



# НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) Навчально-науковий інститут харчових технологій

Кафедра Технології м'яса і м'ясних продуктів

Освітній ступінь Магістр

Спеціальність 181 «Харчові технології»

(код і назва)

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

## ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри  
технології м'яса і м'ясних  
продуктів

Пасічний В.М.

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

## З А В Д А Н Н Я

### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Горішнього Павла Олеговича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема Наукове обґрунтування використання колагеновмісних білкових наповнювачів у технології посічених напівфабрикатів

керівник роботи доцент, к.т.н, Топчій Оксана Анатоліївна,  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “10” жовтня 2021 року № 937-кв

2. Строк подання здобувачем роботи \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до роботи результати пошуку та аналізу літературних та патентних джерел \_\_\_\_\_

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналіз літературних джерел. 2. Постановка експерименту, об'єкти і методи досліджень. 3. Науково – дослідна частина. 4. Економічна частина. 5. Охорона праці. Висновки та рекомендації. Список використаної літератури

5. Перелік графічного матеріалу графічна перентація в Microsoft Power Point, а також 18 таблиць та 26 рисунків

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	доцент, к.т.н, Топчій О.А.		
2	доцент, к.т.н, Топчій О.А.		
3	доцент, к.т.н, Топчій О.А.		
4	доцент, к.т.н, Топчій О.А.		
5	доцент, к.т.н, Топчій О.А.		

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Підбір, вивчення та аналіз літературних джерел за темою роботи		
2.	Складання і затвердження розгорнутого плану		
3.	Написання огляду літератури		
4.	Складання програми та підбір методів досліджень		
5.	Виконання експериментальної частини роботи		
6.	Складання розрахунково-графічної частини, ілюстрацій та додатків		
7.	Оформлення текстової частини роботи		
8.	Подання роботи науковому керівнику		
9.	Доопрацювання роботи з урахуванням зауважень і пропозицій керівника		
10.	Подання завершеної роботи на кафедру		
11.	Зовнішнє рецензування роботи		

**Здобувач**

\_\_\_\_\_

(підпис)

**Горішний П.О.**

\_\_\_\_\_

(прізвище та ініціали)

**Керівник роботи**

\_\_\_\_\_

(підпис)

**Топчій О.А.**

\_\_\_\_\_

(прізвище та ініціали)

## ЗМІСТ

	стр.
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	6
АНОТАЦІЯ	7
ВСТУП	9
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ ЗА НАПРЯМОМ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	
1.1 Вторинні ресурси м'ясної промисловості як джерело отримання колагеновмісних продуктів	12
1.2 Сучасна характеристика структури колагену, та його функціонально-технологічних властивостей	16
1.3 Характеристика можливих способів модифікації малоцінних відходів м'ясопереробних виробництв	32
1.4 Удосконалення і інноваційні технології раціонального використання колагенвмісної сировини	37
Висновки за розділом 1	41
РОЗДІЛ 2. МЕТОДОЛОГІЯ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	
2.1 Мета та завдання, об'єкт та предмети досліджень	42
2.2 Схема проведення досліджень	43
2.3 Методики досліджень	44
2.4 Математично-статистичне оброблення результатів досліджень	52
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	
3.1 Порівняльна характеристика хімічного складу досліджуваної колагенвмісної сировини	54
3.2 Вибір ферментного препарату	56
3.3 Модифікація колагенвмісної сировини	57
3.3.1 Структурні зміни сполучної тканини за умов обробки препаратом STABICOL	60
3.3.2 Технологія приготування біомодифікованої сировини	62
3.3.3 Приготування білково-жирової емульсії з використанням колагенвмісної білкової добавки	63
3.4 Рецептатура приготування посічених напівфабрикатів із застосуванням біомодифікованої сировини	63
3.5 Визначення органолептичних характеристик вдосконаленого продукту	70
3.6 Визначення хімічного складу і біологічної цінності модифікованих напівфабрикатів	74
3.7 Технологія виробництва посічених напівфабрикатів з використанням біомодифікованої колагенвмісної білкової добавки	77

Висновки за розділом 3	79
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ЗАДАНОГО ВИРОБНИЦТВА	80
РОЗДІЛ 5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ЕФЕКТИВНОСТІ НАУКОВОЇ РОЗРОБКИ	87
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ	93
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	95
ДОДАТКИ	103

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ДСТУ – національний стандарт України

ГОСТ – міждержавний стандарт

ВУЗ - вологоутримуюча здатність

ВЗЗ – вологозв'язуюча здатність

ЖУЗ - жирутримуюча здатність

ФТВ – функціонально-технологічні властивості

СМВ – структурно-механічні властивості

pH – водневий показник

% - відсоток

°C – градус Цельсія;

хв – хвилина;

СКОР – Показник збалансованості білка за складом незамінних амінокислот

БЦ – Біологічна цінність

КРАС – Коефіцієнт різниці амінокислотного показника СКОР

БГКП – Бактерії групи кишкової палички

КУО – колоніє утворюючі організми

ПФЕ – Повний факторний експеримент

ЗП – заробітна плата

## АНОТАЦІЯ

Горішній П.О. Наукове обґрунтування використання колагеновмісних білкових наповнювачів у технології посічених напівфабрикатів: Випускова кваліфікаційна робота наукового спрямування на здобуття освітнього ступеня «Магістр» зі спеціальності 181 «Харчові технології», освітньо-професійної програми «Технології зберігання, консервування та переробки м'яса».

У першому розділі описується актуальність використання вторинних ресурсів, дано характеристику структури колагену, можливі способи його модифікації.

Згідно з завданням виконано другий розділ де викладено програму, методи та схему досліджень роботи з розроблення біомодифікованої сировини.

Третій розділ містить результати досліджень, де наведено порівняльну характеристику досліджуваної сировини, описано метод модифікації сполучної тканини, описано функціонально-технологічні властивості збагачувача, розроблено технологію та рецептуру приготування напівфабрикатів з заміщенням частини основної сировини, проведено органолептичну оцінку готового виробу.

В четвертому розділі описано небезпечні та шкідливі фактори у виробництві напівфабрикатів, заходи з охорони праці, положення з техніки безпеки та виробничої санітарії.

П'ятий розділ включає в себе результати і розрахунок економічної ефективності виробництва напівфабрикатів контрольного та дослідного зразку.

Магістерська робота включає 103 сторінки тексту, містить 18 таблиць, 26 рисунків, список літературних джерел 63.

*Ключові слова: біомодифікована сировина, колаген, ферментація, посічені напівфабрикати, м'ясо, підвищення харчової адекватності.*

## ANNOTATION

Horishnii P.O. Scientific substantiation of the use of collagen-containing protein fillers in the technology of chopped semi-finished products: Graduation qualification work for the degree of "Master" in the specialty 181 "Food Technology", educational and professional program "Technology of storage, canning and processing of meat".

The first section describes the relevance of the use of secondary resources, describes the structure of collagen, possible ways to modify it.

According to the task, the second section is performed, which outlines the program, methods, and scheme of research work on the development of biomodified raw materials.

The third section contains the results of research, which comparative characteristics of the studied raw materials, describes the method of modification of connective tissue, describes the functional and technological properties of the enrichment, developed technology and recipe for semi-finished products with replacement of the main raw material.

The fourth section describes the dangerous and harmful factors in the production of semi-finished products, labor protection measures, safety regulations, and industrial sanitation.

The fifth section includes the results and calculation of the economic efficiency of the production of semi-finished products of the control and test sample.

The master's thesis includes 103 pages of text, contains 18 tables, 26 figures, list of references 63.

*Keywords: biomodified raw materials, collagen, fermentation, cut semi-finished products, meat, an increase of food adequacy.*

## ВСТУП

Сучасний розвиток технології м'ясопереробної галузі спрямований на пошук шляхів раціонального використання малоцінної м'ясної білковмісної сировини та створення інноваційних технологій виробництва органічних харчових продуктів.

У науково-технологічному аспекті питання підвищення ефективності використання природних ресурсів зводяться до розробки та впровадження мало- і безвідходних енерго- і ресурсозберігаючих технологій, у рамках яких забезпечується найбільш раціональне використання ресурсів і принципів безвідходності, що дозволяє комплексно вирішувати проблеми ресурсозабезпечення економіки та охорони навколишнього середовища.

Вирішуючи питання безвідходного виробництва, слід мати на увазі два аспекти одного і того ж процесу. Перший полягає в тому, щоб найбільш ефективно видобувати та повністю використовувати ресурси, зменшуючи тим самим утворення відходів. Друга – це розширення використання відходів, що постійно утворюються. Ці шляхи не виключають, а доповнюють один одного.

Під безвідходними технологіями розуміється виготовлення продукції, при якій енергетичні і сировинні ресурси використовують раціонально. При цьому концепція безвідходного виробництва передбачає, що вплив на навколишнє середовище не приводить до порушення її функціонування.

Основні положення концепції безвідходної технології включають:

- Створення максимально замкненої системи за аналогією з природною екосистемою;
- Досягнення мінімального шкідливого впливу на довкілля;
- Раціональне використання всіх компонентів сировини.

Ресурсозбереження на підприємствах м'ясопереробної галузі України є сучасним шляхом підвищення ефективності та економічності виробництва, що не

тільки забезпечує економію сировинних ресурсів, а й впливає на зростання виробництва продукції за тих самих кількостей м'ясної сировини.

М'ясо та продукти його переробки є відновлюваною сировиною та відносно вартісною, а процес виробництва – трудомісткий. Тому в умовах повного економічного розрахунку необхідно спрямовувати зусилля і кошти на збереження сировини, на більш повне і раціональне використання всіх її компонентів у процесі переробки. [1-4]

В умовах дефіциту сировини і прагнення виробників до її максимального використання, пошук шляхів залучення у виробництво харчової продукції побічних ресурсів, що містять білок, життєво важливий.

Раціональне використання колагеновмісної сировини шляхом переробки побічних продуктів може стати вирішенням проблеми білкової недостатності, а також підвищити економічну привабливість тваринництва. Подальший розвиток наукових основ повної переробки сировини, що містить колаген, дозволить сформуванню нових виробництв для розвитку експортних напрямків.[5]

Актуальність даного напрямку пов'язана з:

- проблемою використання специфічної сировини;
- поширенням нових видів продуктів, матеріалів та засобів для профілактики здоров'я населення, забезпечення ними різних груп споживачів;
- необхідністю створення технологій харчових інгредієнтів, добавок, із заданою функціональністю, доступних для реалізації в умовах діючих підприємств переробної промисловості.

Вагомий внесок у підходи до раціонального використання колагеновмісної сировини, а також одержання на його основі харчових добавок, біологічно активних інгредієнтів, композитів внесли такі вчені як Л.В. Антіпова, І.А. Рогов, А.І. Жарінов, А.Б. Лісіцин, Є.І. Тітов, А.Г. Розанцев, D.T. Hopkins, B.T. Torun, R.A. Lawrie, A. Veis, P. Hantzinger, G. Heinz, C. Warner та ін..

Метою роботи є розробка підходів та методології отримання колагену з задовільними функціонально-технологічними властивостями на основі біомодифікації сполучнотканинної сировини тваринного походження.

Для вирішення поставленої мети були сформульовані та вирішувалися наступні основні завдання:

- оптимізація процесів біомодифікації компонентів сполучних тканин;
- дослідження впливу умов модифікації на структуру та функції колагенів;
- комплексний аналіз отриманих продуктів та оцінка фізіологічної функціональності;
- розробка нової технології виробництва продуктів з використанням білкового збагачувача.

## **РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ ЗА НАПРЯМОМ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ**

### **1.1 Вторинні ресурси м'ясної промисловості як джерело отримання колагеновмісних продуктів**

У м'ясній галузі велику увагу приділяють пошуку шляхів раціонального використання малоцінної м'ясної сировини та створення інноваційних технологій виробництва органічних харчових продуктів. При забої сільськогосподарських тварин залишається супутня сировина, яку іноді використовують не раціонально через особливості її властивостей і складу.

Проблема використання колагеновмісної сировини у виробництві м'ясних продуктів є важливим і актуальним для виробників харчових продуктів. Цей напрямок є перспективним через нестачу тваринних білків в раціоні харчування населення, а також харчові продукти з невисокою вартістю мають підвищений попитом для більшої частки населення. В даний час у зв'язку з проблемою знаходження нових джерел м'яса для ковбасних виробів є актуальним використання низькосортної сировини.

Аналіз джерел вітчизняної та зарубіжної літератури, у тому числі патентів, показав, що в даний час склалися різноманітні напрямки використання сировини, яка містить колаген, і його відходи. Серед них можна виділити отримання емульсій, білково-жирових добавок, багатофункціональних препаратів, структурованих продуктів, клею, желатину, препарати для парфумерно-косметичної промисловості, ветеринарії, медицини, виробництво шкіряної продукції. У виробництві м'ясних продуктів вже знаходять застосування субпродукти (легені, печінка, серце, шкірка свинячих голів, горло з трахеєю, губи та п'ятачки). Способи переробки субпродуктів засновані на максимальній реалізації функціонально-технологічних властивостей компонентів, що входять до їх складу.[6-7]

Розробка продуктів харчування з використанням субпродуктів II категорії і колагенвмісної сировини набуває все більшої значимості, особливо при їх поєднанні з м'язовими білками. Ця сировина є високо ресурсною, і обсяги його виробництва варіюються від 10,5 до 18,5% до маси, що переробляється м'яса на кістках.

Вторинна сировина, що належать до відновлюваних ресурсів м'ясопереробного виробництва, використовується не раціонально, на більшості підприємств таку сировину реалізують дешево або утилізують. Використання такої сировини може вирішити багато проблем. Проблема екологізації харчових виробництв має два взаємопов'язані аспекти. Перший з них полягає в організації раціонального виробництва, що забезпечує випуск високоякісної, екологічно безпечної продукції з мінімізованими витратами, другий – в ресурсозбережному виробництві, що забезпечує охорону навколишнього середовища, зниження антропогенного навантаження, впровадження ефективних систем очищення відходів. [8]

До вторинної сировини належать субпродукти, які отримують при забої сільськогосподарських тварин, така сировина часто використовується не раціонально через особливості її складу та властивостей.

Загальний вихід субпродуктів до живої маси становить для ВРХ 12-16%, свиней 12-18%, ДРХ 10-14%, птиці 5-6%.

Значні ресурси тваринного білка містять субпродукти другої категорії: селезінка, легені, сичуг та ін. За винятком м'яса яловичих голів і селезінки, субпродукти другої категорії містять повний набір незамінних амінокислот.

## Вміст незамінних амінокислот білків досліджуваних яловичих субпродуктів

Субпродукти	Незамінні амінокислоти, г/100г білку								
	Триптофан	Лізин	Треонін	Валін	Ізолейцин	Лейцин	Фенілаланін	Метіонін	Разом
Легені	0,88	6,30	2,84	4,15	4,16	8,23	4,20	1,0	31,76
М'ясообрізь	0,92	8,41	4,94	6,05	4,22	8,02	3,46	3,80	39,82

Більшість субпродуктів мають досить низький вміст жиру, що дозволяє використовувати їх при виробництві м'ясопродуктів в якості білкової сировини. Застосування тваринних білків із колагеновмісної сировини дозволяє збагатити м'ясні продукти харчовими волокнами, значно покращити реологічні показники харчових продуктів та перш за все консистенцію. [9]

Практичне значення мають жилки та сухожилля забійних тварин, що виділяються на операціях жилування м'яса у ковбасному та консервному виробництвах, у яких при багатоконпонентному складі 88,5 % маси сумарних білків представлено колагенами, що становить від 61 до 78 % до маси сухого залишку. Вихід такої колагеновмісної сировини регламентується галузевими стандартами і становить: при жилуванні яловичини I та II категорії вгодованості 3% жилок, сухожилля, грубих плівок до маси м'яса на кістках або 4% до маси обваленого м'яса; при жилуванні свинини II, III та IV категорії – відповідно 2,1 та 2,5 %. При жилуванні баранини I та II категорій виділяють лише великі сухожилля: 3,8 % до маси обваленого м'яса та 2 % до маси м'яса на кістках. Середній вихід жилки при переробці свинини, великої та дрібної рогатої худоби становить 3,89 % [6, 10,12].

Колаген - білок, що є основним структурним компонентом у тілі хребетних, на частку якого припадає близько 1/3 маси всіх білків, присутній практично у всіх тваринних тканинах у різноманітних формах та різновидах.[11]

Характеристика джерел отримання колагену представлена малюнку 1.1.

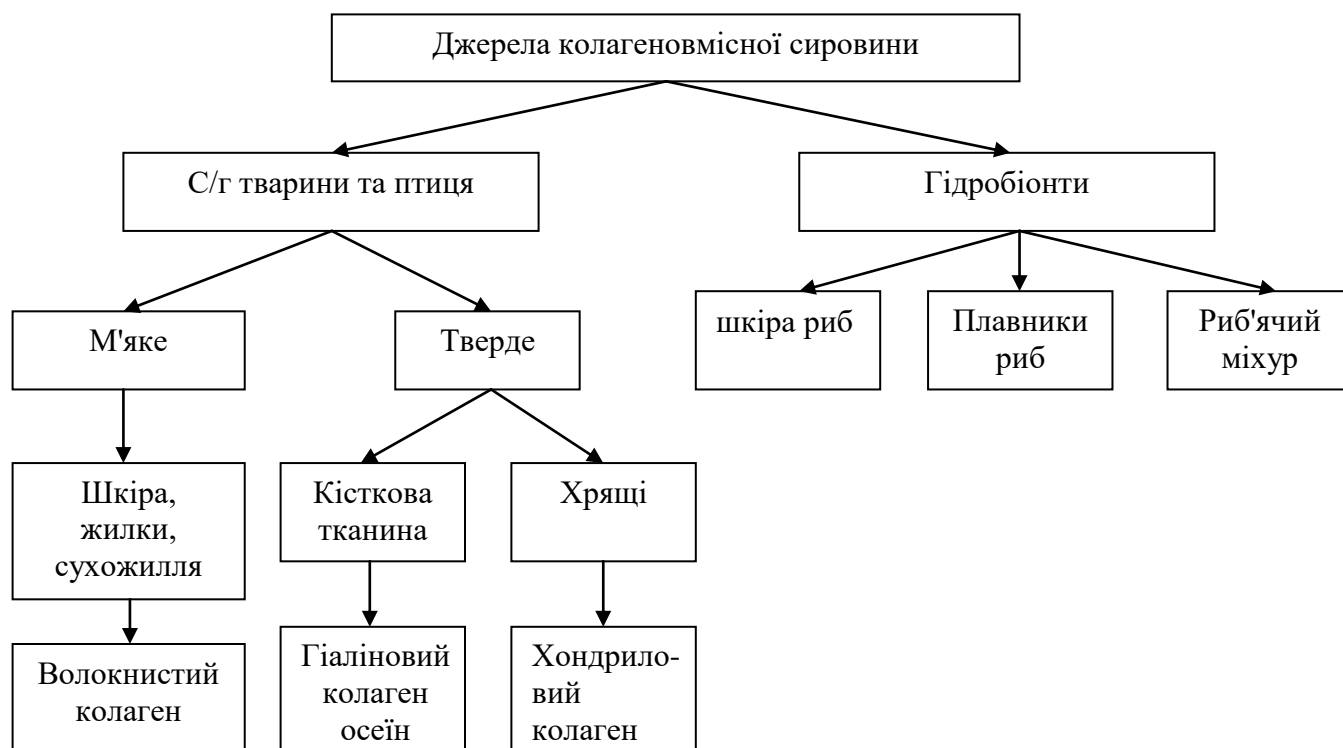


Рисунок 1.1 Основні джерела отримання колагену

У харчовій промисловості колаген та продукти його гідролізу використовуються при виробництві желатини, для освітлення вин, для отримання харчових плівок, покриттів, їстівних оболонок як структуроутворювач у заливках для консервів та рибних фаршів, при виробництві штучної ікри, бульйонів, холодців, соусів, формованих рибних виробів, різних оздоровчих напоїв та коктейлів та як добавки у хлібопекарському та кондитерському виробництвах. Все більшого поширення колаген набуває у вигляді концентрованих високофункціональних тваринних білків.[12]

Залежно від виробничих умов способи введення тваринних білків можуть бути такими: у сухому вигляді, у гідратованому вигляді, у вигляді гель-форми, у складі білково-жирової емульсії, у вигляді гранул.

