокислотного складу і фізико-хімічних властивостей. Людині необхідно щодня споживати 80-100 г білків, з яких 50 г повинні бути тваринного походження. Вміст білка в м'ясі становить 11,4-21,4 %.

Жири є складними ефірами гліцерину та жирних кислот, і відіграють важливу роль у харчуванні завдяки своїй високій калорійності та участі в обмінних процесах. Жири є складовою клітин і тканин організму, виконуючи функцію пластичного матеріалу, а також служать джерелом енергії. Крім того, з жирами організм отримує необхідні для життєдіяльності речовини: вітаміни А, D, Е, незамінні жирні кислоти, лецитин. Жири також покращують смак їжі і викликають відчуття ситості. Жири можуть бути насиченими (стеаринова, пальмітинова, капронова, масляна та інші) і ненасиченими (олеїнова, ліноленова, арахідонова та інші). Людині необхідно щодня споживати 80-100 г жирів, з яких 20-25 г повинні бути рослинного походження. Вміст жирів у м'ясі

становить 1,2-4,9 %.

Вода має критичне значення для організму людини, оскільки є основою клітинного середовища, підтримує зв'язок між клітинами, а також входить до складу крові, лімфи та травних соків. Вода бере участь в обміні речовин і сприяє виведенню з організму непотрібних і шкідливих продуктів. Людина повинна споживати 2,5-3 л води на добу. М'ясо містить від 58 до 74 % води [60].

Вода в продуктах харчування може бути вільною або зв'язаною. Вільна вода присутня у клітинному соку, між клітинами та на поверхні продукту. Вона розчиняє органічні та мінеральні сполуки. Однак вільна вода створює умови для розвитку мікроорганізмів та активності ферментів, що сприяє швидкому псуванню продуктів, таких як м'ясо, риба, фрукти та молоко. При зберіганні овочів і фруктів волога зменшується через випаровування, переходячи в зв'язану форму.

Зв'язана вода знаходиться в складі сполук із різними компонентами продукту. Вона не здатна розчинити кристали, не стимулює біохімічні процеси і замерзає при температурах від -50 до -70 °С (на відміну від вільної води, яка замерзає близько 0 °С).

Важливим критерієм якості продукту є вміст води, або вологість. Відхилення від оптимального рівня води, як у бік зменшення, так і в бік збільшення, призводить до погіршення властивостей продукту. Вода знижує енергетичну цінність продукту, проте надає йому соковитості та покращує засвоюваність.

Мінеральні речовини є невід'ємною частиною харчування. Вони входять до складу мінеральних солей і органічних кислот. Важливість цих речовин для організму людини полягає в тому, що вони беруть участь у формуванні тканин (зокрема, кісткової тканини), підтримці кислотно-лужного балансу, нормалізації водно-сольового обміну та функціонуванні центральної нервової системи, а також є складовими частинами крові. Залежно від їх кількості в продуктах харчування мінеральні речовини поділяються на макроелементи, мікроелементи та ультрамікроелементи.

Вміст мінеральних речовин у м'ясі становить 0,6–1,2 %.

Результати досліджень хімічного складу та енергетичної цінності порційних напівфабрикатів із додаванням ферментного препарату наведено в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5

Енергетична цінність контрольних та дослідних зразків порційних напівфабрикатів

Показник	Характеристика			
	Біфштекс	Біфштекс "Особливий"		
	Контрольний Зразок	Дослідний зразок №1	Дослідний зразок №2	Дослідний зразок №3
Зола	0,86±0,2	0,88±0,2	0,86±0,1	0,90±0,1
Вода	64,40±2,3	64,20±2,1	64,20±2,4	64,50±2,5
Жир	15,70±1,1	15,80±1,2	15,80±1,3	16,00±1,1
Білок	18,20±1,2	18,40±1,3	18,40±1,4	18,60±1,4
Енергетична цінність, ккал	216,51	218,71	216,71	228,01

Як показано в таблиці 3.5, застосування ферментного препарату транзим 100 для вдосконалення технології виробництва порційних напівфабрикатів не призвело до суттєвих змін енергетичної цінності кінцевого продукту.

Хімічний склад дослідних зразків суттєво не змінився в порівнянні з контрольним зразком, що підтверджує доцільність використання цього ферменту для оптимізації технологічного процесу порційних напівфабрикатів.

3.6. Мікробіологічні показники якості готового продукту протягом зберігання

Санітарна оцінка харчових продуктів є важливим аспектом забезпечення їх безпеки для споживачів. Основним завданням такої оцінки є визначення якості товарів та їх відповідність вимогам безпеки для споживання. Якість продовольчих товарів визначається під впливом ряду факторів, що охоплюють різні етапи виробничого циклу.

До факторів виробництва належать якість сировини, напівфабрикатів, матеріалів, технологічного процесу, обладнання та умов праці виробників; до

факторів розподілу — умови зберігання, транспортування і реалізації; до факторів споживання — умови зберігання, споживання та засвоєння продукту.

Число мікроорганізмів у м'ясі значно зростає під час операцій розбирання туш, обвалювання та жилювання, оскільки ці процеси зазвичай виконуються вручну.

В результаті розбирання півтуш в м'ясо потрапляє велика кількість різноманітних гнильних бактерій, як неспорутворювальних, так і спорових, серед яких ентерококи, кишкова паличка, а також інші сапрофітні та умовно патогенні мікроорганізми, іноді й патогенні (наприклад, сальмонела). Ступінь забруднення м'яса мікроорганізмами залежить від розмірів шматків, на які розподіляється туша: чим більше відношення поверхні до об'єму шматка, тим вищий рівень мікробного обсіменіння.

Для максимального зниження рівня мікробного забруднення сировини необхідно дотримуватися санітарно-гігієнічних норм виробництва, а також забезпечити короткий термін підготовки сировини при низьких температурах у виробничих приміщеннях. Мікроорганізми можуть потрапляти в м'ясо також через устаткування та інвентар, а також внаслідок введення харчових добавок і сумішей.

Протягом 14 діб охолоджені готові вироби зберігались при температурі 0-4°C, і проводилось спостереження за зміною мікрофлори в порційних напівфабрикатах. Залежно від температурних умов зберігання м'яса спостерігались різні зміни в кількісному та груповому складі мікрофлори, що призводить до його псування. У ході досліджень у дослідних зразках м'ясних напівфабрикатів не були виявлені бактерії групи кишкових паличок або патогенні мікроорганізми, зокрема бактерії роду **Salmonella**. Результати мікробіологічних досліджень якості порційних напівфабрикатів під час зберігання наведені в таблиці 3.6.

Мікробіологічні показники якості порційних напівфабрикатів

Назва виробів	Термін зберігання, діб	Результати досліджень		
		КМАФАнМ в 1 г продукту	Патогенні мікроорганізми, зокрема бактерії роду Сальмонелла, в 25 г продукту	Бактерії групи кишкових паличок: (коліформи), в 0.001 г продукту
Допустима норма		не більше ніж $1,0 \times 10^6$	не дозволено	не дозволено
Біфштекс	1	$2,3 \times 10^5$	не виявлено	не виявлено
	3	$2,7 \times 10^5$	не виявлено	не виявлено
	7	$3,2 \times 10^5$	не виявлено	не виявлено
	14	$4,1 \times 10^5$	не виявлено	не виявлено
Біфштекс "Особливий"	1	$2,2 \times 10^5$	не виявлено	не виявлено
	3	$2,5 \times 10^5$	не виявлено	не виявлено
	7	$3,1 \times 10^5$	не виявлено	не виявлено
	14	$4,0 \times 10^5$	не виявлено	не виявлено

Як демонструє таблиця 3.6, вміст мікроорганізмів у всіх групах дослідних зразків не перевищує встановлені нормативні межі. За результатами мікробіологічних досліджень у продуктах не було виявлено бактерій групи кишкових паличок та представників роду *Salmonella*, що підтверджує високу якість готової продукції. Аналіз показав, що як дослідні, так і контрольні зразки відповідали вимогам нормативів, визначених у ДСТУ 10444.15-94 «Методи визначення кількості мезофільних, аеробних та факультативно анаеробних мікроорганізмів», і мали показники, що не перевищували $1,0 \times 10^6$ мікроорганізмів на 1 грам продукту, що свідчить про їх відповідність встановленим стандартам.

