

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ
МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМЕНІ С.З. ГЖИЦЬКОГО**

Факультет харчових технологій та біотехнологій

Кафедра технології м'яса, м'ясних та олійно-жирових виробів

**ДО ЗАХИСТУ ДОПУЩЕНО
ЗАВІДУВАЧ КАФЕДРИ**

_____/підпис/_____**Уляна ДРАЧУК**
(підпис) (ім'я та прізвище)

« 25 » _____ грудня _____ **2025 р.**

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття освітнього ступеня магістра**

зі спеціальності _____ **181 «Харчові технології»** _____
(код та найменування спеціальності)

освітньо-професійної програми **Технології зберігання, консервування та переробки м'яса**

на тему: «Удосконалення технології цільном'язевих шинкових м'ясних продуктів з попередньою ферментацією»

Виконавець:

здобувач

_____**ГУНЬКА Андрій Ігорович**_____
(прізвище, ім'я та по батькові)

Керівник:

_____**ГАЛУХ Богдан Іванович**_____
(прізвище, ім'я та по батькові)

Рецензент:

(прізвище, ім'я та по батькові)

Львів – 2025

**ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ
МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМЕНІ С.З. ГЖИЦЬКОГО**

Факультет Харчових технологій та біотехнологій

Кафедра Технології м'яса, м'ясних та олійно-жирових виробів

Освітній ступінь Магістр

Спеціальність 181 Харчові технології

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____

/підпис/ Уляна ДРАЧУК

(підпис) (ім'я та прізвище)

« 12 » _____ грудня _____ 2025 р

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу здобувача вищої освіти

ГУНЬКИ Андрія Івановича

(прізвище, ім'я та по батькові)

1. Тема роботи: **Удосконалення технології цільном'язевих шинкових м'ясних продуктів з попередньою ферментацією.**

керівник роботи: ГАЛУХ Богдан Іванович, доцент, канд. техн. наук

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «26» 03 2025 року № 223-4

2. Строк подання здобувачем роботи 26.11.2025.

3. Вихідні дані до роботи: вивчити вплив електрохімічний активованих середовищ на активність ферментного препарату протеолітичної дії при різних параметрах зовнішнього середовища; дослідити вплив активованого ферментного препарату колагенази на властивості м'ясної сировини з високим вмістом сполучної тканини; дослідити мікроструктурні зміни яловичини ферментованої активованої колагеназою; встановити режими механічної обробки тумблеруванням низькосортної яловичини, ферментованої активованою колагеназою; вивчити вплив активованих розчинів колагенази на якісні показники готового продукту; розробити рецептури багатокомпонентних розсолів для виробництва цільном'язевих і реструктурованих м'ясних шинкових виробів та провести розрахунок економічної ефективності виробництва.

4. Зміст кваліфікаційної роботи (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ, огляд літератури, матеріали та методи досліджень, результати власних досліджень, економічна ефективність, висновки, перелік використаної літератури, додатки.

5. Перелік графічного матеріалу рисунки, графіки, діаграми, таблиці, принципові технологічні схеми, технологічні лінії виробництва.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1. Вступ	доц. Галух Б.І.	/підпис/	/підпис/
2. Огляд літератури	доц. Галух Б.І.	/підпис/	/підпис/
3. Матеріали і методи досліджень	доц. Галух Б.І.	/підпис/	/підпис/
4. Експериментальна частина	доц. Галух Б.І.	/підпис/	/підпис/
5. Економічна ефективність		/підпис/	/підпис/
6. Висновки та список використаних джерел	доц. Галух Б.І.	/підпис/	/підпис/

7. Дата видачі завдання _____ 26.03.2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/П	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Огляд літератури		30%
	I атестація:	20.05.2025	30%
2.	Матеріали і методи досліджень		20%
3.	Експериментальна частина		35%
	II атестація:	30.09.2025	55%
4.	Розрахунок економічної ефективності виробництва		10%
5.	Висновки та пропозиції виробництву		5%
	III атестація:	26.11.2025	15%
	Допуск до захисту:	26.11.2025	100%

Здобувач _____/підпис/ Гунька А.І.
(ПІДПИС) (ІМ'Я ТА ПРИЗВИЩЕ)

Керівник роботи _____ Галух Б.І.
(ПІДПИС) (ІМ'Я ТА ПРИЗВИЩЕ)

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1 - ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	8
1.1 Стан і перспективи використання ферментних препаратів протеолітичної дії в технології м'ясних продуктів	8
1.2 Властивості і механізм каталітичної дії ферментних препаратів	11
1.3 Перспективи застосування різних активованих середовищ при тумблеруванні шматкової м'ясної сировини	14
РОЗДІЛ 2 - МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	20
2.1 Об'єкти досліджень	20
2.2 Організація експериментальних досліджень	20
2.3 Методи дослідження	23
РОЗДІЛ 3 - ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	27
3.1 Дослідження властивостей м'ясної сировини в процесі ферментації	27
3.2 Дослідження мікроструктури яловичини обробленої активованим ферментом	34
3.3 Функціонально-технологічні властивості ферментованої сировини в процесі тумблерування	36
3.4 Розробка технології шинкових продуктів з використанням активованого ферментного препарату колагенази	44
3.5 Дослідження харчової цінності і мікробіологічних показників готового продукту	48
3.6 Розробка технології нового виду шинки вареної в оболонці з використанням багатокомпонентного розсолу	53
3.7 Розрахунок економічної ефективності виробництва ферментованих делікатесних продуктів з яловичини	58
ВИСНОВКИ	61
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	63
ДОДАТКИ	66

ВСТУП

Актуальність кваліфікаційної роботи. Сучасні методи виготовлення м'ясної продукції мають базуватися на принципах технологій, що забезпечують економне використання ресурсів. Вони повинні також передбачати розширення вибору делікатесних виробів, які створюються завдяки раціональному залученню наявної сировини.

За показниками біологічної цінності яловичина посідає провідну позицію, оскільки містить значну кількість повноцінних білків тваринного походження. Ці речовини необхідні для підтримання високого рівня здоров'я населення. Проте у порівнянні зі свинячими делікатесами частка виробів із яловичини залишається незначною. Згідно з принципами раціонального харчування збільшення обсягів виготовлення делікатесних продуктів з яловичини допоможе забезпечити населення країни продукцією, максимально збалансованою за амінокислотним складом.

За умови гарантування високих якісних показників та мінімальної собівартості яловичих делікатесів, що досягається впровадженням інноваційних технологічних рішень, можна наростити їх випуск. Також можна суттєво урізноманітнити асортимент харчової продукції, яка користується підвищеним попитом.

Беручи до уваги наведене вище, перспективним способом використання м'ясної сировини з великим умістом сполучної тканини є її біомодифікація, тобто оброблення ферментними препаратами. Біохімічні зміни, що виникають у сировині під дією ферментів, забезпечують покращення її функціонально-технологічних характеристик. Крім того, вони скорочують тривалість виробничого циклу, підвищують поживну цінність готової продукції, а також покращують її засвоюваність і стійкість під час зберігання.

Найвищого позитивного результату біохімічної модифікації сировини зі значним умістом сполучної тканини можна досягти за умови створення оптимальних параметрів ферментації. Особливу зацікавленість у цьому аспекті викликають активовані водні розчини (АВР), оскільки вони мають специфічний вплив на біохімічні системи. Однією з характерних властивостей

електроактивованої води є отримання розчинів із різними показниками рН. Це дозволяє застосовувати їх для формування найкращих умов перебігу хімічних процесів, зокрема для активності протеолітичних ферментних препаратів.

Крім того, швидкість ферментативного гідролізу визначається такими параметрами зовнішнього середовища, як температура, кислотно-лужний баланс, а також присутність активаторів чи інгібіторів.

Мета і завдання дослідження. Метою магістерської роботи є розробка технології виробництва шинкових продуктів з низькосортної м'ясної сировини з використанням біомодифікації активованим протеолітичним ферментом колагеназою.

Відповідно до поставленої мети передбачалося вирішення наступних завдань:

- вивчити вплив електрохімічний активованих середовищ на активність ферментного препарату протеолітичної дії при різних параметрах зовнішнього середовища;
- дослідити вплив активованого ферментного препарату колагенази на властивості м'ясної сировини з високим вмістом сполучної тканини;
- дослідити мікроструктурні зміни яловичини ферментованої активованою колагеназою;
- встановити режими механічної обробки тумблеруванням низькосортної яловичини, ферментованої активованою колагеназою;
- вивчити вплив активованих розчинів колагенази на якісні показники готового продукту;
- розробити рецептури багатокомпонентних розсолів для виробництва цільном'язевих і реструктурованих м'ясних шинкових виробів;
- розробити технології виробництва шинкових продуктів з низькосортної яловичини з використанням активованого ферментного препарату колагенази;

Об'єкти дослідження, відповідно до поставлених завдань об'єктами дослідження були:

- м'ясо яловичини 2-го сорту з терміном автолізу 48 годин після забою при температурі 2 °С, із вмістом сполучної тканини 20 %;

- ферментний препарат колагенолітичної дії – колагеназа приготовлена на активованій воді з рівнем рН від 2 до 11 од;
- готовий продукт, вироблений за технологією, що передбачає використання попередньої ферментації м'яса з високим вмістом сполучної тканини активованою колагеназою.

Предмет дослідження. Ферменти за своєю природою є білковими сполуками, що виконують роль біологічних каталізаторів. Вони пришвидшують перебіг численних біохімічних реакцій, але не входять до складу кінцевих продуктів цих процесів. Інтенсивність ферментативного гідролізу визначається багатьма умовами. Найважливішими серед них є температура, кислотно-лужний показник середовища, а також кількість внесеного ферментного препарату.

Більшість виробничих операцій здійснюють у точно встановлених температурних межах, і змінювати ці показники небажано. Це стосується, зокрема, дозрівання та соління м'яса, а також теплового оброблення м'ясних виробів. Натомість рівень кислотності середовища можливо коригувати. У більшості випадків потрібне значення рН отримують шляхом додавання різноманітних хімічних речовин – харчових кислот, фосфатів чи буферних сумішей.

На сьогодні значний інтерес у науковій та виробничій сферах викликає метод безреагентного регулювання кислотності середовища. Він дозволяє створювати оптимальні умови для активності ферментних препаратів, особливо під час виробництва ферментованих м'ясних продуктів.

Наукова новизна. Встановлено закономірності впливу температури, концентрацій кухонної солі та нітриту натрію на протеолітичну активність активованого ферментного препарату. Також визначено, як різні рівні внесення активованої колагенази впливають на фізико-хімічні, біохімічні та структурно-механічні характеристики м'ясної сировини та кінцевої продукції. Описано характер мікроструктурних перетворень, що виникають у м'ясній тканині під час її оброблення активованим ферментним засобом.

Досліджено, як процес тумблерування змінює функціонально-технологічні властивості та структурно-механічні параметри біомодифікованої м'ясної сировини. Ці характеристики визначають технологічність виготовлення та

економічні показники виробництва. Проведено санітарно-мікробіологічний аналіз готових м'ясних виробів.

Теоретично та експериментально підтверджено ефективність застосування технологічних методів оброблення сировини з підвищеним умістом сполучної тканини багатокомпонентним активованим розсолом, що містить протеолітичний ферментний препарат. На основі отриманих результатів створено технології виготовлення нового виду делікатесної продукції із застосуванням активованого розчину колагенази.

Ферменти, за своєю суттю, є біологічними каталізаторами білкової природи. Прискорюючи різні біохімічні процеси, вони не входять до складу кінцевих продуктів реакції. Швидкість ферментного гідролізу залежить від багатьох чинників. Основними є: температура, рівень рН середовища, концентрація ферментного препарату тощо. Якщо більшість технологічних процесів протікають при строго встановлених температурних режимах, міняти які небажано (дозрівання і соління м'яса, термічна обробка м'ясних виробів), то значення кислотності середовища можна змінити. В більшості випадків потрібний рівень рН встановлюють шляхом застосування хімічних реагентів – харчових фосфатів і кислот, буферних розчинів.

В даний час великий науковий і практичний інтерес представляє безреагентне регулювання рівня рН середовища для забезпечення оптимуму дії ферментного препарату, особливо при виробництві ферментованих харчових продуктів з м'ясної сировини.

Наукова новизна. Виявлено характер впливу температури, концентрації кухонної солі і нітриту натрію на протеолітичну активність активованого ферментного препарату. Встановлено вплив різних концентрацій активованого ферментного препарату колагенази на фізико-хімічні, біохімічні, структурно-механічні властивості м'ясної сировини і готового продукту. Виявлений характер мікроструктурних змін м'ясної сировини при обробці активованим ферментним препаратом.

Вивчений вплив тумблерування на функціонально-технологічні і структурно-механічні властивості біомодифікованої м'ясної сировини, що

визначають технологічність і економічні показники виробництва. Проведена санітарно-мікробіологічна оцінка готових м'ясних виробів.

Теоретично і експериментально обґрунтовані технологічні прийоми обробки сировини з високим вмістом сполучної тканини багатокомпонентним активованим розсолом, що містить ферментний препарат протеолітичної дії. Розроблено технології виробництва нового виду виробів делікатесної групи з використанням активованого розчину колагенази.

Практичне значення. Встановлено оптимальні режими обробки низькосортної м'ясної сировини активованим ферментним препаратом. Визначені параметри тумблерування м'ясної сировини при виробництві шинкових виробів.

Розроблено технології виробництва шинки вареною в оболонці «Преміум» і яловичини «Пряної» копчено-вареної з використанням низькосортної м'ясної сировини.

РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Стан і перспективи використання ферментних препаратів протеолітичної дії в технології м'ясних продуктів

Ефективний розвиток м'ясної промисловості вимагає не лише підвищення харчової цінності продуктів, але й забезпечення потреб населення в поживних речовинах та енергії. Досягнення цієї мети можливе завдяки активному впровадженню новітніх досягнень харчової біотехнології та знань у галузі фізіології харчування людини [12].

Сировина, що містить велику кількість сполучної тканини, використовується при виготовленні окремих м'ясних продуктів, таких як шинки. Сьогодні науково доведено доцільність включення сполучнотканинних волокон у харчові продукти як для здорових людей, так і для тих, хто потребує дієтичного або лікувально-профілактичного харчування [7, 18].

Високий вміст сполучної тканини зазвичай знижує органолептичні показники м'яса, зокрема його ніжність. Тому для підвищення якості сировини необхідна спеціальна модифікація її властивостей. В останні десятиліття зростає інтерес до способів збільшення ніжності м'яса через механічні, хімічні, фізичні або комбіновані методи обробки, що відомо як тиндалізація [3, 21].

Одним із ефективних методів тиндалізації є ферментативний каталіз. Ферментні препарати для покращення якості м'яса повинні впливати на сполучну тканину, стимулювати гідроліз колагену та еластину, майже не зачіпати м'язеву тканину і бути безпечними для людини.

Застосування ферментів дозволяє більш раціонально використовувати низькосортну сировину, що має економічне значення та сприяє створенню маловідхідних і екологічно безпечних технологій [2, 17]. Дослідження показують, що ферментативна обробка м'яса з великою кількістю сполучної тканини покращує його технологічні властивості, розширює сировинну базу та зменшує потребу в ретельному жилуванні [5, 19].

Хоча ендогенні ферменти м'яса, такі як катепсини та кальпаїни, беруть участь у природному дозріванні та солінні, їх дія малоефективна через обмежену можливість регулювання процесу. Використання концентрованих екзогенних

ферментів значно інтенсифікує гідроліз білків, роблячи його більш вибіркоvim та швидким [6, 27].

Історично перші способи підвищення ніжності м'яса із застосуванням ферментів були розроблені у 1960-х роках у США. В подальшому вітчизняні дослідники запропонували метод соління м'яса у розсолі з біологічно активними речовинами, включно з ферментами, що утворюються життєдіяльністю пропіоновокислих та біфідобактерій. Досліди показали, що спрямований ферментативний гідроліз підвищував соковитість, ніжність та аромат готового продукту [9, 24].

Подальші експерименти показали ефективність ферментів мікробного походження, зокрема препарату «Протеаза С», у покращенні перетравлюваності м'яса та його структурно-механічних властивостей [20]. Використання протеолітичних ферментів дозволяє ефективно обробляти низькосортну сировину, підвищуючи якість органолептичних показників готових продуктів.

Обробка сировини з грубою сполучною тканиною за допомогою комплексу ферментів, що поєднує пепсин, протосубтилін і колагенолітичну протеїназу, покращує структурно-механічні показники м'яса. Наприклад, після 25 годин соління коефіцієнт penetрації м'язової тканини під впливом різних ферментів збільшувався на 0,46–2,4 од. У більшості випадків показники м'язів, оброблених ферментами, були вищими, ніж у неферментованих варіантах [16].

Досліди показали, що при виготовленні солоних м'ясних виробів струменеве ін'єктування розсолу з ферментом у поєднанні з масажуванням забезпечує рівномірний розподіл препарату та підвищує перетравлюваність колагену на 17-24 %. Для тиндалізації м'яса з великою кількістю сполучної тканини пропонується використовувати різні ферментні добавки, проте конкретні рекомендації щодо вибору препарату часто відсутні [3, 11].

Експерименти на модельних ферментних системах показали, що рослинні (папаїн), мікробні (протосубтилін) та колагенази різного походження мають різні температурні оптимуми і чутливість до солі. Наприклад, папаїн та колагеназа активні при 60–65°C, тоді як протосубтилін – при 35-40°C, і останній втрачає активність при 2 % NaCl.

Дослідження показали, що пепсин викликає виражену тиндалізацію м'яса, сприяє набуханню та зменшенню товщини сполучнотканинних оболонок, а комплекс ферментів підвищує якість солених виробів і прискорює технологічний процес. Введення ферментів до шприцювального розсолу з подальшим електромасажуванням покращує фізико-хімічні та органолептичні властивості свинини, зокрема при застосуванні бромелаїну та ліпоризину.

Вітчизняні дослідження показали ефективність ферментних препаратів при виробництві м'ясних баночних консервів [2, 11]. Так, використання ферментації підвищує щільність продукту та органолептичні показники бульйону. Ферментна обробка підвищує вихід порційних і дрібношматкових напівфабрикатів, покращує консистенцію і вологоутримуючу здатність м'яса, а протеолітичні процеси проходять інтенсивніше, ніж при природному дозріванні.