Згідно з поставленими задачами, в якості об'єктів дослідів було вибрано субпродукти великої рогатої худоби I та II категорії – легені та м'ясу обрізь, які характеризуються незадовільними органолептичними та функціонально-технологічними властивостями. Вибір обґрунтовується тим що сировина містить

велику кількість сполучнотканинних білків, і насамперед колагену. Представлені дослідження можуть слугувати в подальшому основою для розробки раціонального використання такої сировини, а також можливості її використання в харчовій промисловості.[1]

## **1.2 Сучасна характеристика структури колагену, та його функціонально-технологічних властивостей**

Одним із основних структуроутворюючих компонентів міжклітинної речовини м'ясної сировини є колаген - складний природний полімер. Колаген є основним білком сполучної тканини.

Сполучна тканина становить 60-90% загальної маси будь-якого органу (нирки і легені – майже 90%, а серце – 60% його сполучнотканинного утворення). Сполучна тканина утворює опорний каркас (скелет) і зовнішній покрив (дерму), є складовою органів і тканин, формує внутрішнє середовище організму разом із кров'ю та лімфою.[13]

Основне завдання сполучної тканини - загальна гармонізація життєдіяльності всіх мікрочастинок та елементів людського організму, що забезпечується за рахунок наступних взаємопов'язаних функцій: захисна (бар'єрна); живильна та очищувальна (трофічна, метаболічна); каркасна (опорно-механічна); загоювальна (відновна, репаративна); морфогенетична.[12]

Колаген – це унікальний білок, який має наступні функції: забезпечення міцності строми дерми при тиску її зверху, при розтягуванні на розрив; опорна; пригнічує розвиток пухлин, наприклад клітин меланоми, за рахунок взаємодії з інтегринами та індукції інгібітору цикліну; витримує великі силові навантаження і не дуже подовжуються; здійснює забезпечення клітинної адгезії (фіксація клітин у міжклітинному матриксі за рахунок взаємодії з мембранними рецепторами); стимулює утворення епітеліальних клітин.[14]

Довгий час вважалося, що фібрилярний колаген відповідає виключно за підтримуючу та захисну функції. Однак відкриття різних типів колагену свідчить

про те, що сімейство колагену характеризується функціональною різноманітністю. Але те, що робить колаген унікальним білковим об'єктом, то це різноманітність тих рівнів організації, на яких відбувається реальне функціонування колагенових поліпептидів.

За структурним відношенням колагени - це великий клас білків, що включають значну фібрилярну частину, утворену потрійними спіралями, утвореними специфічними періодичними послідовностями амінокислот типу  $(Gly-XY)_n$ , де Gly - гліцин, а X і Y будь-який залишок іміно- або амінокислоти, причому зміст останніх сягає 15-20%. Останнім часом коло рівнів організації, у яких фібрилярні структури колагенового типу виявляються функціонально значимими, різко розширився. Стало очевидним, що функціональні ролі поверхонь потрійної спіралі колагенового типу різноманітні, простягається від рівня макромолекул через рівень клітин на рівень тканин.[12,15]

На сьогоднішній день відомо більше двох десятків різних колагенів. Для різних типів колагенів досі продовжується розшифровка первинної структури  $\alpha$  - ланцюгів (наразі описано щонайменше десять з них), але загальний склад багатьох колагенових субодиниць вже відомий (табл. 1.3). При цьому в літературі з'являються повідомлення про відкриття нових типів колагенів.[15, 16]

З таблиці 1.3 видно, що колаген відрізняється від інших білків, особливо харчових продуктів, і багатий проліном і гідроксипроліном. Крім амінокислот, колаген містить також полісахариди (до 2%), і навіть моносахариди (трохи більше 1%). Гідроксипролін не виявляється в таких значних кількостях в жодному іншому білку, крім еластину. Пролін в колагені в основному присутній у послідовності гліцин-пролін-X, де X часто представлений гідроксипроліном або аланіном.

Таблиця 1.2

## Амінокислотний склад колагену

Амінокислоти	Зміст,%	Амінокислоти	Зміст,%
Треонін	1,87	Аланін	10,93
Серин	3,87	Валін	2,02
Глутамінова кислота	7,19	Метіонін	0,61
Пролін	11,82	Ізолейцин	1,36
Гліцин	33,50	Лейцин	2,66
Лізін	2,60	Тирозін	0,52
Гістидин	0,42	Фенілаланін	1,31
Аргінін	4,45	Гідроксипролін	9,21
Аспаргінова кислота	4,90	Гідроксилізін	0,76

Колаген не містить триптофану або цистину і, отже, не може замінювати інші протеїни. Наявність оксилізіну та оксипроліну значно відрізняє його від інших білків у живих організмах (ці амінокислоти відсутні в інших білках). Роль цих амінокислот надзвичайно важлива. Стабілізація триспиральної конформації молекул колагену необхідна для нормального фібрологенезу, який здійснюється водневими зв'язками, важливу роль в утворенні яких відіграють залишки оксилізіну та оксипроліну, а також ковалентні поперечні зв'язки між  $\alpha$ -ланцюгами.[12,17]

Білкова молекула колагену є складною, досить стабільною біологічною структурою.

За морфологією колаген прийнято розділяти на 19 типів [18] (табл. 1.3).

Таблиця 1.3

## Типи колагену

Тип	Ген	Тканини та органи
1	2	3
I	COL1A1- COL1A2	Шкіра, сухожилля, кістки, рогівка, плацента, артерії, печінка, дентин
II	COL2A1	Хрящі, міжхребцеві диски, склоподібне тіло, рогівка
III	COL3A1	Артерії, матка, шкіра плода, строма паренхіматозних органів

## Продовження таблиці 1.3

1	2	3
IV	COL4A1- COL4A6	Базальні мембрани
V	COL5A1- COL5A3	Міnorний компонент тканин, що містять колаген I та II типів (шкіра, рогівка, кістки, хрящі, міжхребцеві диски, плацента)
VI	COL6A1- COL6A3	Хрящі, кровеносні судини, зв'язки, шкіра, легені, нирки
VII	COL7A1	Шкіра, стравохід
VIII	COL8A1-COL8A2	Рогівка, кровеносні судини, культуральне середовище ендотелію.
IX	COL9A1-COL9A3	Тканини, що містять колаген II типу (хрящі, міжхребцеві диски, склоподібне тіло)
X	COL10A1	Хрящі (гіпертрофовані)
XI	COL11A1- COL11A2	Тканини, що містять колаген II типу (хрящі, міжхребцеві диски, склоподібне тіло)
XII	COL12A1	Тканини, що містять колаген I типу (шкіра, кістки, сухожилля та ін.)
XIII	COL13A1	Багато тканин
XIV	COL14A1	Тканини, що містять колаген I типу (шкіра, кістки, сухожилля та ін.)
XV	COL15A1	Багато тканин
XVI	COL16A1	Багато тканин
XVII	COL17A1	Гемідесмосоми шкіри
XVIII	COL18A1	Багато тканин, наприклад печінка, нирки
XIX	COL19A1	Клітини рабдоміосаркоми

1. Фібрилярний колаген. До фібрилярних колагенів відносять колаген I, II, III, V та XI типу. Найбільш поширеним є колаген I типу (основний компонент шкіри, зв'язок, сухожиль, кісток, а також склери та рогівки ока) та колаген II типу, що становить каркас матриксу хрящової тканини.

У тканині колаген присутній у вигляді мікрофібрил діаметром 3-5 нм, які складаються з 5 макромолекул тропоколагену, що розташовуються паралельно зі зрушенням один до одного на 1/2 довжини молекули. Така упаковка пояснює темні та світлі смуги, що чергуються з періодом 64-67 нм (D період), що спостерігається за допомогою електронної мікроскопії та рентгеноструктурного аналізу.

У мікрофібрилі розрізняють три рівні структурної організації:

а) індивідуальний поліпептидний ланцюг скручений у ліву спіраль, на кожен виток якої припадає в середньому по три амінокислотні ланки;

б) три поліпептидні ланцюги скручені в праву спіраль у молекулі тропоколагену;

в) п'ять макромолекул мікрофібрили сплетені у ліву суперспіраль.

Таке компонування перешкоджає ковзанню ланок спіралі один до одного і підвищує стійкість до дії протеолітичних ферментів. У довжину мікрофібрили ростуть за рахунок приєднання нових молекул.

Агрегація мікрофібрил призводить до утворення фібрил різного діаметра. Наприклад, близько 20 нм – у рогівці, до 100 нм – у шкірі та до 200 нм – у зв'язках.

Фібрили, у свою чергу, можуть об'єднуватися у волокна різного діаметра (наприклад, у зв'язках та сухожиллях до 10 мкм).

2. Мережевий колаген. До мережевих колагенів відноситься колаген IV типу, що утворює опорну мережу базальних мембран. Чотири довгі і гнучкі (через нерегулярність колагенового мотиву X-Gly) молекули колагену IV пов'язані антипаралельно через N- і C-термінальні неспіральної домени, утворюючи сітчасту структуру. Подібну сітку можуть утворювати коротколанцюгові колагени VIII та X типів у мембранах Descemet's.

3. Ниткоподібний колаген. Молекули колагену типу VI групуються в тетрамери, тісно прилеглі один до одного. Можлива латеральна агрегація тетрамерів. Передбачається, що такі структури, знайдені у багатьох тканинах, вирівнюють великі фібрили колагену I типу.

4. Пов'язані з фібрилами колагени. Колагени IX, XII, XIV типів, які не утворюють власних структур, але змінюють поверхню фібрилярних колагенів, забезпечуючи взаємодію колагену з іншими компонентами матриксу. Такі

колагени складаються із кількох спіральних доменів, розділених глобулярними доменами.

Не всі види колагену підпадають під перераховані вище категорії. Для багатьох невивчених типів колагену відома лише послідовність ДНК, а структура невідома.

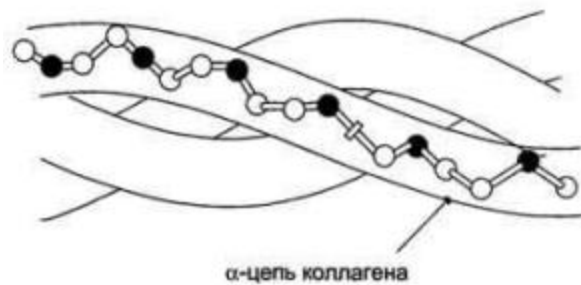
Колагенові волокна мають строго орієнтовану орієнтацію в пластинчастій кістковій тканині, яка становить більшість плоских і трубчастих кісток скелета: поперечні та під кутом - у периферичній, поздовжні - у центральній частині пластинок. Це сприяє тому, що навіть при розшаруванні пластинок фібрили однієї пластинки можуть продовжуватися в сусідні, створюючи таким чином єдину волокнисту структуру кістки. Поперечно орієнтовані колагенові волокна можуть вплітатися у проміжні шари між кістковими пластинками, завдяки чому досягається міцність кісткової тканини. У сухожиллях колаген утворює щільні паралельні волокна, які дозволяють цим структурам витримувати великі механічні навантаження. У хрящовому матриксі колаген утворює фібрилярну сітку, яка надає хрящу міцності, а в рогівці ока колаген бере участь в утворенні гексагональних ґрат десцеметових мембран, що забезпечує прозорість рогівки, а також участь цих структур у заломленні світлових променів. У дермі фібрили колагену орієнтовані таким чином, що формують мережу, особливо добре розвинену в ділянках шкіри, які зазнають сильного тиску (шкіра підощв, ліктів, долонь), а в рані, що гояться, вони агреговані досить хаотично.

У міжклітинному матриксі молекули колагену утворюють полімери, які називаються фібрилами колагену. Фібрили колагену мають величезну міцність і практично нерозтяжні. Вони можуть витримувати навантаження, що в 10 000 разів перевищує їхню власну масу. По міцності колагенові фібрили перевершують міцність сталевого дроту того ж перерізу. Саме тому велика кількість колагенових волокон, що складаються з колагенових фібрил, входить до складу шкіри, сухожиль, хрящів і кісток.

Незвичайні механічні властивості колагенів пов'язані з їх первинною та просторовою структурами. Молекули колагену складаються з трьох поліпептидних ланцюгів, званих  $\alpha$ -ланцюгами. Ідентифіковано більше 20  $\alpha$  ланцюгів, більшість яких має у своєму складі 1000 амінокислотних залишків, але ланцюги дещо відрізняються амінокислотою послідовністю. До складу колагенів можуть входити три однакові чи різні ланцюги.[21,22]

Спіралізовані поліпептидні ланцюги, перевиваючись один біля одного, утворюють триланцюгову правозакручену суперспіральну молекулу, яка називається тропоколагеном (рис. 1.2). Ланцюги утримуються один біля одного за рахунок водневих зв'язків, що виникають між аміно- та карбоксильними групами пептидного кістяка різних поліпептидних ланцюгів, що входять до складу триспіральної молекули. "Жорсткі" амінокислоти - пролін та гідроксипролін - обмежують обертання поліпептидного стрижня і збільшують тим самим стабільність потрібної спіралі. Гліцин, який має замість радикалу атом водню, завжди знаходиться в місці перетину ланцюгів; відсутність радикала дозволяє ланцюгам щільно прилягати один до одного.

В результаті такого скручування пептидних кістяків поліпептидних ланцюгів і наявності подовженої структури два інших радикали з тріади амінокислот Gly-X-Y виявляються на зовнішній поверхні молекули тропоколагену. Деякі комплементарні ділянки молекул тропоколагену можуть поєднуватися один з одним, формуючи колагенові фібрили, причому ці ділянки розташовані таким чином, що одна нитка тропоколагену зсунута по відношенню до іншої приблизно на 1/4 (рис. 1.3) [23]. Між радикалами амінокислот виникають іонні, водневі та гідрофобні зв'язки.



Мал. 1.2 - Будова молекули тропоколагену (фрагмент)



Мал. 1.3 - Будова колагенової фібрили (фрагмент)

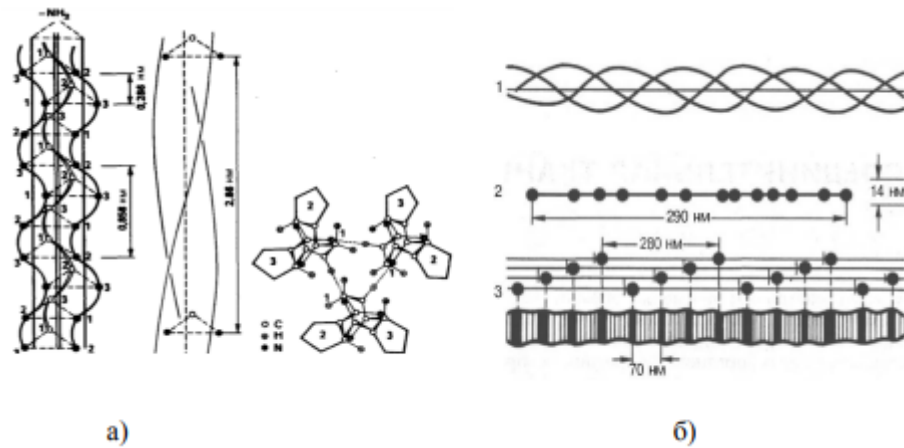
Важливу роль у формуванні колагенових фібрил грають модифіковані амінокислоти: гідроксипролін та гідроксилізін. Гідроксильні групи гідроксипроліну сусідніх ланцюгів тропоколагену утворюють водневі зв'язки, що зміцнюють структуру колагенових фібрил. Радикали лізину і гідроксилізіну необхідні для утворення міцних поперечних зшивок між молекулами тропоколагену, які ще сильніше зміцнюють структуру колагенових фібрил. Крім того, до гідроксильної групи гідроксилізіну можуть приєднуватися вуглеводні залишки (глікозилювання колагену), функція яких поки що неясна.

Таким чином, амінокислотна послідовність поліпептидних ланцюгів колагену дозволяє сформувати структуру, з унікальними механічними властивостями, яка має величезну міцність. Зміна у первинній структурі колагену може призвести до розвитку спадкових хвороб.

Автори Ramachandran і Karth (1955) виявили, що третинна структура колагену складається з трьох взаємозв'язаних ланцюжків, що мають спільну вісь. Довжина цієї бацилярної формації становить близько 290 нм, а діаметр 14 нм.

Йдеться про тропоколаген, що володіє здатністю агрегування у фібрилярні формації.

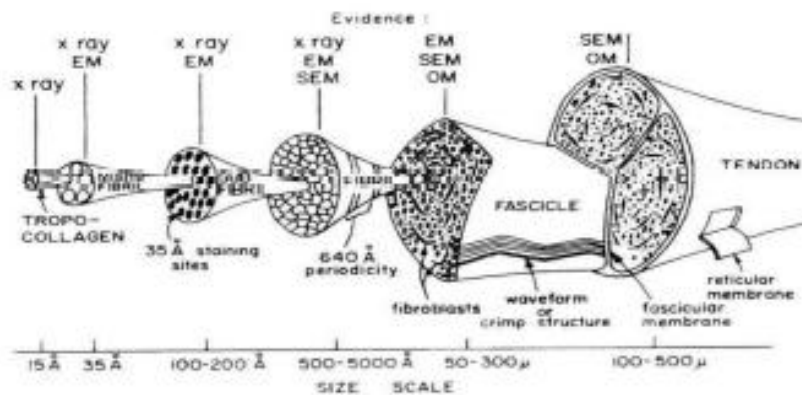
Колагенові волокна складаються з помітних в електронному мікроскопі фібрил – витягнутих у довжину білкових молекул, тропоколагенів. (Рис.1.4). Необхідно чітко розмежовувати поняття «колагенові волокна» та «колаген». Перше поняття по суті є морфологічним і не може бути зведене до біохімічних уявлень про колаген як білок. Колагенове волокно є гетерогенним утворенням і містить, крім білка колагену, інші хімічні компоненти. Молекула тропоколагену – це білок колаген [24].