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

Організація роботи з охорони праці в м'ясопереробних цехах здійснюється у відповідності із Законами України “Про охорону праці”, “Про пожежну безпеку”, “Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення” [72,78].

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів і засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини в процесі трудової діяльності. Створення служби охорони праці на підприємствах будь-якої форми власності передбачено Законом України «Про охорону праці» та НПАОП 0.00-4.21-04 «Типове положення про службу з охорони праці», «Про пожежну безпеку», «Санітарними правилами організації технологічних процесів та гігієнічних вимог до виробничого обладнання», НПАОП 15.1-1.06-99 «Правила охорони праці для працівників м'ясопереробних цехів» і є обов'язком роботодавця, якщо кількість найманих працівників складає 50 і більше осіб [75,77,79].

Для виконання передбачених законодавством завдань органи охорони праці на підприємстві: розробляє спільно з іншими підрозділами комплексні заходи, плани, програми з поліпшення умов праці, запобігання виробничому травматизму і професійних захворювань; готує проекти наказів з питань охорони праці і подають їх на розгляд роботодавцю; проводить перевірки дотримання працівниками нормативно-правових актів з охорони праці; складають звітність з охорони праці; проводить з працівниками інструктажі з охорони праці; ведуть облік та аналізують причини виробничого травматизму; забезпечує належне оформлення та зберігання документації з питань охорони праці, а також своєчасну передачу її в архів для тривалого зберігання; складає за участю керівників підрозділів підприємства переліки професій, посад і видів робіт, щодо яких повинні бути розроблені інструкції з охорони (безпеки) праці, надають допомогу під час їх розроблення; інформує працівників про основні вимоги законів, інші нормативно-правових акти та акти з охорони праці, що діють у межах підприємства.

Крім того, функціями служб і спеціалістів з охорони праці є розгляд питань про підтвердження наявності небезпечної виробничої ситуації, яка стала причиною відмови працівника від виконання дорученої роботи, листів, заяв, скарг працівників підприємства, що стосуються питань дотримання законодавства про охорону праці. Однією з найважливіших функцій, які покладені на службу охорони праці, є участь у розслідуванні нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві.

Працівники, під час прийняття на роботу та періодично, проходять на підприємстві інструктажі з питань охорони праці, надання першої медичної допомоги потерпілим від нещасних випадків, а також з правил поведінки та дій при виникненні аварійних та небезпечних ситуацій. Первинний, повторний, позаплановий і цільовий інструктажі завершуються перевіркою знання у вигляді усного опитування або за допомогою технічних засобів, а також перевіркою набутих навичок безпечної праці, особою, яка проводила інструктаж [73,75].

Роботодавець зі своєї сторони зобов'язаний за свої кошти забезпечити фінансування та організувати проведення попереднього (під час прийняття на роботу) і періодичних (протягом трудової діяльності) медичних оглядів працівників відповідно з «Порядком проведення медичних оглядів працівників певних категорій», зайнятих на важких роботах, роботах із шкідливими чи небезпечними умовами праці або таких, де є потреба у професійному доборі, щорічного обов'язкового медичного огляду осіб віком до 21 року. За результатами періодичних медичних оглядів у разі потреби роботодавець повинен забезпечити проведення відповідних оздоровчих заходів. Медичні огляди проводяться відповідними закладами охорони здоров'я, працівники яких несуть відповідальність згідно із законодавством за відповідність медичного висновку фактичному стану здоров'я працівника [74].

На м'ясопереробному підприємстві відповідно до НПАОП 0.00-4.01-08 «Положення про порядок забезпечення працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту» та НПАОП 15.0-3.03-98 «Типові норми безплатної видачі спеціального одягу, спеціального

взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам м'ясної і молочної промисловості» [77,79,80], працівників забезпечують необхідними для роботи засобами ті, що наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

Засоби індивідуального захисту на підприємстві

Категорії працівників	Засоби індивідуального захисту на виробництві (ЗІЗ)	Тип спецодягу	Строк носіння (міс)
Виробник м'ясних напівфабрикатів	Чоботи або черевики шкіряні Жилет утеплений	Сж, См Тн	9 12
Готувач фаршу	Черевики шкіряні	Сж, См, З	6
Фаршомісильник	Черевики шкіряні Жилет утеплений	Сж, См, З Тн	6 12
Просівальник технічної продукції	Черевики шкіряні Респіратор	З Пилозахис	6 До зносу

Кожному працівнику виділяється індивідуальна шафа, що розміщена в роздягальні, біля якої є санвузли та душ. Знезараження, прання спецодягу проводиться безпосередньо на підприємстві. Прання проводять у міру забруднення, але не рідше 1 раз на 6 змін. Також є медичний пункт, де надається необхідна медична допомога працівникам.

На даному підприємстві повинна проводитися атестація робочих місць на відповідність безпечності технологічних процесів згідно з НПАОП 0.00-6.23-92 «Про порядок проведення атестації робочих місць за умовами праці» з метою врегулювання відносин між роботодавцем і працівником. Атестація робочих місць на м'ясопереробному цеху даного підприємства за умовами праці проведена [80]. Проатестовані робочі місця жилувальників, обвалювальників м'яса, віднесені до 2-го класу – допустимі умови праці. Умови їх праці характеризуються такими рівнями факторів виробничого середовища і трудового процесу, що не перевищують встановлені гігієнічні нормативи для

робочих місць, а можливі зміни функціонального стану організму відновлюються за час регламентованого відпочинку або до початку чергової зміни і не створюють несприятливого впливу на стан здоров'я працівників і їхнє потомство в найближчому й віддаленому періодах.

Під час роботи в м'ясопереробному цеху виконуються вимоги безпеки, які викладені в НПАОП 15.1-1.06-99 «Правила охорони праці для працівників м'ясопереробних цехів» [76,80].

Для відпочинку працівників, які здійснюють обвалювання і жилювання обладнують спеціальне приміщення, яке забезпечує можливість відпочинку. В цих приміщеннях передбачають засоби для обігрівання рук. Заточування ножів і зберігання ножів, сікачів, мусатів проводять в спеціальних приміщеннях. Робочі столи забезпечуються досками-вкладишами, які виготовлені із твердих порід дерев або полімерних матеріалів. При обвалюванні відрубів і жилюванні м'яса кожне робоче місце оснащено спуском або ємкостями для скидання кісток. На каркасі стола у кожного обвальщика і жилювальника змонтовані пристосування для навішування футлярів для тимчасового зберігання ножів і мусатів.