Було проведено ферментацію яловичини, конини та баранини з додаванням бактерій *Lactobacillus plantarum* і *Micrococcus caseolyticus*. Короткочасне соління при 14-18°C підвищувало активність ферменту, не погіршуючи санітарно-гігієнічні показники. Перспективним є використання мікробіальної трансглютамінази для реструктурованого м'яса без соління та термічної обробки, що дозволяє отримати монолітну структуру продукту [9, 26].

Запропоновано ферментативну обробку м'яса птиці папаїном, що скорочує термін дозрівання до 8-12 годин та підвищує органолептичні показники. Доведено ефективність використання папаїну, бромелаїну та фіціна у солено-варених виробках, при цьому безпека продукту залежить від залишкової кількості ферменту. Дослідження Samegima і ін. Японії встановили, що актинідин піддає гідролізу як м'язеві, так і сполучнотканинні білки, подібно до хімотрипсину.

Специфічність дії ферменту спричиняє гістоморфологічні зміни: розрив м'язових волокон та руйнування волокон сполучної тканини. Пепсин руйнує мембранний комплекс серцевого м'яза, що підвищує швидкість соління. Ферментна обробка серцевого м'яза ВРХ покращує ніжність і соковитість продукту.

Ферментний препарат мезентерії під час соління яловичого серця підвищує вологозв'язуючу здатність. Використання ферментації також дозволяє отримати

білкові гідролізати, які підвищують емульгуючі властивості та поживність сировини [20].

Ефективним є застосування водних та спиртових екстрактів папаїну в США для виробництва м'ясних продуктів з яловичини [4, 30]. У Німеччині ферменти *Bacillus subtilis* та *Aspergillus oryzae* використовують для отримання гідролізату з низькосортних продуктів переробки тушок птиці, який потім служить основою для супів-концентратів. Ферментна обробка менш руйнує амінокислоти, зокрема лізин, підвищуючи харчову цінність продукту.

Застосування ферментів для виробництва ковбасних оболонок з вторинної колагеновмісної сировини також ефективно [7, 17]. Однак не всі протеолітичні ферменти дають бажаний ефект: деякі гідролізують м'язові білки, не впливаючи на сполучну тканину, що визначає жорсткість м'яса.

Важливими факторами при ферментації є температура, рН, природа речовин, що беруть участь у гідролізі, та специфічність ферменту до пептидних зв'язків. Рівномірний розподіл ферментів у м'язовій тканині досягається внутрішньом'язовим введенням розсолу з ферментом, масажуванням або тумблеруванням [8, 12]. Поверхнева обробка шляхом занурення або зрошення менш ефективна.

Таким чином, ферментна обробка м'яса, особливо з високим вмістом сполучної тканини, є перспективним методом поліпшення органолептичних і функціонально-технологічних властивостей продукції. Основна увага приділяється ферментам з колагенолітичною активністю, оскільки вони здатні покращити якість низькосортної сировини без значного руйнування м'язових білків [14, 16].

1.2 Властивості і механізм каталітичної дії ферментних препаратів

Ферменти є функціональними одиницями клітинного метаболізму і продукуються будь-якою живою клітиною. У клітинному середовищі вони можуть бути розподілені в цитоплазмі, міцно зв'язані з внутріклітинними органоїдами або ліпопротеїдними мембранами [4, 19]. За своєю природою ферменти – це специфічні білки, які здатні прискорювати хімічні реакції, що і визначає їх роль як

біологічних каталізаторів. При цьому вони не входять до складу кінцевих продуктів реакції. Сьогодні номенклатура ферментів налічує близько 2000 різних видів, і більшість з них знайшли застосування у медицині, харчовій промисловості та сільському господарстві [7, 28].

Специфічність дії ферментів обумовлена білковою природою та впорядкованою структурною організацією молекули. Всі ферменти володіють властивостями білків, а їх активність значною мірою залежить від збереження нативної структури. Білкова організація ферментів представлена первинною, вторинною, третинною та четвертинною структурами. Під час застосування ферментів істотно знижується енергія активації реакцій, тобто кількість енергії, необхідна для приведення молекул субстрата в критичний енергетичний стан, при якому реакція починає відбуватися [13, 22]. У некаталізованих реакціях джерелом цієї енергії служать випадкові зіткнення молекул у розчині.

Ферменти прискорюють реакції в десятки мільйонів разів. Наприклад, уреаза, що руйнує сечовину, зменшує енергію її гідролізу на 84 кДж/моль і прискорює процес у 10 разів. У харчовій промисловості застосовують амілази, пектинази, ізомерази, оксидази, протеази та ліпази. У м'ясопереробній промисловості протеолітичні ферменти належать до класу гідролаз, які поділяються на екзопептидази та ендопептидази, що відповідно відщеплюють кінцеві амінокислоти або гідролізують внутрішні пептидні зв'язки [3, 17].

Джерелами ферментів є рослини, тварини та мікроорганізми. Серед рослинних протеаз виділяють фіцин (інжир), папаїн і хімопапаїн (плоди папаї) та бромелаїн (сік ананаса або стебел рослини). Ферменти тваринного походження, як трипсин, хімотрипсин і пепсин, отримують із підшлункової залози або слизової оболонки сичугів ВРХ [11, 29]. Мікробіальні ферменти перспективні для промислового виробництва через низьку собівартість і високу швидкість приросту біомаси, але багато мікроорганізмів є умовно-патогенними або патогенними, що обмежує застосування їх ферментів у харчовій промисловості. Наприклад, колагеназа *Clostridium histolyticum* ефективно гідролізує колаген, але через патогенність продуцента практичне застосування неможливе [5, 24].

Біологічні системи чутливі до параметрів середовища, таких як температура, рН, концентрація реагентів, наявність інгібіторів або каталізаторів. Температура впливає на стабільність ферменту та швидкість розпаду фермент-субстратного комплексу. Оптимальна температура дії ферментів зазвичай становить 40–60°C. При підвищенні температури активність ферментів спочатку зростає майже удвічі на кожні 10°C, але при температурах вище 50°C активність поступово знижується, а при 80–90°C настає інактивація, пов'язана з руйнуванням білкової структури. Деякі термофільні ферменти, наприклад α -амілаза *Bacillus stearothermophilus*, можуть зберігати до 90 % активності після годинної інкубації при 90°C [1, 14].

Активність ферментів залежить і від рН середовища, причому кожному ферменту відповідає свій оптимальний рівень. Зміна рН впливає на швидкість реакції, спорідненість ферменту до субстрату та стабільність дії ферменту [2]. Іонізація груп білка в активному центрі молекули визначає активність ферменту. Оптимальними для дії ферментів є слабокисле або слаболужне середовище.

Швидкість ферментативної реакції залежить від концентрації субстрату, до моменту насичення ферменту. Ферментативний гідроліз проходить у дві стадії: утворення фермент-субстратного комплексу і його розпад з утворенням продукту. Друга стадія лімітує швидкість реакції і описується константою швидкості розпаду комплексу. На основі цих положень була сформульована теорія Михаеліса-Ментен, яка визначає пропорційну залежність швидкості реакції від концентрації субстрату і ступінь спорідненості ферменту до нього [6, 27].

Ферменти мають властивості дійсних каталізаторів: вони не входять до складу кінцевих продуктів, не порушують термодинамічно можливі реакції та не зміщують положення рівноваги, а лише прискорюють її досягнення. До специфічних властивостей належить білкова природа, висока ефективність порівняно з небіологічними каталізаторами та вузька вибірковість дії на субстрати [9]. Специфічність може бути відносною або абсолютною, наприклад, пепсин розщеплює білки, але не впливає на жири або вуглеводи, а стереохімічна специфічність визначає вибірковість окремих ізомерів [16].

Швидкість ферментативного гідролізу залежить від концентрації ферменту та піддається впливу інгібіторів, які можуть діяти оборотно або необоротно. Знання

цих властивостей дозволяє практично регулювати ферментативні процеси у технологічних умовах. Ефективна ферментація потребує врахування специфічності ферменту, наявності активаторів та інгібіторів, а також оптимальних умов дії. Регулювання зовнішніх параметрів, таких як рН і температура, дозволяє керувати швидкістю та глибиною ферментації, що робить електрохімічно активовану воду з діапазоном рН 2...12 потужним інструментом для контролю властивостей ферментів [25, 30].

1.3. Перспективи застосування різних активованих середовищ при тумблеруванні шматкової м'ясної сировини

Однією з основних проблем соління великошматкової м'ясної сировини є значна тривалість процесу та нерівномірний розподіл розсолу всередині продукту. Традиційні методи соління обмежені тим, що основна маса солі і інших розчинних речовин концентрується на поверхні, а проникнення всередину шматка відбувається повільно, що суттєво збільшує час обробки та негативно впливає на якість готового продукту. Для подолання цих обмежень застосовують інтенсивні методи обробки сировини, серед яких виділяються механічна дія, введення розсолу безпосередньо в продукт, використання вакууму та комбіновані способи, що поєднують кілька факторів одночасно. Серед апаратів, які застосовуються в промисловості, найбільш поширені масажери та тумблери, причому останні забезпечують суттєво більш інтенсивний вплив на структуру м'язової тканини та розподіл розсолу [8].

Тумблерування являє собою механічну обробку м'яса, при якій шматки продукту піддаються падінню з певної висоти, взаємним ударами один об одного та об виступи всередині барабана. Така обробка створює ефект «стискання-розтягування», формуючи градієнт тиску, що спрямований всередину шматка і сприяє проникненню розсолу по системі пор і капілярів. Ефективність цього процесу значно підвищується при використанні вакууму, оскільки він забезпечує додаткове витіснення повітря з м'язових волокон і капілярів, що сприяє кращому контакту розсолу з внутрішньою структурою продукту та прискорює дифузію солі і розчинних компонентів. Тумблерування не лише підвищує швидкість соління, а й

суттєво покращує якість сировини, збільшуючи вологоутримуючу здатність, ніжність і вихід готового продукту [14-16].

Для підвищення ефективності процесу тумблерування дослідники пропонують інтегрувати механічні, фізико-хімічні та біохімічні методи обробки сировини. Принципова відмінність тумблерування від масажування полягає у більш жорсткій обробці м'яса, коли падіння шматків з лопатей барабана створює ударну дію, що спричинює локальні деформації м'язових волокон. Цей ефект, відомий як «ефект губки», підвищує проникнення розсолу і сприяє розм'якшенню продукту, а при використанні вакууму він посилюється за рахунок зниження тиску всередині м'язової тканини. В процесі тумблерування на м'ясо впливають численні чинники, зокрема вид і якість сировини, інтенсивність механічної дії, конструкція та завантаження тумблера, а також режим обертання барабана і наявність внутрішніх виступів. Встановлено, що змінна механічна дія викликає не лише дифузійний обмін у системі «м'ясо-розсіл», а й створює градієнт тиску, який активує фільтраційне переміщення розсолу через пори і капіляри м'язових волокон, забезпечуючи рівномірне проникнення речовин у товщу продукту [8-11].

Результати численних досліджень свідчать про значні зміни структурно-механічних характеристик м'яса під час тумблерування. На початковій стадії утворюється дрібнозерниста білкова маса на поверхні м'язових волокон товщиною $0,3-0,5 \cdot 10^{-3}$ м, що підвищує вологоутримуючу здатність (ВУЗ) на 5-7 % порівняно з вихідною сировиною. При подальшому тумблеруванні відбувається набухання м'язових волокон, формування дрібнозернистої білкової маси всередині волокон та між ними, що забезпечує збільшення ВУЗ на 8-12 % та підвищення ніжності готового продукту. На оптимальному рівні механічної обробки спостерігається часткове руйнування міофібрил, утворення вільних зв'язків, підвищення проникності м'язової тканини для розсолу та вивільнення внутрішньоклітинних ферментів, що сприяє максимальному підвищенню технологічних і органолептичних показників. Надмірне тумблерування призводить до значного руйнування міофібрил, втрати білка, зниження ВУЗ і погіршення органолептичних властивостей, що характеризує позамежну («надмірну») тиндалізацію [13, 16].

Циклічне тумблерування, що передбачає чергування активної та пасивної фаз, забезпечує швидший та рівномірніший розподіл розсолу порівняно з безперервним режимом, при цьому активна фаза не повинна перевищувати 30–40 хв. Оптимальна тривалість обробки м'яса коливається від 16 до 24 годин, що дозволяє досягти найкращого балансу між ніжністю, вологоутримуючою здатністю та виходом готового продукту. Встановлено, що застосування барабанів з радіальними полицями або з випереджаючим скочуванням, при числі оборотів 6–12 об/хв, сприяє рівномірному розподілу розсолу та ефективному тумблеруванню.

У сучасних технологіях виробництва м'ясних виробів важливе місце займає ферментативна обробка сировини, особливо при роботі з продуктами низької якості та високим вмістом сполучної тканини. Процес ферментативного гідролізу вимагає створення оптимальних умов для дії ферменту, серед яких ключовими є спорідненість ферменту та субстрату, наявність активаторів і інгібіторів, а також умови зовнішнього середовища, зокрема температура і рН. У технології м'ясних виробів ферментація, як правило, проводиться при низьких температурах (0–4°C), що обмежує можливість регулювання швидкості процесу через температуру, натомість найбільш ефективним є регулювання рівня рН середовища, що впливає на іонізацію білкової молекули ферменту і підвищує його протеолітичну активність.

Для прискорення та інтенсифікації процесу ферментації застосовується електрохімічно активована вода (ЕХА), яка дозволяє безреагентно регулювати рН розчинів ферментів. Використання ЕХА-середовищ забезпечує кращу санітарну обробку сировини, підвищує ефективність ферментативного гідролізу та рівномірність розподілу ферменту у всьому обсязі м'яса. Серед ферментів, що застосовуються для обробки м'ясної сировини, найбільш ефективними є колагенази, що отримують із нутрощів річкового рака, а також рослинні та тваринні протеази (бромелайн, фіцин, пепсин), які впливають на колаген і м'язові білки. Поєднання ферментативної обробки з тумблеруванням забезпечує рівномірне проникнення ферменту, підвищує технологічні та органолептичні властивості готового продукту, зменшує тривалість соління та оптимізує структуру м'язової тканини [16-18].

Таким чином, сучасні дослідження показують, що комплексне застосування механічної обробки та ферментативного впливу, особливо за використання електрохімічно активованих середовищ, є перспективним напрямом удосконалення технології виробництва м'ясних виробів із різними типами сировини. Інтеграція цих методів дозволяє значно підвищити ефективність процесу соління, поліпшити якість продукту, збільшити вихід готового виробу та оптимізувати використання м'ясної сировини різного рівня якості.

Принциповою відмінністю процесу тумблерування від масажування сировини є жорсткіша обробка, при якій м'ясо піддається ударній дії у момент падіння з лопаті тумблера на його дно. При цьому виявляється так званий «ефект губки», якій сприяє проникненню речовин розсолу всередину продукту і розм'якшенню готового продукту. Дане явище посилюється при використанні вакууму.

Поліпшення технологічних характеристик сировини відбувається при обробці м'яса, що складається з попереднього тумблерування, шприцювання розсолу і подальшого тумблерування. Застосування даної технології приводить до значних структурних змін м'яса. При цьому, в результаті гістологічних і електронно-мікроскопічних досліджень [4, 7], було встановлено, що відбувається набухання м'язових волокон, поява або збільшення в них кількості поперечно-щілиновидних порушень цілісності, порушення мембранних структур, розпушування і набухання структури.

Триваліша механічна обробка в тумблері приводить до набухання м'язових волокон по всій товщині шматка, з утворенням дрібнозернистої білкової маси в області поперечно-щілиновидних порушень структури м'язових волокон і в невеликій кількості – між волокнами. При подальшій механічній обробці збільшується набухання м'язових волокон. У окремих м'язових волокнах спостерігаються ділянки множинної деструкції міофібрил. Дрібнозерниста білкова маса утворюється переважно усередині волокон, а незначна її частина розташовується між ними. М'ясна сировина, оброблена у такий спосіб, утримує додаткову кількість вологи, за рахунок збільшення кількості вільних зв'язків, які утворюються в результаті деструкції міофібрил з множинними розривами їх

протофібрил в окремих ділянках м'язових волокон, і часткового руйнування актоміозинового комплексу за рахунок порушення зв'язків між актином і міозином. Наступає часткове порушення цілісності лізосом, мітохондрій, мембранних структур сарколеми, ядер саркоплазматичного ретикулума, це приводить до зростання проникності елементів м'язової тканини для речовин розсолів і звільнення внутріклітинних ферментів.

Якщо надалі продовжувати збільшення тривалості механічних дій (понад 18-24 год), то це приведе до значних змін структури сировини [7]. У такому м'ясі спостерігається множинна деструкція міофібрил з розпадом їх протофібрилярної субстанції. Відбувається утворення великої кількості дрібнозернистої білкової маси, яка в результаті порушення цілісності сарколеми виходить в між волоконний простір. Такі значні порушення м'язових волокон за всім обсягом шматка приводять до великої втрати білка, зменшення ВУЗ на 5-7 % в порівнянні з м'ясною сировиною, обробленою при оптимальному режимі тумблерування [5].

Прийнято вважати, що при циклічному тумблеруванні відбувається швидший і рівномірний розподіл сольових речовин, ніж при безперервному. При безперервному тумблеруванні показники якості готового продукту дещо вищі ніж при циклічному, але більший вихід готового продукту виходить при циклічному, що важливо з економічної точки зору [11].

Аналіз даних, за способами і режимами тумблерування при солінні м'яса, свідчить про велику їх різноманітність, навіть для одного і того ж виду сировини і готових виробів. Більшість вчених і фахівців вважають, що найбільш раціональною тривалістю тумблерування м'яса, при використанні стандартних розсолів, є обробка впродовж 16-24 годин. При тривалішій дії тумблерування відбувається зайва деструкція м'яса і зниження виходу м'ясопродуктів. Тривалість витримки м'ясної сировини в стані спокою, після закінчення процесу тумблерування, істотно впливає на величину ВУЗ і вихід м'ясних виробів [7].

Таким чином, застосування механічної дії при солінні м'ясної сировини сприяє прискоренню процесу, рівномірному розподілу речовин розсолів і поліпшенню якісних характеристик готового продукту.

Використання тумблерування м'яса покращує якість механічної обробки за рахунок кращого тертя шматочків м'яса по поверхні тумблера, що зумовлює їх використання для обробки м'ясної сировини підвищеної жорсткості.