Малюнок 1.4 - а) Структура колагену (по Річу та Крику) б) різні рівні структурної організації колагену (за Коном): 1 - третинна структура; 2 - молекула тропоколагену; 3 - колагенове волокно.

Фібрили мають різну орієнтацію залежно від біологічної функції сполучної тканини. У сухожиллях, наприклад, фібрили колагену розташовані у вигляді поперечно-пов'язаних паралельних пучків, що мають велику міцність на розрив і практично нерозтяжні.

Послідовність утворення тканинних фрагментів на основі колагенових волокон представлена малюнку 1.5



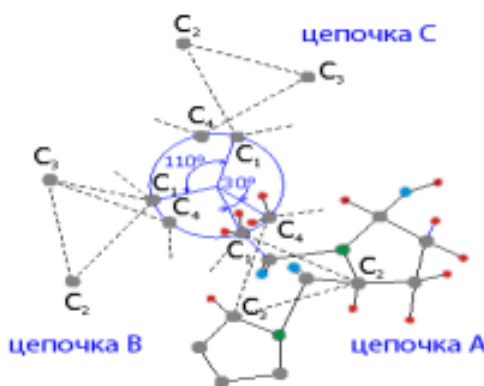
Мал. 1.5 - Послідовність утворення колагенових тканин (на прикладі сухожилля)

Основу структурної організації колагенового волокна становлять ступінчасто розташовані паралельні ряди тропоколагенових молекул, орієнтовані в поздовжньому і поперечному напрямках і зрушені на чверть, що зумовлює поперечну смугастість фібрил з періодом від 60 до 70 нм (як правило, 64 нм). Варіювання періоду обумовлено тим, що колаген - не індивідуальний білок, а сімейство подібних білків з деякими структурними відмінностями, що залежать від їхньої анатомічної функції та виду організму. Молекулярна маса тропоколагену близько 285000.

Тропоколаген складається з трьох поліпептидних ланцюгів однакового розміру, які зливаються в спіралеподібний триплет. Потрійна спіраль стабілізується численними міжланцюжковими поперечними зшивками між лізиновими та гідроксилізиновими залишками. Кожен поліпептидний ланцюг тропоколагену містить близько 1000 амінокислотних залишків. Таким чином, основна структурна одиниця колагену має дуже великі розміри, наприклад, у 10 разів більше, ніж хімотрипсин [23,24].

У молекулі тропоколагену всі три ланцюжки взаємно утримуються водневими зв'язками. Ці зв'язки можуть бути лише за умови взаємного наближення всіх трьох ланцюжків. У разі колагену це забезпечується тим, що на кожній третій позиції знаходиться гліцин, тобто амінокислота без додаткового

ланцюжка. Спрощена проекція структури тропоколагену представлена малюнку 1.6. У кожному з трьох ланцюжків (А, В, С) відзначаються те, що зв'язки, що з'єднують додаткові ланцюжки з водневим атомом альфа, виходять із центру потрійного пучка, тоді як альфа-вуглецеві атоми гліцину з двома водневими атомами знаходяться поблизу центру.



Мал. 1.6 - Спрощена проекція структури тропоколагену

У цьому центрі немає місця для наступного вуглецю. Якби на цій позиції знаходився інший радикал, ніж гліциновий (В-вуглець не міститься лише в молекулі гліцину), то всі три ланцюжки були б віддалені один від одного більшою мірою і не могли б утворювати стабілізуючі водневі зв'язки між ланцюжками А—В, В-С, С-А.

Зважаючи на те, що амінокислотна послідовність поліпептидного ланцюга визначає просторову структуру білків, а просторова структура - біологічну та технологічну функціональність, слід підкреслити, що колаген у порівнянні з іншими білками має специфічний склад та незвичайну послідовність амінокислот. До складу колагену входять 19 амінокислот. Усі амінокислоти можна поділити на три групи залежно від будови бічного ланцюга. Першу групу представляють гліцин, валін, аланін, ізолейцин, фенілаланін та пролін – це неполярні амінокислоти, що характеризуються хімічною інертністю. До другої групи можна віднести серії, треонін, тирозин, метіонін, оксипролін - кислоти, що є у складі

активних реакційно-здатних груп. До третьої групи відносять полярні амінокислоти, що дисоціюють як основи (лізин, оксизин, аргінін, гістидин) і як кислоти (глутамінова та аспарагінова). Наявність полярних амінокислот зумовлює високу реакційну здатність колагену.

Колагени шкірних оболонок містять у великих концентраціях пролін і оксипролін (близько 20 % від всіх інших амінокислот, гліцин і аланін (понад 50 % від вмісту інших амінокислотних залишків), ароматичні, гетероциклічні та сірковмісні кількості амінокислоти практично відсутні або містяться в високим очищенням колагену від інших білків. Амінокислотний склад колагену людини, як і у тварин, включає одну третину гліцину, на частку проліну та оксипроліну припадає 21% і на частку аланіну - 11%. Крім того, колаген є одним з небагатьох білків в яких міститься не тільки оксипролін, а й оксизин [25].

Однією з відмінних рис даного білка є те, що 1/3 всіх його амінокислотних залишків становить гліцин, 1/3 - пролін та 4-гідроксипролін, близько 1% - гідроксизин; деякі молекулярні форми колагену містять також 3-гідроксипролін, хоча й у дуже обмеженій кількості [26].

Піролідінові кільця амінокислот мають особливі стереохімічні властивості та обмежують гнучкість ланцюга, внаслідок чого утворюються вигини. Тому їхня присутність у білках несумісна з існуванням аспіральної структури. Таким чином формується специфічна вторинна структура у вигляді триланцюгових спіралей. Ця компактна триланцюгова структура можлива також тому, що кожен третій залишок у послідовності ланцюга тропоколагену представлений гліцином, а-вуглецевий атом якого занурений всередину молекули, де R-група будь-якої іншої амінокислоти розміститися не може. Три ланцюги стабілізуються водневими зв'язками між C=O... NH - групами пептидних зв'язків сусідніх ланцюгів. Така конфігурація дозволяє ланцюжку колагену створювати розтягнуті спіралі, що стабілізуються міжланковими водневими містками, коли відбувається їх з'єднання в триразові спіралі, тобто супер-спіралі. Вміст проліну та гідроксипроліну є

різним залежно від походження колагену. У риб, особливо, холодноводних, воно значно нижче, ніж у ссавців.

Вміст проліну та гідроксипроліну підвищується в кореляції з температурою денатурації як тропоколагенових одиниць, так і фібрил при збільшенні вмісту імінокислот.

Колаген містить значну кількість гліцину (330 молей на 1 000 молей амінокислот), який розподілений у молекулі цілком рівномірно, це означає, що утворює кожен третю амінокислоту в послідовності окремих ланцюжків. Цей розподіл є умовою тісної сполуки поліпептидних ланцюжків у триразові спіралі. Велика кількість цієї амінокислоти викликає високий вміст азоту в колагені. Присутність тирозину в молекулі колагену стала предметом довготривалих суперечок. Детальні дослідження амінокислот показали, що весь тирозин накопичується в термінальних пептидах, тобто телопептидах, які не мають структури спіралі, які можна нескладно відщепити протеолітичними ферментами [25].

Наступною типовою амінокислотою колагену є гідроксилізін, який зустрічається також у деяких інших протеїнах, наприклад, вовна. Однак у цих протеїнах вміст гідроксилізіну порівняно з колагеном є невеликим. Його значення у тому, що він пов'язує сахаридні компоненти.

Для колагену характерна мала зустрічність лейцину та ізолейцину; лише два протеїни мають менший вміст цих двох амінокислот ніж колаген, це - рибонуклеаза і фіброїн шовку. Цистеїн присутній у більшій кількості лише в колагені нижчих тварин, у якому він стабілізує структуру за допомогою дисульфідних містків; у вищих тварин він зустрічається лише у реєстраційному пептиді альфа1-ланцюжка.

Складність структури колагену визначає важливі функціональні властивості цього білка, пристосовані людиною у його практичній діяльності при переробці тварин тканин:

- здатність зберігати структуру на молекулярному рівні при виділенні з тканин та відділенні від інших компонентів

- здатність після виділення та переведення в розчин до реконструкції з утворенням різних видів надмолекулярних структур, що широко використовується для одержання різних видів штучних колагенових матеріалів (ШКМ), що знаходять застосування у харчовій промисловості, медицині, ветеринарії та інших галузях народного господарства;

- можливість стабілізації надмолекулярної структури та її додаткового структурування, що лежать в основі консервування, первинної обробки та переробки сировини колагену (вироблення шкіри і хутра), а також отримання штучних або модифікованих колагенових матеріалів.

Основними відмітними ознаками цього білка є його унікальні механічні властивості, хімічна інертність, його незвичайний амінокислотний склад і здатність перетворюватися на желатину – більш низькомолекулярний білковий продукт – при тривалому нагріванні у воді, а також у водних розчинах кислот та лугів. Дуже актуальним є вивчення зміни структури колагенових структур під впливом різних факторів [26,23].

Ранні дослідження показали, що колаген здатний розчинятися в розведених кислих буферних розчинах, з яких він може бути переосаджений у вигляді фібрил, що мають характерну "смугастість". Інші біополімери, присутні в колагені, такі як полісахариди або глікозаміноглікани, є, як правило, незмінними компонентами цього білка.

За звичайних умов волокна колагену лише злегка розтяжні. При нагріванні до 60 С вологий колаген різко скорочується до 1/3-1/4 своєї нормальної довжини. Після скорочення колаген набуває нових властивостей; у нього з'являється каучукоподібна еластичність, пов'язана, мабуть, із частковим руйнуванням поперечних міжланцюжкових водневих зв'язків. У присутності кислот, лугів та водних розчинів солей колаген поглинає значну кількість води. Здатність до

набухання колагену може бути двох різних типів або їх комбінацією [26]. Перший з них, відомий у практиці як "розбухання", виникає внаслідок дії кислот або лугів, є неспецифічним і пригнічується дією солей. Зазвичай він інтерпретується як ефект Доннана, зумовлений наявністю заряджених груп у волокнах молекули колагену. Таке набухання мінімальне в ізоелектричній точці, яка лежить в інтервалі рН 6.5-8.5. При зміщенні рН від ізоелектричної точки в будь-який бік воно зростає до максимуму, а потім при значеннях менше рН 7.0 падає. При набуханні фібрили колагену коротшають, робляться товстішими і прозорішими.

Інший тип набухання спостерігається у розчинах нейтральних солей; він хоч і викликає потовщення волокон колагену, але не призводить до їх скорочення, при цьому вони розщеплюються на тонкі нитки. Ці зміни не зникають при розтягуванні волокон, а вихідний стан може відновитись лише після тривалого відмивання колагену від солей водою. Очевидно, цей ефект обумовлюється специфічною дією іонів, що викликають руйнування солеподібних містків між ланцюгами колагену.[23]

При екстракції шкірного покриву молодих тварин холодними сольовими розчинами або при тривалій екстракції колагену розведеною кислотою можна отримати розчин білкових фракцій, що утворюють колагенові фібрили – тропоколаген.

При нагріванні колагену у водному середовищі (до 63-64 °С) його структура деформується, нитки згинаються, їх довжина скорочується до початкової величини. Одночасно фібрили втрачають поперечну смугастість, стають більш еластичними і прозорими. Під мікроскопом виявляється дуже сильна гомогенізація їх мікроструктури. Внаслідок теплового впливу відбувається денатурація – порушення зв'язків, що утримують колаген у нативній конформації, а також частковий гідролітичний розпад за місцем пептидних зв'язків. Такий колаген називають звареним. Зварений колаген (або желатин) незворотно втрачає нативні фізико-хімічні властивості. В результаті розриву поперечних містків у

структурі колагену і збільшення доступності пептидних зв'язків желатин, що утворився, легко перетравлюється трипсином та іншими ферментами, набуває властивість розчинятися у воді. Однак утворення желатинових розчинів можливе при досить високих температурах (65-90°C) при охолодженні ці розчини застигають, утворюючи желеподібну масу.[26]

Складність та особливості структури колагену визначають найважливіші біологічні функції, серед яких можна виділити:

1. Головна функція колагену це, звичайно, будівельна та опорна роль.
2. Колагенові волокна забезпечують також витривалість основи шкіри під час зовнішнього натиску і під час її розтягування.
3. Колагенові волокна мають у природі здатність витримувати навантаження.
4. Колаген відіграє також важливу роль у регулюванні нормальної проліферації (розмноження) клітин. Наприклад: він регулює активність клітин гладких м'язів під час клітинного поділу.
5. Колаген затримує розвиток деяких пухлинних утворень, наприклад клітин меланоми, в результаті спільних дій з інтегринами та індукції інгібітора цикліну. У механізмах придушення патологічних клітинних трансформацій бере участь гідроксипролін, структурний ознака цього білка.
6. Колаген забезпечує можливість зростання (адгезії) та зміцнення клітин у позаклітинному матриксі внаслідок взаємних дій з рецепторами оболонки.
7. Колаген стимулює створення оболонок клітин.

Слід наголосити, що поглиблені теоретичні дослідження структурних особливостей колагенових молекул і фібрил, енергетичних параметрів їх архітектоніки тощо, мають дуже суттєве прикладне значення для галузей народного господарства, що базуються на використанні нативних та модифікованих колагенових субстанцій: легкої, харчової та медичної промисловості виробництві шкіри, отриманні желатину, колагенових дисперсій,

гідролізатів, волокон і плівок, дозволяючи науково обґрунтовувати раціональні приватні технології переробки колагеновмісних тварин тканин.

### **1.3 Характеристика можливих способів модифікації малоцінних відходів м'ясопереробних виробництв**

Білки групи колагену мають широкий спектр функціональних властивостей: сильним набуханням в розчинах електролітів, незначною розчинністю у воді, особливими мікроструктурними властивостями, щільною компоновкою молекул, що обумовлюють високу міцність. Зокрема, властивості нативного колагену визначають його практичне застосування: здатність зберігати молекулярну структуру при виділенні з тканин; можливість переведення в розчин для отримання штучних матеріалів і модифікації.[27]

Молекули колагену стабілізовані електростатичними, гідрофобними взаємодіями, а також водневими і ковалентними поперечними зв'язками між амінокислотними а-ланцюгами. Нативний колаген погано розчинний у воді при рН близько 7. Проте, після спеціальної обробки, при нагріванні у водних розчинах може «плавитися» з утворенням желатину, який використовують в харчовій промисловості, при виготовленні фотоматеріалів, як середовище для культивування мікроорганізмів. Найміцніші холодці отримують з желатину, виділеного з відходів свинячих шкір. Ці властивості зумовлюють можливість отримання деяких желеподібних харчових продуктів.

У Японії і США були розроблені добавки, інгредієнти з колагену, які використовувалися в складі ковбасних виробів, і навіть замінювали повністю продукти харчування (І.А. Ісаєва, 1978).

У США, починаючи з 60-х років ХХ ст, створювалися способи гідролізу колагеновмісної сировини у водному середовищі при високій температурі і тиску з подальшим висушуванням розпиленням. В результаті отримували білковий компонент, який використовується у виробництві різних продуктів харчування.

При отриманні фракцій колагену з яловичого спилка, останній після його подрібнення і промивання знесолоною водою обробляють 0,2 н. рас твором соляної кислоти протягом 6 ч, знову промивають знесолоною водою, додатково подрібнюють і ретельно перемішують. До отриманої реакцією маси додають воду, знову ретельно перемішують і знову до добавляють воду разом з 40% -вим розчином гліоксалу і лимонної кислоти так, щоб її кінцева концентрація була близько 13%. Реакційну масу знову перемішують протягом 1-2 год, охолоджують до 10 ° С, фільтрують і піддають "дозріванню" протягом 48 год при 4-е С. формують і отримують практично однорідний тропоколаген з виходом 80 кг білка з однієї тонни сировини.

У 1972 році в США отримали мікрокристалічний колаген, який є частково іонізованої сіллю цього білка. Сировина після сушки сублімації гомогенізували в розчині кислоти (соляна, оцтова, лимонна) з РН 1,6-2,6, до тих пір, поки не менше 10% по масі колагену не досягне субмікронного розміру. при виробленні різних продуктів харчування (сосисок, сухих супів в кубиках і інших) мікрокристалічний колаген може застосовуватися як в виді гелю, так і в вид кристалів після висушування в розпилювальній або сублімації сушарці. Ця нова форма колагену приємна на смак і невиразні в харчовій суміші.

Залежно від ступеня гідролізу колагенвмісної сировини, були отримані харчові продукти, які використовуються або як смакового компонента, або як джерело білка тваринного походження. Але, як показав досвід, повний гідроліз сировини небажаний, оскільки при цьому виходять продукти з неприємним смаком і запахом. Тому доцільним є короткочасний гідроліз під тиском в кислому середовищі.

Спосіб отримання білкової добавки при виробництві м'ясних фаршевих виробів, розроблений в США, передбачає без кислотний гідроліз колагенвмісної сировини при температурі +130 ° С протягом 2,5 годин до утворення водорозчинного продукту, що складається, в основному, з пептона. Його вносять у

систему замість адекватної частини м'яса в кількостях 4-30%, оптимальний рівень введення в ковбаси становить при цьому 4-10%. [28]

В Японії створено кілька способів переробки колагеновмісної сировини. Зокрема, перед додаванням в ковбасний фарш колагенової маси зі свинячих шкір, останні піддавали багаторазового подрібнення і термічній обробці в водному середовищі поки не желатинові колагенові частки не склали 20-30% від вмісту глютину.

Інший спосіб обробки свинячих шкір включає етап висушування в гарячому потоці повітря при безперервному видаленні жиру до вмісту вологи 4-6% і далі - подрібнення до частинок розміром 0,5-5,0 мм.

Для отримання харчового продукту, що містить колаген, можна попередньо обсмажені свинячі шкури обробляти розведеними кислотами (соляної, фосфорної та іншими) при рН 2,5-4,2 для набухання і розм'якшення, після чого їх гомогенізувати до пастоподібного стану. До отриманої маси додавати гідролізат іншого білка (з сої) з рН > 4,7 і встановлювати рН суміші 4,3-5,5. При цьому випадат осад колагену та інших білків, який відокремлюється центрифугуванням. Продукт додається у фарш у кількості 27% від його маси.

Був створений метод отримання волокнистих і гранульованих форм колагену, які можуть бути використані в складі продуктів харчування. Колагенові гранули формувалися в результаті подрібнення шкур до розмірів 0,5 - 1,5 мм, колагенові волокна виготовляли з гранул в дискової млині.

У роботі [29] авторами запропоновано комплексну технологічну схему переробки субпродуктів II категорії, включаючи колагенову сировину. Схема розроблена на основі застосування біотехнологічних способів обробки сировини з використанням ферментних препаратів специфічної дії для його спрямованої модифікації та отримання продукту із заданими споживчими властивостями. Ці продукти автори пропонують використовувати як замітники м'ясної сировини при виробництві варених ковбас, а також отримання колагенової маси з відповідними

фізико-хімічними та реологічними характеристиками для випуску ковбасної їстівної оболонки. У наступних опублікованих роботах [30, 31] запропонована технологічна схема отримання колагенових напівфабрикатів з колагеномісної сировини шляхом його послідовної ферментативної обробки різними протеїнами, включаючи і колагеназу з панкреасу крабів.