Поблизу робочих місць для санітарної обробки рук і ручних інструментів встановлені комбіновані умивальники зі стерилізаторами. Обвальщики приступають до роботи тільки після того, як надягнуть засоби індивідуального захисту: кольчужну рукавичку (на ліву руку) і фартух робочий металевий, який захищає груди і живіт робочого від випадкового удару ножа. Ширина робочого стола обвальщика м'яса не менше 1,5 м і жилювальника – 1,2 м, глибина робочої зони відповідно не менше 1 м і 0,8 м. Після роботи увесь інструмент в спеціальних ножнах обов'язково здають в інструментальну.

Вовчок використовують для подрібнення м'яса та жиросировини. Небезпечною зоною вовчка являється шнек і ножі. Для уникнення попадання рук до шнека сировина в вовчок подається за допомогою спусків або механізовано. Подавати в нього м'ясо слід товкачем із дерева твердих порід. Велику небезпеку представляють ножі, що обертаються, тому для зняття решіток передбачено спеціальний засіб для виймання із горловини вовчка

решіток і ріжучого механізму. Під час роботи вовчка забороняється опускати в завантажувальну воронку руки для утримання, направлення або витискування сировини, а також очищати руками решітку вовчка. Розбирати і збирати вовчок можна тільки при відключення. Перед роботою перевіряють справність пристосування для виймання ріжучого механізму, відсутність тріщин на циліндрі, шнеці, на ножах і решітці; якість заточування ножів і решіток, справність затворів бункера або іншого завантажувального механізму. Для уникнення перегріву електродвигуна вовчок завантажують рівномірною і однорідною сировиною. Кутер застосовують для тонкого подрібнення м'яса для ковбасних виробів. Самою небезпечною в кутері являється зона дії ножів, тому ножі закриваються кришкою, яка заблокована з пусковим механізмом таким чином, що при відкритій кришці кутер не вмикається.

Кутер обладнують тарілковим вивантажувачем, який забезпечує зручне і безпечне вивантажування фаршу із чаші. При його роботі працівник не повинен збирати фарш з тарілки під час її руху. Тарілковий вивантажувач має пристосування, яке заблоковане з пусковим механізмом машини, які припиняє обертання тарілки при підніманні її із чаші кутера. Перед початком роботи перевіряють справність кутера: кріплення ножів, якість їх заточування. Завантажувати кутер сировиною потрібно рівномірно при обертанні чаші. В процесі роботи кутера забороняється перемішувати фарш руками, очищати чашу кутера, вручну завантажувати кутер, збирати руками фарш з поверхні тарілкового вивантажувача. В процесі очистки і промивки серповидних ножів необхідно дотримуватися особливої безпеки. Для нарізання шпика для ковбасних виробів використовують шпигорізки. Зона дії ножів являється небезпечною зоною і тому закривається кришкою, яка заблокована з пусковим механізмом таким чином, що при відкриванні електродвигун автоматично вимикається. Перед роботою на шпигорізці перевіряють щільність і правильність закріплення ножів, заточення, відсутність на ножах тріщин, наявність і справність на товкачі обмежувача, справність блокуючого механізму, який не допускає роботу шпигорізки при відкритих ножах. Шпиг завантажують рівномірно у вільну камеру. Переміщати камери, тримаючи її за

вершню кромку, заборонено. При розбиранні і очищенні ножів необхідно дотримуватися особливої обережності. Цю роботу можна виконувати тільки при відсутності струму в пусковому механізмі.

Для переміщування фаршу використовують фаршмішалки. Лопасті фаршмішалки, що обертаються, представляють небезпеку для працівників і тому закриваються решіткою (кришкою), яка заблокована з пусковим механізмом таким чином, що при відкриванні решітки більше ніж на 150 мм фаршмішалка зупиняється.

Електродвигун фаршмішалки вмикається тільки при закритій кришці корита. Вивантажувати фарш із корита фаршмішалки потрібно тільки лопатями, що обертаються. В процесі роботи неможна відкривати решітку, просовувати крізь неї руки, розвантажувати вручну фарш до повної зупинки лопатей фаршмішалки, а також завантажувати і додавати сировину в фаршмішалку при обертанні лопатей.

Для захисту персоналу від ураження електричним струмом, продуктів горіння та ін. застосовують ізолюючі, огорожуючі та допоміжні захисні засоби. Загальними вимогами пожежної безпеки під час експлуатації технологічного обладнання є: відповідність режиму праці паспортним даним і регламенту; змазування підшипників і механізмів машин; герметизація та ізоляція; контроль за втратами вибухобезпечних парів, газів і рідини; застосування систем автоматизації та блокування; проведення огляду та виконання графіків планово-попереджувачого ремонту [81].

Приклади формування виробничих небезпек при виконанні технологічних процесів під час виробництва напівфабрикатів наводимо у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2

Формування виробничих небезпек при проведенні
технологічних процесів

Технологічний процес, обладнання	Небезпечна умова (НУ)	Небезпечна дія (НД)	Небезпечна ситуація (НС)	Наслідки	Запропоновані Заходи
Формування фаршу	Працівнику не проведено інструктаж з охорони праці. Не перевірений стан укомплектованості механізму.	Працівник не перевіряв стан укомплектованості механізму обладнання	Виліт верхньої лопаті автомат у.	Травма працівника	Інструктаж з охорони праці. Попередня технічна перевірка обладнання перед роботою.
Охолодження та заморожування сировини в холодильних установках	Працівнику не проведено інструктаж з охорони праці. Відсутність утепленого спецодягу та захисних рукавиць.	Працівник перевищив час знаходження в холодильній установці.	Працівник отримує переохолодження організму	Професійне захворювання	Інструктаж з охорони праці, забезпечення працівників спецодягом та спецвзуттям

Отже, для того щоб зменшити ризик появи виробничих небезпек при проведенні технологічних процесів потрібно вчасно проводити інструктажі та перевірку стану технологічного обладнання.

А також на основі форми 7-тнв «Звіт про травматизм на виробництві», що подається щорічно за результатами роботи в органи статистики, актів Н-1 та П-4 наведені дані про виробничий травматизм на підприємстві за останні 2 роки у вигляді таблиці 4.3.

Таблиця 4.3.

Рівень виробничого травматизму і професійних захворювань на підприємстві

Показники	Роки	
	2022	2023
Середньооблікова чисельність працівників	75	72
Кількість потерпілих через нещасні випадки	2	1
Кількість людино-днів непрацездатності	21	14
Коефіцієнт частоти травматизму	26,6	13,8
Коефіцієнт тяжкості травматизму	10,5	14
Коефіцієнт трудових втрат	279,3	193,2

Фінансування охорони праці здійснюється роботодавцем. Фінансування профілактичних заходів з охорони праці, виконання загальнодержавної, галузевих та регіональних програм поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, інших державних програм, спрямованих на запобігання нещасним випадкам та професійним захворюванням, передбачається, поряд з іншими джерелами фінансування, визначеними законодавством, у державному і місцевих бюджетах, що виділяються окремим рядком. Для підприємств, незалежно від форм власності, або фізичних осіб, які використовують найману працю, витрати на охорону праці встановлюються згідно політики підприємства. Суми витрат з охорони праці наведені в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3.

Фінансування заходів на охорону праці на підприємстві

Показники	Роки		
	2021	2022	2023
Загальний обсяг фінансування заходів на охорону праці, грн.	50000	52000	55000
У тому числі на: засоби індивідуального захисту	230000	31000	33000
атестацію робочих місць за умовами праці	8000	8500	9000
проведення медичних оглядів	5000	5500	6000
У % від фонду заробітної плати	0,5	0,5	0,5

Отже, на ТОВ "АГРОФІРМА СТОЛИЧНА" заходи з охорони праці організовані відповідно до Закону України «Про охорону праці». Працівники забезпечені засобами індивідуального захисту, санітарно-побутовими приміщеннями; організовується проведення попереднього та періодичного медичних оглядів працівників; проходить адміністративно-громадський оперативний контроль за станом охорони праці; проводиться перевірка знань працівників щодо охорони праці; показники виробничого травматизму і професійних захворювань в цеху незначні.