Отже, аналітичні дослідження теоретичних і експериментальних даних з біохімічної модифікації м'ясної сировини з високим вмістом сполучної тканини, показали, що для вирішення цієї проблеми все ширше знаходить застосування ферментна обробка його протеазами.

Процес ферментативного гідролізу вимагає створення оптимальних умов для дії ферменту. До чинників тих, що направлено впливають на активність ферменту відносяться: наявність спорідненості ферменту і субстрату, присутність активаторів і інгібіторів при каталізі, а також умови зовнішнього середовища (температура і рН). Оскільки в технології м'ясних продуктів ферментація в більшості випадків протікає при солінні сировини, то впливати на процес зміною температури не доцільно, внаслідок встановлених режимів процесу соління ($t=0-4^{\circ}\text{C}$). тому найбільш вірогідним залишається направлене регулювання рівня рН середовища. Дана гіпотеза ґрунтується також на теорії активації ферменту шляхом іонізації його білкової молекули і, тим самим, підвищенням протеолітичної активності.

У зв'язку з тим, що існує можливість безреагентного отримання води з різним рівнем рН, то можна припустити позитивний ефект від її застосування для приготування розчину ферменту і проведення протеолізу.

Серед більшості колагеназ дійсною колагенолітичною активністю володіють небагато. Такі протеази рослинного і тваринного походження як бромелайн, фіцин і пепсин разом з гідролізом колагену піддають лізису і м'язові білки. Даний чинник приводить до погіршення товарного вигляду і зниження якості готового продукту.

Аналіз приведених даних з проблеми перспектив використання ЕХА-середовищ для вивчення можливості направленого регулювання ферментного каталізу і застосування їх при виробництві продуктів шинок з низькосортної сировини, у поєднанні з тумблеруванням, дозволили конкретизувати мету і завдання проведених нами досліджень.

РОЗДІЛ 2 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Відповідно до поставлених завдань і вибраної схеми постановки експерименту був здійснений вибір об'єктів дослідження і умов проведення дослідів.

Основні дослідження проводилися на кафедрі «Технології м'яса, м'ясних та олійно-жирових виробів» Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З.Гжицького.

2.1 *Об'єкти дослідження*

Відповідно до поставленої мети і завдань магістерської роботи, на першому етапі об'єктом дослідження були розчини ферментного препарату, приготовлені на основі водопровідної і дистильованої води. Проводилося вивчення впливу різних технологічних чинників на активність ферментного препарату – колагенази, виготовленого з гепатопанкреаса річкового рака.

На другому етапі досліджували контрольні і дослідні зразки біомодифікованої м'ясної сировини - яловичини 2-го сорту із вмістом сполучної тканини 20 %, оброблені активованим розчином ферментного препарату різної концентрації в діапазоні 0,03-0,12 %. На основі отриманих даних здійснювався вибір оптимальної концентрації ферментного препарату.

Дослідні і контрольні зразки ферментованої яловичини піддавали механічній обробці в тумблері.

Сирі напівфабрикати піддавали мікроструктурному аналізу і визначенню структурно-механічних властивостей. Після термічної обробки (варіння у власному соку) визначали якісні показники зразків.

На третьому етапі здійснювали розробку технології нових продуктів з біомодифікованої яловичої сировини у виробничих умовах, оцінювали якість готового продукту, економічну ефективність запропонованих технологічних рішень.

2.2 *Організація експериментальних досліджень*

На підставі поставлених завдань і вибору об'єктів дослідження у роботі проводили визначення таких показників: 1- вміст загальної вологи; 2- вміст жиру; 3

- вміст золи; 4-загальний білок; 5 - активна кислотність рН; 6 - температура °С, 7- часу стікання желатину, сек., 8 - визначення протеолітичної активності розрідженням желатину, 9- вологозв'язуюча здатність ВЗЗ; 10 - волооутримуюча здатність ВУЗ; 11 - мікробіологічні показники; 12 - органолептичні показники; 13 - мікроструктурні дослідження; 14 - математична обробка результатів експерименту; 15 - вихід готового продукту; 16 - економічна ефективність ви робництва.

Перший етап дослідження був направлений на вибір оптимального середовища для підвищення активності ферментного препарату колагенази з гепатоланкреаса річкового рака. Середовища використовували з рН (2,22-6,8) і з рН (7,1-11). Для порівняння ставили дослід з водопровідною (рН 7,00-7,50) і дистильованою водою (рН 6,50-6,55), а також контрольний дослід – без ферментного препарату. Була вивчена залежність протеолітичної активності (ПА) активованого ферментного препарату 0,05 % концентрації (згідно експерименту) від наступних технологічних чинників: рН, температура, концентрація кухонної солі, концентрація нітриту натрію.

На другому етапі дослідження вивчали вплив активованого розчину ферменту на склад і властивості м'ясної сировини. При цьому встановили оптимальну концентрацію ферментного препарату. Для визначення ступеня дії ферментного препарату паралельно ставився дослід без ферментної обробки м'яса. На початковій стадії обробки сировини і під час проведення тумблерування проводили вивчення динаміки зміни фізико-хімічних, структурно-мехаічних властивостей, мікроструктурні дослідження.

Тумблер – установка з циліндровим барабаном діаметром 0,2 м і завдовжки 0,35 м. Завантажувальний отвір знаходиться на бічній стінці циліндра. Осі циліндра встановлені з двох сторін в шарикоідшипникові опорах (рис 2.1).

На внутрішній поверхні тумблера знаходяться два ребра заввишки 3,5 см, розташовані під кутом 180°. Привід тумблера здійснюється від асинхронного електродвигуна потужністю 0,25 кВт, через сполучну муфту черв'ячного редуктора і клинопасову передачу. Частота обертання барабана – 16 об/хв.



Рис. 2.1. Установка для тумблерування зразків.

Для поліпшення функціонально-технологічних властивостей ферментованої м'ясної сировини і скорочення тривалості технологічного процесу, вивчали вплив різних режимів механічної обробки (тумблерування) на наступні показники: вологозв'язуюча здатність, вологоутримуюча здатність і клейкість сировини.

При проведенні даного дослідження дослідні зразки м'яса піддавали тумблеруванню на тумблері марки UBM-100. Робочим органом тумблера є циліндровий контейнер діаметром 0,55 м і об'ємом 0,1 м³, завантажувальний отвір знаходиться на бічній стінці контейнера. На внутрішній поверхні тумблера знаходяться 2 ребра, заввишки 0,045 м, розташовані під кутом 180°.

Для розробки рекомендацій по раціональному застосуванню активованих розчинів ферментного препарату проводили оцінку якості термооброблених продуктів з яловичини II сорту. При цьому визначали органолептичні, фізико-хімічні, структурно-механічні характеристики, проводили оцінку харчової цінності шляхом визначення перетравлюваності білків *in vitro* травними ферментами, а також мікробіологічні показники продукту. Паралельно проводили дослід з неферментованим продуктом.

На підставі комплексної оцінки якості готового продукту вибирали оптимальні технологічні режими обробки сировини з високим вмістом сполучної тканини на операціях: ферментації сировини, соління, тумблерування, термічної обробки.

На завершальному етапі роботи здійснювали розробку технології ферментованих продуктів з яловичини і оцінку економічної ефективності запропонованої технології.

2.3 Методи дослідження.

Для отримання даних про склад і властивості об'єктів дослідження використовувалися наступні загальноприйняті методи дослідження:

- визначення вмісту вологи методом висушування при температурі 103-105 °С у сушильній шафі до постійної маси [8];
- визначення концентрації водневих іонів (рН) потенціометрично за допомогою потенціометра рН-350 [8];
- температуру - за допомогою термометра;
- масову частку жиру методом екстракції в апараті Сокслета;
- масову частку золи методом озолення висушеної наважки в муфельній печі при температурі 500-600 °С;
- кількість білка за загальним азотом методом К'єльдаля ;
- активність ферменту визначали методом розрідження розчинів желатину, заснованому на дезагрегуючій дії розчинів випробовуваного ферментного препарату. Суть методу полягає в наступному: з желатину вищого сорту готували 10-% водний розчин, що не містить бульбашок повітря, і охолоджували до 40 °С. Розчин желатину і активований розчин ферменту (або розчин ферменту у водопровідній або дистильованій воді), нагрітій до 40 °С, змішували в співвідношенні 2:1, швидко переносили у віскозиметр Оствальда, занурений у водний термостат з скляною бічною стінкою. Температуру води в термостаті автоматично підтримували на рівні 40 °С за допомогою термометра і електроконтакта. Суміш залишали на $6 \cdot 10^2$ с, після чого вимірювали секундоміром час закінчення суміші з капіляра віскозиметра. Протеолітичну активність екстрактів виражали в одиницях активності і обчислювали за формулою:

$$ПА = (A - B / A) \cdot 100, \text{ од} \quad (2.1.)$$

де: ПА - протеолітична активність, од.

- А і В - час закінчення розчинів в холостому (без ферменту) і основному досліді, відповідно.

Для визначення протеолітичної активності ФП за даною методикою спочатку готували двократні розведення 0,02 %-ного розчину ферментного препарату 0,1 М розчином трис НСl з рН 7,2. У дев'ять пронумерованих пробірок градуйованою

піпеткою вносили по 1 мл. 0,2% розчину казеїнату натрію і по 0,3 мл розчину ферменту в розведеннях 1:2, 1:4, 1:8, і так далі (першою вважається нерозведена проба). Штатив з пробірками поміщали у водяну баню з температурою $40 \pm 2^\circ \text{C}$ на 30 хвилин. Потім його охолоджували впродовж 30-60 секунд в ємності з холодною водою. Після цього у всі пробірки вносили по 0,2 мл. 1М ацетатного розчину. Результати аналізу враховували через 10 хвилин візуально за останньою пробіркою, в якій розчин залишається практично прозорим, без осаду.

- вологозв'язуючу здатність за методом Грау і Хама;
- вологоутримуючу здатність центрифугуванням;
- клейкість фаршу на кафедральній лабораторній установці;
- мікробіологічні дослідження до стандартних методик.
- органолептичну оцінку за 5-ти бальною системою;
- аміно-аміачний азот методом формольного титрування [8];

-вихід готової продукції – ваговим методом шляхом визначення відношення маси зразка в кінці технологічної обробки до маси початкової несоленої сировини;

-економічний ефект по методиках для визначення економічної ефективності в м'ясній промисловості;

-математичну обробку експериментальних даних проводили з використанням методів математичної статистики.

Математичну обробку результатів експерименту проводили з використанням методів математичної статистики.

Експерименти, що проводяться відповідно до схеми дослідження, проводили в триразовій повторності. Визначення результату аналізу здійснювали при трьох-п'яти паралелях. Дані, приведені в таблицях і на рис. є середніми арифметичними значеннями як мінімум з трьох визначень.

Графічні залежності на рисунках представлені після обробки експериментальних даних по методу найменших квадратів після обробки експериментальних даних по методу найменших квадратів, реалізовані в Microsoft Excel.

РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА.

3.1 Дослідження властивостей м'ясної сировини в процесі ферментації

З метою з'ясування впливу реакції середовищ на активність ферменту програмою дослідження передбачалося вивчення глибини ферментативного гідролізу розчину желатину колагеназою. Ферментацію проводили при температурі 38-40 °C і рН 3,0-9,0, $t=10$ хв.

Вплив реакції середовища на активність ферментного препарату представлений в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Залежність активності ферменту від рівня рН активованого розчину

№ з/п	Номер досліду	рН середовища	Час початку витікання желатину, сек.	ПА,од
	Розчин 1	3,0	253,4	31,80
	Розчин 2	4,0	251,8	32,43
	Розчин 3	5,0	215,4	42,21
	Розчин 4	6,0	208,5	43,85
	Розчин 5	7,0	206,3	44,6
	Розчин 6	7,5	198,4	46,7
	Розчин 7	8,0	141,2	62,1
	Розчин 8	8,5	192,1	48,42
	Розчин 9	9,0	204,2	45,12
	Водопровідна вода	7,50	232,3	37,4
	Дистильована вода	6,52	210,2	40,2
	Контроль	6,55	370,1	-
	$m_{\text{сер}}$	$\pm 0,12$	$\pm 0,5$	$\pm 0,1$

Аналіз даних таблиці показує, що при зниженні кислотності розчину від рН 3,0 до 7,0 і подальшому підвищенні лужності розчину від рН 7,0 до 8,0 відбувається наростання протеолітичної активності з 31,90 од. до 62,05 од.,

подальше ж підвищення лужності розчину (до 8,90) призводить до зниження протеолітичної активності колагенази до 45,12 од. Таким чином, оптимумом дії досліджуваної колагенази являється лужна фракція активованої води з рівнем рН середовища 8,0. Даний факт стверджує, що колагеназа залишається стабільною в нейтральній області рН середовища.

Представляє інтерес вплив водопровідної води (ВВ) на активність ферментного препарату. Так при рН (ВВ) 7,50 протеолітична активність складає 37,57 од., що на 19,5 % нижче в порівнянні з протеолітичною активністю колагенази приготовленою на основі каталіту з рН=7,55, що підтверджує наявність енергії активації лужної води і дії її на активний центр ферментної молекули.

Часткове збільшення протеолітичної активності колагенази у дистильованій воді, до 40,31 од, зв'язано, мабуть, з наявністю солей (1,0-1,2 г/дм³) у водопровідній воді. Дослідження проведені на препараті мікробного (протосубтилін), тваринного (колагеназа) і рослинного (папаїн) походження підтверджують, що при підвищенні концентрації кухонної солі понад 2% відбувається інгібування активності ферментного препарату.

З метою точнішого встановлення оптимального рівня рН середовища були приготовлені розчини з рівнем рН від 7,5 до 8,5 з кроком 0,2.

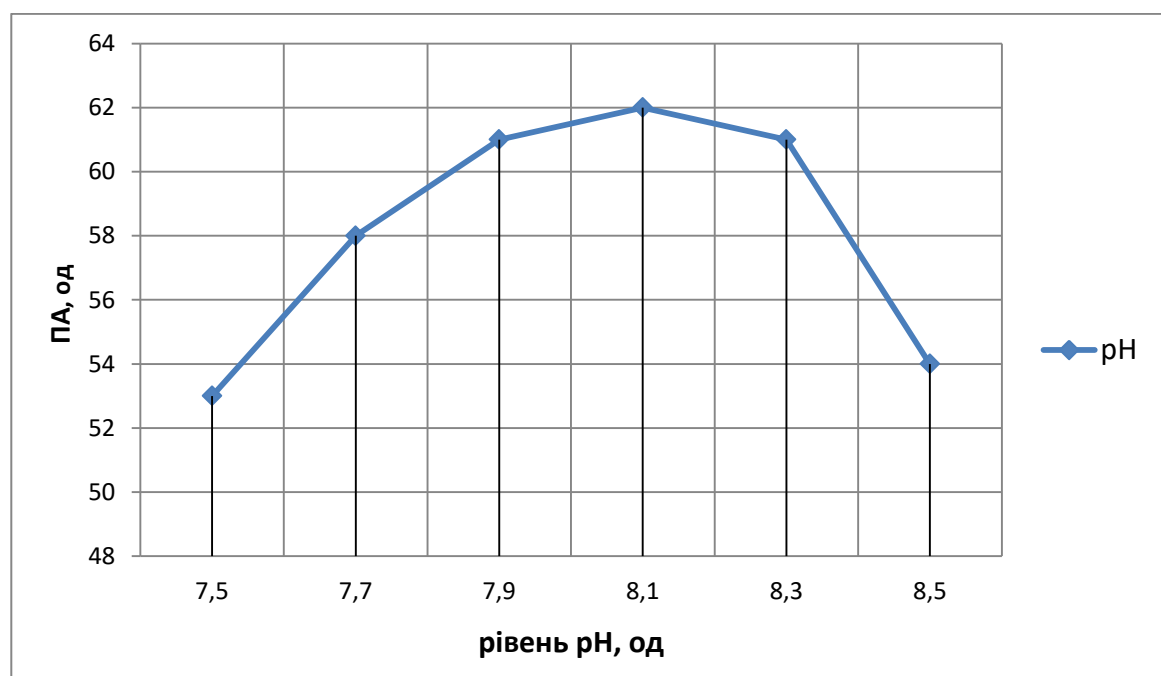


Рис. 3.1 Визначення оптимуму протеолітичної активності колагенази.

Аналіз даних рис. 3.1 показує, що пік протеолітичної активності активованого ферментного препарату доводиться на рН 8,1 і складає 62,03 од.

Для вивчення біокаталітичних властивостей активованого ферментного препарату було вивчено вплив різних чинників на активність ферменту. Як контрольний зразок в даних дослідках нами був використаний розчин колагенази на водопровідній воді.

Залежність активності розчинів ферментного препарату від температури представлена на рис. 3.2.