Знайшло застосування використання як ферментних препаратів молочнокислих бактерії, для забезпечення життєдіяльності яких попередньо розварену сировину, що містить колаген, змішують з білковуглеводним комплексом, наприклад з сухим знежиреним молоком або іншими об'єктами. В результаті такої обробки одержують суміш із показниками, характерними для яловичини першого сорту. Такий білковий збагачувач має м'ясний запах та ніжну мазеподібну консистенцію та може бути використаний у високоякісних паштетах.

Нещодавно показано можливість використання комплексного ферментного препарату, виділеного з панкреасу крабів для обробки яловичини з метою її пом'якшення шляхом гідролізу сполучної тканини.

Патент 5439702, США (МКІ А 23 1. 1/31)[32] спрямований на поліпшення якості м'ясних продуктів і передбачає змішування з м'ясом механічної обвалки волокон колагену так, щоб виходила однорідна суміш і віддалялися повітряні порожнечі з неї. Колагенові волокна отримують за особливою технологією, їх довжина становить 0,5-3 мм, вміст вологи - не більше 10%. Волокна додають в кількостях не менше 1% від маси м'ясного фаршу, що сприяє його ущільненню. Перемішування цієї маси проводиться при температурі близько 7 °С. Потім суміш екструдують на окремі порції або у вигляді суцільної маси. Таким чином, отримують реструктурований м'ясний продукт поліпшеної якості. У цьому способі також мають значення особливості устаткування, яке застосовується при виробленні продукту.

Аналіз джерел науково-технічної літератури переконливо свідчить про доцільність широкого виробництва продуктів із підвищеною масовою часткою

баластових речовин. Раціональне поєднання сировини із підвищеним вмістом цих компонентів дозволить виробляти широкий асортимент м'ясних виробів.

Для більш повного і раціонального застосування наявної незатребуваної тваринної сировини пропонується активне використання біотехнологій, які дозволяють з непридатної в їжу сировини отримати високоцінні продукти харчування, харчові добавки, медичні препарати та іншу корисну для людини продукцію при значному скороченні витрат енергетичних ресурсів. Переваги цього підходу по відношенню до технології м'ясопродуктів представлена на рис. 1.7. [33,35]



Рис 1.7. Переваги використання ферментних препаратів[36]

Ферменти - біологічні каталізатори білкової природи, які синтезуються в клітинах живих організмів, прискорюють і координують біохімічні реакції, що регулюють обмін речовин (метаболізм).

Використання ферментних препаратів в технології виробництва м'ясних виробів дозволяє інтенсифікувати технологічний процес і залучити в процес

нетрадиційну, більш низькосортну сировину. Застосування ферментних препаратів позитивно впливає на ніжність, соковитість, харчову цінність сировини, формування необхідного рівня вологозв'язуючої і адгезійної здатності, покращує органолептичні характеристики.[33,59]

#### **1.4 Удосконалення і інноваційні технології раціонального використання колагенвмісної сировини**

В останні роки завдяки численним дослідженням, спрямованим на вивчення такої багатокомпонентної та багатофункціональної системи як сировина тваринного походження, з'явилася можливість вилучати з нього колаген, еластин, не порушуючи молекулярну структуру та зберігаючи біологічну активність цих біополімерів, та використовувати їх як основу або спеціальні добавки при виробництві препаратів і матеріалів потреб широкого кола галузей народного господарства (рис. 1.8).[7,37,38]

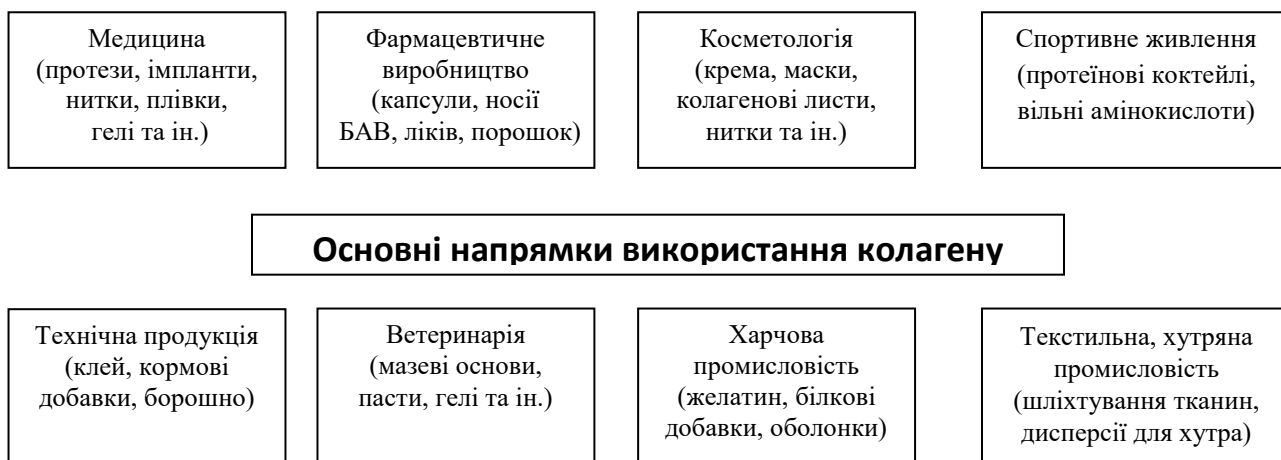


Рис. 1.8. Основні напрямки застосування колагену

Колаген один з найбільш перспективних біоматеріалів, що широко застосовуються у світовій медичній, ветеринарній та косметологічній практиці, при цьому щорічно з лікувальною метою використовується понад 50000 тонн колагену [11,39,40].

Насамперед слід відзначити його застосування як підкладки, захисного засобу, а також транспортера ліків та біологічно активних речовин. Це - колагенові плівки для офтальмології, губки для покриття ран та опіків, капсули та таблетки з різними наповнювачами для перорального введення; колагенові гелі, їх комбінації з ліпосомами для регульованої подачі препаратів через шкіру; наночастинки/мікросфери для іммобілізації ферментів, похідні для трансгенної інженерії, індуктори толерантності, що застосовуються при лікуванні ревматоїдного артриту; культуральні середовища. Провідну роль колаген грає в тканинній інженерії як біоконструкційний матеріал, де він використовується для тимчасової заміни шкірної та кісткової тканини, як компонент штучних кровоносних судин і клапанів, імплантат у косметичній хірургії [42,43,44]

Унікальна молекулярна структура колагену, наявність на його поверхні великої кількості активних функціональних груп дозволяє використовувати його як матрицю для іммобілізації різних біологічно активних та лікарських речовин. [45]

Переваги колагену перед синтетичними полімерами, що застосовуються з цією метою відображені в табл. 1.4.

Таблиця. 1.4

Переваги при використанні колагену як біологічного матеріалу

Фізико-механічні	Висока міцність на розрив, низька розтяжність, орієнтація волокон.
Фізико-хімічні	Контрольована поперечна сполука дубильними речовинами: вплив на розтяжність, набухання. Функція іонообмінника: напівпроникність мембрани
Біологічні	Низька антигенність: вплив на загоєння ран; вплив на згортання крові

Колаген також знаходить застосування в поліграфії, при виробництві фотоплівок, телевізійних трубок і відеокамер, а також використовується як

з'єднувальний матеріал кремнієвих чіпів в комп'ютерах і мікропроцесорах, в фарбах для автомобілів і як клей.

У текстильній промисловості колагенові препарати застосовують досить давно у складі композицій спеціальних видів обробки вовняних тканин для отримання про тимчасових ефектів (у складі шліхтувальних засобів). Найчастіше для шліхтування основ тканин використовують природні та модифіковані крохмалі, водорозчинні синтетичні полімери. Але останнім часом розробляють шліхтувальні композиції, які дозволили б не тільки скоротити споживання харчової сировини, а й частково або повністю виключити використання дорогих імпортованих матеріалів при збереженні технологічних властивостей шліхти. Все частіше як заміник крохмалю для шліхтування використовують колагенові гідролізати [46].

У харчовій промисловості колаген та продукти його гідролізу використовуються при виробництві желатину, для освітлення вин, для отримання харчових плівок, покриттів, їстівних оболонок як структуроутворювач у заливках для консервів та рибних фаршів, формованих рибних виробів, при виробництві штучної ікри, бульйонів, холодців, соусів, різних оздоровчих напоїв та коктейлів та як добавки у хлібопекарському та кондитерському виробництвах. Все більшого поширення колаген набуває у вигляді концентрованих високо функціональних тваринних білків [6,11,47,48,49,50].

Залежно від виробничих умов способи введення тваринних білків можуть бути наступними: у сухому вигляді, у гідратованому вигляді, у вигляді гелі-форми, у складі білково-жирової емульсії, у вигляді гранул, у вигляді заміника шпику.

Останнім часом все більшого поширення набуло застосування препаратів гідролізованого колагену, як елемента спортивного харчування, що служить насамперед для корекції харчування спортсменів при великих навантаженнях на суглоби та зв'язки, при яких прискорюються процеси обміну речовин. Колаген

бере участь у побудові білка і дозволяє відновлювати хрящову поверхню менісків, міжхребцевих дисків, а також зміцнювати суглобово-зв'язувальний апарат хребта та інших великих та дрібних суглобовий білок, що забезпечує міцність та еластичність хрящів, стінок судин та зв'язувальних тканин. Завдяки наявності в ньому спеціальних амінокислот - оксипроліну та оксилізіну він є незамінним для організму, оскільки вони беруть активну участь у метаболізмі м'язової та сполучної тканини.[51]

При виробництві комбікорму колаген використовується для виробництва гранульованих екструдованих і пластинчастих кормів з метою збільшення їхньої біологічної цінності, міцності гранул і збільшення часу їх розчинення при знаходженні у воді. Особливо актуальним є використання продуктів гідролізу колагену при виробництві стартових комбікормів для молоді цінних порід риб та гідробіонтів (осетр, форель, лосось, морський їжак та ін.), що сприяють збільшенню відсотка їх виживання. Було виявлено, що найбільшу активність мають такі амінокислоти (в окремо і в різних поєднаннях), як гліцин, пролін, аланін та ін. При додаванні в корм їх суміші у японських вугрів, наприклад, споживання їжі зростало втричі. Наведені факти свідчать про важливу роль аналізованих трьох амінокислот у процесі інтенсивного зростання [52].

У птахівництві додавання в корм колагенвмісної сировини сприяє кращій опереності, скорочення терміну линьки і, відповідно, підвищення несучості, а в хутровому звірівництві отримання якісного (міцного, блискучого) хутра.

Створення на основі фібрилярних білків широкого асортименту препаратів нового покоління для ветеринарії, медицини, біотехнології, косметології та інших галузей народного господарства, переконливо свідчить на користь подальшого розвитку нового, економічно вигідного, сприятливого нормалізації екологічної обстановки, напрямки в галузі переробки та раціонального використання білковмісних відходів сировини тваринного походження.

## Висновок до розділу 1

У літературному огляді розглянуто особливості властивостей та будови сполучнотканинного білка - колагену, а також різні способи його модифікації, основні види отримання колагенових препаратів та їх застосування у технології м'ясних продуктів. Показано, що продукти, отримані з сировини, що містить колаген, можна використовувати в різних галузях: сільському господарстві, шкіряній промисловості, медицині, хірургії, косметології, ветеринарії і т.д.

З численних способів попередньої обробки колагену, що застосовуються для цих цілей, найбільш переважною є ферментативна обробка.

Застосування для попередньої обробки колагенвмісної сировини протеолітичних ферментів забезпечує надалі отримання білкових препаратів з високими функціональними властивостями.

З аналізу представлених джерел інформації, можна зробити висновок, що сировина, що містить колаген, є доступним і перспективним джерелом незамінних амінокислот, органічного заліза, інших макро- і мікронутрієнтів, з високою харчовою і біологічною цінністю, внаслідок чого, його дослідження і використання набирає все більші обороти при виробництві широкого асортименту продукції багатьох країнах світу.

## **РОЗДІЛ 2. МЕТОДОЛОГІЯ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ**

### **2.1 Мета та завдання, об'єкт та предмети досліджень**

Мета роботи - наукове підтвердження та розробка продукції з використанням біотехнологічно обробленої малоцінної сировини з подальшим масовим виробництвом посічених напівфабрикатів, склад, функціонально-технічні та органолептичні властивості яких збалансовані.

Для досягнення цієї мети, згідно з аналізом літературних джерел, були поставлені такі завдання:

- комплексне вивчення фізико-хімічних властивостей, харчової та біологічної цінності, функціональних і технічних властивостей для вибору оптимального варіанту посічених напівфабрикатів;
- зробити рецептуру посічених напівфабрикатів з використанням біомодифікованої сировини та описати технологію виготовлення;
- дослідити комплексні зміни в збагаченому продукті та описати органолептичні характеристики.

Проаналізувавши літературні дані та сформулювавши основні завдання, об'єктами досліджень було обрано:

- субпродукти ВРХ (м'ясна обрізь, легені);
- продукти ферментативної обробки субпродуктів ВРХ, одержані в результаті біомодифікації колагеновмісної сировини;
- м'ясні напівфабрикати.

Предмет дослідження – посічені напівфабрикати в складі яких курятина, напівжирна свинина та біотехнологічно оброблена сировина.

## 2.2 Схема проведення досліджень



Рисунок 2.1 Схема проведення досліджень

Комплексна оцінка застосування колагенового білкового збагачувача у технології м'ясних продуктів переважно за такими групами показників:

- фізико-хімічні властивості( питома вага, щільність, масову частку вологи, білків, жирів, вуглеводів, мінеральних речовин, шкідливих та отруйних домішок) ;
- реологічні властивості (пружність, в'язкість, пластичність, міцність);
- фізіологічна та технологічна функціональність;

Якість розроблених продуктів оцінювали за показниками, об'єднаними у такі групи:

- органолептичні показники;
- загальний хімічний склад;
- амінокислотний склад білків та їх біологічна цінність;

Експериментальні дослідження проводили з метою вивчення та визначення структурно-механічних, органолептичних та фізико-хімічних показників посічених напівфабрикатів виготовлених із застосуванням біотехнологічно обробленої сировини.

Дослідження передбачають розробку рецептури посічених напівфабрикатів і технологічної схеми з оптимальними параметрами технологічного процесу із застосуванням біотехнологій.

Дослідження проводились на кафедрі технології м'яса і м'ясних продукті НУХТ та у приватних лабораторіях.

### **2.3 Методики досліджень**

Під час дослідження в дослідних зразках визначали рН, хімічний склад, вологозв'язуючу здатність та пластичність напівфабрикатів та готових виробів. Провели сенсорну оцінку готового продукту, виготовленого за досліджуваною технологією, порівняли властивості виробів за складом та видом термічної обробки. Керувалися наступними методиками:

*Визначення частки вологи в продукті[54]*

Порцію м'ясного фаршу (3-5 грам) зважують на аналітичних вагах, поміщають у попередньо зважену алюмінієву бюксу з точністю до 0,0004 грама, поміщають у піч для сушіння до постійної маси, попередньо охолоджують в ексікаторі. Висушування проводили при температурі 105°C.

Вологість розраховується за такою формулою 2.1:

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m} \cdot 100\%, \quad (2.1)$$

де  $W$  – вологомісткість, %;

$m_1$  – вага бюкси з зразком перед сушінням, г;

$m_2$  – вага бюкси з зразком після сушіння, г;

$m$  – вага бюкси без зразка, г.

#### *Визначення частки жиру в продукті[54]*

Частину сухої речовини зважили на фільтрувальному папері 6x7 см і загортали в пакет. Покладіть його в інший пакет із фільтрувального паперу 7x8 см. Розташували внутрішній пакетик так, щоб її шви не збігалися зі швами зовнішнього пакетика. Далі його помістили у бюкс і висушували при температурі  $104 \pm 2$  °C до постійної маси у сушильній шафі. Потім мішочок переносили в екстрактор апарату Сокслета і заповнювали метиловим ефіром. Налили стільки ефіру, щоб сифон екстрактора був повністю заповнений, після з'єднали усі частини приладу і додали ще  $50\text{см}^3$  ефіру. Колбу для перегонки розмістили на водяній бані (температура  $45 \pm 1$  °C). Регулювали нагрівання так, що ефір мав зливатися кожні 5-6 хв з екстрактора. Для максимального ефекту екстрагування необхідно дуже добре подрібнити наважку. На фільтрувальному папері перевіряли повноту екстракції. Для цього взяти з екстрактора 2-3 краплі ефіру і нагріли папір. Екстракцію вважали завершеною, якщо після випаровування ефіру на папері не залишалося масляних плям. Вийняли пакетик з екстрактора, висушили до постійної маси в сушильній шафі при  $103 \pm 2$  °C. Масову частку жиру в вихідному зразку розраховували за такою формулою 2.2:

$$X = \frac{m_1 - m_2}{m_0} \cdot 100\%, \quad (2.2)$$

де  $X$  – жироміст, %;

$m_1$  – вага бюкси з зразком перед сушінням, г;

$m_2$  – вага бюкси з зразком після сушіння, г;

$m_0$  – вага бюкси без зразка, г.

#### *Визначення рН в дослідному зразку[54]*

Для визначення рН відбирають 10 г продукту в колбу об'ємом 250 мл, додають 100 мл дистильованої води та екстрагують при перемішуванні протягом 30 хвилин на вібраційному шейкері. Після екстракції відфільтровували екстракт і визначали рН фільтрату на лабораторному рН-метрі.

Перед початком роботи з рН-метром увімкнули його і через 15 хвилин визначили нижню межу діапазону вимірювань (грубе вимірювання). Після визначення діапазону вимірювання переналаштували рН-метр на верхню шкалу і зробили вимірювання рН. Після вимірювання рН досліджуваного розчину перевели рН-метр на нижчу шкалу та замінили досліджуваній розчин дистильованою водою промивши контакти.

#### *Визначення ВЗЗ в дослідному зразку[54]*

Вологозв'язуючу здатність вимірювали пресуванням – 300 мл м'ясного фаршу зважували на торсіонних вагах на поліетиленовому кружечку та переносили на фільтр із зразком під поліетиленовою плівкою. Зразок положили між двома скельцями та притиснули гирею масою 1 кг.

Після 10-хвилинної експозиції фільтр із зразком виймали з під наважки, а вологі місця на папері обводили приклавши міліметровку олівцем.

За допомогою міліметрового паперу виміряли площу плями, утвореної фаршем, і площу відокремленої вологи, перенесеної на фільтрувальний папір, в см<sup>2</sup>.