Пожежна безпека підприємства відповідає вимогам Закону України "Про пожежну безпеку", Правил пожежної безпеки в Україні, стандартів, будівельних норм і правил, норм технологічного проектування, Правил улаштування електроустановок (ПУЕ), Правил безпечної експлуатації електроустановок споживачів (ПБЕЕС). На нашому підприємстві виконана класифікація будівель, приміщень виробничого, складського призначення, лабораторій за вибухопожежною і пожежною небезпекою з встановленням їх категорій за вибуховою і пожежною небезпекою, а також класу зони за ПУЕ.

Визначену категорію приміщень а також зовнішніх виробничих і складських ділянок необхідно позначати на вхідних дверях до приміщення і на межах зон усередині приміщень та ззовні. На підприємстві створена пожежно-технічна комісія (ПТК).

До всіх будівель і споруд, електроустановок, протипожежного інвентарю підприємства забезпечений вільний доступ. Приміщення і майданчики для зберігання легкозаймистих рідин задовольняють вимогам ВБН В.2.2-58.1-94. Автомобільні дороги і проїзди на території підприємства забезпечують проїзд до пожежних водних джерел і засобів пожежогасіння, а також до будівель і споруд [74,79].

У вибухових та пожежно небезпечних приміщеннях вивішені знаки, які забороняють користування відкритим вогнем, а також знаки, що попереджають про обережність за наявності легкозаймистих та горючих рідин. Підприємство забезпечене необхідною кількістю води для цілей пожежогасіння. У разі недостатнього напору на об'єктах необхідно установлювати насоси, які

підвищують тиск у мережі. Будівлі, споруди, приміщення, технологічні установки забезпечені первинними засобами пожежогасіння: вогнегасниками, ящиками з піском, бочками з водою, покривалами з негорючого теплоізоляційного полотна, грубововняної тканини, повсті, пожежними відрами, совковими лопатами, пожежним інструментом (гаками, ломами, сокирами тощо), які використовуються для локалізації і ліквідації пожеж в їх початковій стадії розвитку.

На підприємстві опрацьований план евакуації людей з приміщень і будівель з додатком схем, які вивішуються на видних місцях [73,76].

На основі проведеного аналізу підприємства, я пропоную план заходів, для того, щоб поліпшити умови праці на даному підприємстві, які наведені в табл.4.4

Таблиця 4.4

План заходів для поліпшення умов і охорони праці на підприємстві

п/п	Зміст заходів	Орієнтовна вартість, грн	Термін виконання	Відповідальний за виконання заходу
1	Покращення стану забезпечення працівників засобами ЗІЗ (спецодягу, спецвзуття, рукавичками та ін.)	7500	7 днів	Спеціаліст з охорони праці
2	Покращення стану забезпечення засобами пожежогасіння	8000	14 днів	Спеціаліст з охорони праці

На даному виробництві стан охорони праці знаходиться в доброму стані. Пропоную збільшити обсяг фінансування заходів на охорону праці, як це передбачено статтею 19 Закону України «Про охорону праці».

Аналізуючи дані можна зробити висновок, що загальний обсяг фінансування відповідає вимогам ст.19 Закону України «Про охорону праці», що передбачають для бюджетних підприємств щорічні витрати на охорону праці становлять не менше 0,5% від фонду оплати праці за попередній рік.

5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ

5.1. Розрахунок економічної ефективності впровадження результатів досліджень

У магістерській роботі проведено визначення можливості використання додаткової основної сировини, то під час розрахунку техніко-економічних показників для провадження наших досліджень визначатимемо зміну витрат на виробництво продукції за класичною та зміненою технологією. Для цього будемо використовувати «Інструкції з планування, обліку і калькулювання собівартості продукції на підприємствах м'ясної промисловості незалежно від форм власності» і «Типове (галузеве) положення з планування, обліку і калькулювання собівартості продукції (робіт, послуг) у промисловості [83].

Вихідними даними для розрахунку були взяті «Інструкції з планування, обліку і калькулювання собівартості продукції на підприємстві» ТОВ "АГРОФІРМА СТОЛИЧНА".

Собівартість продукції – це виражені в грошовій формі поточні витрати на виробництво та збут продукції. Собівартість застосовується на стадії планування виробництва для визначення майбутньої ціни продукції та рівня її прибутковості. Собівартість продукції розраховують шляхом калькулювання собівартості одиниці продукції відповідно до досліджуваного продукту.

5.1 Розрахунок зміни витрат по статті «Покупні матеріали, роботи та послуги виробничого характеру сторонніх підприємств і організацій»

У дану статтю включаються покупні матеріали, що використовуються в процесі виробництва продукції для забезпечення нормального технологічного процесу, вартість запасних частин для ремонту устаткування та інших засобів праці, що не належать до основних виробничих фондів, а також вартість робіт, послуг виробничого характеру, виконуваних сторонніми підприємствами або структурними підрозділами підприємств, що не належать до основного виду діяльності. Змін витрат по даній статті немає.

5.2. Розрахунок зміни витрат по статті «Природничі витрати»

До даної статті включаються витрати за природною втратою ваги м'яса та субпродуктів у процесі термічного оброблення і зберігання м'ясних продуктів на холодильниках. Змін втрат по даній статті немає [84].

5.3. Розрахунок зміни витрат по статті «Допоміжні та таропакувальні матеріали».

До допоміжних матеріалів належать: шпагат, цукор, сіль, хімікати, спеції, дезинфікуючі та мийні засоби, тара одноразового використання, пакувальні матеріали. Тобто це матеріали, які не є складовою частиною виготовленої продукції, але які беруть участь у її виготовленні або використовуються в процесі виробітку готових виробів для забезпечення нормального технологічного процесу. Змін втрат по даній статті немає.

5.4. Розрахунок зміни витрат по статті «Паливо та енергія на технологічні цілі»

До статті включаються витрати на всі види палива (тверде, рідке, газоподібне), що витрачаються безпосередньо на технологічні потреби основного виробництва. Витрати на куповану енергію складаються з витрат на її оплату за встановленими тарифами, а також - трансформацію і передавання до підстанції. Енергія власного виробництва враховується по її собівартості. Змін втрат по даній статті немає.

5.5. Розрахунок зміни витрат по статті «Зворотні відходи»

Зворотні відходи - це залишки сировини, матеріалів, напівфабрикатів, теплоносіїв та інших видів матеріальних ресурсів, що утворились у процесі виробництва продукції, втратили повністю або частково споживчі властивості початкового ресурсу і через це використовуються з підвищеними витратами (зниженням виходу продукції) або зовсім не використовуються за прямим призначенням (нехарчова обрізь, конфіскати туш, субпродукти та ін.). У статті калькуляції «Зворотні відходи» відображається вартість зворотних відходів, що вираховуються із загальної суми матеріальних витрат. Змін втрат по даній статті немає [85,87].

5.6. Розрахунок зміни витрат по статті «Основна заробітна плата»

До статті калькуляції відносяться витрати на виплату основної заробітної плати, обчисленої згідно з прийнятими підприємством формами та системами оплати праці, у вигляді тарифних ставок (окладів) і відрядних розцінок для робітників, зайнятих виробництвом продукції.