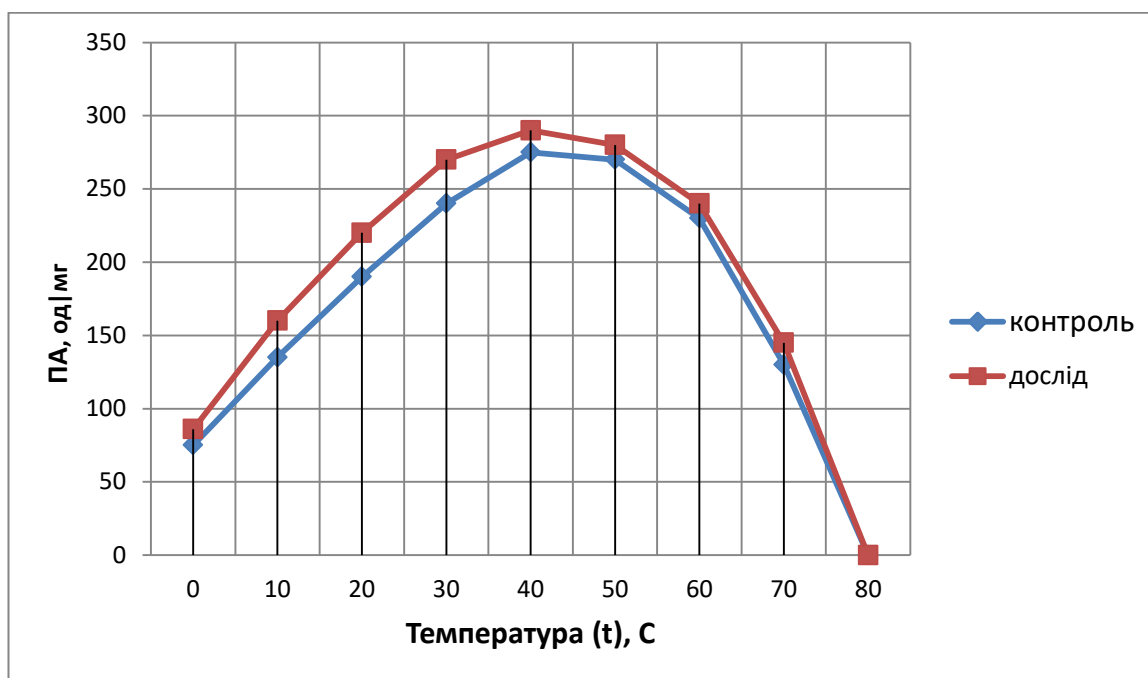


Рис. 3.2 Вплив температури на активність ферментного препарату, приготованого на основі різної води: 1 - дослідна (фермент в активованій воді (AB)), 2- контролю (фермент у водопровідній воді (BB))

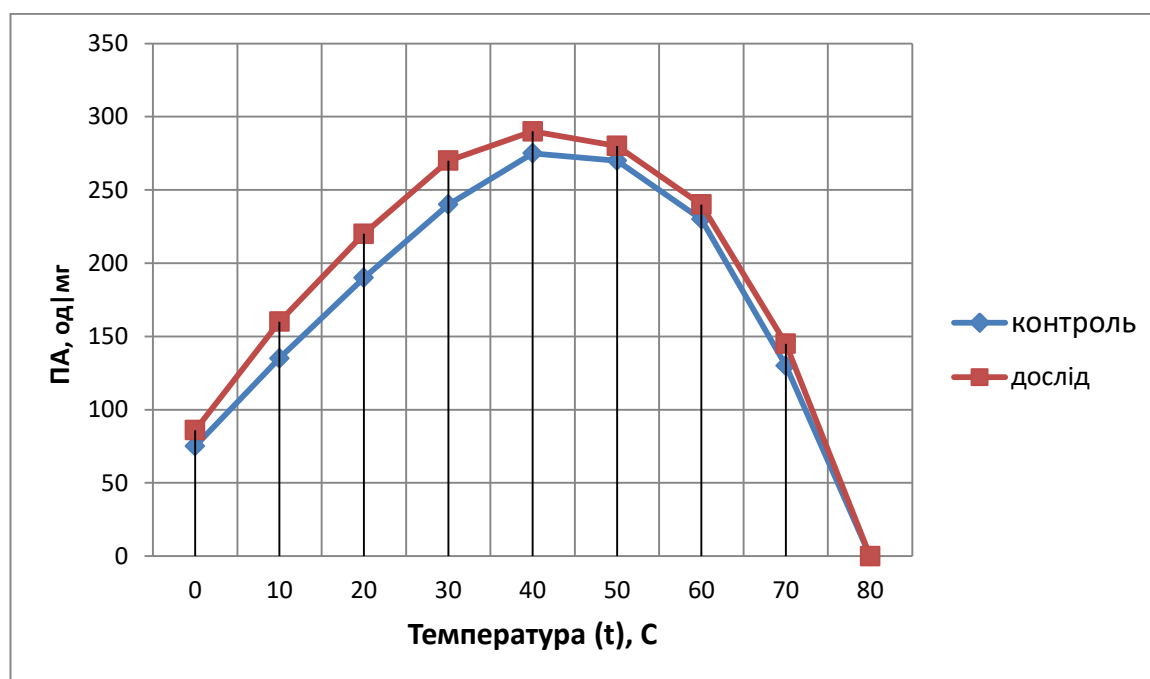


Рис. 3.3 Вплив температури на активність ферментного препарату, приготованого на основі різної води: 1- дослідна (фермент в активованій воді (AB)), 2- контролю (фермент у водопровідній воді (BB))

Аналізуючи графічні дані можна зробити висновок про підвищення протеолітичній активності активованого ферментного препарату в середньому на 10%, по відношенню до розчину ферменту у водопровідній воді.

Залишкова активність ферментів при температурі 80°C знаходиться на достатньо високому рівні, хоча при виготовленні вареного продукту кулінарна готовність досягається при температурі 70±2°C. В даному випадку повній інактивації ферменту можна добитися шляхом витримки продукту у термостаті при температурі 70 °C, що відповідає технологічному режиму варіння м'ясних продуктів, для досягнення ними кулінарній готовності.

Кінетика процесу термоінактивації ферментного препарату при 70 °C представлена на рис. 3.4.

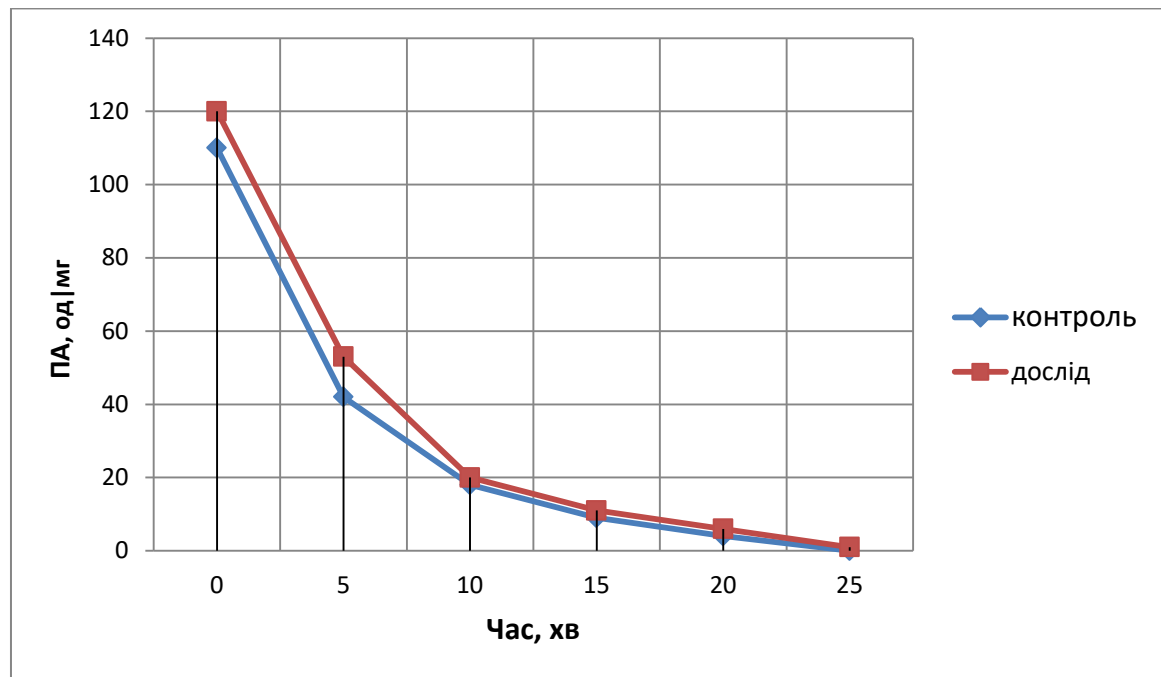


Рис. 3.4 Кінетика термоінактивації ферментного препарату приготовленого на різних розчинах: 1 - дослід (фермент в АВ), 2- контроль (фермент у ВВ).

Згідно даних рис.3.4 при 70°C швидкість інактивації колагенази, практично однакова з контролем. Інтенсивніший процес інактивації відбувається впродовж перших 10 хв, при яких активність знижується з 110-118 од/мг, до 15,0-18,0 од/мг для контрольного і дослідного зразка відповідно. Подальша інактивація протікає більш повільно і продовжується при термостатуванні впродовж 25 хв. Таким чином, можна зробити висновок, що практично повна інактивація активованого ферментного препарату досягається шляхом термостатування впродовж 10-15 хвилин при 70 °С. Повна інактивація неактивованої колагенази при 70°C настає впродовж 5-10 хв. Це властивість ферменту цілком задовольняє безпеці вироблюваних м'ясних продуктів і зумовлює використання даного ферментного препарату при біохімічній тиндалізації м'ясної сировини.

При виробництві харчових продуктів використовуються розчини кухонної солі ,0,1-11 % (0,01-1,8 міль/дм) концентрації.

Введення в м'ясо хлориду натрію змінює колоїдно-хімічний стан білків, сприяє направленому розвитку біохімічних процесів мікробного походження. Крім того, надає пряму і непряму консервуючу дію, тобто оберігає м'ясну сировину і готову продукцію від псування. При дії хлориду натрію на білки м'яса

підвищується їх вологозв'язуюча здатність і посилюється вплив на активність протеолітичних ферментів м'язової тканини.

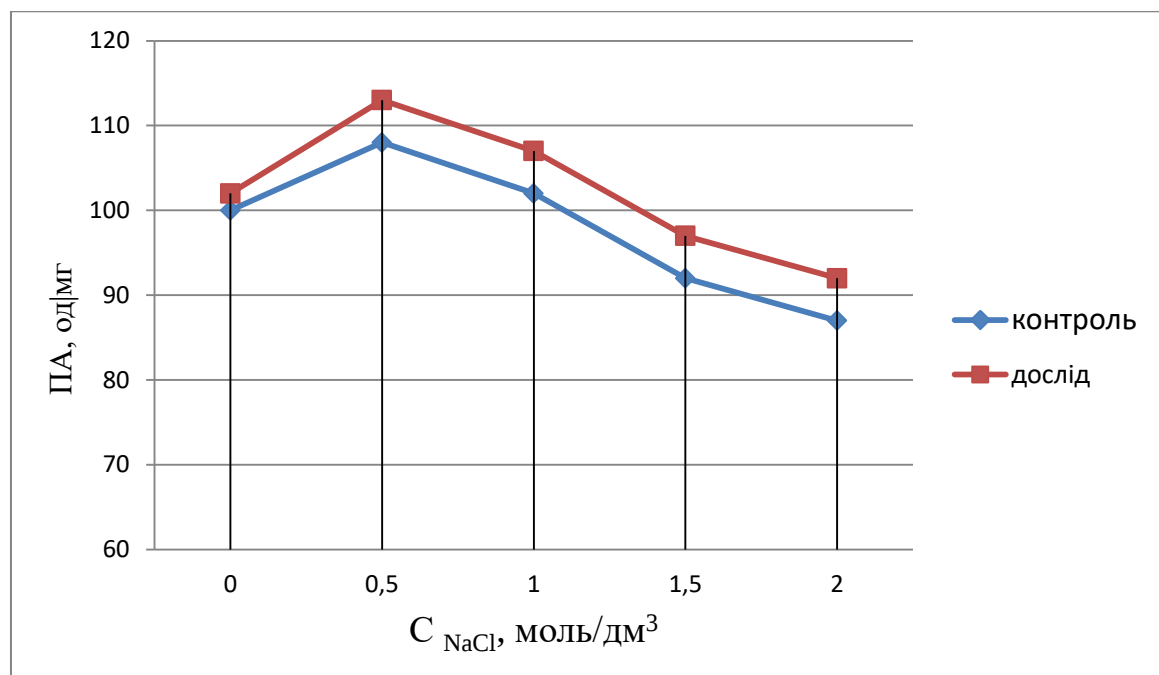


Рис. 3.5 Вплив концентрації (C) кухонної солі на протеолітичну активність (ПА) ферменту: 1 - дослід (фермент в АВ), 2 - контроль (фермент у ВВ).

Як показують дані рис. 3.5 зростання протеолітичної активності обох зразків відбувається до концентрації кухонної солі 0,4 моль/дм³ (2,4 %). При цьому в дослідному зразку активність збільшується на 13 % від початкової, що на 3 % перевищує дані контрольного зразка. Вищі концентрації кухонної солі проявляють ефект інгібування по відношенню до ферменту. Максимальна ж концентрація – 1,8 моль/дм³ знижує протеолітичну активність дослідного зразка на 7,0 %, а контрольного – на 12%. Концентрація солі в напівфабрикаті, при виготовленні м'ясних продуктів складає близько 0,49 моль/дм (3,0 %), а в готовому копчено-вареному продукті – 0,57 моль/дм³ (3,5%), Таким чином, можна припустити, що збільшення концентрації солі в продукті сприятиме зниженню протеолітичної активності ферменту.

При традиційному солінні м'яса міоглобін і оксиміоглобін окиснюються під дією кисню повітря і переходять в метмгемоглобін. Тому солоне м'ясо втрачає своє природне забарвлення і набуває коричневобурого з різними відтінками. На практиці для стабілізації забарвлення застосовують нітрит натрію, додаючи його в

суміш соління або в розсіл. Крім утворення нітрозопігментів при солінні м'яса, нітрит натрію бере активну участь в процесах утворення смаку солоного м'яса, надає окиснювальну дію на ліпіди, володіє вираженим інгібуючим ефектом на ріст мікроорганізмів і токсигенних плісень і утворення ними токсинів.

Використання при солінні м'ясних продуктів нітриту натрію зумовило дослідження його впливу на активність колагенази.

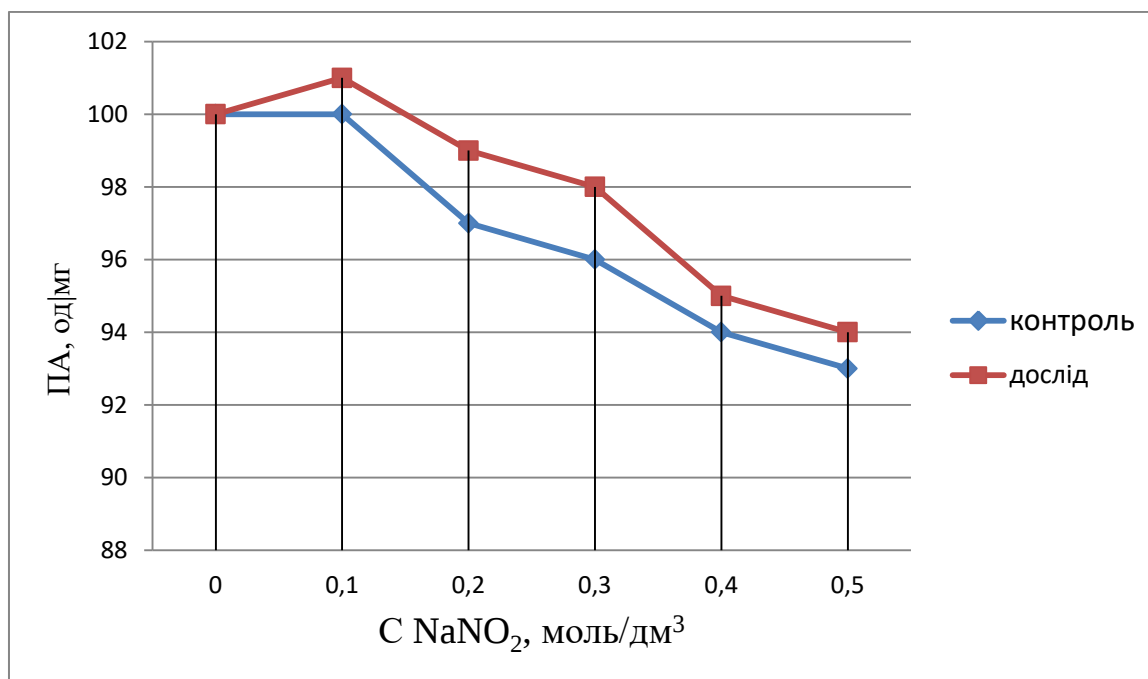


Рис.3.6 Вплив концентрації нітриту натрію на протеолітичну активність ферменту: 1-дослід (фермент в АВ), 2- контроль (фермент у ВВ).

Аналіз даних залежності протеолітичної активності колагенази від концентрації нітриту натрію, дозволяє провести наступні висновки. Концентрація нітриту натрію до 0,1 ммоль/дм³ приводить до незначного зростання активності дослідного розчину ферментного препарату, тим часом на активність контрольного зразка дана концентрація не впливає. Подальше збільшення концентрації нітриту натрію до 0,4 ммоль/дм³ призводить до зниження протеолітичної активності в середньому на 5 % для обох зразків. У інтервалі від 0,4 до 0,5 ммоль/дм³ спад протеолітичної активності дещо знижується. Таким чином, можна зробити висновки, що використання нітриту натрію в кількості 0,0007 % (0,1 ммоль/дм³) до маси м'яса при виробництві ферментованих м'ясних продуктів не матиме істотного впливу на процес ферментації.

Встановлено, що застосування лужної води (ЛВ) з рівнем рН від 7,5 до 8,5 підвищує протеолітичну активність колагенази. Температурна інактивація активованої колагенази при 70°C відбувається впродовж 10-5 хв. Концентрації кухонної солі і нітриту натрію, вживані при виробництві делікатесних продуктів не чинять інгібуючої дії на активовану колагеназу.

Для визначення оптимального рівня введення активованого розчину ферментного препарату в сировині був проведений експеримент із вивчення впливу кількості ферменту і тривалості ферментації на фізико-хімічні властивості сировини.