Розмір вологої плями розраховується як різниця між загальною площею плями та площею розтиснутого фаршу. З методички ми знаємо, що волога пляма площею 1 см<sup>2</sup> відповідає 8,4 мг вологи. Загальний вміст з'язаної вологи, виражений у відсотках м'ясного фаршу, визначається за формулою:

Вміст зв'язаної вологи у відсотках від загальної вологи визначається за такою формулою 2.3:

$$ВЗЗ = \frac{a - 8.4b}{a} \cdot 100\%, \quad (2.3)$$

де ВЗЗ - вміст зв'язана волога, до сумарної вологості, %;

$$a = \frac{a \cdot W}{100}, \quad (2.4)$$

b – різниця між площами плям, см<sup>2</sup>;

W – вологість продукту, %;

m – маса проби для визначення ВЗЗ, мг.

*Визначення вмісту мінералів (золи) [54]*

Загальний вміст золи визначали шляхом мінералізації спалюванням органічної фракції продукту при 650±150 °С у заздалегідь підготовленому для випробування муфельному тиглі.

Порцію продукту (1-2 г) з точністю до 0,0002 г помістили в прожарений до постійної маси тигель і поміщали в муфельну піч. Продукт спочатку озолували на слабкому вогні, потім витримували при температурі червоного каління 1-2 години, після чого тигель охолоджували в ексикаторі і зважували.

Вміст мінералів (золи) визначається за такою формулою 2.5:

$$X = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m} \cdot 100\%, \quad (2.5)$$

де X – вміст озолених залишків, %;

m<sub>1</sub> – вага тигля з зразком перед сушінням, г;

m<sub>2</sub> – вага тигля з золою після сушіння, г;

m – вага порожнього тигля, г.

*Методика визначення ВУЗ в дослідному зразку[54]*

Наважку досліджуваного зразку масою 4-6 грам ретельно подрібнюють. Скляною паличкою наносять на внутрішню поверхню ширшої частини молочного жирміра. Його герметично закривали пробкою і поміщали на киплячу водяну баню на термін до 15 хвилин, потім визначали масу вологи, яка утворилася по загальному числу поділок на шкалі жироміра.

ВУЗ визначається за такою формулою 2.6:

$$ВУЗ = W - ВВЗ, \quad (2.6)$$

Вологовиділяюча здатність (ВВЗ) визначається за такою формулою 2.7, %:

$$ВВЗ = a n m^{-1} \cdot 100, \quad (2.7)$$

де  $W$  – загальна частка вологи в наважці, %;

$a$  – ціна поділок жироміра,  $a = 0,01 \text{ см}_3$ ;

$n$  – загальна кількість поділок на шкалі жироміра;

$m$  – вага наважки, г.

*Визначення жиру утримуючої здатності(ЖУЗ) [54]*

Наважку поміщали в бюкс і висушували до постійної маси при температурі 423К протягом 1,5 год. Після висушування брали наважку масою  $(2,0000 \pm 0,0002)$ г, поміщали у фарфорову ступку, куди додавали 2,5 г  $(1,6 \text{ см}^3)$  дрібного прожареного піску і 6 г  $(4,3 \text{ см}^3)$   $\alpha$ -монобромнафталіну.

Вміст ступки ретельно розтирали 4 хв та фільтрували через складений паперовий фільтр. 3 - 4 краплі випробуваного розчину рівномірно наносили скляною паличкою на нижню призму рефрактометра. Призми закривали, скріплювали гвинтом. Промінь світла направляли за допомогою дзеркала на призму рефрактометра, встановлюючи зорову трубу так, щоб були чітко видно нитки, що перетинаються. Аліаду пересували доти, поки межа між освітленою та темною частинами не збігається з точкою перетину ниток, і відраховують показник заломлення. Одночасно визначали показник заломлення монобромнафталіну.

Жирутримуючу здатність обчислювали за формулою 2.8, %:

$$ЖУС = g_1 \cdot g_2 \cdot 100, \quad (2.8)$$

де  $g_1$  – масова частка жиру у навішуванні після термообробки, %;

$g_2$  – до термообробки, %;

Масова частка жиру в наважці (g, %)

$$G = [10^4 \cdot a \cdot (n_1 - n_2) \cdot m_1] / m_2, \quad (2.9)$$

де  $a$  – коефіцієнт, що характеризує вміст жиру в розчиннику, яке змінює показник заломлення на 0,0001%;

$n_1$  – показник заломлення чистого розчинника;

$n_2$  – показник заломлення випробуваного розчину;

$m_1$  – маса 4,3 см  $a$ -монобромнафталіну, г;

$m_2$  – вага наважки, г.

*Амінокислотний склад визначали методом іонообмінної рідинно-колоночної хроматографії.[55]*

Метод включає обов'язковий попередній гідроліз білків кислотою або лугом для одержання вільних амінокислот. Їх потім визначали за допомогою іонообмінної хроматографії на колонках, заповнених твердим носієм, хімічно з'єднаним із зарядженими групами, які забезпечували електростатичну взаємодію з об'єктом, що досліджується.

Амінокислоти досліджуваного розчину елюються буферним розчином, викликаючи десорбцію амінокислот, що виходять на колонки в наступному порядку: кислі, нейтральні та основні.

Забарвлений розчин пропускали через спектрофотометр з довжиною хвилі 570 нм для вимірювання інтенсивності фарбування, яке фіксується самописцем у вигляді піків. За розташуванням піків судять про наявність індивідуальних амінокислот у гідролізаті, а за площею піків – про їх вміст.

Вимірювали площі піків за допомогою потенціометра або обчислювали шляхом множення висоти піку на ширину, взяту на половині його висоти.

Масову частку амінокислот розраховували за такою формулою:

$$X = \frac{S_n \cdot M \cdot 10^{-3}}{S_{cm} \cdot m}, \quad (2.10)$$

де  $S_n$  – площа піку відповідної амінокислоти на отриманій амінограмі, см<sup>2</sup>;

$M$  – молекулярна маса амінокислоти, Да;

$50$  – об'єм розчину, отриманий після кислотного гідролізу,  $\text{см}^3$ ;

$S_{\text{ст}}$  – площа піку стандартного розчину амінокислоти,  $\text{см}^2$ ;

$m$  – вага наважки зразку, г;

$10^{-3}$  – концентрація амінокислоти в стандартному розчині, моль/ $\text{дм}^3$ .

Відповідно до пропису методу колагенові субстанції піддавали аналізу не менше, ніж в трьох повторностях, як результати використовували середньостатистичні дані.

*Оцінка біологічної цінності готових продуктів[54]*

Оцінка амінокислотного балансу та біологічної цінності продукту здійснюється шляхом розрахунку в автоматичному режимі на ПЕОМ за показниками: амінокислотний скор; коефіцієнт розходження амінокислотного скор; біологічна цінність харчового білку.

$$C_j = \frac{A_j}{Ae_j} \cdot 100, \% , \quad (2.11)$$

де  $A_j$  – вміст  $j$ -тої незамінної амінокислоти в досліджуваному продукті, г/100 г білка;

$Ae_j$  – вміст  $j$ -тої незамінної амінокислоти, що відповідає фізіологічній нормі (еталону), г/100 г білка.

$$KPAC = \frac{\sum \Delta PAC_j}{n}, \quad (2.12)$$

де  $\Delta PAC_j$  - різниця амінокислотного скору  $j$ -тої амінокислоти;

$n$  – кількість незамінних амінокислот.

$$\Delta PAC = C_j - C_{\text{min}}, \quad (2.13)$$

де  $C_{\text{min}}$  – мінімальний скор незамінної амінокислоти оцінюваного білку по відношенню до фізіологічної норми.

Біологічну цінність харчового білку (БЦ, %) рахували по формулі:

$$БЦ = 100 - KPAC, \quad (2.14)$$

*Визначення текстури продукту*

Твердість (текстуру) напівфабрикатів визначали на аналізаторі текстури Brookfield DV-II+ Pro, призначеному для дослідження реологічних характеристик властивостей твердих речовин, в'язких рідин, порошоків і гранульованих матеріалів.

Віскозиметри Brookfield – це ротаційні віскозиметри, принцип роботи яких заснований на вимірюванні закручування каліброваної пружини при обертанні шпинделя (циліндра та ін.) в рідині, що тестується, з постійною швидкістю. Шпиндель (1) (рис. 2.2) обертається в рідині, поміщеній у контейнер (2) за допомогою двигуна (3), поміщеного в корпус (4) через калібровану пружину (5). В'язке тертя рідини про шпиндель визначається за закручуванням каліброваної пружини, яке вимірюється датчиком кута обертання. Закручування пружини відображається на дисплеї (6) або виводиться на друк.

Випробування проводять одноразовою або циклічною дією стиснення або розтягування на зразок. Під час випробування в кожен момент часу вимірюється сила, необхідна для деформації, до кінця зазначеного випробування. Отримані залежності дозволяють оцінити твердість, еластичність, міцність, в'язкість, плинність, консистенцію, адгезію та інші реологічні параметри зразків.

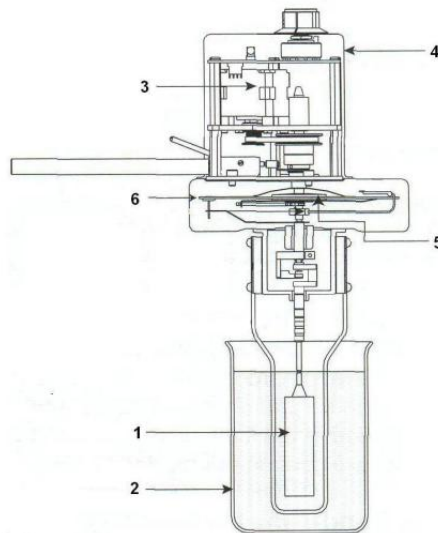


Рисунок 2.2 Схема ротаційного віскозиметра Brookfield DV-II+ Pro

Сенсорна оцінка якості напівфабрикатів з використанням біомодифікованої сировини проводили за 5-бальною шкалою. До основних показників якості м'ясних посічених напівфабрикатів, належать: зовнішній вигляд, консистенція, аромат і смак, колір, вид на розрізі.

За результатами сенсорної оцінки зроблено висновки щодо рецептури розробленого напівфабрикату.

#### **2.4 Математично-статистичне оброблення результатів досліджень**

Методами статистичної обробки результатів експерименту називаються математичні прийоми, формули, способи кількісних розрахунків, з допомогою яких показники, одержувані під час експерименту, можна узагальнювати, наводити на систему, виявляючи приховані у яких закономірності. Йдеться про такі закономірності статистичного характеру, які існують між досліджуваними в експерименті змінними величинами.

Середнє арифметичне результатів експериментів обраховували за формулою:

$$y = \frac{\sum_{k=1}^n y_k}{n}, \quad (2.15)$$

де  $y_k$  – результат окремого досліджу;

$n$  – число повторень експерименту.

Відхилення одиничного результату від середнього арифметичного:

$$\Delta y_k = y_k - y, \quad (2.16)$$

З метою оптимізації параметрів процесу в технологічному плані та отримання продукції найвищої якості встановлено математичну модель залежності множинних показників готової продукції за допомогою ПФЕ2<sup>2</sup> досліджено зміну цих параметрів з параметрами процесу в технологічній карті процесу.

Рівняння 2.17 плану ПФЕ  $2^2$  [56] має такий вигляд :

$$Y = A_0 + a_1 \cdot x_1 + a_2 \cdot x_2 + a_3 \cdot x_1 \cdot x_2, \quad (2.17)$$

де  $A_0$  – середнє значення функції в дослідженнях;

$a_1, a_2, a_3$  – коефіцієнти вагомості 1-го  $C_1$  і 2-го  $C_2$  фактору, і взаємодія першого та другого факторів відповідно.

Коефіцієнти рівняння регресії визначаються за формулами 2.18-2.21:

$$A_0 = \frac{\sum Y_{i_n}}{N} \quad (2.18)$$

$$a_1 = \frac{\sum X_1 \cdot Y_{i_n}}{N} \quad (2.19)$$

$$a_2 = \frac{\sum X_2 \cdot Y_{i_n}}{N} \quad (2.20)$$

$$a_3 = \frac{\sum X_1 X_2 \cdot Y_{i_n}}{N} \quad (2.21)$$

де  $Y_i$  – вага  $i$ -того параметра у  $n$ -ному дослідженні;

$x_1, x_2$  – фактори  $C_1, C_2$ ;

$N$  – Кількість запланованих експериментів в ПФЕ  $2^2$ ,  $N = 4$  [38].

Також для графічного та статистичного оформлення отриманих результатів в ході досліджень використовувались MS Word, Excel.

## РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 3.1 Порівняльна характеристика хімічного складу досліджуваної колагенвмісної сировини

Відповідно до завдань роботи досліджували та оцінювали хімічний склад та біологічну уцінність вихідної сировини для оцінки можливості її використання, для білкової добавки із підвищеними функціональними властивостями, здатну виконувати роль аналогів харчових волокон, що мають високу сорбційну здатність щодо антиаліментарних факторів харчування.

Наявна інформація про хімічний склад вторинних продуктів забою сільськогосподарських тварин показує, що сировина, яка містить колаген, характеризується багатокомпонентним складом.

Для оцінки потенційної можливості використання субпродуктів при виготовленні колагенового наповнювача було взято яловичі легені та м'ясообрізь ВРХ.[57]

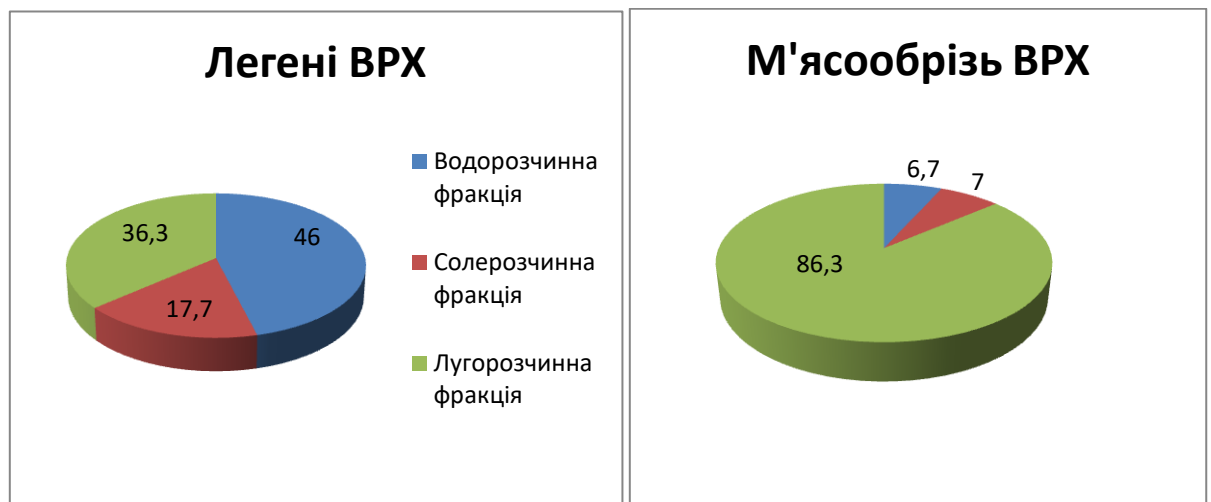


Рис. 3.1 Порівняльна характеристика співвідношення білкових фракцій

Визначення фракційного складу відображає, що основною у складі білків є лугорозчинна фракція (рис. 3.1). Найвищий її вміст зазначено у продуктах жилювання м'яса (ВРХ). Лугорозчинна фракція представлена в основному сполучнотканинними білками, головним чином, колагеном, який відповідно до завдання роботи піддавали біотехнологічній обробці.

Порівняльний аналіз складу сировини, що містить колаген, показує, що найбільш підходящою сировиною для виготовлення колагенового збагачувача у найбільшій мірі задовольняє м'ясообрізь ВРХ, що містить високу масову частку загального білка (31,7%), у тому числі лугорозчинного (86,3%).

Таблиця 3.1

Амінокислотний склад колагенвмісної сировини

Амінокислоти	Легені ВРХ		М'ясообрізь ВРХ	
	мг/100г білку	СКОР, %	мг/100г білку	СКОР, %
Гліцин	9,6		24,73	
Аланін	6,5		9,09	
Валін	5,6	112	4,32	86,40
Лейцин	8,6	122,86	4,58	65,43
Ізолейцин	3,7	92,5	2,24	60,5
Серин	5,3		3,67	
Треонін	4,8	120	2,51	62,75
Метионін	2,0	57,14	0,63	18,00
Фенілаланін	5,7	95	2,96	
Тирозин	3,5		1,05	1,5
Лізин	6,3	114,52	2,15	39,09
Аргінін	6,5		7,37	
Гістидин	3,7		0,71	
Аспаргінова кислота	5,4		6,04	
Глутамінова кислота	12,3		12,80	
Пролін	7,6		12,94	

Відмінності в амінокислотному складі навряд чи обумовлені типами колагену, якими представлені досліджувані об'єкти, тому що вони утворені, в основному, колагеном II типу, що переважає у всіх тканинах, що розтягують (зв'язки, легені). Відмінність пов'язана з наявністю в їх структурі білків не колагенової природи, що особливо виражено у зразках легенів.

Відсутність триптофану, низькі масові частки метіоніну та тирозину свідчать про високий вміст колагену в тканинах відходів жилювання.

Слід також відзначити відмінності у вмісті незамінних амінокислот. Продукти жилювання м'ясної сировини великої рогатої худоби лімітовані за всіма

незамінними амінокислотами, у той час як яловичі легені тільки по трьох, що говорить на користь їх використання як самостійний харчовий продукт.

### **3.2 Вибір ферментного препарату**

Застосування біотехнологій - це один із важливих напрямів науково-технічного прогресу, що швидко розвивається. Технологія базується на промисловому застосуванні природних живих систем (перш за все, мікроорганізмів). Промислове вирощування мікроорганізмів, рослинних і тваринних клітин використовують для одержання багатьох цінних сполук — ферментів, гормонів, амінокислот, вітамінів, антибіотиків, метанолу, органічних кислот (оцтової, лимонної, молочної) тощо.

При підборі протеолітичного ферментного препарату для використання велике значення має його специфічність до гідролізу тих чи інших, білків м'ясної сировини, відомих своєю багатоконпонентністю та відмінністю функцій. Також керувалися такими принципами: простота застосування, доступність, можливість використання при близькому до сировини рН, активність по відношенню до колагену.

Для покращення якісних характеристик низькосортної сировини здійснювали її біотехнологічну обробку ферментним препаратом STABICOL (ТОВ «ПРІОРІТІ ІНТЕРНЕСЕНЛ»).

Робочій розчин готували шляхом розведення концентрату ферментного препарату в очищеній воді з часткою ферменту 0,01; 0,025 та 0,05%.

Розчин ферментного препарату, що містить 0,01; 0,025 та 0,05% Стабіколу, готують у ємності з мішалкою в наступній послідовності (з розрахунку на 100 кг колегеновмісної сировини): спочатку в ємність заливають 200 л води питної, потім при перемішуванні додають 0,01; 0,025; 0,05кг концентрату ферментного препарату відповідно. Перемішування здійснюють до повного розчинення ферментного препарату у воді.