Заробітна плата робітників, зайнятих у виробництві відповідної продукції, безпосередньо включається до собівартості відповідних видів продукції (груп однорідних видів продукції). Змін втрат по даній статті немає.

5.7. Розрахунок зміни витрат по статті «Додаткова заробітна плата»

До статті калькуляції відносяться витрати на виплати виробничому персоналу підприємства додаткової заробітної плати, нарахованої за працю понад встановлені норми, за трудові успіхи та винахідливість, за особливі умови праці. Вона включає в себе доплати, надбавки, гарантійні та компенсаційні виплати, передбачені законодавством, премії, пов'язані з виконанням виробничих завдань і функцій.

Додаткова заробітна плата приймається на підставі даних підприємства. Умовно додаткову заробітну плату можна прийняти в розмірі 25-40 % від основної заробітної плати. Змін втрат по даній статті немає.

5.8. Розрахунок зміни витрат по статті «Відрахування до єдиного соціального фонду»

Відрахування здійснюються згідно законодавству. Змін втрат по даній статті немає.

5.9. Розрахунок зміни витрат по статті «Витрати, пов'язані з підготовкою та освоєння виробництва продукції»

До даної статті калькуляції належать підвищені витрати на виробництво нових видів продукції в період їх освоєння, а також витрати, пов'язані з підготовкою та освоєнням випуску продукції, не призначеної для серійного та масового виробництва, на освоєння нового виробництва, на винахідництво і раціоналізацію. Змін втрат по даній статті немає [83].

5.10. Розрахунок зміни витрат по статті «Витрати на утримання та експлуатацію устаткування»

До даної статті належать:

- витрати на повне відновлення основних виробничих фондів та капітальний ремонт у вигляді амортизаційних відрахувань від вартості основних виробничих фондів, на реконструкцію, модернізацію та капітальний ремонт фондів, включаючи прискорену амортизацію активної їх частини;
- сума сплачених орендних відсотків за користування наданими в оренду основними фондами;
- витрати на проведення поточного ремонту, технічний огляд, технічне обслуговування устаткування;
- витрати на внутрішньозаводське переміщення вантажів;
- знос малоцінних і швидкозношуваних інструментів та пристроїв нецільового призначення;
- інші витрати, пов'язані з утриманням та експлуатацією устаткування.

Змін втрат по даній статті немає.

5.11. Розрахунок зміни витрат по статті «Загальновиробничі витрати»

До статті загальновиробничі витрати належать [86]:

- витрати, пов'язані з управлінням виробництвом саме: на утримання працівників апарату структурних підрозділів, на оплату робіт консультативного та інформаційного характеру, пов'язаних із забезпеченням виробництва;

- витрати на службові відрядження у межах норм, передбачених законодавством;

- амортизаційні відрахування від вартості основних виробничих фондів (будівель, споруд, інвентаря цехів), на реконструкцію, модернізацію, та капітальний ремонт фондів, що належать підприємству, а також тих, що перебувають у підприємства на умовах оренди (лізингу), включаючи прискорену амортизацію їх активної частини;

- витрати некапітального характеру, пов'язані з удосконаленням технологій та організацією виробництва, поліпшення якості продукції,

- витрати на оплату праці працівників, зайнятих удосконаленням технологій та організацією виробництва, відрахування на державне соціальне страхування та обов'язкові страхові внески до Пенсійного фонду, інші витрати;

- витрати на обслуговування виробничого процесу - витрати на оплату праці цехового персоналу, який не належать до управлінського персоналу (контролерів, комірників, гардеробників, молодшого обслуговуючого персоналу та ін.), відрахування на державне соціальне страхування та обов'язкові страхові внески до Пенсійного фонду, витрати, пов'язані із забезпеченням працівників спеціальним одягом, взуттям, обмундируванням, форменим одягом та ін.;

- витрати на пожежну та сторожову охорону;

- платежі з обов'язкового страхування майна цехів, виробництва цивільної відповідальності, а також окремих категорій працівників, зайнятих на роботах з підвищеною загрозою для життя та здоров'я і інші витрати [84,87].

5.12.. До статті калькуляції «Адміністративні витрати» належать:

- витрати на обслуговування виробничого процесу;

- витрати на пожежну і сторожову охорону;

- поточні витрати, пов'язані з утриманням та експлуатацією фондів природоохоронного призначення (очисних споруд, уловлювачів, фільтрів тощо), очищення стічних вод;

- витрати, пов'язані з управлінням виробництвом;

- витрати на службові відрядження у межах норм, передбачених законодавством;

- витрати, пов'язані з підготовкою і перепідготовкою кадрів;

- витрати на оплату відсотків за фінансовими кредитами;

- витрати, пов'язані з виконанням робіт вахтовим методом;

- витрати на утримання, що надаються безоплатно підприємствам громадського харчування;

- податки, збори та інші обов'язкові платежі.

За відсутності заводських даних розмір адміністративних витрат можна прийняти в рамках 250-300 % основної заробітної плати виробничих робітників. Змін витрат по даній статті немає.

5.13 Розрахунок зміни витрат по статті «Витрати від технічно неминучого браку»

До даної статті належать:

- а) вартість залишкової забракованої продукції з технологічних причин;
- б) вартість матеріалів, напівфабрикатів, зіпсованих під час налагодження устаткування, у разі зупинки або простою обладнання, через вимикання енергії;
- в) втрати на усунення технічного неминучого браку;
- г) вартість скляних, керамічних, пластмасових виробів, розбитих під час транспортування на виробництві. Змін втрат по даній статті немає.

5.14 Розрахунок зміни витрат по статті «Попутна продукція»

Попутна продукція самостійно не калькулюється, її вартість обчислена за визначеними цінами (відпускними, плановою собівартістю або ціною їх можливого використання), вираховується із собівартості основної продукції. Змін втрат по даній статті немає.

5.15 Розрахунок витрат по статті «Позавиробничі витрати»

До такої статті належать витрати на реалізацію продукції, а саме: на відшкодування складських, вантажно-розвантажувальних, перевалочних, пакувальних, якщо пакування продукції проводиться після її здавання на склад, транспортних і страхувальних витрат постачальника, що включаються до ціни продукції, на оплату послуг транспортно-експедиційних, страхових та посередницьких організацій (включаючи комісійну винагороду), на сплату експортного мита та митних зборів, на рекламу і передпродажну підготовку товарів. Змін втрат по даній статті немає [83, 87].

Калькуляція собівартості виготовлення 100 кг порційних напівфабрикатів приведена в таблиці 5.1

Таблиця 5.1

Зведена таблиця зміни витрат по статтям собівартості на 100 кг. продукції

Назва статті	Витрати до впровадження на 100 кг. сировини, тис.грн.	Витрати після впровадження на 100 кг. сировини, тис.грн.	Різниця «-» «+»
Сировина та основні матеріали	124850	124930	+80,0
Транспортно-заготівельні Витрати	---	6,4	+0,0064
Загальнови-робничі витрати	1350	1000	-350,0
Адміністративні витрати	5800	4300	-1500,0
Попутня продукція	5400	---	-5400,0
	Σ		-7170,0

Основними техніко-економічними показниками магістерської роботи для обґрунтування доречності вдосконалення технології порційних напівфабрикатів є такі показники як: ціна, дохід, прибуток, витрати на 100 кг виробленої продукції, рентабельність. Дані розрахунків показані в таблиці 5.2

Таблиця 5.2

Розрахунок основних техніко-економічних показників проекту

Номер п/п	Показники	Од.вимір.	Значення показників		
			До впов	Після впов	Різниця «-» «+»
1	Обсяг виробництва	т/добу	10,0	13,5	+3,5
2	Ціна	тис.грн.	48	48	0
3	Дохід від реалізованої продукції	тис.грн.	480	648	+168
4	Собівартість продукції	тис.грн.	374,0	445,7	-71,70
5	Прибуток	тис.грн.	106	202,3	+96,3
6	Витрати на 1 грн. виробленої продукції	грн.	0,78	0,68	-0,1
7	Рентабельність	%	28,3	45,4	+17,1

З основних показників економічної ефективності ми бачимо, що обсяг виробництва збільшився (за рахунок збільшення виходу готової продукції), зменшилися загальновиробничі та адміністративні витрати, дохід продукту збільшився на 168 тис. грн., прибуток від реалізації продукції збільшується на 96,3 тис. грн., на 100 кг виробленої продукції зменшуються на 0,1, рентабельність підвищується на 17,1 %. Отже, з даних розрахунків ми дійшли висновків, що вдосконалення м'ясних порційних напівфабрикатів з використанням ферментного препарату- транзим 100 є доцільним та економічно вигідним.