Таблиця 3.2

Зміна фізико-хімічних показників м'ясної сировини

№, з/п	Вид зразка		рН	ВЗЗ % до наважки	Масова частка %.			
					волога	білок	жир	зола
1.	Контроль -1 (без ФП) ВВ	0 год.	5,96	67,3	72,4	20,1	6,2	0,77
		24 год	5,94	68,8	74,3	19,9	5,0	0,76
		36 год	5,93	70,4	76,1	18,4	4,7	0,74
		48 год	5,93	72,6	77,8	17,1	4,4	0,70
2.	Контроль -2 (0,06 ФП) ВВ	0 год	6,00	68,7	74,3	20,2	4,6	0,83
		24 год	5,97	71,8	75,2	20,0	4,0	0,79
		36 год	5,93	72,3	76,5	18,8	3,8	0,81
		48 год	5,92	76,9	77,5	17,8	3,9	0,80
3.	Дослід 1 (0,03% ФП) ДВ	0 год	5,98	69,2	74,4	20,3	4,3	0,92
		24 год	5,96	72,4	76,7	19,1	3,3	0,90
		36 год	5,95	76,8	77,4	18,2	3,5	0,90
		48 год	5,93	77,5	78,3	17,1	3,7	0,89
4.	Дослід 2 (0,06% ФП) ДВ	0 год	6,01	68,7	74,1	20,7	4,4	0,74
		24 год	5,99	72,8	75,7	19,8	3,7	0,73
		36 год	5,97	76,2	77,2	18,8	3,2	0,72
		48 год	5,94	77,8	78,7	17,4	3,2	0,70
5.	Дослід 3 (0,12% ФП) ДВ	0 год	6,02	73,2	74,2	20,6	4,3	0,83
		24 год	6,00	74,9	75,3	19,8	4,0	0,82
		36 год	5,99	76,4	77,3	18,8	3,0	0,82
		48 год	5,97	77,6	78,4	17,6	3,1	0,81

Пошуковий експеримент дозволив встановити, що зазвичай для розм'якшення м'яса використовують 0,1 % розчин колагенази в кількості 10 % до маси сировини з подальшою витримкою в розсолі при температурі 2...4°C, впродовж 36 годин [12]. Оскільки в нашому випадку дія ферментного препарату

посилюється за рахунок застосування лужної води, то для визначення оптимальної концентрації колагенази, нами було вирішено використовувати розчини 0,03; 0,06; 0,12 % концентрації в кількості 10 % до маси несоленої сировини. Розчин колагенази вводили шляхом шприцювання в цільном'язеву м'ясну сировину (маса шматків 0,4-0,5 кг) по шаховій схемі (з кроком 0,01 м). На основі проведених досліджень (розділ 3.1) для активації ферментного препарату брали воду з рівнем рН 8,0. Після введення активованої колагенази зразки витримували в розсолі впродовж 48 год. Для порівняння результатів ферментації були виготовлені контрольні зразки: без ферментної обробки – контроль 1, і з ферментом на ВВ - контроль 2 (таблиця 3.2).

Оцінка фізико-хімічних характеристик зразків показала, що вживані концентрації ферментного препарату, приготованого на активованій і водопровідній воді, чинять різний вплив на рівень рН. В результаті цього відбувається зміна масової частки вологи і рівня вологозв'язуючої здатності в зразках.

У технології м'ясних продуктів особливу цінність представляє вологозв'язуюча здатність м'яса. Як видно з даних таблиці В33 збільшується під дією колагенолітичної дії ферментного препарату. За рахунок ферментативного гідролізу м'яса відбувається збільшення кількості розчинних білків, і, як наслідок, гідрофільних груп, здатних зв'язувати більшу кількість диполів води.

Рівень В33 в контролі-1 за час експерименту збільшився на 7,9 %, а в контролі-2 на 8,2 %, що свідчить про збільшення частки розчинних білків. По іншому змінюється рівень В33 у ферментованих зразках з активованою водою: при концентрації ферментного препарату 0,03 %, рівень В33 зріс на 8,3 %, при 0,06 % - на 9,1 % і при 0,12 % знизився до 4,4 %. Таким чином, обробка ферментним препаратом концентрацією 0,12 %, впродовж 48 годин, призводить до зниження вологозв'язуючої здатності. На наш погляд це пов'язано з накопиченням низькомолекулярних продуктів ферментативного розпаду білків, не здатних утримувати вологу.

Представляє інтерес зміна В33 в зразку контроль-2 і дослід 2, оскільки в даному випадку використовується однакова концентрація ферментного препарату

для розчинення якого використовували ВВ і ДВ відповідно. Значення ВЗЗ в досліді 2 на 6,6 % більше, ніж в контролі-2. Цей факт підтверджує наше припущення про позитивний вплив ДВ на активність колагенази.

Приведені результати експерименту дозволяють зробити висновок про недоцільність застосування розчинів ферментного препарату з концентрацією 0,03 і 0,12 % для поліпшення властивостей сировини з високим вмістом сполучної тканини, використовуваного при виробництві делікатесної продукції. Прийнятною з даних варіантів слід визнати 0,06 % концентрацію колагенази для обробки яловичини 2-го сорту у разі використання ефекту активації лужною водою з рН 8,0. Дана концентрація майже в 1,7 разу менше ніж при використанні ферментації колагеназою без застосування активації.

3.2. Дослідження мікроструктури яловичини, обробленої активованим ферментом

В даний час для оцінки характеру зміни якісних показників м'ясної сировини, використовуваної при виробництві м'ясних продуктів, широко використовуються методи мікроструктурного аналізу на основі застосування сучасних технологій отримання відео і фото зображення і його аналізу за допомогою комп'ютерних технологій.

Аналіз проведених досліджень свідчить про велику варіацію дії ферментного препарату, приготованого на основі різних середовищ на функціонально-технологічні властивості м'ясної сировини. Встановлений факт збільшення протеолітичної активності колагенази, приготованої на основі ДВ (рН 8,0) в порівнянні з контролем на ВВ. Це дозволяє скоротити час ферментативного гідролізу, а також кількість використовуваного ферменту для направленого регулювання властивостей м'ясної сировини з високим вмістом сполучної тканини.

З позицій дослідження ферментативного гідролізу м'яса, великий інтерес представляє вивчення мікроструктури зразків, оброблених протеолітичним ферментом – колагеназою в активованій формі (з ДВ) і без використання ферментної обробки (при традиційному солінні).

Для проведення порівняльного аналізу були взяті зразки м'ясної сировини з плечолопаткової частини яловичої напівтуші із вмістом сполучної тканини до 20 %. Термін автолізу складав 48 годин після забою при 4 °С.

Досліджувані зразки шпрювали одногодковим шприцом по шаховій схемі, розсолом використовуваним для соління шинки вищого сорту (ДСТУ 4670:2006. Продукти з яловичини та свинини варені, копчено-варені), з додаванням активованої колагенази в кількості 0,2 % до маси розсолу (що відповідає 0,06 % до маси несоленої сировини, при 30 % шприцюванні).

Пошуковий експеримент дозволив встановити, що при виробництві делікатесної продукції використовується різний відсоток шприцювання розсолу (від 10 до 100 %, а іноді і більш). Велика кількість розсолу погіршує органолептичні показники готового продукту, зокрема погіршується смак, що не завжди компенсується вигодою від високого виходу готового продукту. При виробництві копчено-варених делікатесних продуктів з яловичини без введення розсолу готовий продукт виходить дуже сухим, що пов'язане з втратою вологи при термообробці і, як наслідок, зниженням виходу готового продукту.

Таблиця 3.4

Склад розсолу

Найменування	Кількість компоненту, кг на 100 л розсолу		
	Контроль 1	Контроль 2	Дослід
Сіль	7,300	7,300	7,300
Цукор	1,600	1,600	1,600
Нітрит натрію	0,025	0,025	0,025
Ферментний препарат «колагеназа»	-	0,200	0,200
Вода	91,07(ВВ)	90,87 (ВВ)	90,875 (ЛВ)
Разом розсолу, л	100,0	100,0	100,0

Виходячи з практичного досліджу при виробництві копчено-варених цільном'язевих продуктів втрати на термообробку складають від 13 до 20 % залежно від типу термокамери і прийнятої технології на підприємстві.

Тому, було прийнято провести 30 %-не шприцювання розсолу до маси несоленого зразка, що теоретично забезпечить вихід готового продукту на рівні 103-105 %, при хороших органолептичних показниках готового продукту.

Для більш рівномірного розподілу речовин розсолів за всім обсягом шматка, проводили обробку зразків в тумблері для яловичини із вмістом сполучної тканини від 10 до 20 %, з масою зразків 0,15-0,20 кг: 50 хв. – активна фаза, 10 хв. – спокій, впродовж 230 хвилин (4 цикли). При цьому розсіл, що виділився після шприцювання, заливали в тумблер. Його кількість складала 4 % від загальної кількості розсолу. Після закінчення процесу тумблерування посолену сировину витримували впродовж 1 години при температурі 0-4 °С на дозріванні.

У даній роботі дослідні зразки м'яса піддавали тумблеруванню на лабораторній установці (розділ 2.2).

3.3 Функціонально-технологічні властивості ферментованої сировини в процесі тумблерування

Сучасні технології виробництва делікатесних продуктів шинок високої якості, припускають використання комплексу інтенсифікуючих прийомів і способів. Одним з найбільш доступних і часто вживаних, є застосування механічної обробки, зокрема тумблерування м'ясної сировини, для прискорення і поліпшення процесу соління [19].

При проведенні даного дослідження дослідні зразки м'яса піддали тумблеруванню на тумблері марки УВМ-100.

Для вивчення впливу тумблерування на властивості ферментованої сировини, заздалегідь були розраховані параметри обробки (тривалість активної фази, спокою і кількість циклів).

Так, за даними розрахунків для яловичини масою 0,2 кг, із вмістом сполучної тканини 20 %, тривалість активної фази повинна складати 50 хв, спокою – 10 хв, загальна кількість циклів – 8.

При тумблеруванні посилюється дія м'язових ферментів (катепсинів і кальпаїнів). На підставі проведених мікроструктурних досліджень яловичини 2-го сорту, ми прийшли до висновку, що найбільш помітні деструктивні зміни у

м'язовій тканині мають місце у разі застосування розсолу на основі лужного біокаталізу буде більш вираженим (швидше зростання ВЗЗ, ВУЗ, клейкості, поліпшення структурно-механічних характеристик тощо).

Слід відзначити значні деструктивні зміни структури м'язової тканини, які можуть негативно вплинути на органолептичні показники готового продукту. Тому ухвалили рішення скоротити час тумблерування зразків делікатесної продукції з 8-ми циклів, до 3-х, і провести його по наступній схемі: $\tau_a=50$ хв., $\tau_n=10$ хв.

Для визначення зміни зусилля зрізу, після механічної обробки посолену сировину піддавали витримці впродовж 1 години при температурі $0...+4$ °С.

Метою вдосконалення біотехнологічних процесів є поліпшення функціонально-технологічних властивостей м'ясної сировини. До основних властивостей, що визначають параметри технологічного процесу виробництва делікатесних продуктів відносяться вологозв'язуюча здатність м'ясної сировини, вологоутримуюча здатність і клейкість. Для визначення оптимальних режимів технологічного процесу слід досліджувати зміну структурно-механічні характеристики, а саме зусилля зрізу [22].

Вищеперелічені показники є прямими або непрямими чинниками, що визначають якісні характеристики делікатесних продуктів і економічну ефективність їх виробництва.

Скріплення води білками м'яса відбувається за рахунок утворення оболонок гідратів і утримання молекул води водневими зв'язками і електростатичними взаємодіями. Дане явище характеризує вологозв'язуючу здатність м'яса (ВЗЗ). Основне скріплення води кусковим м'ясом відбувається в процесі соління і механічної обробки сировини.

Наростання ВЗЗ відбувається під дією кухонної солі, за рахунок збільшення кількості активних центрів білкової молекули. Для збільшення фракції активованої води із вмістом колагенази – ВЗЗ також використовують харчові фосфати і вологозв'язуючі компоненти полісахаридної (камеді, карагінани) і білкової природи.

На ВЗЗ м'яса робить вплив і рівень рН, що пов'язане з ізоелектричними властивостями білків, що, на наш погляд, припускає використовувати електроактивовану воду для збільшення даного показника.

Для виробництва шинкової делікатесної продукції пропонується використовувати комплексний препарат «Віанокс» (Vianoks)), до складу якого входить: лактоза, натрій/калій дифосфат, триполіфосфат, карагінан, натрію аскорбат і натрію глютамінат.

На даному етапі метою експериментальних досліджень було вивчення впливу тумблерування за запропонованими режимами на властивості ферментованої м'ясної сировини для виробництва делікатесної продукції, обробленого багатокомпонентним розсолом на основі лужної фракції активованої води.

На наш погляд, доцільно було провести дослідження впливу тумблерування на якісні показники сировини, обробленої багатокомпонентним розсолом на основі лужної фракції активованої води, що містить ферментний препарат – колагеназу і комплексну добавку «Віанокс» (Vianoks).

Для проведення експерименту відбирали яловичину II сорту, охолоджену до температури 0-4 °С. Термін автолізу сировини складав 48 годин. Сировину, використовувану при виробництві реструктурованих делікатесних продуктів (зокрема «Шинки в оболонці»), подрібнювали на шматки масою 0,15 - 0,20 кг. Підготовлену сировину розбивали на 3 партії і шприцевали одностручковим шприцом за шаховою схемою розсолами (таблиця 3.5).

Таблиця 3.5

Склад розсолу

Найменування	Кількість компоненту, кг на 100 л розсолу		
	Контроль 1	Контроль 2	Дослід
Сіль	7,20	7,20	7,20
Цукор	1,50	1,50	1,50
Нітрит натрію	0,025	0,025	0,025
ФП «Колагеназа»	-	0,20	0,20

«Віанокс» (Vianoks)	2,5	2,5	2,5
Вода	88,795(BB)	88,595 (BB)	88,595 (ЛВ)
Разом розсолу, л	100	100	100

Кількість розсолу складала 30 % до маси несоленої сировини. Після шприцювання сировину поміщали в тумблер, частина розсолу (близько 4 %), що при цьому виділилася, також додавалася в нього, і здійснювали механічну обробку.

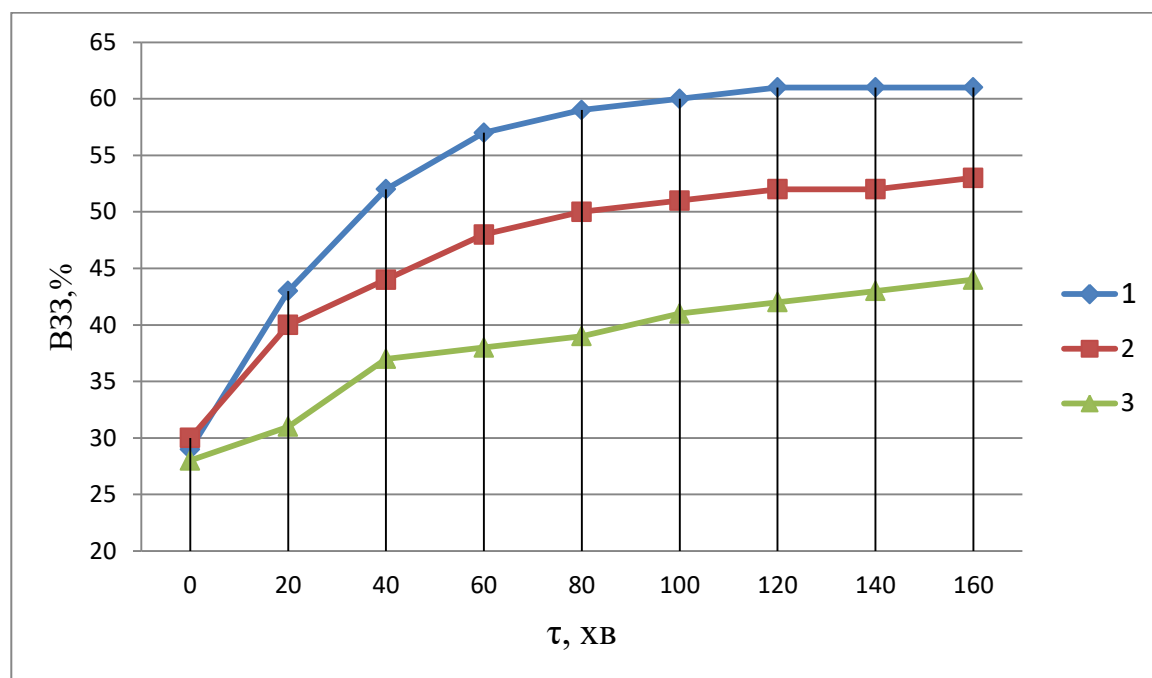


Рис. 3.7. Характер зміни вологов'язуючої здатності (ВЗЗ %) зразків залежно від тривалості тумблерування (τ, хв): 1 - дослідний зразок; 2 - зразок контроль-2; 3 - зразок контроль-1.

Під час проведення тумблерування в зразках визначали вміст загальної води висушуванням до постійної маси [8] при температурі 105 °С. Точки взяття проб доводилися на момент початку і закінчення активної фази тумблерування.

Вивчення впливу тумблерування показало, що його застосування приводить до наростання ВЗЗ м'ясної сировини (Рис. 3.7). При використанні традиційного розсолу (контроль-1), після проходження першої активної фази (50 хв.) відбувається збільшення ВЗЗ на 8,8 % від первинного. При подальшому тумблеруванні зростання ВЗЗ сповільнюється. У інтервалі від 50 хв. до 170 хв, обробки збільшення ВЗЗ складає всього лише – 6,4 %. Такий характер залежності

пояснюється тим, що в початковий момент тумблерування відбувається інтенсивне поглинання розсолу і збільшення загальної кількості вологи з подальшим перерозподілом її в м'ясній сировині. Подальша механічна обробка супроводжується зниженням вологи поглинання м'яса, що, на наш погляд, пов'язано із зменшенням числа активних центрів, здатних утримувати молекули води.

Особливий інтерес, в нашому варіанті, представляє зміну ВЗЗ сировини при використанні ВВ і ЛВ для приготування розсолу.

Аналіз даних (Рис. 3.7) вказує на значне зростання ВЗЗ в контролі-2 і досліді, в порівнянні з контролем-1 після першого циклу тумблерування і перед початком другого циклу. Зростання ВЗЗ для зразка контроль-2 за 50 хв. тумблерування склав – 37,5 %, для досліді - 67,7 %, щодо первинного. Через 10 хв. паузи також відбулося подальше зростання ВЗЗ для контролю-2 на 5,0 % і для досліді - 6,3 %, по абсолютній величині. Максимального рівня ВЗЗ вдалося досягти після третього циклу тумблерування. Для контролю-2 максимальний рівень ВЗЗ склав 52,3 %, для досліді – 60,6 %.

Це пояснюється тим, що на самому початку гідролізу відбувається розпад білкових молекул на фрагменти, що володіють великим числом активних центрів, що утримують молекули води. Триваліший гідроліз приводить до накопичення олігопептидів і вільних амінокислот, не здатних зв'язувати воду. Також відбувається зниження рівня рН середовища, унаслідок накопичення вільних амінокислот, що теж сприяє зниженню ВЗЗ. На нашу думку на зниження рівня ВЗЗ робить також вплив поєднання процесів тривалого тумблерування з ферментною обробкою, в результаті яких інтенсифікується процес руйнування клітинних оболонок, що приводить до втрати тканинної рідини. При подальшому проведенні тумблерування ферментованих зразків рівень ВЗЗ знижується, але до закінчення механічної обробки залишається набагато вищим в порівнянні з контролем.

Аналіз отриманих даних дозволяє прийти до висновку, що комплексна обробка м'ясної сировини активованою колагеназою в умовах механічних дій приводить до підвищення рівня ВЗЗ зразків.