### 3.3 Модифікація колагеновмісної сировини

Функціональні властивості колагенових білків стосовно технології харчових продуктів багато в чому залежать від їх структури. У звичайному стані колагенові волокна мають низькі функціональні властивості, що обумовлено низькою доступністю функціональних груп, гідрофільних ділянок, активних центрів. У той же час, відомо, що, наприклад, сильно дезагредовані колагенові фракції, наприклад, желатин, хоч і мають здатність набухати і утворювати колодні фракції, недостатньо добре утримують вологу, порівняно з колагеновими фракціями вищого масового порядку.

Мета обробки - цілеспрямована деструкція сполучної тканини, зміна її фракційного складу, підвищення технологічної функціональності.

Білковий збагачувач отримували в такий спосіб. Підготовлену сировину подрібнювали на вовчку з діаметром отворів решітки 6-8 мм та склали колагеномістку композицію. Для отримання білкового збагачувача використовували колагеновмісну сировину м'ясної промисловості – м'ясну обрізь з великим включенням сполучної тканини та субпродукти другої категорії – легені у співвідношенні 1:1.

Подрібнену сполучну тканину піддавали гідролізу розчином STABICOL SKIN, умови гідролізу ( $t=18\pm 2^{\circ}\text{C}$ , гідромодуль 1:1,5).

Ферментативну обробку здійснювали наступною концентрацією розчину: 0,01; 0,025 та 0,05%, протягом 6-ти та 12-ти годин. Біомодифіковану масу звільняли від залишків розчину та піддавали тонкому подрібненню на кутері.

Необхідно відмітити, що найбільші зміни структури, які спостерігаються візуально, відбулися з зразками, обробленими ферментним розчином STABICOL SKIN, концентрацією 0,025% як при 6-ти, так і при 12-ти годинній обробці.

Вміст вологи в даних зразках вище ніж в інших.

Показники вмісту білку та вологи отримані при дослідженні продуктів ферментативної обробки наведені в таблиці 3.2.

Варіанти ферментативної обробки представлені наступним чином, де числа 0,01; 0.025; 0.05% – концентрація ферментного розчину, а 6; 12год – тривалість ферментативної обробки.

Таблиця 3.2

Вплив ферментативної обробки на зміни кількості білку і вологи в досліджуваних системах

Показники	Контроль	Варіанти ферментативної обробки,%/Год					
		0,01/6	0,025/6	0,05/6	0,01/12	0,025/12	0,05/12
Вміст білку	16,76 ±0,5	13,86 ±0,43	13,91 ±0,43	13,95 ±0,43	13,64 ±0,45	13,75 ±0,45	13,86 ±0,45
Втрати білку	-	2,89 ±0,07	2,85 ±0,07	2,81 ±0,07	3,12 ±0,05	3,01 ±0,05	2,89 ±0,055
Вміст вологи	69,275 ±2,04	69,555 ±2,05	71,1975 ±2,1	72,84 ±2,14	73,295 ±2,16	74,13 ±2,2	74,965 ±2,24

Втрати білкових речовин для всіх зразків при концентрації препарату 0,01 % незалежно від тривалості обробки були невеликими і становили 0,01 / 6 - 2,89 % і 0,01 / 12 - 2,99 %. Збільшення концентрації ферментного препарату призводило до посилення деструктивних змін колагенових волокон та м'язових білків і досягало максимуму при концентрації ферменту 0,025 і 0,05 % за рахунок проникнення вглиб білку та додаткового гідролізу колагену. В результаті відбувався розпад білку, він переходив в рідку фракцію і вимивався з просторової сітки.

Для даного продукту ферментативної обробки наявність в складі фаршу такого виду сировини як легені супроводжується збільшення масової частки вологи. В складі м'ясообрізі ВРХ, крім м'язових білків, є рихла сполучна тканина (жирова), що піддається набуханню та гідролізу. Слід зазначити, що були характерні мінімальні втрати водорозчинного білка незалежно від параметрів обробки.

Як свідчать результати вивчення впливу параметрів ферментативної обробки на вологість та втрати білкових речовин у зразках, динаміка зміни

досліджуваних параметрів має нелінійний характер, що, можливо, пов'язано з особливістю структури та кількості колагену в кожному типі сировини.

В представлених зразках з 6-годинною обробкою значення вологозв'язуючої здатності (рис. 3.2) було вищим, ніж при дванадцятигодинній обробці, що можна пояснити вищим ступенем гідролізу колагену.

Результати зміни вологозв'язуючої властивості дослідних зразків представлені на рис. 3.2.

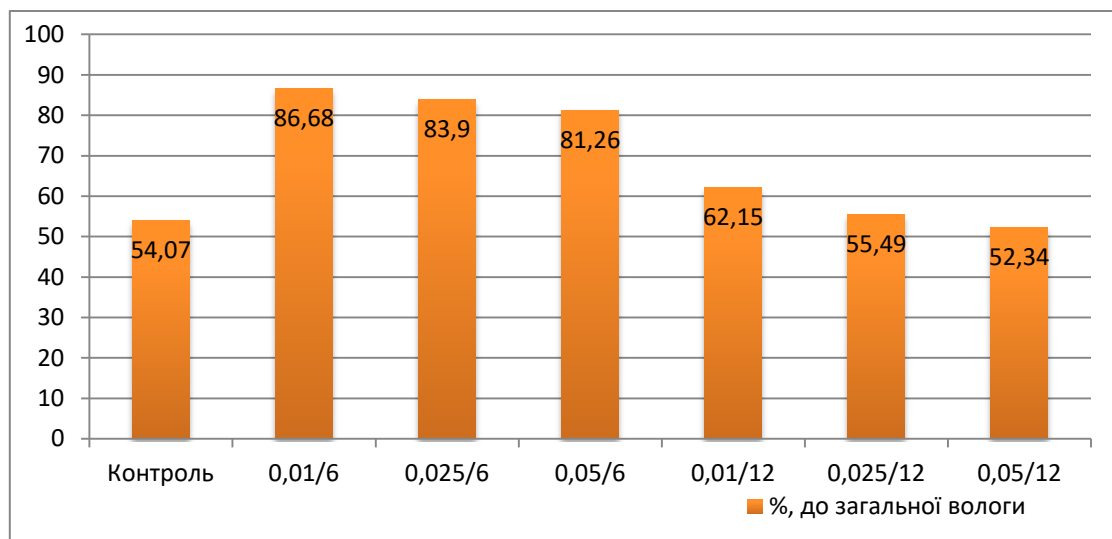


Рис. 3.2 Вологозв'язуюча здатність продуктів ферментативної обробки (% до загальної вологи)

Для всіх зразків значення вологозв'язуючої здатності було вищим при шестигодинній обробці, ніж при дванадцятигодинній обробці, що можна пояснити ступенем гідролізу колагену. На підставі представлених результатів дослідження було вибрано оптимальні режими обробки субпродуктів, з урахуванням втрат білка та зміни функціонально-технологічних властивостей сировини - 6 годин з концентрацією ферментного препарату 0,025%.

Представлена біомодифікація низькосортної сировини сприяє збільшенню вологозв'язуючої здатності композиції.

Амінокислотний склад сировини після біотехнологічної обробки, мг/100мг

Амінокислоти	Контроль		Зразок 0,025/6		Зразок 0,025/12	
	К-ть, мг	%	К-ть, мг	%	К-ть, мг	%
Лізін	0,8701	8,30	0,7952	8,25	0,7440	7,77
Гістидин	0,3095	2,95	0,2394	2,48	0,2154	2,25
Аргінін	0,7806	7,44	0,7308	7,58	0,8091	8,45
Асп. Кисл.	0,7493	7,14	0,7365	7,64	0,7376	7,70
Треонін	0,4820	4,60	0,4557	4,73	0,4232	4,42
Серин	0,4797	4,57	0,4251	4,41	0,4223	4,41
Глут. Кисл.	1,5940	15,20	1,6391	16,99	1,5868	16,57
Пролін	0,7799	7,44	0,6708	6,96	0,7724	8,06
Гліцин	0,8365	7,98	0,7966	8,26	0,8552	8,93
Аланін	0,9065	8,64	0,8109	8,41	0,8934	9,33
Цистин	0,0783	0,75	0,0770	0,80	0,0930	0,97
Валін	0,3727	3,55	0,3335	3,46	0,2979	3,11
Метионін	0,1283	1,22	0,1199	1,24	0,0693	0,72
Ізолейцин	0,3206	3,06	0,3401	3,53	0,2953	3,08
Лейцин	0,9685	9,24	0,8032	8,33	0,7352	7,68
Тирорин	0,3426	3,27	0,2711	2,81	0,2479	2,59
Фенілаланін	0,4885	4,66	0,3996	4,14	0,3802	3,97
<b>Сумма</b>	<b>10,4874</b>	<b>100,00</b>	<b>9,6444</b>	<b>100,00</b>	<b>9,5781</b>	<b>100,00</b>

Амінокислотний склад (табл. 3.3), який характеризується високим вмістом гліцину, проліну та глютамінової кислоти, дозволяє зробити висновок, що отримана субстанція є продуктом гідролізу колагену.

### 3.3.1 Структурні зміни сполучної тканини за умов обробки STABICOL

Для дослідження впливу ферментного препарату та характеру зміни мікроструктури сполучної тканини аналізували фіксовані та пофарбовані зразки фрагмента сполучної тканини до та у процесі ферментативної обробки.

Вирішальною перевагою такої методики є пряме візуальне уявлення досліджуваних структур. Крім того, методи структурного аналізу характеризуються високим ступенем об'єктивності, дозволяють наочно визначити як якісні характеристики самої сировини, так і їх зміни під дією ферментного

препарату. Проведені структурні дослідження сполучнотканинної фракції дозволили встановити особливості впливу ферментного препарату STABICOL SKIN на структуру сполучнотканинних елементів та виявити динаміку їх розкладання.

На рис.3.3 ми можемо спостерігати зміни при обробці ферментним препаратом в низькосортній сировині. Використовували легені ВРХ та м'ясу обрізь з великим включенням сполучної тканини у співвідношенні 1:1.



Рис. 3.3 – Зміни при обробці ферментним препаратом Stabicol. Зразок: а) до ферментативної обробки; б) після 6 годин обробки; в) після 12 годин обробки; г) після 24 годин обробки

Структурний аналіз в процесі ферментативної обробки дозволяє більш чітко і точно спостерігати досить активну дію ферментного препарату на сполучнотканинні волокна.

### 3.3.2 Технологія приготування біомодифікованої сировини

На підставі проведених досліджень запропоновано схему отримання цільового продукту, здатного виконувати роль колагеновмісної білкової добавки у технології харчових продуктів (рис. 3.4).

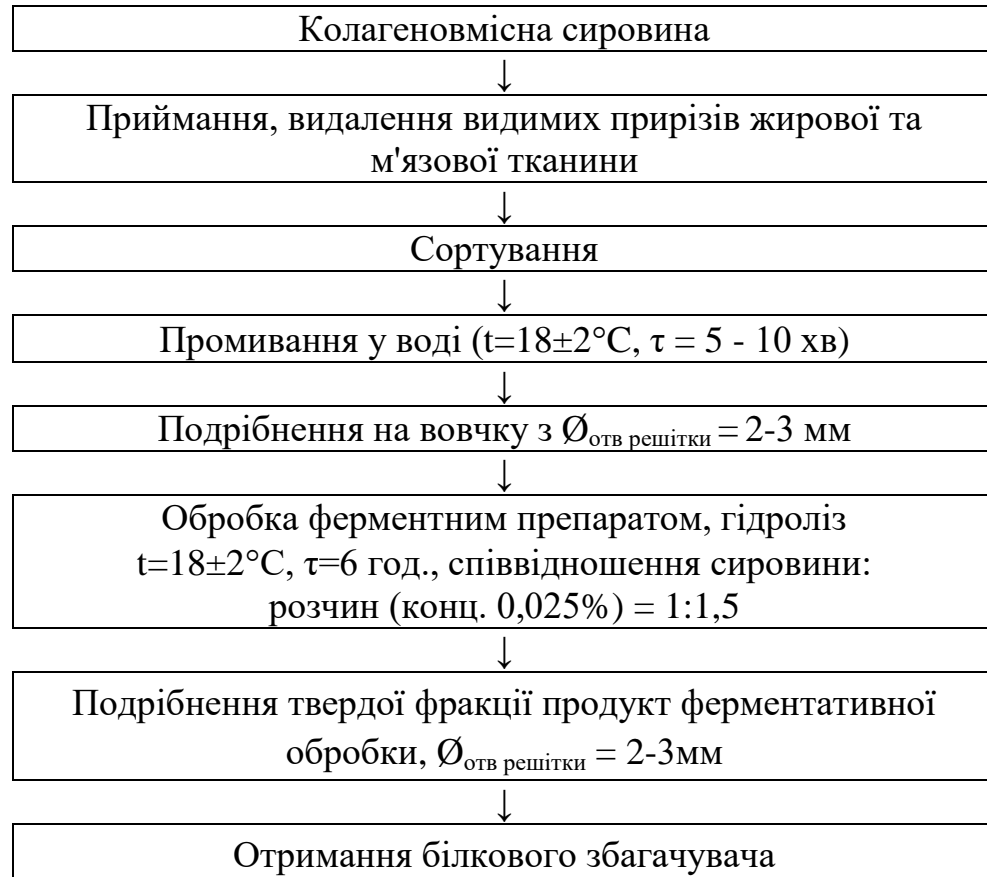


Рис. 3.4 Технологічна схема виготовлення білкової добавки

Представлена біомодифікація низькосортної сировини сприяє покращенню її функціонально-технологічних властивостей. Зміна характеру взаємозв'язку білку, жиру та води сприяє збільшенню вологозв'язуючої, волого- та жирутримуючої здібностей для кожного виду сировини, що модифікується.

Білковий збагачувач на основі субпродуктів, що пройшли біотехнологічну обробку, вводять у фарш напівфабрикатів подрібненим, або у вигляді білково-жирової емульсії.[60]

### 3.3.3 Приготування білково-жирової емульсії з використанням колагеновмісної білкової добавки

Основними перевагами білково-жирових емульсій є можливість ефективного використання м'ясної сировини з низькими функціонально-технологічними властивостями, позитивний вплив на структурно-механічні показники, величину виходу готової продукції та економічний фактор.

Білково-жирову емульсію (БЖЕ) готували, вносячи в куттер наступні компоненти: крижану воду в співвідношенні 1:1 від маси білкового збагачувача, кунжутну олію, в кількості 25% від маси білкового збагачувача та куттерували ще 4 хв.

На основі проведених дослідів розроблено технологію приготування білково-жирової емульсії з використанням біомодифікованої сировини (рис. 3.5).

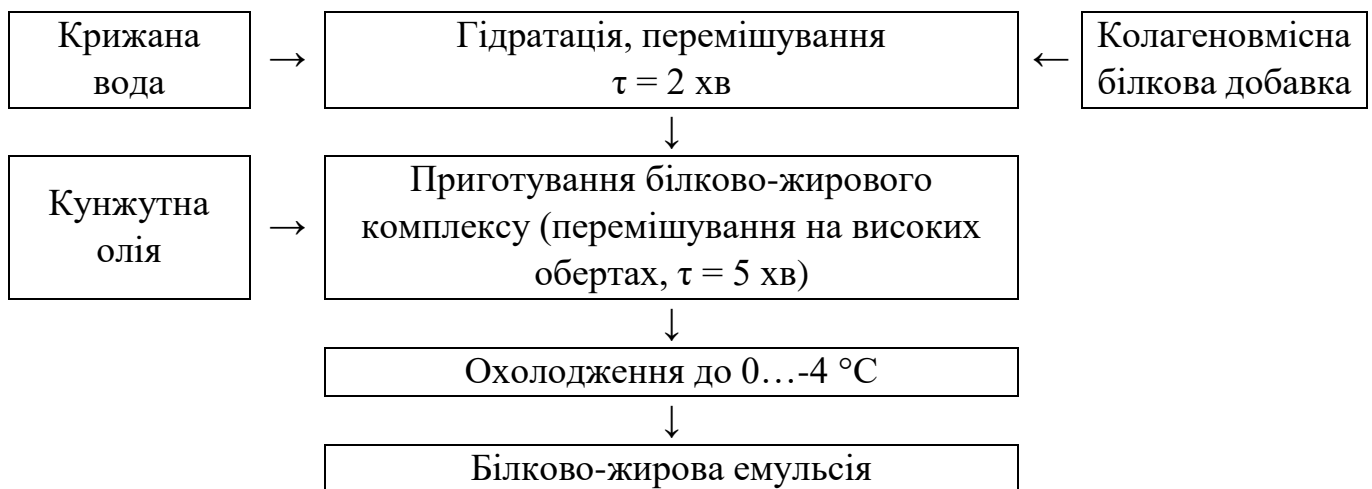


Рис.3.5 Технологічна схема приготування білково-жирової емульсії з використанням біомодифікованої сировини

### 3.4 Рецептúra приготування посічених напівфабрикатів із застосуванням біомодифікованої сировини

Сучасні досягнення науки про харчування, хімію їжі та харчової біотехнології дозволили виробити та ефективно використати різні інженерні рішення, що базуються на принципах комбінаторики з ефектом взаємозбагачення

потреб організму у необхідних речовинах з урахуванням технологічної функціональності.

Враховуючи, що білок переважної більшості джерел рослинного, а в ряді випадків і тваринного походження лімітований за вмістом однієї або більше незамінних амінокислот, надзвичайно важливо при створенні нових повноцінних продуктів забезпечити комбінування сировинних джерел таким чином, щоб елементи, що містяться в них, взаємно доповнювали один одного.

В якості об'єктів дослідження було вибрано: свинину напівжирну та курятину, з заміною м'ясної сировини в досліджуваних напівфабрикатах на білково-жирову емульсію та ферментований фарш з колагенвмісної білкової сировини.

Проведені дослідження дозволили розробити технічні рішення щодо застосування біомодифікованого колагену у технології посічених напівфабрикатів.[1,61]

Результати моделювання рецептури представлені в табл. 3.4

Таблиця 3.4

Рецептури досліджуваних виробів

Вид сировини	Норма закладки на 100кг сировини, %						
	Контроль	Зразок 6.1	Зразок 6.2	Зразок 6.3	Зразок 12.1	Зразок 12.2	Зразок 12.3
Свинина	50	45	40	40	45	40	40
Курятина	15	25	25	20	25	25	20
Емульсія	-	10	15	-	10	15	-
Ферментований фарш	-	-	-	20	-	-	20
Необроблені субпродукти	15	-	-	-	-	-	-
Яйця	3	3	3	3	3	3	3
Цибуля	5	5	5	5	5	5	5
Хліб	7	7	7	7	7	7	7
Паніровочні сухарі	3	3	3	3	3	3	3
Сіль поварена харчова	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
Спеції	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3

З метою виявлення змін харчової цінності, фізико-хімічних і функціонально-технологічних показників, досліджено властивості модельних м'ясних систем з заміною м'ясної сировини 10-20%.