ВИСНОВКИ

1. Теоретично обґрунтовано та експериментально підтверджено ефективність застосування ферментних препаратів у харчовій промисловості.
2. За результатами проведених досліджень було вдосконалено технологічний процес виробництва м'ясних напівфабрикатів з використанням ферментного препарату транзим 100, що сприяє підвищенню якості, виходу, харчової та біологічної цінності м'ясних продуктів.
3. Досліджено зміни органолептичних та функціональних характеристик порційних напівфабрикатів при обробці ферментним препаратом.
4. На основі фізико-хімічних досліджень обґрунтовано доцільність застосування ферментних препаратів у виробництві порційних напівфабрикатів.
5. За результатами мікробіологічних досліджень встановлено, що додавання ферментного препарату транзим 100 забезпечує стабільність якісних показників м'ясних напівфабрикатів під час зберігання.
6. Виявлено позитивний вплив ферментного препарату транзим 100 на формування структурних властивостей продукту.
7. Підтверджено економічну доцільність впровадження вдосконаленої технології виробництва м'ясних напівфабрикатів за допомогою ферментних препаратів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Choi, Y. S., Sung, J. M., Jeong, T. J., Hwang, K. E., Song, D. H., Ham, Y. K., Kim, H.-W., Kim, C.-B., & Kim, C. J. (2016). Effect of irradiated pork on physicochemical properties of meat emulsions. *Radiation Physics and Chemistry*, 119, 279–281.
2. De Oliveira Fagundes, D. T., Lorenzo, J. M., dos Santos, B., Fagundes, M., Heck, R., Cichoski, A., Wagner, R., & Campagnol, P. C. B. (2017). Pork skin and canola oil as strategy to confer technological and nutritional advantages to burgers. **Czech Journal of Food Sciences*, 35*(4), 352–359.
3. Câmara, A. K. F. I., Okuro, P. K., Santos, M., de S. Paglarini, C., da Cunha, R. L., Ruiz-Capillas, C., Herrero, A. M., & Pollonio, M. A. R. (2020b). Understanding the role of chia (*Salvia Hispanica* L.) mucilage on olive oil-based emulsion gels as a new fat substitute in emulsified meat products. *European Food Research and Technology*, 246(5), 909–922.
4. Meng, Y. C., et al. (2021). Exploring core microbiota responsible for the production of volatile flavor compounds during the traditional fermentation of Koumiss. *LWT - Food Science & Technology*.
5. Технологія м'яса та м'ясних продуктів: Навчальний посібник. – Одеса, 2015. – 321 с.
6. Дубіна А.А., Хацкевіч Ю.М., Попова Т.М., Ленерт С.О.. Загальна технологія харчових виробництв. Навчальний посібник / Х.: ХДУХТ, 2016. – 497 с.
7. Toldra F., Hui Y. H., Astiasar I., Sebranek J. G., Talon R. *Handbook of Fermented Meat and Poultry*, Second edition, 2014.
8. Holck A.L, Axelsson L., Rode T.M. et al. Reduction of verotoxigenic *Escherichia coli* in production of fermented sausages. *Meat Science*, vol. 89, no. 3, pp. 286–295, 2011.
9. Баль-Прилипко Л.В. «Магічні» речовини в харчовій промисловості: використання функціональних добавок при виробництві м'ясних виробів/ Баль-Прилипко Л.В, Лозова О.М.- Киев: Мясное дело. №3, 2010. с.34-36.

10. Баль-Прилипко Л.В., Актуальні проблеми галузі. Підручник, 2010, 358 с.
11. Баль-Прилипко Л. В. Впровадження та використання біологічно активних добавок при виробництві м'ясних продуктів. *Мясное дело*. 2010. № 12. С. 26–30.
12. Баль-Прилипко Л. В. Технологія зберігання, консервування та переробки м'яса. Київ, 2010. 468 с.
13. Choo, W. S., Birch, J., & Dufour, J. P. (2007). Physicochemical and quality characteristics of cold-pressed flaxseed oils. *Journal of Food Composition and Analysis*, 20(3–4), 202–211.
14. Mora, L., et al. (2023). Advanced enzymatic hydrolysis of food proteins for the production of bioactive peptides. *Current Opinion in Food Science*.
15. Ni, R., et al. (2022). Characterization of key odorants in fried red and green huajiao (*Zanthoxylum bungeanum* Maxim, and *Zanthoxylum schinifolium* Sieb. et Zucc.) oils. *Food Chemistry*.
16. de Carvalho, F. A. L., Munekata, P. E., Pateiro, M., Campagnol, P. C., Domínguez, R., Trindade, M. A., & Lorenzo, J. M. (2020). Effect of replacing backfat with vegetable oils during the shelf-life of cooked lamb sausages. *LWT - Food Science and Technology*, 122*, 109052.
17. Noman, A., et al. (2018). Influence of enzymatic hydrolysis conditions on the degree of hydrolysis and functional properties of protein hydrolysate obtained from Chinese sturgeon (*Acipenser sinensis*) by using papain enzyme. *Process Biochemistry*.
18. Coates, W. (2011). Protein content, oil content and fatty acid profiles as potential criteria to determine the origin of commercially grown chia (*Salvia hispanica* L.). *Industrial Crops and Products*, 34(2), 1366–1371.
19. Alnoumani, H., Ataman, Z. A., & Were, L. (2017). Lipid and protein antioxidant capacity of dried *Agaricus bisporus* in salted cooked ground beef. *Meat Science*, 129, 9–19.
20. da Silva, S. L., Amaral, J. T., Ribeiro, M., Sebastião, E. E., Vargas, C., de Lima Franzen, F., Schneider, G., Lorenzo, J. M., Fries, L. L. M., Cichoski, A. J.,

& Campagnol, P. C. B. (2019). Fat replacement by oleogel rich in oleic acid and its impact on the technological, nutritional, oxidative, and sensory properties of Bologna-type sausages. *Meat Science*, 149, 141–148.

21. Alves, L. A. A. dos S., Lorenzo, J. M., Gonçalves, C. A. A., dos Santos, B. A., Heck, R. T., Cichoski, A. J., & Campagnol, P. C. B. (2016). Production of healthier bologna type sausages using pork skin and green banana flour as fat replacers. *Meat Science*, 121, 73–78.

22. Baioumy, A. A., Bobreneva, I. V., Tvorogova, A. A., & Shobanova, T. V. (2018). Possibility of using quinoa seeds (*Chenopodium quinoa*) in meat products and its impact on nutritional and organoleptic characteristics. *Bioscience Research*, 15, 3307–3315.