При розгляді характеру залежності ВЗЗ у варіанті застосування ВВ і ЛВ для приготування розсолу встановлено, що лужна фракція активованої води для розчинення колагенази сприяє швидшому досягненню максимуму ВЗЗ сировини. На нашу думку це пов'язано з тим, що під час першого циклу тумблерування відбувається інтенсивніший протеоліз білкових молекул під дією активованого ферментного препарату, з утворенням фрагментів що мають більшу кількість досяжних заряджених груп, які здатні утримати диполі води.

Одним з найбільш важливих показників для м'ясних продуктів, що зберігають структуру цільном'язевої сировини після термічної обробки, є вологоутримуюча здатність (ВУЗ). Цією характеристикою функціонально-технологічних властивостей позначається здатність м'яса утримувати вологу в процесі нагрівання. У більшості технологічних процесів це відбувається за рахунок утворення гідроколоїду типу гелів. Одним з найважливіших компонентів м'яса, здатних в процесі термічної обробки створювати стабільний гель, є желатин, що утворюється при розпаді колагену. Але тривалий гідроліз, необхідний для отримання желатину, приводить до накопичення простіших з'єднань, які не здатні утримувати вологу, а це у свою чергу веде до зниження виходу готового продукту [5].

У зв'язку з тим, що зміна ВУЗ м'яса впливає на вихід готового продукту з шматкової сировини і економічну ефективність його виробництва, виникає необхідність дослідження способів його регулювання. Тиндалізація яловичини 2 сорти активованим ферментним препаратом у поєднанні з механічною дією є, на наш погляд ефективнішим технологічним прийомом, що дозволяє вирішити цю проблему.

При використанні традиційного соління (Рис. 3.8) відбувається рівномірне збільшення ВУЗ впродовж всього періоду тумблерування. До кінця третього циклу обробки ВУЗ збільшується на 11,45 % і складає 84,45 %.

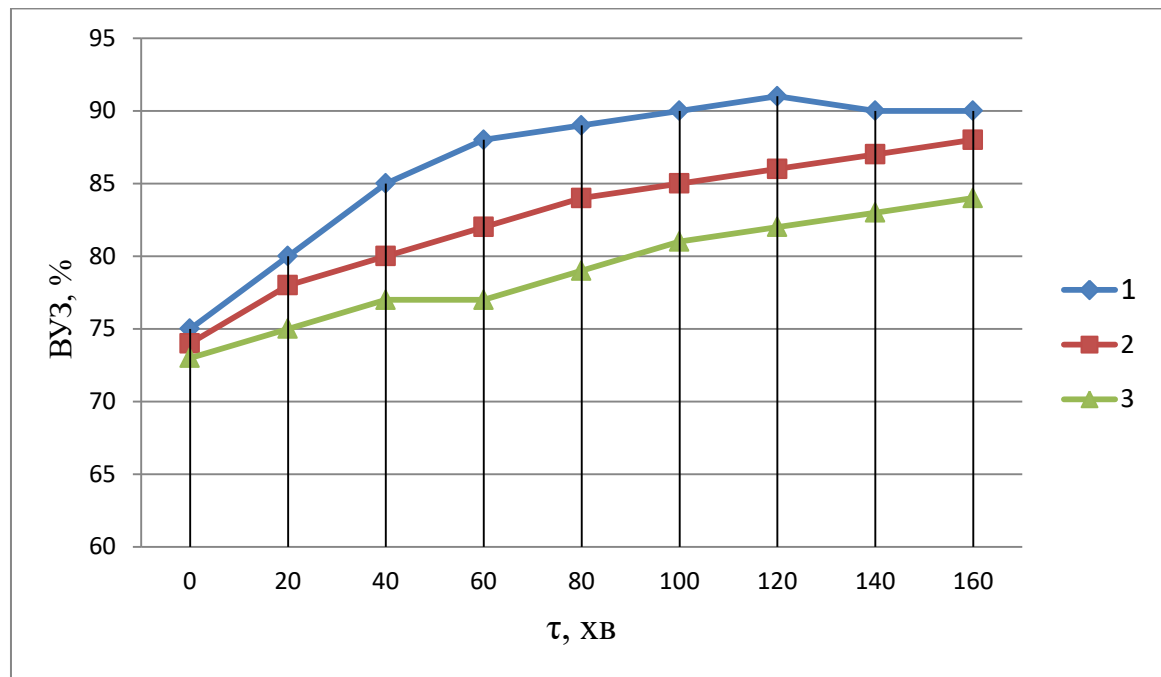


Рис. 3.8. Характер зміни вологостримуючої здатності (ВУЗ %) зразків залежно від тривалості тумблерування (τ , хв): 1 - дослідний зразок; 2 - контроль-2; 3 - контроль-1.

Введення в м'ясну сировину при солінні ферментного препарату – колагенази (контроль-2) дозволяє підвищити ВУЗ до кінця обробки до 87,0 %. При цьому найбільша швидкість приросту ВУЗ (на 5,23 %) відбувається в перших 50 хв. обробки. Подальше тумблерування підвищує ВУЗ на 1,7 % за 2-й цикл обробки і на 1,3 % за 3-й цикл.

Інший характер зміни ВУЗ відбувається при використанні ДВ для активації колагенази (дослід). Найбільша інтенсивність приросту ВУЗ відмічається також на 1-му етапі тумблерування – 11,36 %. Далі ВУЗ наростає менш інтенсивно і за подальших 120 хв. приріст складає 3,78 %.

На наш погляд, таке збільшення ВУЗ пов'язане з комплексним застосуванням активованої води і ферментного препарату. Лужна вода підсилює дію колагенази, за рахунок чого, після термічної обробки, в продукті залишається більша кількість зв'язаної води.

Таким чином встановлено, що максимальне значення ВУЗ в яловичині масою 150-200 гр. досягається при введенні багатокомпонентного розсолу, що містить активований ферментний препарат – колагеназу, шляхом шприцювання

після шахової схеми і проведення подальшого тумблерування впродовж 170 хв. по схемі: $\tau_a=50$ хв.; $\tau_n=10$ хв.

Максимальне значення ВУЗ в яловичині 2-го сорту, при використанні ферментації, спостерігається після 3-х годинної витримки в розсолі. У нашому випадку відбувається швидше зростання ВУЗ за рахунок застосування активації ферментного препарату і механічної обробки сировини тумблеруванням.

При ферментації м'ясної сировини, суміщеній із солінням, відбувається збільшення кількості продуктів розпаду білків і частки їх переходу в розчинений стан. При цьому утворюються неміцні тиксотропні структури, що є високопластичною гелеподібною масою, що володіє високою в'язкістю. Даний розчин (ексудат) підвищує адгезійні властивості сировини, що позначається на показнику клейкості. Клейкість є важливим чинником утворення монолітної структури виробів шинок з шматкової сировини після термічної обробки.

При поєднанні тумблерування з ферментною обробкою (контроль-2) відбувається інтенсивніше наростання клейкості: за перший цикл тумблерування на $0,79 \cdot 10^4$ Н/м², за другою – на $0,42 \cdot 10^4$ Н/м².

Ще більший приріст клейкості має місце у разі застосування активації колагенази ДВ (дослід). В результаті одного циклу тумблерування клейкість збільшується на $1,41 \cdot 10^4$ Н/м², а після другого на $0,13 \cdot 10^4$ Н/м².

Максимального рівня показник клейкості досягає після третього циклу тумблерування. Для контролю-2 він складає $2,2 \cdot 10^4$ Н/м², а для досліді – $2,63 \cdot 10^4$ Н/м².

На нашу думку це пов'язано із збільшенням частки м'язових білків м'яса в ексудаті, сприяючих формуванню високих адгезійних властивостей системи.

Оскільки комплексна обробка м'ясної сировини переслідує мету поліпшення якісних характеристик готового продукту в цілому, то представляє інтерес зміна міцності м'ясної сировини в процесі обробки, які можна визначити шляхом вимірювання зусилля зрізу термооброблених зразків.

Зусилля зрізу визначає такі якісні характеристики, як ніжність, консистенція і розжовуваність готового продукту. Дані показують, що застосування ферментної обробки знижує зусилля зрізу готового продукту, в порівнянні з необробленим

зразком. У контролі-2 зафіксовано зниження зусилля зрізу на 41,1 % в порівнянні з контролем-1. Додаткова активація колагенази приводить до підвищення ефективності ферментації м'яса: у дослідному зразку зусилля зрізу уздовж м'язових волокон після термічної обробки знизилося ще на 11,2 % в порівнянні з контролем-2.

Таким чином, застосування активованого ферментного препарату у поєднанні з тумблеруванням дозволяє максимально знизити характеристики міцності готового продукту.

Аналіз результатів проведених досліджень дозволяє зробити висновок про доцільність застосування механічної обробки сировини при використанні ферментативної біомодифікації.

На підставі даних зміни ВЗЗ, ВУЗ, клейкості і зусилля зрізу визначені наступні оптимальні параметри режиму тумблерування яловичини 2 сорти, масою 0,15-0,20 кг, при ферментній обробці активованим розчином колагенази в кількості 0,06 % до маси несоленої сировини: $\tau_a=50$ хв, $\tau_n=10$ хв, $\tau_o=170$ хв.

3.4 Розробка технології шинкових продуктів з використанням активованого ферментного препарату колагенази

3.4.1 Дослідження якості термооброблених зразків з яловичини 2-го сорту. На підставі раніше проведених досліджень (розділи 3.1, 3.2, 3.3, 3.4) виявлений позитивний вплив активованого ферментного препарату і механічної дії на властивості біомодифікованої м'ясної сировини з високим вмістом сполучної тканини.

Наступним етапом дослідження було вивчення впливу біохімічної модифікації і механічної дії на комплекс фізико-хімічних і структурно-механічних властивостей термооброблених зразків.

З урахуванням власних експериментальних досліджень зразки готового продукту виготовляли за наступною схемою:

- підготовка сировини,
- соління зразків багатокомпонентним активованим розсолем,

- тумблерування,
- дозрівання,
- формування напівфабрикату,
- термічна обробка зразків.

Як сировина для виготовлення зразків готового продукту використовували частину лопатки (заосний, предосний і триголовий м'язи від яловичих відрубів в охолодженому стані). Термін автолізу сировини складав 48 годин після забою при температурі 0-2 °С. Вміст сполучної тканини в сировині складав близько 20 %. Для виготовлення зразків з сировини виділяли цільном'язеві шматки м'яса масою від 0,8 до 1,0 кг. Соління зразків здійснювали розсолами, склад яких представлений в таблиці 3,6.

Таблиця 3,6

Склад розсолу

Найменування	Кількість компоненту, кг на 100 л розсолу		
	Контроль 1	Контроль 2	Дослід
Сіль	7,300	7,300	7,300
Цукор	1,600	1,600	1,600
Нітрит натрію	0,025	0,025	0,025
Ферментний препарат «Колагеназа»	-	0,20	0,20
«Віанокс» (Vianoks)	7,000	7,000	7,000
Вода	84,075(BB)	83,875 (BB)	83,875 (ЛВ)
Разом розсолу, л	100	100	100

Ведення соління здійснювали шляхом ін'єкції одноголклвим шприцом по шаховій схемі. Кількість шприцювального розсолу складала 30 % до маси несоленої сировини. Прошприцьовану сировину разом з частиною розсолу (від 3 до 5 %), завантажували в тумблер і здійснювали механічну обробку за наступною схемою: $\tau_a=55$ хв., $\tau_n=5$ хв., $\tau_0=175$ хв. Далі сировину витримували на дозріванні при температурі 0...+4°C впродовж 1 години. Формування здійснювали вручну шпагатом з накладенням поперечних перев'язок шпагату через 3-5 см по всій

довжині зразка. На кінці робили петлю для навішування. Термообробку зразків проводили у воді при температурі 80...85 °С до досягнення температури в центрі зразка 70-72 °С. Після чого здійснювали витримку у термостаті зразків при температурі 75-80 °С впродовж 10 хв з метою повної інактивації активованого ферментного препарату. Зварені зразки охолоджували холодною водою, а потім в холодильнику до температури в товщі не вище 8 °С.

Отримані результати досліджень якісних показників термооброблених зразків зведені в таблицях 3.7-3.8.

Таблиця 3.7

Якісні показники термічно оброблених зразків

№, з/п	Вид зразка	рН	ВУЗ %, до наважки ке	Масова частка %.				Вихід % до маси несолоної сировини	Органолептична оцінка балів
				волога	білок	жир	зола		
1.	Контроль 1 (без ФП на ВВ)	5,99	75,6	66,2	22,6	7,8	2,9	101,4	3,9
2.	Контроль 2 (0,06 % ФП на ВВ)	6,01	79,1	69,2	22,1	5,4	2,8	102,5	4,4
3.	Дослід (0,06% ФП на ДВ)	6,02	81,5	71,2	21,6	4,2	2,8	103,2	4,7

Аналіз представлених експериментальних даних зміни рівня рН свідчить, що додавання в розсіл лужної фракції електроактивованої води (дослід) приводить до збільшення рН термообробленого продукту (на 0,16 %), по відношенню до зразка, обробленого розсолем на основі водопровідної води (контроль 2), що викликає підвищення ВУЗ дослідного зразка, і у свою чергу супроводжується збільшенням виходу після термічної обробки.

Згідно даним таблиці 3.7, за показниками масової частки жиру, білка і золи всі зразки трохи відрізнялися один від одного. Вологоутримуюча здатність зразка контроль-1 найнижча і складає 75,6 %, у зразках, оброблених колагеназою, ВУЗ була вищою на 3,4 % при застосуванні ВВ (контроль-2) для приготування розсолу і на 5,9 % при використанні ЛВ (дослід) в порівнянні із зразком контроль-1.

Вочевидь це пояснюється процесом руйнування деяких координаційних зв'язків макромолекул колагену. Під дією ферментного препарату – колагенази, збільшилася кількість вільних заряджених груп, здатних зв'язувати і утримувати воду. При використанні ЛВ (дослід) дія колагенази на сполучну тканину посилюється за рахунок підвищення активності ферментного препарату. В результаті цього утворюється більша кількість активних центрів» ніж при використанні ВВ для приготування розсолу. Що узгоджується з даними високої ВУЗ дослідного зразка.

ВУЗ термооброблених зразків яловичини 2-го сорту надає прямий вплив на вихід готового продукту. Тому в зразку, не обробленому ферментним препаратом (контроль-1) він найнижчий і складає 101,4 % до маси несоленої сировини. При використанні ферментації значення виходу збільшується: на 1,1 % по абсолютній величині в зразку контроль-2 і на 1,8 % по абсолютній величині в дослідному зразку.

Експериментальні дані органолептичної оцінки термооброблених зразків (таблиця 3.7) свідчать про збільшення середнього балу при використанні в технології ферментації м'ясної сировини з високим вмістом сполучної тканини. Встановлено, що середній бал зразка контроль-2 збільшився на 12,8 %, в порівнянні із зразком, не обробленим колагеназою (контроль-1). При застосуванні лужної води для приготування розсолу (дослід) середній бал за органолептичними показниками збільшився на 20,5 % в порівнянні з контролем-1. Отримані дані свідчать про ніжнішу консистенцію і соковитість термооброблених зразків, що пройшли ферментацію при солінні. Особливо цей ефект помітний при використанні активованої води (ЛВ) для приготування розсолу: дослідний зразок мав ніжнішу і соковитішу консистенцію, приємно виражений смак яловичини і рівномірний колір на розрізі.

Цілеспрямований гідроліз колагену активованим розчином ферментного препарату привів до поліпшення структурно-механічних характеристик готового продукту. Експериментальні дані зміни коефіцієнта penetрації свідчать про збільшення ніжності зразків при обробці багатокомпонентним розсолом на основі ВВ (контроль-2) на 36,7 % по відношенню до зразка, не підданого ферментації

(контроль-1). При використанні для приготування розсолу ДВ (дослід) посилюється дія колагенази і коефіцієнт penetрації зростає на 9,8 %, в порівнянні з контролем-2. Отримані дані узгоджуються з органолептичною оцінкою термооброблених зразків (таблиця 3.7). У разі використання розсолу з колагеназою на основі ЛВ: консистенція ніжніша, соковитіша, смак і запах приємний, з властивим ароматом яловичини.

На підставі отриманих експериментальних даних виявлено, що істотну роль в поліпшенні основних функціонально-технологічних і структурно-механічних властивостей термооброблених зразків відіграє багатокomпонентний розсіл на основі ДВ.

На нашу думку даний факт свідчить про реальну можливість використання в технології делікатесних виробів з яловичини багатокomпонентних розсолів, на основі лужної фракції активованої води, що містять ферментний препарат колагеназу з гепатопанкреаса річкового рака.

3.5. Дослідження харчової цінності і мікробіологічних показників готового продукту

В даний час споживачі звертають велику увагу на такі властивості готового продукту, як його харчова і біологічна цінність. Харчова цінність м'ясних продуктів, зокрема, характеризується ступенем їх перетравлюваності, від якої і залежить кількість корисних речовин, що поступають в організм людини.

Вивчення харчової цінності продуктів з яловичини, виготовлених із застосуванням активованого розчину ферментного препарату колагенази, здійснювали шляхом дослідження перетравлюваності білків травними ферментами в дослідах *in vitro* (табл. 3.8).

Таблиця 3.8

Оцінка перетравлюваності готових зразків з яловичини 2-го сорту

Найменування зразка	Кількість продуктів гідролізу, мг тирозину/г білка		
	пепсином	трипсином	сумарне
Контроль-1 (без ФП) ВВ	9,2	7,9	17,1
Контроль-2 (0,06 % ФП) ВВ	9,4	8,2	17,6
Дослід (0,06 % ФП) ЛВ	9,9	8,5	18,4
$\tau_{cp} =$	$\pm 0,1$		

Згідно з отриманими результатами перетравлюваність білків дослідного зразка порівняно з контролем-1 збільшилася на 15,2 %, а порівняно з контролем-2 на 6,0 %. Отримані дані свідчать про збільшення ступеня перетравлюваності білків м'язової тканини при застосуванні ферментації протеолітичними ферментами. Спостережуваний ефект пояснюється направленим гідролізом білкових молекул протеолітичним ферментом – колагеназою, при якому утворюється велика кількість продуктів гідролізу (амінокислот, ди- і трипептидів) легко доступних травним ферментам шлунково-кишкового тракту. При використанні лужної фракції активованої води для приготування розсолу ефективність дії ферментного препарату вища, про що і свідчить збільшення сумарної перетравлюваності білків м'язової тканини на 6,2 % у дослідному зразку, в порівнянні з контролем-2. Висока перетравлюваність м'ясного продукту забезпечує хорошу засвоюваність поживних речовин і свідчить про його високу харчову цінність.