Таблиця 3.5

Якісні показники досліджуваних фаршів

Показники	Значення показника						
	Контроль	Зразок 6.1	Зразок 6.2	Зразок 6.3	Зразок 12.1	Зразок 12.2	Зразок 12.3
Волога, %	58,96	62,45	63,19	61,92	59,15	59,77	58,63
Білок, %	16,93	16,73	16,55	16,10	16,43	16,33	15,94
Жир, %	15,61	16,22	16,72	17,43	16,17	16,55	17,15
pH	6,45	6,42	6,4	6,4	6,35	6,33	6,28
ВЗЗ, % до загальної вологи	61,22	68,14	71,50	69,73	62,57	61,34	58,49
ЖУЗ, % до загальної вологи	53,36	58,22	61,13	62,86	57,95	60,84	61,16

З даних, які наведено в таблиці 3.5 можна зробити висновок, що внесення колагеновмісного білкового збагачувача у вигляді емульсії до складу рецептур посічених напівфабрикатів сприяє збільшенню вологозв'язуючої здатності та вмісту вологи розроблених фаршевих систем.

Вміст білку та вологи у зразках з шестигодинною обробкою більше ніж при дванадцятигодинній обробці, з чого можна зробити висновок, що подальші досліді доцільно проводити над зразками з шестигодинною обробкою ферментним препаратом.

При створенні харчових збагачувачів фаршових систем важливо оцінити їх такі функціональні властивості, як ВЗЗ або ВУЗ.

Здатність до набухання харчових волокон (ХВ), до яких належить отриманий білкових збагачувач, обумовлені значною площею їх макромолекул, а також наявністю полярних груп. Важлива функціональна властивість ХВ — здатність емульгувати жир у дисперсійній системі типу масло-вода.

Як об'єкт дослідження було взято м'ясний фарш на основі свинині напівжирної та курятини масової часток заміни в них основної сировини на

ферментовану сировину та білкову емульсію з використанням ферментованої сировини в кількості 10-20 %.

Серед великої кількості технологічних факторів, що зумовлюють якість м'ясних виробів, важливе значення мають функціонально-технологічні властивості, оскільки вони формують зовнішній вигляд, консистенцію готового продукту.

ВЗЗ є одним із найважливіших показників сирого фаршу м'ясних виробів. В результаті колоїдно- та фізико-хімічних змін, що відбуваються в процесі термічної обробки, частина води і жиру, пов'язані з сирим фаршем, визначаються у вигляді втрат маси. У складі фаршу залишається утримана волога, кількість якої характеризується відповідною ВУЗ. При цьому ВУЗ характеризує вміст вологи у фарші та кількість вологи, що відокремилася у процесі теплової обробки. Цей показник тісно пов'язаний із виходом готової продукції.

Графічна інтерпретація закономірності змін ВЗЗ(рис. 3.6) та ВУЗ(рис. 3.7) показує, що при введенні у фарш білкового збагачувача в кількості 15% замість основної сировини є оптимальним рішенням, що дозволяє підвищити ступінь зв'язування та утримування вологи.

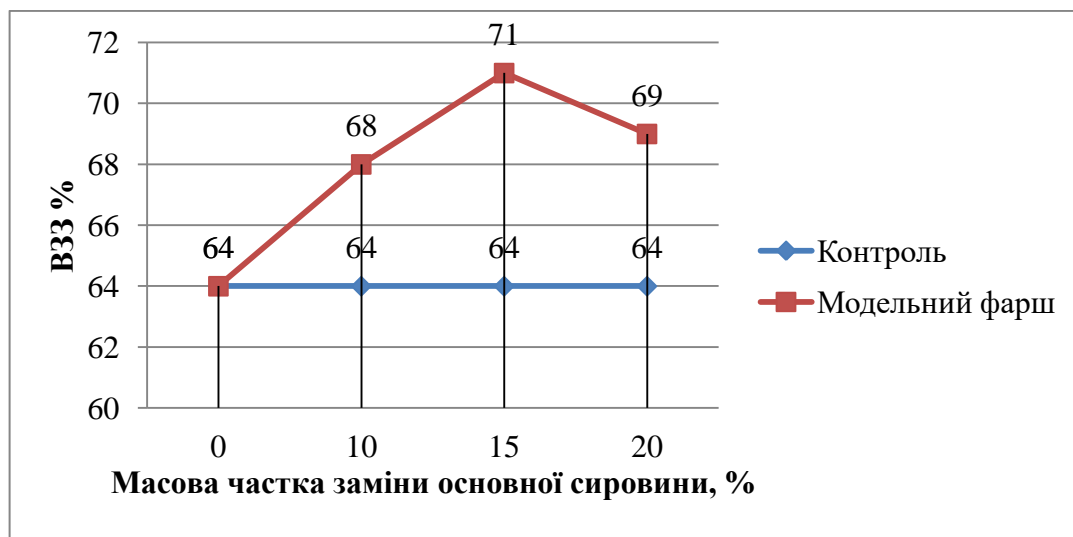


Рис. 3.6 Залежність ВЗЗ від масової частки заміни сировини у м'ясному фарші на колагеновмісну білкову добавку

Збільшення ВУЗ фаршу в зразку з заміщенням м'ясної сировини на 15% можна пояснити кращим ступенем гідратації колагену та хорошою стабільністю емульсії.

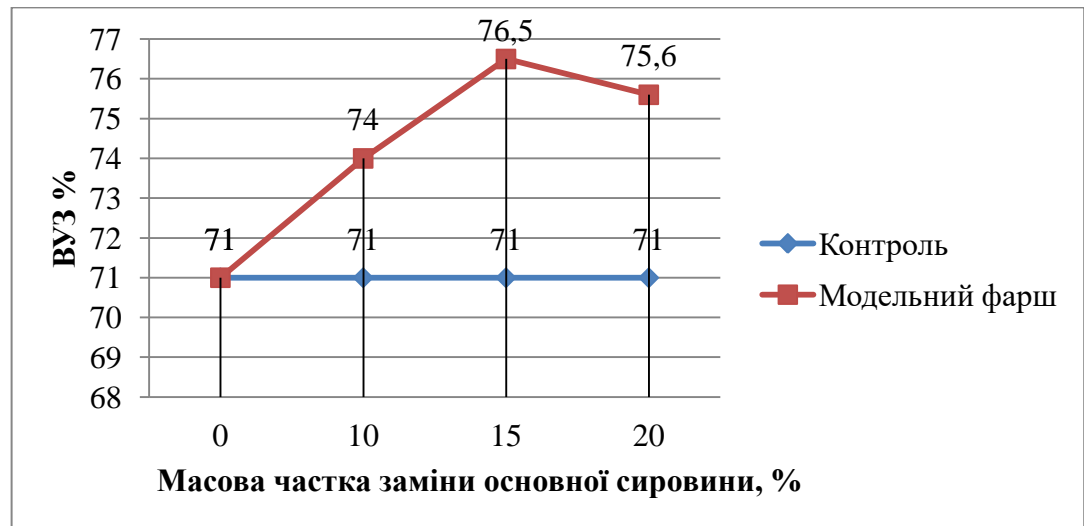


Рис. 3.7 Залежність ВУЗ від масової частки заміни сировини в м'ясному фарші на колагеновмісну білкову добавку

Збільшення ВУЗ фаршу з додаванням колагеновмісної білкової добавки можна пояснити тим, що в процесі теплової обробки відбувається клейстеризація та набухання його складових частин, утворюється колоїдна система.

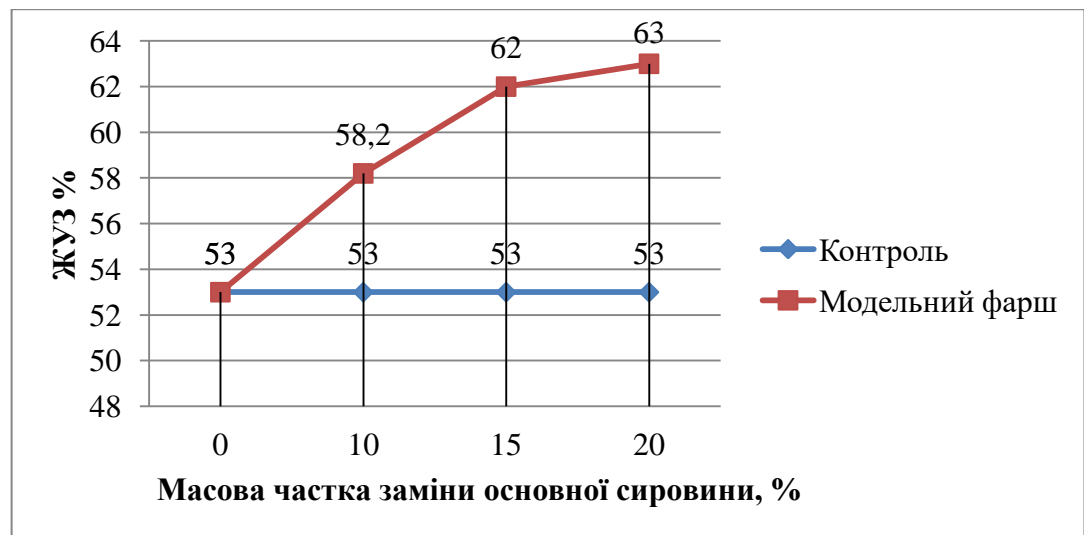


Рис. 3.8 Залежність ЖУЗ від масової частки заміни сировини в м'ясному фарші на колагеновмісну білкову добавку

Зі зростанням масової частки білкової добавки у модельних фаршах спостерігається зростання ЖУЗ. Отримані залежності можуть успішно використовуватися в технології м'ясних виробів, що містять велику масову частку жиру.

Таким чином, модельні фарші з різною масовою часткою модифікованої сировини мають різноманітні функціональні властивості, які в більшості випадків перевершують аналогічні показники контрольних зразків і певною мірою піддаються цілеспрямованому регулюванню. В результаті цього можливо підібрати такі комбінації сировинних інгредієнтів, які максимально дозволять зберегти традиційні органолептичні характеристики м'ясних продуктів.

При дослідженні текстурних показників ферментованого фаршу (на аналізаторі текстури Brookfield DV-II+ Pro) судили про їхню міцність за величиною напруги зсуву в момент розриву суцільності у порівнянні з контрольним зразком.

Прикладене навантаження, створюване аналізатором, деформує випробуваний зразок. Також здійснюється вимірювання значення величини цього навантаження. Обробка одержаних експериментальних даних здійснюється за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення Texture PRO CT. Система в реальному часі реєструє значення навантаження, необхідної для занурення індентора на задану глибину, і залежно від настройок оператора виводяться у табличному чи графічному вигляді.

Дослідженню піддали три зразки фаршевої системи – контрольний зразок та два зразки з терміном ферментації 6 та 12 годин, концентрація розчину ферментного препарату 0,025%.

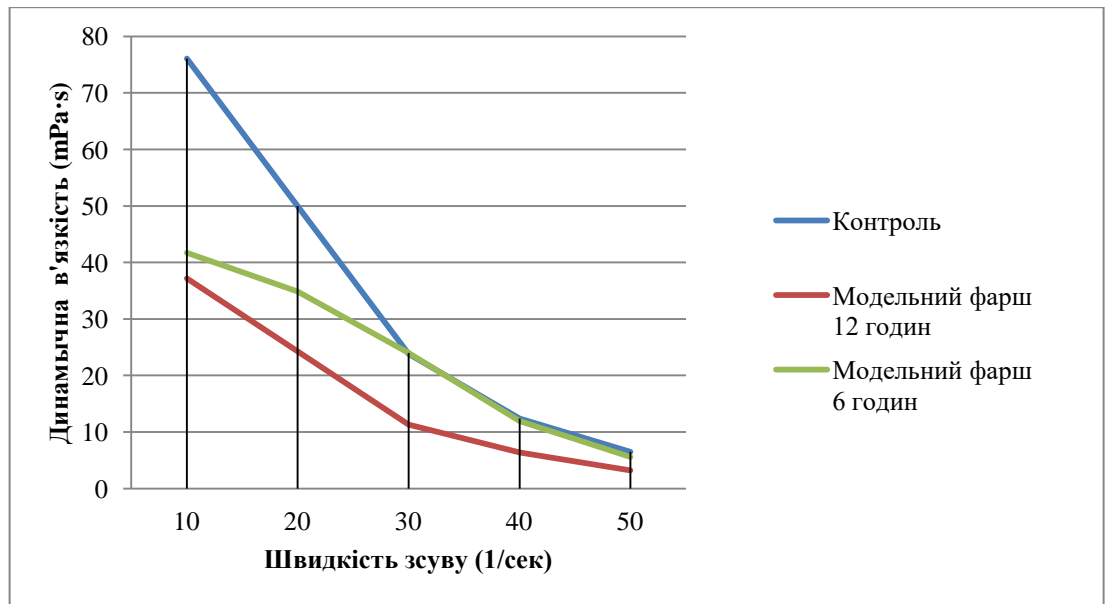


Рис.3.9 Показники пластичності дослідних зразків

Як видно з даних мал. 3.9, розроблені зразки характеризувалися низькими показниками пружності, порівняно з контрольним зразком, пружність якого була кращою. Незважаючи на знижені показники пружності, інші текстурні показники експериментальних зразків були порівняні з показниками контрольного.

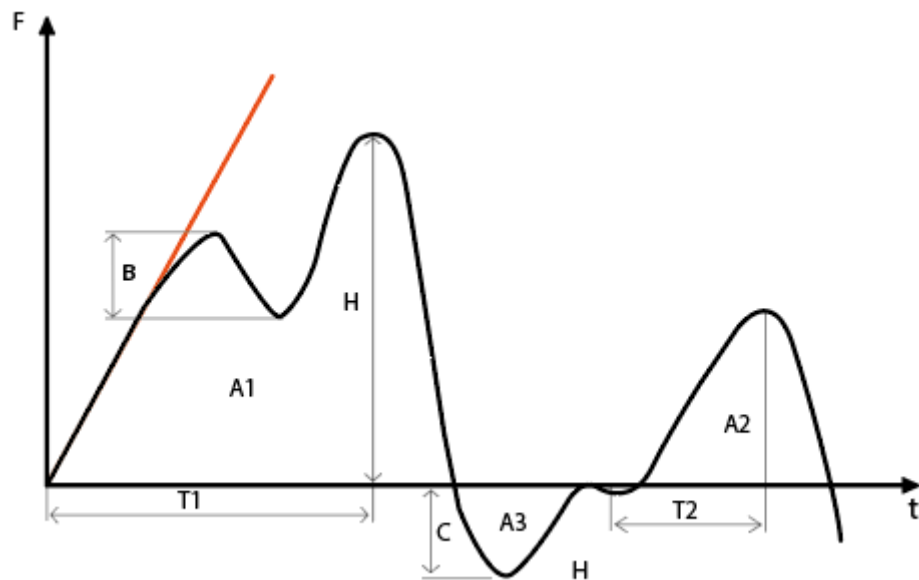


Рис. 3.10 Деформаційна крива дослідних зразків. Де F- напруження зсуву, а t – швидкість зсуву.

На рис.3.10 Приклад деформаційної кривої, отриманої на аналізаторі текстури СТ 3 Brookfield DV-II+ Pro.

З малюнка 3.9 видно, що зусилля, необхідне для продавлювання зразка, збільшується до певної межі В. Після чого нахил кривої зменшується і зусилля досягає практично постійного значення (плато) Н поки що не відбувається продавлювання поверхні (порушення суцільності виробу). У цей момент на кривій відзначається перелом (Peak Positive Force – позитивний пік сили). Значення сили, прикладеної на одиницю площі, приймалося за величину міцності напівфабрикату. Після досягнення заданої глибини занурення (на представленому графіку цей момент збігається з досягненням позитивного піку) починається рух індентора у зворотний бік. Величина зусилля приймає негативне значення рахунок сил адгезійної взаємодії поверхні індентора і зразка, які перешкоджають його підняттю. При цьому у певний момент (негативний пік сили) розривні зусилля перевищують величину адгезійних сил та відбувається відрив індентора від поверхні зразка.

### **3.5 Визначення органолептичних характеристик вдосконаленого продукту**

Допустиму частку білкового збагачувача в рецептурі посічених напівфабрикатів обирали за результатами органолептичної оцінки готових виробів, результати представлено в таблиці 3.6.

Зовнішній вигляд посічених напівфабрикатів з додаванням колагенвмісної білкової добавки до термічної обробки наведено на рис. 3.11.



Рис. 3.11 Зовнішній вигляд напівфабрикатів вироблених за розробленими рецептурами рецептурами(табл. 3.4)

Посічені на півфабрикати з заміною частки м'ясної сировини на колагенвмісний білковий збагачувач після термічної обробки представлені на рис. 3.12.



Рис. 3.12 Дослідні зразки напівфабрикатів після термічної обробки (смаження).

Приготовані зразки котлет оцінювали за органолептичними показниками з використанням п'ятибальної шкали профільним методом, а також виразили графічно у вигляді профілограм. Перевагою органолептичної оцінки як методу аналізу якості продукції є можливість щодо швидкого та одночасного виявлення комплексу таких властивостей продукту як зовнішній вигляд, колір на розрізі, аромат, смак, консистенція.

Оцінка дослідних зразків представлена в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6

Оцінка органолептичних показників посічених напівфабрикатів з використанням колагенвмісної білкової добавки

№ п/п	Найменування виробу	Середня оцінка досліджуваного виробу					Загальна оцінка
		Зовнішній вигляд	Запах	Смак	Колір	Консистенція	
1	Посічені напівфабрикати контрольний зразок	4	3,7	3,8	4	4,1	3,9
2	Посічені напівфабрикати з часткою заміни м'ясної сировини на 10% емульсії.	4,5	4	4,2	3,7	4,5	4,2
3	Посічені напівфабрикати з часткою заміни м'ясної сировини на 15% емульсії.	4,5	4	4,5	3,9	4,6	4,3
4	Посічені напівфабрикати з часткою заміни м'ясної сировини на 20% біомодифікованої сировини.	4,2	4	3,8	3,5	4,5	4

Бальна оцінка готових виробів, усереднена за органолептичними показниками (консистенції, кольору та смаку), для контрольного виробу склала 3,9, для експериментальних від 4 до 4,3. Фаворитом було обрано зразок 6.2 з масовою часткою заміни м'ясної сировини на 15% емульсії.

Профілограми органолептичних показників посічених напівфабрикатів наведено на рисунках 3.13-3.15.