23. Barbut, S. (2018). Effects of regular and modified potato and corn starches on frankfurter type products prepared with vegetable oil. *Italian Journal of Food Science*, 30(4), 801–808.

24. Barros, J. C., Munekata, P. E. S., de Carvalho, F. A. L., Domínguez, R., Trindade, M. A., Pateiro, M., & Lorenzo, J. M. (2021). Healthy beef burgers: Effect of animal fat replacement by algal and wheat germ oil emulsions. *Meat Science*, 173, 108396.

25. Wan, L., et al. (2024). Applying HS-SPME-GC-MS combined with PTR-TOF-MS to analyze the volatile compounds in coffee husks of *Coffea arabica* with different primary processing treatments in Yunnan. **LWT - Food Science & Technology**.

26. Chen, Y., Jia, X., Sun, F., Jiang, S., Liu, H., Liu, Q., & Kong, B. (2020). Using a stable pre-emulsified canola oil system that includes porcine plasma protein hydrolysates and oxidized tannic acid to partially replace pork fat in frankfurters. *Meat Science*, 160, 107968.

27. Choi, Y. S., Choi, J. H., Han, D. J., Kim, H. Y., Lee, M. A., Kim, H. W., Lee, J. W., Chung, H. J., & Kim, C. J. (2010). Optimization of replacing pork back fat with grape seed oil and rice bran fiber for reduced-fat meat emulsion systems. *Meat Science*, 84(1), 212–218.

28. Barros, J. C., Munekata, P. E. S., de Carvalho, F. A. L., Pateiro, M.,

Barba, F. J., Domínguez, R., Trindade, M. A., & Lorenzo, J. M. (2020). Use of tiger nut (*Cyperus esculentus* L.) oil emulsion as animal fat replacement in beef burgers. *Foods*, 9(1), 44.

29. Choi, Y. S., Park, K. S., Kim, H. W., Hwang, K. E., Song, D. H., Choi, M. S., Lee, S.-Y., Paik, H.-D., & Kim, C. J. (2013). Quality characteristics of reduced-fat frankfurters with pork fat replaced by sunflower seed oils and dietary fiber extracted from makgeolli lees. *Meat Science*, 93(3), 652–658.

30. Danyliv, M. M., Vasilenko, O. A., Ozherelyeva, O. N., & Stanislavskaya, E. B. (2021). Developing a technology for ground meat low-fat semi-products. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 624(1), 012165.

31. de Carvalho, F. A. L., Lorenzo, J. M., Pateiro, M., Bermúdez, R., Purriños, L., & Trindade, M. A. (2019). Effect of guarana (*Paullinia cupana*) seed and pitanga (*Eugenia uniflora* L.) leaf extracts on lamb burgers with fat replacement by chia oil emulsion during shelf life storage at 2°C. *Food Research International*, 125, 108554.

32. Qi, J., et al. (2021). Enhanced flavor strength of broth prepared from chicken following short-term frozen storage. *Food Chemistry*.

33. de Souto, V. O., Santos, M. M. F., Lima, D. A. S., Florentino, G. I. B., de Sousa Galvão, M., Bezerra, T. K. A., Madruga, M. S., & da Silva, F. A. P. (2021). Olive oil-in-water emulsion as a source of desirable fatty acids in free-range “Caipira” chicken ham. *LWT*, 144, 111216.

34. Aliasl Khiabani, A., Tabibiazar, M., Roufegarinejad, L., Hamishehkar, H., & Alizadeh, A. (2020). Preparation and characterization of carnauba wax/adipic acid oleogel: A new reinforced oleogel for application in cake and beef burger. *Food Chemistry*, 333, 127446.

35. Berizi, E., Shekarforoush, S. S., Mohammadinezhad, S., Hosseinzadeh, S., & Farahnaki, A. (2017). The use of inulin as fat replacer and its effect on texture and sensory properties of emulsion type sausages. *Iranian Journal of Veterinary Research*, 18(4), 253–257.

36. Bis-Souza, C. V., Henck, J. M. M., & Barretto, A. C. d. S. (2018). Performance of low-fat beef burger with added soluble and insoluble dietary fibers.

Food Science and Technology, 38(3), 522–529.

37. Qi, J., et al. (2018). Identification and characterization of the proteins in broth of stewed traditional Chinese yellow-feathered chickens. *Poultry Science*.

38. Bis-Souza, C. V., Pateiro, M., Domínguez, R., Lorenzo, J. M., Penna, A. L. B., & Barretto, A. C. da Silva. (2019). Volatile profile of fermented sausages with commercial probiotic strains and fructooligosaccharides. *Journal of Food Science and Technology*, 56(12), 5465–5473.

39. Bis-Souza, C. V., Pateiro, M., Domínguez, R., Penna, A. L. B., Lorenzo, J. M., & Silva Barretto, A. C. (2020). Impact of fructooligosaccharides and probiotic strains on the quality parameters of low-fat Spanish Salchichón. *Meat Science*, 159, 107936.

40. Câmara, A. K. F. I., Okuro, P. K., da Cunha, R. L., Herrero, A. M., Ruiz-Capillas, C., & Pollonio, M. A. R. (2020a). Chia (*Salvia hispanica* L.) mucilage as a new fat substitute in emulsified meat products: Technological, physicochemical, and rheological characterization. *LWT*, 125, 109193.

41. Pei, F., et al. (2014). Changes in non-volatile taste components of button mushroom (*Agaricus bisporus*) during different stages of freeze drying and freeze drying combined with microwave vacuum drying. *Food Chemistry*.

42. Qi, J., et al. (2023). Ultrasonic-assisted stewing enhances the aroma intensity of chicken broth: A perspective of the aroma-binding behavior of fat. *Food Chemistry*.

43. De Carvalho, F. A. L., Munekata, P. E., de Oliveira, A. L., Pateiro, M., Domínguez, R., Trindade, M. A., & Lorenzo, J. M. (2020). Turmeric (*Curcuma longa* L.) extract on oxidative stability, physicochemical and sensory properties of fresh lamb sausage with fat replacement by tiger nut (*Cyperus esculentus* L.) oil. **Food Research International*, 136*, 109487.

44. Choi, Y. S., Choi, J. H., Han, D. J., Kim, H. Y., Lee, M. A., Kim, H. W., Jeong, J. Y., & Kim, C. J. (2009). Characteristics of low-fat meat emulsion systems with pork fat replaced by vegetable oils and rice bran fiber. *Meat Science*, 82(2), 266–271.