Для забезпечення безпеки м'ясного продукту проводилися дослідження мікробіологічною обсіменіння сировини і готової продукції.

Мікробіологічні показники термооброблених зразків вивчалися відповідно до вимог ISO 16649-3. При цьому проводилися дослідження на присутність в зразках готового продукту мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів (КМАФАнМ), бактерій групи кишкових паличок, *St.aureus*, патогенних мікроорганізмів, зокрема сальмонел та сульфідредуючих клостридій.

Результати аналізу бактеріологічних досліджень зразків яловичини копчено-вареної (після закінчення технологічного процесу) показали відсутність бактерій

групи кишкових паличок і *St.aureus* (у 1 г продукту), патогенних мікроорганізмів, сальмонели (у 25 г продукту) і сульфїтредкуючих клостридій (у 0,01 г продукту) у всіх досліджуваних зразках.

На підставі даних, представлених в таблиці 3.9 встановлено, що після 5-ти діб зберігання делікатесних продуктів з яловичини, вміст мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів у контрольних і дослідному зразку не перевищував допустимі норми для делікатесних продуктів з яловичини і складає: $3,1-4,2 \cdot 10^2$ в 1 г продукту.

У зниженні мікробіологічного обсіменіння делікатесного продукту (дослід) основну роль зіграла вода, використовувана для приготування шприцовочного розсолу, яка володіє явно вираженими бактерицидними властивостями. Отримані результати бактеріологічних досліджень підтверджують дані про асептичні властивості використовуваної електроактивованої води при виробництві м'ясних продуктів [29, 30].

Мікробіологічні показники досліджуваних зразків делікатесних продуктів після 8 діб зберігання при збільшенні кількості мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів.

Таблиця 3.9

Санітарно-мікробіологічні показники цільном'язевих виробів з яловичини, в процесі зберігання

Найменування показника	Норма згідно стандарту	Контроль-1		Контроль-2		Дослід	
		5 діб	8 діб	5 діб	8 діб	5 діб	8 діб
Кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів, КУО/г, не більше	$1,0 \times 10^3$	$3,6 \cdot 10^2$	$1,3 \cdot 10^3$	$4,2 \cdot 10^2$	$1,1 \cdot 10^3$	$3,1 \cdot 10^2$	$2,1 \cdot 10^2$
БГКП, <i>S.aureus</i> в 1 г продукту	Не допускаються	Не виявлено					
Сульфїтредкуючі клостридії в 0,01 г продукту	Не допускаються	Не виявлено					
Патогенні мікроорганізми, зокрема сальмонели, в 25 г продукту	Не допускаються	Не виявлено					

У дослідному зразку вміст КМАФАнМ збільшується за 8 діб зберігання до значення $2,1 \cdot 10^2$ КУО/г продукту, що нижче гранично допустимого значення ($1,0 \cdot 10^3$ КУО/г). Результати бактерійних досліджень контрольних зразків показують деяке перевищення гранично допустимої норми на $3 \cdot 10^2$ КУО/г продукту щодо зразка контроль-1 і на $1 \cdot 10^2$ КУО/г продукту – зразка контроль-2.

Застосування в технології виробництва делікатесних продуктів комплексної багатофункціональної добавки сприяє збільшенню кількості мікроорганізмів в готовому продукті і в процесі зберігання, за рахунок бактеріального обсіменіння що містяться в ній білоквмістимих компонентів, оскільки вони є сприятливим живильним середовищем для їх розвитку.

Проте, слід зазначити, що після закінчення 8 діб зберігання дослідного зразка загальна кількість мікроорганізмів в ній не перевищила гранично допустимого значення в порівнянні з контрольними зразками і має найменший вміст мезофільних аеробних і факультативно-анаэробних мікроорганізмів $2,1 \cdot 10^2$ КУО/г продукту, що в порівнянні з контрольними менше у 5-6 разів. На наш погляд, отримані результати свідчать про стабільну сприятливу дію лужної фракції електроактивованої води, що пригнічує розвиток гнильної і патогенної мікрофлори. Слід відзначити позитивний вплив активованих водних розчинів на мікробіологічні показники готових м'ясних продуктів.

Результати вищевикладеного експерименту були використані при розробці рецептури і технології нового виду делікатесної продукції: яловичини «Пряної» копчено-вареної, ферментованої (таблиця 3.10). Вихід яловичини «Пряної» копчено-вареної ферментованої складає 103 % до маси несоленої сировини.

Рецептура яловичини «Пряної» копчено-вареної ферментованої, кг на 100 кг

Найменування сировини і матеріалів	Яловичина «Пряна»
Частина лопатки (заостний, передостний і триголові м'язи) від яловичих відрубів без кісток, хрящів, грубих сухожиль рульки і спиною м'яза, кг	100
Разом основної сировини, кг	100
Прянощі і матеріали, г, на 100 кг сировини	
Сіль кухонна харчова	2100
Нітрит натрію	7,5
ФП. «Колагеназа»	60
«Протеаза С»	2200
Цукор	470
Перець чорний	250
Коріандр мелений	100
Часник свіжий (або консервований)	250

Отримані експериментальні дані дозволяють зробити висновок, що істотну роль в підвищенні функціонально-технологічних і структурно-механічних властивостей, а також органолептичних показників, відіграє активована вода, використовувана для приготування розсолу, що включає колагеназу. Тому, на нашу думку, існує реальна можливість застосування в технології виробництва делікатесних продуктів з яловичини лужної фракції активованої води, з метою створення оптимальних умов дії ферментного препарату і одержання високоякісних, екологічно чистих продуктів харчування.

За приведеною технологічною схемою були вироблені зразки яловичини «Пряної» копчено-вареної в умовах лабораторії кафедри технології м'яса, м'ясних та олійно-жирових виробів ЛНУВМБ імені С.З.Гжицького. Вироблений продукт відрізнявся ніжністю, соковитістю, інтенсивним кольором на розрізі, а також хорошою розжовуваністю (додаток).

Розрахункова очікувана економічна ефективність від впровадження у виробництво нового вигляду делікатесного продукту з яловичини, посоленої розсолом, що містить активовану систему з ферментним препаратом, – колагеназа і становить 19500 грн. на 1 тону готової продукції.

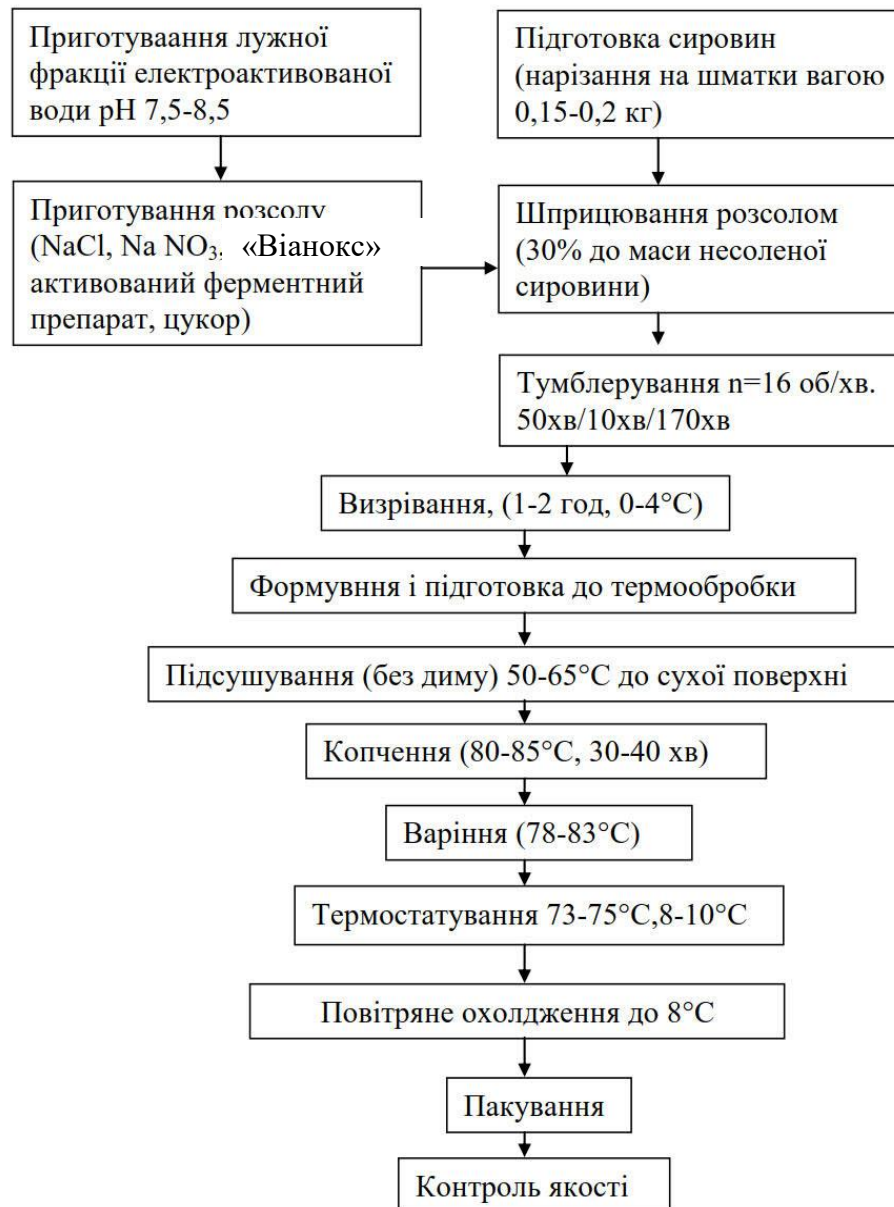


Рис. 3.9 Технологічна схема виробництва яловичини «Пряної» копчено-вареної

3.6. Розробка технології нового виду шинки вареної в оболонці з використанням багатокомпонентного розсолу

На сьогодні наукові розробки в галузі виробництва м'ясопродуктів переслідують мету знайти найбільш компромісні вирішення раціонального використання сировини. Для цього постійно здійснюється пошук нових

нетрадиційних методів дії на м'ясну сировину. При цьому вироблювані продукти повинні бути біологічно повноцінними і безпечними для здоров'я споживачів, відрізнятися невисокою собівартістю і мати стійкий попит за рахунок хороших органолептичних характеристик готового продукту [30].

У основі розробки шинки вареної в оболонці лежали принципи раціонального використання сировини, засновані на поліпшенні властивостей м'яса з високим вмістом сполучної тканини, шляхом її біомодифікації ФП «Колагеназа» і використання механічної дії – тумблерування.

На підставі комплексу результатів, отриманих шляхом аналітичних і експериментальних досліджень хімічного складу, а також функціонально-технологічних властивостей біологічно модифікованої сировини і термооброблених зразків (розділ 3), нами розроблений багатокomпонентний розсіл (МКР), до складу якого увійшли: комплексна багатofункціональна добавка «Віанокс» (Vianoks) і ферментний препарат колагенолітичної дії – колагеназа. З метою посилення дії ферментації розсіл готувався на основі лужної фракції активованої води.

На підставі раніше отриманих результатів дослідження якісних і органолептичних характеристик термооброблених зразків, показана доцільність застосування МКР в технології виробництва делікатесних продуктів з яловичини 2-го сорту із вмістом сполучної тканини близько 20%.

Результати вищевикладеного експерименту були використані при розробці рецептури і технології нового виду делікатесної продукції: шинки вареної, ферментованої в оболонці «Преміум» (таблиця 3.11). Вихід шинки вареної, ферментованої в оболонці складає 117 % до маси несоленої сировини.

Таблиця 3.11

Рецептура шинки вареної ферментованої в оболонці, кг, на 100 кг

Найменування сировини і матеріалів	Шинка «Преміум»
Яловичина жилована 2 сорти, кг	100
Разом основної сировини, кг	100
Прянощі і матеріали, г, на 100 кг несоленої сировини	
Сіль кухонна харчова	2600
Нітрит натрію	7,5
«Віанокс» (Vianoks)	1600
ФП «Колагеназа»	60
Крохмаль картопляний	3000
Цукор	250
Перець чорний	150
Часник свіжий або консервований	250
або сушений	125
Оболонки – штучні діаметром 45-140 мм	

Технологічна схема виробництва шинки вареної, ферментованої в оболонці «Преміум», з використанням активованого ферментного препарату представлена на малюнку 3.16.

При виготовленні шинки вареної в оболонці як основна сировина використовували охолоджену яловичину 2-го сорту з терміном автолізу 48 годин після забою при температурі 0...+2 °С. Після обвалювання виділяли сировину шматками масою від 0,15 до 0,20 кг. М'ясо шприцювали розсолом, що містить кухонну сіль в кількості 8,30 %, нітрит натрію – 0,025 %, цукор – 1,00 %, комплексну добавку ««Віанокс» (Vianoks)» - 5,50 % і активований ферментний препарат - «колагеназу» в кількості 0,20 % до маси розсолу. Кількість розсолу складала 30 % до маси несоленої сировини. Шпирювання здійснювали одноголковим шприцом по шаховій схемі.

Підготовлену сировину обробляли в тумблері по схемі: 50 хв. тумблерування, 10 хв. спокій, впродовж 170 хв. (розділ 3.4). Витримку сировини на дозріванні проводили впродовж 6-8 годин в ємкостях при температурі $0\pm4^{\circ}\text{C}$.

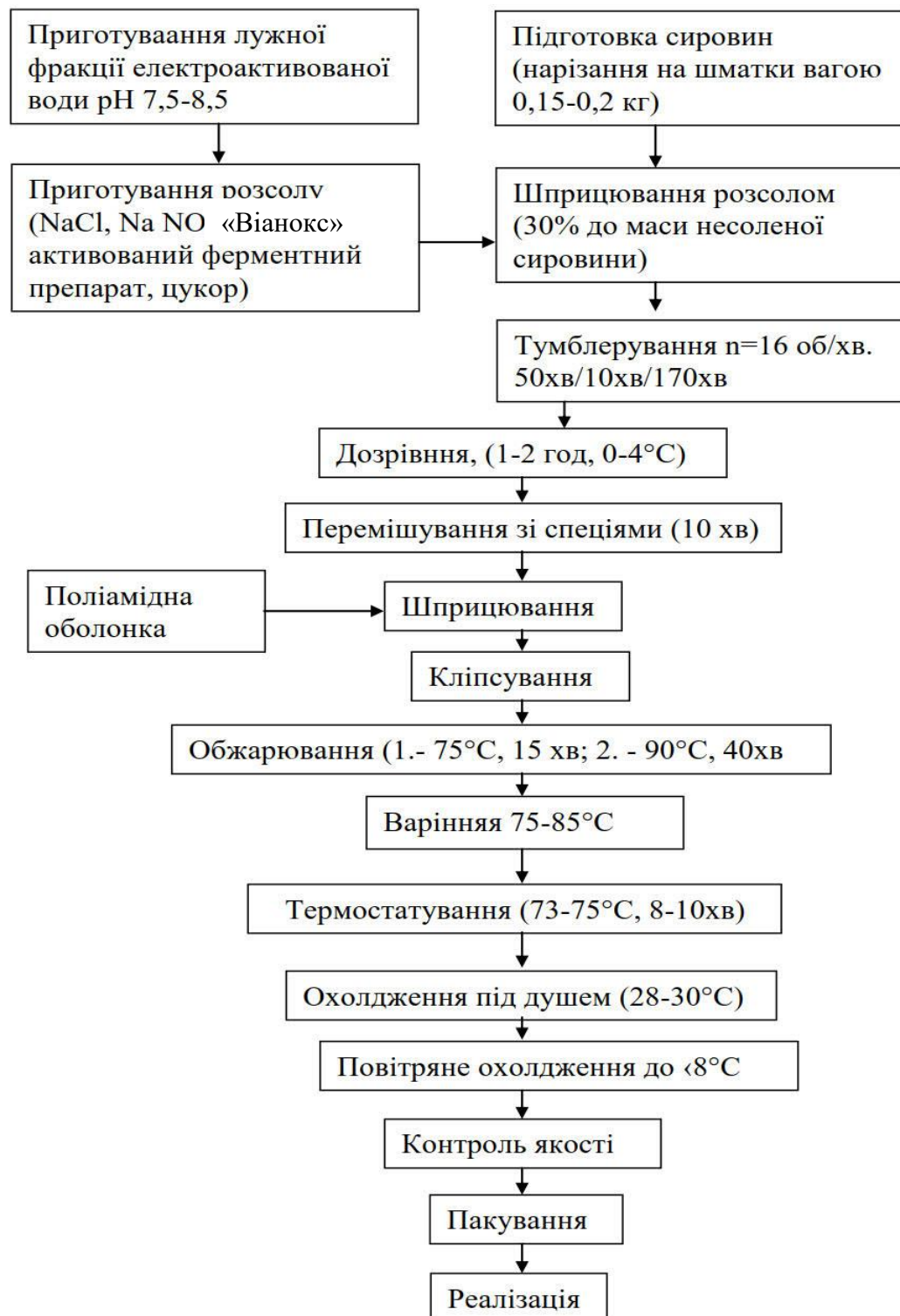


Рис. 3.10 Технологічна схема виробництва шинки вареної в оболонці «Преміум».

Після витримки сировини здійснювали повторне перемішування з додаванням крохмалю в кількості 3,00 кг, чорного перцю - 0,100 кг і часнику свіжого – 0,250 кг на 100 кг несоленої сировини. Тривалість перемішування складала 10 хв, після чого фарш направляли на формування. Приготований фарш шприцювали в штучну поліамідну оболонку діаметром 65 мм і проводили термічну обробку:

- підсушування батонів при температурі 50-60 °С впродовж 15 хв.;
- обжарювання при температурі 75 °С впродовж 15 хв;
- обжарювання при температурі 90 °С до досягнення в центрі батона 40 °С;
- варіння батонів при температурі 75-85 °С до досягнення температури в центрі батона 70-72 °С;
- витримка у термостаті при температурі 73-75°С впродовж 8-10хв з метою повної інактивації активованого ферментного препарату.

Після варіння проводили охолодження під душем до температури в товщі продукту не вище +8 °С.