45. Hampikyan H. Efficacy of nisin against *Staphylococcus aureus* in experimentally contaminated sucuk, a Turkish-type fermented sausage, *Journal of Food Protection*, vol. 72, no. 8, pp. 1739–1743, 2009.
46. Сімахіна Г. О., Українець А.І. Інноваційні технології та продукти. Оздоровче харчування: підручник. К.: НУХТ, 2010. 294 с.
47. Крижова Ю. П., Баль-Прилипко Л. В. Розробка продуктів оздоровчо-профілактичного призначення. *Продовольча індустрія АПК*. 2015. № 5. С. 39-48.
48. Pierre S. Foodborne outbreaks. in *Handbook of Fermented Meat and Poultry*, F. Toldra, Ed., pp. 435–439, Wiley Blackwell, West Sussex, UK, 2015.
49. Kuhn K. G., Torpdahl M., Frank C., Sigsgaard K., Ethelberg S. An outbreak of *Salmonella* Typhimurium traced back to salami, Denmark, April to June 2010, *Eurosurveillance*, vol. 16, no. 19, pp. 13–16, 2011.
50. Gossner C. M., van Cauteren D., le Hello S. et al. Nationwide outbreak of *Salmonella enterica* serotype 4,12:I:- infection associated with consumption of dried pork sausage, France, November to December 2011, *Eurosurveillance*, vol. 17, no. 5, pp. 19–22, 2012.
51. Nightingale K. K., Thippareddi H., Phebus R. K., Marsden J. L., Nutsch A. L. Validation of a traditional Italian-style salami manufacturing process for control of *Salmonella* and *Listeria monocytogenes*, *Journal of Food Protection*, vol. 69, no. 4, pp. 794–800, 2006.
52. Баланси та споживання основних продуктів харчування населенням України за 2018 рік / за ред. О. М. Прокопенко. Київ : Держстат, 2019. 59 с.
53. Пасічний В. М., Мороз О. О., Проворова Т. І. Удосконалення технології варено-копчених ковбас з м'яса птиці. *Науковий вісник ЛНУВМіБ ім. С. З. Гжицького*. Том 12. № 2 (44). Частина 4. С. 69-71.
54. Перцевий Ф. В. Промислові технології переробки м'яса, молока та риби. К.: Інкос, 2016. 346 с.
55. Поляков О. М., Журба І. О. Методика визначення якості продукції м'ясної промисловості. Черкаси: ЧДТУ, 2002. 27 с.

56. Ляховська О. В. Основні тенденції зовнішньої торгівлі України м'ясом та м'ясними продуктами. Агросвіт. 2020. № 4. С. 70-75.
57. ДСТУ 7158:2010 «М'ясо.Свинина в тушах і півтушах.Технічні умови»
58. ДСТУ 4437:2005 «Напівфабрикати м'ясні та м'ясорослинні січені»
59. ДСТУ 7992:2015 М'ясо та м'ясна сировина. Методи відбирання проб та органолептичного оцінювання свіжості.
60. ДСТУ 8051:2015 Продукти харчові. Методи відбирання проб для мікробіологічних аналізів.
61. ДСТУ ISO 2917-2001 М'ясо та м'ясні продукти. Визначення рН (Контрольний метод).
62. ДСТУ ISO 1442:2005 М'ясо та м'ясні продукти. Метод визначення вмісту вологи (контрольний метод).
63. ДСТУ ISO 936:2008 М'ясо та м'ясні продукти. Метод визначення масової частки загальної золи.
64. ГОСТ 25011–81 М'ясо і м'ясні продукти. Методи визначення білка
65. ДСТУ 8380:2015 М'ясо та м'ясні продукти. Метод вимірювання масової частки жиру.
66. ДСТУ 4823.2:2007 Продукти м'ясні. Органолептичне оцінювання показників якості. Частина 2. Загальні вимоги.
67. ДСТУ 8051:2015 Продукти харчові. Методи відбирання проб для мікробіологічних аналізів.
68. ДСТУ 8446:2015 Продукти харчові. Методи визначення кількості мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів.
69. Клесов О.І. Теорія ймовірностей та математична статистика. ТВІМС. 2018, 427 с.
70. Руденко В. М.Математична статистика. Навч. посіб. К.: Центр учбової літератури, 2012. 304 с.
71. Березуцький В. В. Основи охорони праці: навч. посіб. Х.: Факт, 2007. 480 с.

72. Ткачук К. Н. і Халімовський М. О. Основи охорони праці : підручник. К. : Основа, 2006 448 с.
73. Іваненко В. С. Комплексна безпека підприємств агропромислового комплексу, як складова система управління. Проблеми та перспективи розвитку бізнесу в Україні : матеріали міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених і студентів, м. Львів, 19 лютого 2021р. Львів : Львівський торговельно-економічний університет, 2021. С. 295 – 297.
74. Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів : Закон України (офіц. текст: за станом на 05 липня 2017 р.) / Верховна Рада України. Відомості Верховної Ради (ВВР). 2017. № 31. С. 343.
75. Державні санітарні норми та правила: Санітарні правила і норми по застосуванню харчових добавок від 23.07.96 № 222. МОЗ України, 1996. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0715-96#Text>.
76. Закон про охорону праці — Закон України «Про охорону праці» від 14.10.1992 р. URL: https://ips.ligazakon.net/document/T269400?_ga=2.1275634.2115066496.16994568901160229127.1699456890#_gl=1*tnhjz6*_gcl_au*MTI0MTgxOTUzNS4xNjk5NDU2ODg5
77. Типове положення № 55 — Типове положення про комісію з питань охорони праці підприємства, затверджене наказом Держгірпромнагляду від 21.03.2007 р. URL: https://ips.ligazakon.net/document/RE13578?_ga=2.189552488.2115066496.16994568901160229127.1699456890#_gl=1*1uvukks*_gcl_au*MTI0MTgxOTUzNS4xNjk5NDU2ODg5
78. Порядок № 442 — Порядок проведення атестації робочих місць за умовами праці, затверджений постановою КМУ від 01.08.1992 р. URL: https://ips.ligazakon.net/document/KMP92442?_ga=2.235700034.2115066496.16994568901160229127.1699456890#_gl=1*tcad9o*_gcl_au*MTI0MTgxOTUzNS4xNjk5NDU2ODg5
79. Методрекомендації № 41 — Методичні рекомендації для проведення атестації робочих місць за умовами праці, затверджені постановою

Мінпраці від 01.09.1992 р. URL:
https://ips.ligazakon.net/document/FIN622?_ga=2.224156632.2115066496.16994568901160229127.1699456890#_gl=1*1rbl1q*_gcl_au*MTI0MTgxOTUzNS4xNjk5NDU2ODg5

80. Перелік № 15 — Перелік робіт із підвищеною небезпекою, затверджений наказом Держнаглядохоронпраці України від 26.01.2005 р. URL:
https://ips.ligazakon.net/document/RE10511?_ga=2.265968332.2115066496.16994568901160229127.1699456890#_gl=1*1b4tauh*_gcl_au*MTI0MTgxOTUzNS4xNjk5NDU2ODg5

81. Мінімальні вимоги № 1804 — Мінімальні вимоги безпеки і охорони здоров'я при використанні працівниками засобів індивідуального захисту на робочому місці, затверджені наказом Мінсоцполітики від 29.11.2018 р. URL:
https://ips.ligazakon.net/document/RE32946?_ga=2.159537150.2115066496.16994568901160229127.1699456890#_gl=1*a30atn*_gcl_au*MTI0MTgxOTUzNS4xNjk5NDU2ODg5

82. «Інструкції з планування, обліку і калькулювання собівартості продукції на підприємствах м'ясної промисловості незалежно від форм власності» - Бібліотека офіційних видань.

83. Методичні рекомендації з формування собівартості продукції (робіт, послуг) у промисловості, затверджені Наказом Державного комітету промислової політики України від 02.02.2001 р. №47.

84. Андрійчук В.Г. Економіка аграрних підприємств: Підручник – 2-ге вид., доп. і переробл. К.: КНЕУ, 2004. 624 с.

85. Ярославський А. О. Економічна ефективність діяльності підприємства: теоретичний аспект. Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія: Міжнародні економічні відносини та світове господарство. (2018). 20 (3) 174-177.

86. Вовк В. Ю. Економічна ефективність використання безвідходних технологій в АПК. Економіка, фінанси, менеджмент: актуальні питання науки і практики. 2020. № 4 (54). С. 186-206.