Технологічна схема виробництва шинки вареною в оболонці з яловичини обробленою активованим ферментом представлена на рис. 3.10.

Як контроль використовували продукт, вироблений за аналогічною технологією з яловичини 2 сорти без проведення ферментації сировини.

Оцінку сенсорних показників готового продукту проводили за 5-ти бальною шкалою дегустаційною комісією.

Таблиця 3.12

Органолептичні показники готового продукту, балів

Зразки	Показник						Загальна оцінка
	Зовнішній вигляд	Вигляд і колір на розрізі	Аромат	Смак	Консистенція	Соковитість	
Контроль	4,1	4,0	4,1	3,8	3,2	3,7	3,8
Дослід	4,2	4,6	4,2	4,2	4,0	4,5	4,3

В результаті проведеної органолептичної оцінки дослідного і контрольного зразків було встановлено, що при використанні активованого ферментного препарату для обробки яловичини 2-го сорту поліпшуються показники від 0,1 до 0,8 бала. При цьому значно покращала консистенція і соковитість шинки вареною в оболонці.

Розрахунковий економічний ефект від впровадження у виробництво нового вигляду реструктурованого продукту шинки з яловичини, посоленого розсоллом, що містить активовану систему з ферментним препаратом, - колагеназа і комплексною багатофункціональною добавкою – «Віанокс» (Vianoks) рівний 15384,62 грн. на 1 тону готової продукції.

3.7 Розрахунок економічної ефективності виробництва ферментованих делікатесних продуктів з яловичини.

Таблиця 3.13

Коротка характеристика основного обладнання для виробництва делікатесних продуктів

Найменування обладнання	Продуктивність (ємкість)	Марка	Вартість грн.*
1. Установка для електроактивування води	60 л/год	«OSFIL - 1000»	139000
2. Ін'єктор	-	ШВ-1	28600
3. Тумблер	100 л.	УВМ-100	417000
4. Універсальний вакуумний шприц	200 кг/год	U-159, Словаччина	17420
5. Кліпсатор		Technopark KDCM90	93000
6. Універсальна термокамера	650-900 кг/зм	КОН-5	902420

*-Примітка. Показники визначені згідно прайс листів і рекламних проспектів фірм-виробників технологічного обладнання.

Таблиця 3.14

Розрахунок собівартості продукції пропонувананих технологій, грн.

Найменування статті собівартості	Шинка «Преміум»		Яловичина «Пряна» к/в	
	На весь об'єм	На 100 кг	На весь об'єм	На 100 кг
1 .Сировина і матеріали, всього, зокрема:	27175,68	18492,5	16574,46	18186
яловичина жилованна 2-го сорту	23040,00	7200,00	17190,60	7200,00
сіль куховарська харчова	20,00	6,25	11,55	5,50
нітрит натрію	1,25	0,39	0,82	0,39
«Віанокс»	1531,20	478,50	-	-
Шультер	-	-	1036,35	493,50
колагеназа	1344,00	420,00	882,00	420,00
крохмал картопляний	240,00	75,00	-	-
цукор	17,28	5,40	17,77	8,46
перець чорний	25,60	8,00	25,20	12,00
перець запашний	-	<i>m</i>	25,20	12,00
коріандр	-	-	8,40	4,00
часник свіжий	6,00	1,88	7,88	3,75
оболонка	950,4	297	-	-
шпагат	-	-	55,44	26,4
2. Паливо і енергія на технологічні цілі, всього, зокрема:	627,20	196,00	364,14	173,40
електроенергія	627,20	196,00	364,14	173,40
3. Витрати на оплату праці, всього, зокрема:	266,24	83,20	263,34	125,40
основна	184,26	57,58	182,24	86,78
додаткова	12,77	3,99	12,64	6,02
відрахування на соціальне страхування	69,20	21,63	68,46	32,60
4. Утримання і поточний ремонт обладнання і будівель, всього, зокрема:	283,20	88,50	104,79	49,90
амортизаційні відрахування на обладнання	272,96	85,3	101,01	48,1
амортизаційні відрахування на будівлі і споруди	10,24	3,20	3,78	1,8
5. Внутрізаводські витрати	114,24	35,70	74,97	35,70
6. Заводська собівартість	28466,56	8895,80	17997,84	8570,40
7. Комерційні витрати	2277,12	711,60	1390,62	662,20

Таблиця 3.15

Техніко-економічні показники виробництва ферментованих делікатесних
продуктів з яловичини

№ п/п	Найменування статей витрат	Шинка «Преміум»	Яловичина «Пряна»
1	Повна собівартість 1 т продукції, грн.	182114,53	189636,89
2	Рівень рентабельності %	18,3	22,5
3	Економічний ефект, грн. на 1 т продукції	15384,5	17475,8

ВИСНОВКИ

1. Вивчений вплив електрохімічно активованої води на активність протеолітичного ферментного препарату колагеназа. Виявлено, що максимальна протеолітична активність виявляється при приготуванні розчину ферментного препарату при рН 8,1.
2. Встановлені залежності протеолітичної активності активованого ферментного препарату колагенази від концентрації кухонної солі, нітриту натрію, температури. Виявлено, що з метою повної інактивації колагенази в готовому продукті необхідна витримка термостата при 70 °С впродовж 10-15 хв.
3. На підставі результатів фізико-хімічних, біохімічних, структурно-механічних і санітарно-мікробіологічних досліджень визначений рівень введення активованого ферментного препарату при солінні яловичини 2-го сорту, в кількості 0,06 % до маси несоленої сировини.
4. Встановлено, що застосування активованого ферментного препарату колагенази дозволяє підвищити рівень ВЗЗ на 5,2 % в порівнянні з неферментованим зразком, через 48 годин біокаталізу.
5. Результати мікроструктурних досліджень дозволили виявити, що протеолітична дія активованого ферментного препарату, в порівнянні з неактивованим, на морфологічний склад яловичини 2-го сорту, виражено в інтенсивнішій фрагментації м'язових волокон, набуханні і частковій деструкції колагенових волокон.
6. Експериментально досліджений вплив тумблерування сировини масою 0,15-0,20 кг, прошприцьваного багатокомпонентним розсолон, по режиму: 50 хв. активна фаза, 10хв. спокій, впродовж 170хв. на тумблері типу УВМ- 100. Встановлений позитивний вплив біомодифікації на вологоутримуючу здатність, клейкість сировини; на органолептичні і структурно-механічні показники готових виробів.
7. Встановлено, що застосування активованого ферментного препарату для обробки яловичини 2 сорту, у поєднанні з тумблеруванням, дозволяє підвищити рівень перетравлюваності *in vitro*, покращує органолептичні показники готового продукту, скорочує час засолювання сировини в 2,8 рази. Розроблена

технологія виробництва цільном'язевих і реструктурованого продуктів з яловичини 2-го сорту.

8. Розрахунковий економічний ефект запропонованих технологій склав: для шинки «Преміум» - 15384,5 грн. і для яловичини «Пряної» копчено-вареної - 17475,8 грн на 1 тону продукції.

Перелік джерел літератури:

1. Haddad GBS, Moura APR, Fontes PR, Cunha SFVD, Ramos ALS, Ramos EM. The effects of sodium chloride and PSE meat on restructured cured-smoked pork loin quality: A response surface methodology study. *Meat Sci.* 2018 Mar;137:191-200. doi: 10.1016/j.meatsci.2017.11.030.
2. Hafizur Rahman Bhuiyan M, Yeasmen N, Ngadi M. Restructuring plant-derived composites towards the production of meat-analog based coated fried food. *Food Chem.* 2024 Jun 15;443:138482. doi: 10.1016/j.foodchem.2024.138482.
3. Kuraishi C Production of restructured meat using microbial transglutaminase without salt or cooking/ C Kuraishi, J. Sakamoto. - Japan Food Science. 2017. 31 lp.
4. Lana A, Zolla L. Proteolysis in meat tenderization from the point of view of each single protein: A proteomic perspective. *J Proteomics.* 2016 Sep 16;147:85-97. doi: 10.1016/j.jprot.2016.02.011.
5. Lu Y, Wu Z, Bian T, Zhao X. Ultrasonic-Assisted tumbling improves water retention and tenderness of wooden breast chicken meat. *Ultrason Sonochem.* 2025 Aug;119:107377. doi: 10.1016/j.ultsonch.2025.107377.
6. Mohd Azmi SI, Kumar P, Sharma N, Sazili AQ, Lee SJ, Ismail-Fitry MR. Application of Plant Proteases in Meat Tenderization: Recent Trends and Future Prospects. *Foods.* 2023 Mar 21;12(6):1336. doi: 10.3390/foods12061336. Erratum in: *Foods.* 2024 Jan 24;13(3):379. doi: 10.3390/foods13030379.
7. Muller W.D. Proteolytische Enzyme bei der Herstellung von Kochpokelwaren: Bringt Ihr Einsatz technologische Vorteile/ W.D. Muller. Munich: Fleischwirtschaft, 2015. 177 p.
8. N'Gatta KCA, Kondjoyan A, Favier R, Rouel J, Vénien A, Astruc T, Gruffat D, Mirade PS. Impact of Tumbling Process on the Toughness and Structure of Raw Beef Meat Pieces. *Foods.* 2021 Nov 14;10(11):2802. doi: 10.3390/foods10112802.
9. Ren Z, Li Z, Hu Z, Xia W, Zhou M, Pan Z, Li J, Zhen Z. Recent insights into bonding technologies in restructured meat production: A review. *Food Chem X.* 2024 Aug 5;23:101712. doi: 10.1016/j.fochx.2024.101712.
10. Samad A, Alam AN, Kumari S, Hossain MJ, Lee EY, Hwang YH, Joo ST. Modern Concepts of Restructured Meat Production and Market Opportunities. *Food Sci*

Anim Resour. 2024 Mar;44(2):284-298. doi: 10.5851/kosfa.2024.e18.

11. Біохімія м'яса і м'ясних продуктів : курс лекцій / Л. О. Стріха. Миколаїв : МНАУ, 2015. 84 с
12. ДСТУ 4424:2005 М'ясна промисловість. Виробництво м'ясних продуктів. Терміни та визначення понять.
13. ДСТУ ISO 2917:2001. М'ясо та м'ясні продукти. Визначення рН (Контрольний метод). Введ. вперше; чинний від 2003-01-01. К. : Держспоживстандарт України, 2002. 10 с.
14. ДСТУ 4427:2005. Ковбаси сирокочені та сиров'ялені. Загальні технічні умови.; чинний від 2007-01-01. К. : Держспоживстандарт України, 2006. 32 с.
15. ДСТУ 4457: 2005 Препарати ферментні. Загальні технічні умови. [чинний від 2006-10-01]. К.: Держспоживстандарт України, 2006. iv, 16 с. (Національний стандарт України).
16. ДСТУ 4823.2:2007 Продукти м'ясні. Органолептичне оцінювання показників якості. Частина 2. К.: Держспоживстандарт України, 2009. 16 с
17. ДСТУ 51447-99 «М'ясо та м'ясні продукти. Методи відбирання проб».
18. ДСТУ 6030:2008 М'ясо. Яловичина та телятина в тушах, півтушах і четвертинах. Технічні умови
19. ДСТУ 9959-91. Продукти м'ясні. Загальні умови проведення органолептичної оцінки. К.: В-во стандартів, 2012. -14с.
20. ДСТУ ISO 11290-1:2003 Мікробіологія харчових продуктів та кормів для тварин. Горизонтальний метод виявлення та підраховування *listeria monocytogenes*. Частина 1. Метод виявлення
21. ДСТУ ISO 11290-2:2003 Мікробіологія харчових продуктів та кормів для тварин. Горизонтальний метод виявлення та підраховування *listeria monocytogenes*. Частина 2. Метод підраховування
22. ДСТУ ISO 1442:2005. М'ясо та м'ясні продукти. Метод визначення вмісту вологи (контрольний метод). Введ. Вперше; чинний від 2007-04-01. К. : Держспоживстандарт України, 2007. 9 с.
23. ДСТУ ISO 1841-2:2004. М'ясо та м'ясні продукти. Визначання вмісту хлоридів. Частина 2. Потенціометричний метод. Введ. вперше; чинний від 2006-

01-01. К. : Держспоживстандарт України, 2005. 10 с.

24. Михайлов В. М., Бабкіна І. В., Шевченко А. О., Михайлова С. В., Авдєєв С. С. Сучасні лабораторні установки та дослідження електрофізичних методів обробки харчової сировини. Зб.наук. праць «Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі». Х. : ХДУХТ, 2014. Вип. 2 (20). С. 82–94.

25. Перегуда Ю.А. Дослідження конкурентоспроможності українського м'яса та продуктів з м'яса на національному і світовому ринках. Наукові праці Міжрегіональної Академії управління персоналом. Економічні науки, 3(70), 2023. С. 32-36

26. Технологія м'яса та м'ясопродуктів з елементам НАССР: Навчальний посібник. Х.: Світ Книг, 2021. 438 с.

27. Черевко О.І. та ін. Інноваційні технології оздоровчих харчових продуктів на основі рослинної сировини та обладнання для їх реалізації : монографія в 3 ч. Ч. 3. Харків : Вид-во Іванченка І. С., 2021. 172 с.

28. Експорт м'яса птиці з України досяг майже \$1 млрд у 2024 році. [Електронний ресурс] <https://www.vetfactor.com/ua/news/eksport-myasa-ptitci-z-ukraini-dosyag-maizhe-1-mlrd-u-2024-rotci/>.

29. Драчук, У., Сімонова, І., Галух, Б., Басараб І., та Цюпка, Н. (2025). Технологічні особливості виробництва в'яленого м'яса птиці з використанням маринаду на основі ягід. Науковий вісник ЛНУ ветеринарної медицини та біотехнологій. Серія: Харчові технології, 27 (103), 105-112. <https://doi.org/10.32718/nvlvet-f10316>.

30. Bal-Prylypko, L., Serdyuk, M., Bandura, V., Drachuk, U., Andrushchenko, M., Shlapak, H., Halukh, B., Kirovich, N. (2025). Substantiating the efficiency of using packaging with oxygen absorber when storing small-piece natural semi-finished meat products. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 4 (11 (136)), 90–102. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2025.335516>.

Дегустаційний лист

Для оцінки якості делікатесних ферментованих продуктів з яловичини, оброблених активованим ферментним препаратом «Колагеназа».

Дата: 21.11.2025 р

На базі кафедри «Технології м'яса, м'ясних та олійно-жирових виробів» Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З.Гжицького, ми, що підписалися нижче: доценти: к.т.н. Драчук У.Р., к.т.н. Галух Б.І., к.с.-г.н. Басараб І.М., Сімонова І.І. склали даний дегустаційний лист про те, що була проведена дегустація наступних продуктів:

- шинка варена ферментована в оболонці «Преміум»;
- яловичина «Пряна» копчено-варена, ферментована.

На дегустацію були представлені наступні зразки:

- Контроль – приготовлений з сировини без обробки ферментним препаратом;
- Дослід – приготовлений з сировини обробленої активованим розчином ферментного препарату. Результати оцінки представлені в таблиці.

Таблиця.

Органолептичні показники готового продукту, балів

Зразки	Показник						Загальна оцінка
	Зовнішній вигляд	Вид вигляду колір на розрізі	Запах	Смак	Консистенція	Соковитість	
Шинка варена ферментована в оболонці «Преміум»							
Контроль	4,1	4,0	4,1	3,8	3,2	3,7	3,8
Дослід	4,2	4,6	4,2	4,2	4,0	4,5	4,3
m _{ср}	±0,1						
Яловичина «Пряна» копчено-варена							
Контроль	4,4	4,3	4,0	4,0	3,8	3,7	4,0
Дослід	4,5	4,4	4,1	4,2	4,1	4,6	4,3

За результатами органолептичної оцінки членами дегустаційної комісії відмічена однорідна консистенція і соковитість дослідних зразків шинки в порівнянні з контролем.

Дослідний зразок яловичини «Пряної» копчено-вареної відрізнявся від контролю м'якшою консистенцією, соковитістю, інтенсивним кольором на розрізі.

За органолептичними показниками дослідні зразки максимально задовольняють вимогам до якості делікатесних продуктів з яловичини, що дозволило членам дегустаційної комісії рекомендувати розроблену технологію для впровадження на підприємствах м'ясної промисловості.

Члени дегустаційної комісії:

<u> /підпис/ </u>	доц. Драчук У.Р.
<u> /підпис/ </u>	доц. Галух Б.І.
<u> /підпис/ </u>	доц. Басараб І.М.
<u> /підпис/ </u>	асист. Сімонова І.

Дегустаційний лист.

Ми, що підписалися нижче: доценти к.т.н. Галух Б.І., к.т.н. Драчук У.Р., к.с.-г.н. Басараб І.М., Сімонова І.І. підтверджуємо, що 29 жовтня 2025 року була проведена дегустаційна оцінка дослідних зразків ферментованих делікатесних продуктів з яловичини 2 сорти, оброблених активованим розчином ферментного препарату «колагеназа».

На дегустацію були представлені наступні продукти:

- шинка варена ферментована в оболонці «Преміум»
- яловичина «Пряна» копчено-варена ферментована.

При обробці дегустаційних листів представлені зразки отримали наступні середні оцінки в балах (табл 2.).

Найменування продукту	Зовнішній вигляд	Колір	Запах	Консистенція	Смак	Соковитість	Загальна оцінка
Шинка «Преміум»	4,9	4,8	4,6	5,0	4,8	4,5	4,8
Яловичина «Пряна»	4,8	5,0	4,9	5,0	4,8	4,6	4,9

На підставі результатів проведеної органолептичної оцінки, членами дегустаційної комісії відмічена хороша однорідна консистенція і соковитість дослідних зразків шинки «Преміум» в порівнянні з контролем.

Дослідний зразок яловичини «Пряної» копчено-вареної мав ніжну консистенцію, рівномірний колір на розрізі, був соковитішим, в порівнянні з контролем.

Таким чином, обидва зразки, представлені на дегустацію, отримали високий середній бал за органолептичними властивостями, на підставі чого члени дегустаційної комісії рекомендують до впровадження розроблену технологію на підприємства м'ясної промисловості.

Члени дегустаційної комісії:

_____/підпис/_____/ доц. Драчук У.Р.
_____/підпис/_____/ доц. Галух Б.І.
_____/підпис/_____/ доц. Басараб І.М.
_____/підпис/_____/ асист. Сімонова І.