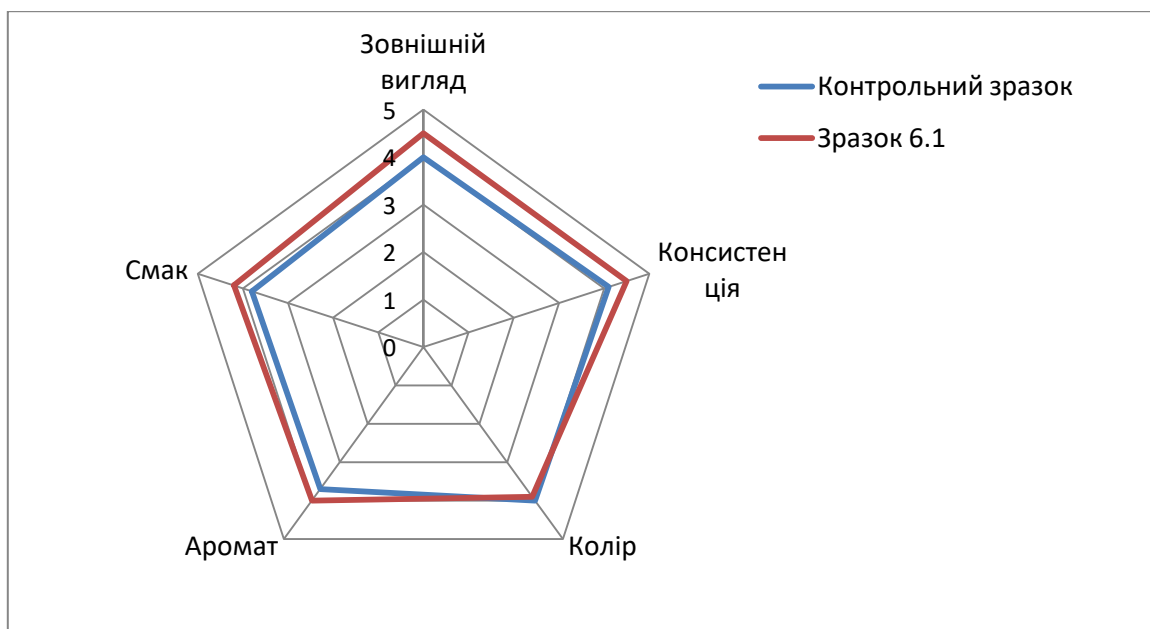


Рис. 3.13 Профілограма залежності органолептичних показників посічених напівфабрикатів

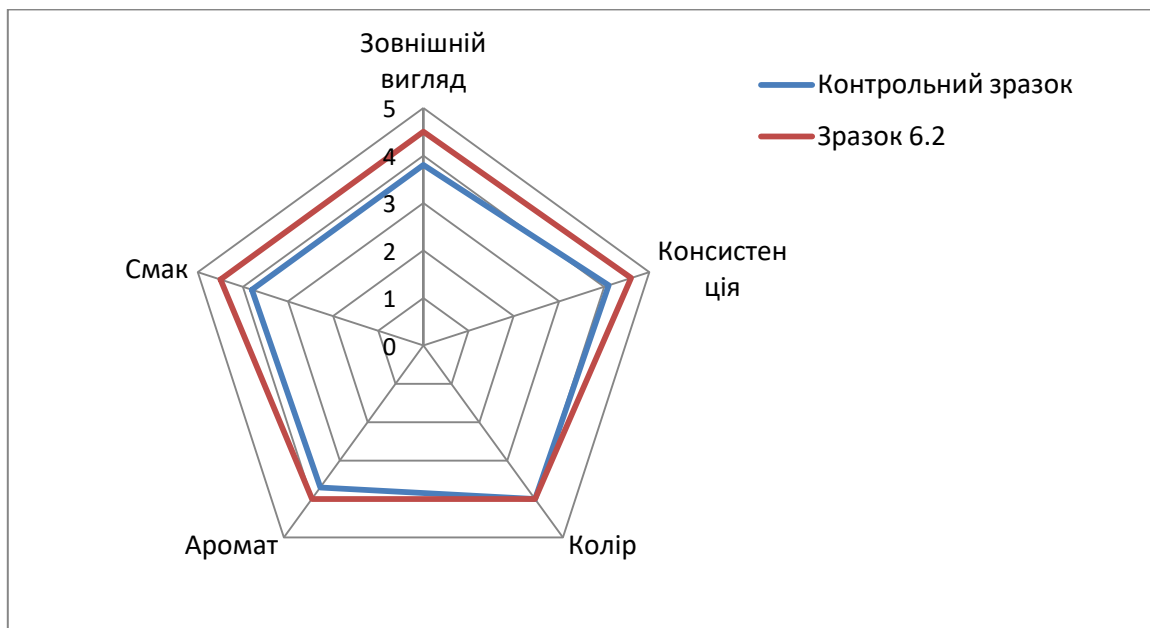


Рис. 3.14 Профілограма залежності органолептичних показників посічених напівфабрикатів

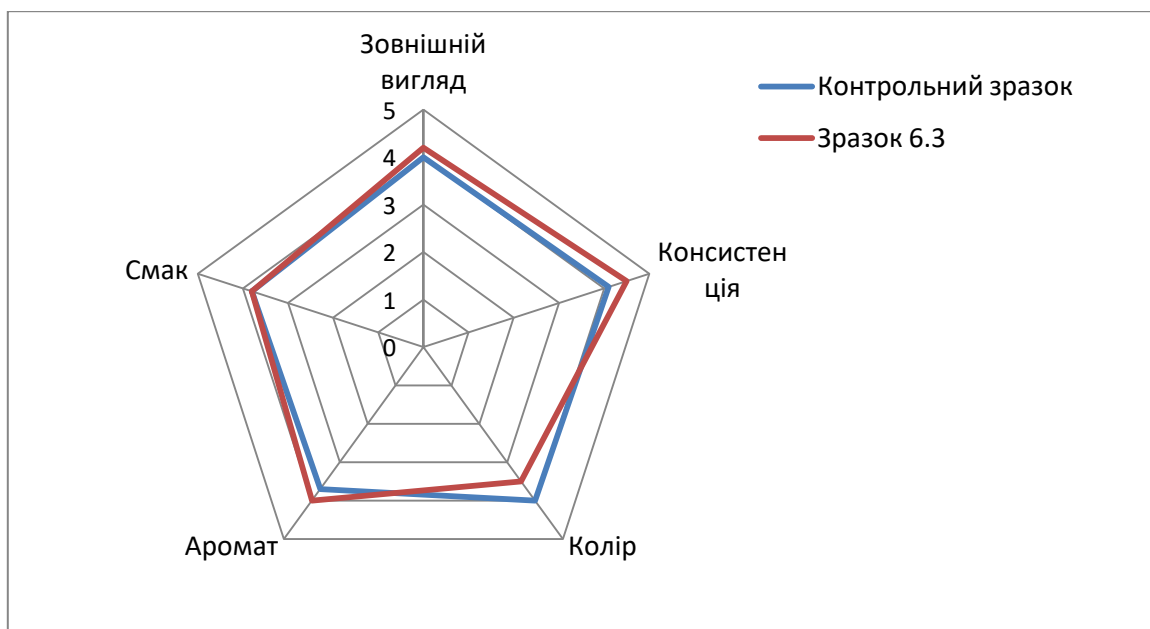


Рис. 3.15 Профілограма залежності органолептичних показників посічених напівфабрикатів

Аналізуючи дані профілограм рис. 3.13, 3.14, 3.15 можна сказати, що дослідні зразки приготованих напівфабрикатів за органолептичними показниками не поступалися контрольному виробу. Дегустаційна комісія дала високу оцінку всім споживчим якостям котлет з додаванням ферментованої сировини, крім кольору. Кращим виявився зразок 6.2, він був більш соковитим та мав пружну консистенцію. Низька оцінка кольору на зрізі дослідних котлет пояснюється недостатньою кількістю пігментоутворюючих речовин і зумовлює використання натуральних харчових барвників.

### **3.6 Визначення хімічного складу і біологічної цінності модифікованих напівфабрикатів**

Істотне значення для нормальної життєдіяльності організму людини має кількість і якість білка, що надходить з їжею.

Склад амінокислот визначали методом іонообмінної рідинно-колоночної хроматографії, за допомогою автоматичного аналізатора амінокислот ААА Т-339.

Амінокислотний склад у контрольному та дослідному зразках представлені в таблиці 3.7.

## Склад амінокислот в контрольній та модифікованій рецептурі напівфабрикатів

Найменування амінокислот	Вміст незамінних амінокислот і СКОР				
	Еталон ФАО/ ВООЗ	Контроль		Зразок 6.2	
		мг/100 г білку	СКОР, %	мг/100 г білку	СКОР, %
1	2	3	4	5	6
Валін	5	4,47	89,4	4,79	95,8
Ізолейцин	4	3,92	98	3,29	82,2
Лейцин	7	6,1	87,1	5,11	73
Лізин	5,5	4,6	83,6	5,56	101,09
Метіонін + цистин	3,5	1,88	53,7	2,14	61,1
Треонін	4	3,54	88,5	2,99	74,7
Триптофан	6	3,29	54,8	4,94	82,3
Фенілаланін+ тирозин	1	1,1	110	0,89	89
КРАС=		29,44		21,28	
БЦ=		70,56		78,72	

Амінокислотний склад (табл. 3.7), який характеризується високим вмістом гліцину, проліну та глютамінової кислоти, дозволяє зробити висновок, що отримана субстанція є продуктом гідролізу колагену. Хроматограми дослідних зразків представлені на рисунку 3.16.

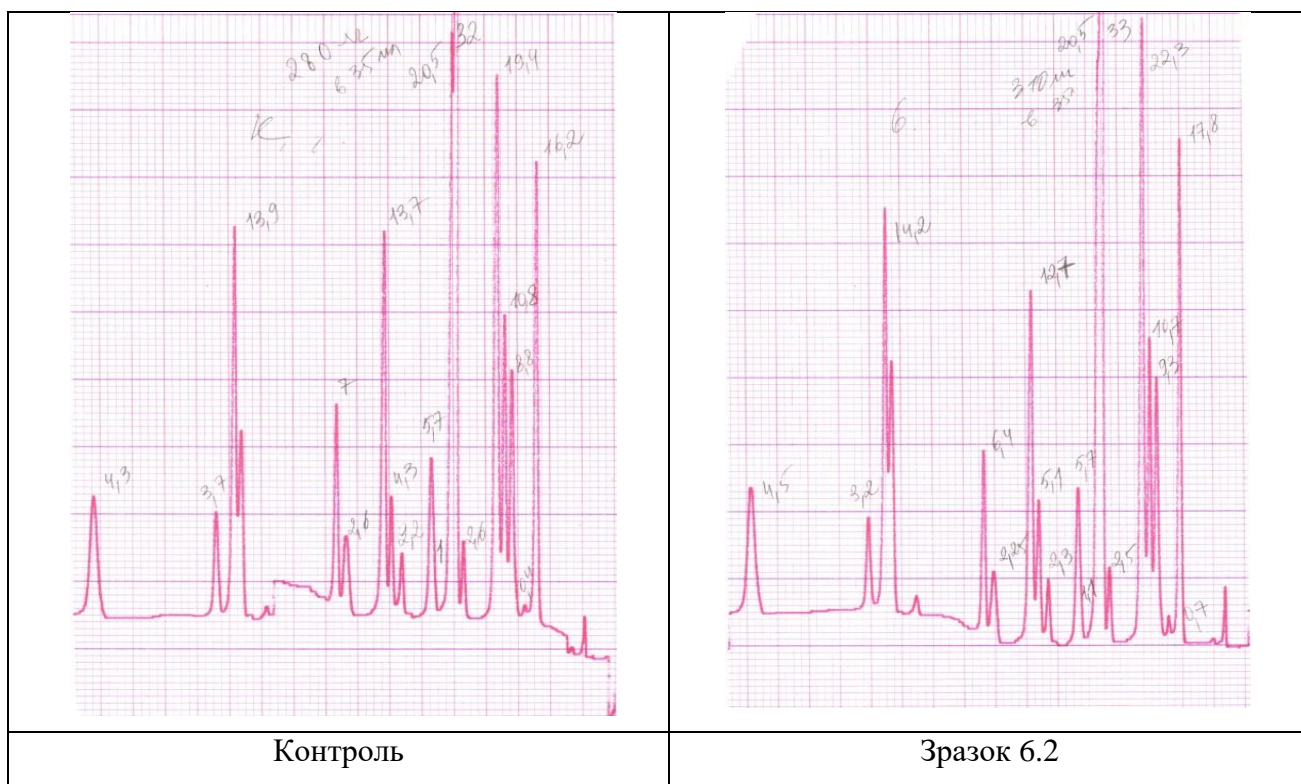


Рис. 3.16 Хроматограми амінокислотного складу дослідних зразків.

Показники хімічного складу відображають харчову та енергетичну цінність сировини, що використовується у виробництві продуктів харчування. Зважаючи на хімічні властивості, можливо, прогнозувати доцільність його застосування для отримання різних харчових продуктів. Результати досліджень представлені у таблиці 3.8.

Таблиця 3.8

Хімічний склад готових напівфабрикатів

Назва показника	Значення показника			
	Контроль	Зразок 6.1	Зразок 6.2	Зразок 6.3
Волога, %	56,4±0,14	58,5±0,21	59,2±0,16	57,5±0,34
Білок, %	12,7 ±0,3	13,2 ±0,25	13,9 ±0,35	13 ±0,2
Жир, %				
ВЗЗ, % до загальної вологи	83,24±0,62	86,19±0,49	89,61±0,32	85,15±0,42
pH	6,45±0,02	6,42±0,02	6,4±0,02	6,35±0,02
Вихід,%	81,1±0,43	82,9±0,51	83,8±0,47	80,1±0,59

За результатами досліджень встановлено, що за всіма показниками досліджуваній фарш з використанням колагенвмісної білкової добавки не поступався, і навіть перевершив контрольний зразок. Так, наприклад, при внесенні до рецептури посічених напівфабрикатів в зразку 6.2 ВЗЗ фаршу збільшилося на 6% порівняно з контролем, вихід продукту збільшився на 2,7%, а також збільшився вміст білку.

Отримані дані дозволяють стверджувати, що продукти з ферментованою сировиною мають більшу привабливість по ряду фізико - хімічних та органолептичних показників, що, безсумнівно, вплине на споживчий попит продукту. Продукція має вищий вихід, отже застосування біомодифікації колагену економічно доцільно.

### 3.7 Технологія виробництва посічених напівфабрикатів з використанням біомодифікованої колагенвмісної білкової добавки

Технологія виробництва посічених напівфабрикатів з додаванням ферментованої колагенвмісного збагачувача відбувається наступним чином представлено на рис. 3.17.

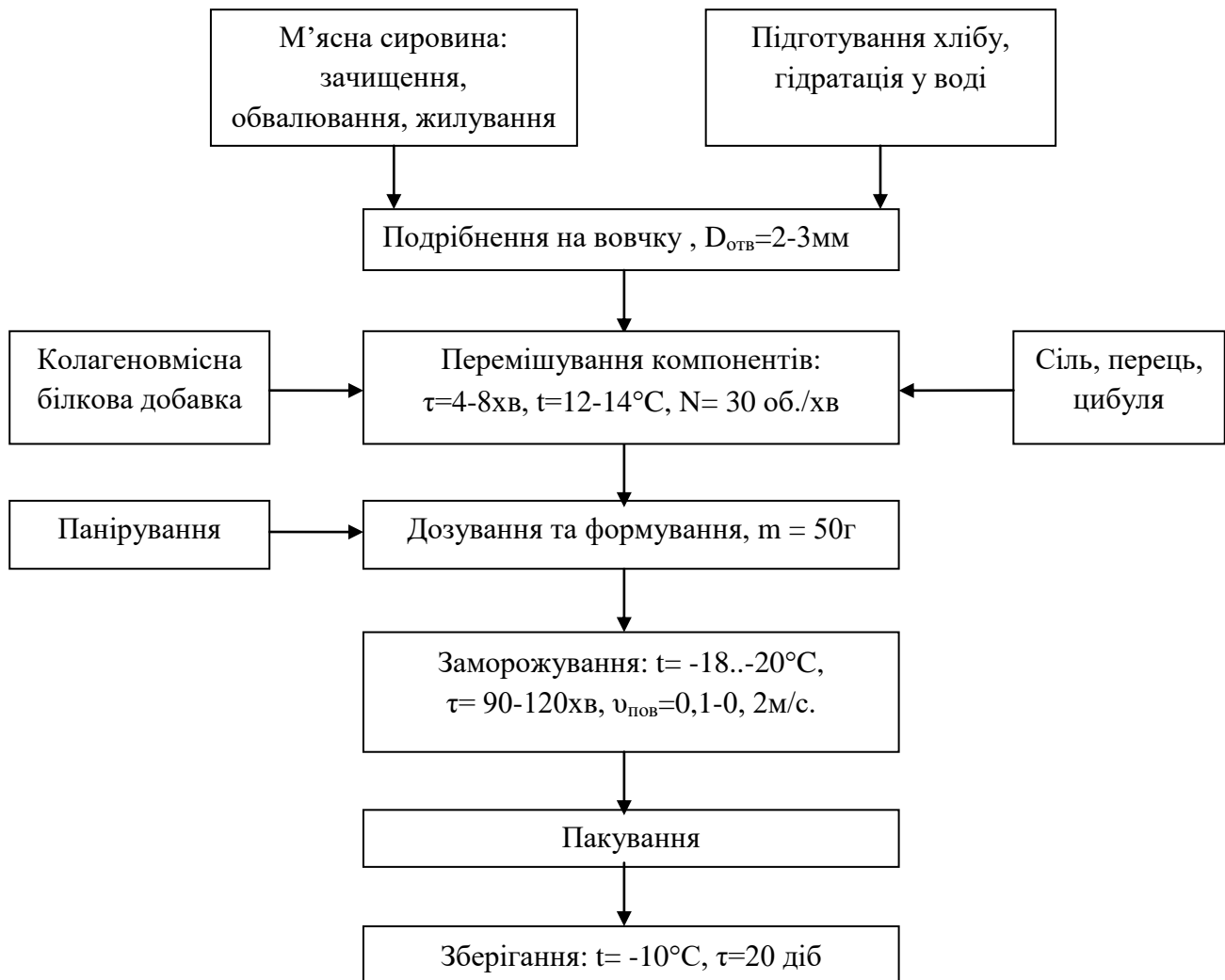


Рис. 3.17 - Технологічна схема виробництва м'ясних котлет з додаванням біомодифікованої сировини

Фарш для виготовлення посічених напівфабрикатів замішували за рецептурою, зазначеною у табл. 3.4.

Охолоджену та розморожену м'ясну сировину, що надходить на виробництво напівфабрикатів, зачищають від забруднень, кров'яних згустків та відбитків клейм. Після зачистки сировину направляють на обвалювання та жилування, які проводять відповідно до чинної технологічної інструкції.

Свіжу цибулю ріпчасту перевіряють, очищають від луски і промивають холодною водою.

Якщо цибуля сушена в порошок, то її або гідратують, або додають у фарш у сухому вигляді і воду за зазначеною нормою доливають у фарш.

Нарізаний шматками хліб замочують у воді і потім подрібнюють на вовчку з діаметром отворів решітки 2-3 мм.

Сіль використовують у розчині з водою або в сухому вигляді з попереднім просіюванням.

Біомодифіковану сировину подають до фаршмішалки.

Фарш готують на фаршемішалці, при цьому в мішалку завантажують всі компоненти, згідно з рецептурою напівфабрикату.

Перемішування компонентів фаршу виготовляють до утворення однорідної маси. Температура фаршу не повинна бути вище 14°C.

Приготовлений фарш відповідно до рецептури напівфабрикатів формують вручну або на автоматах періодичного та безперервної дії.

Заморожування напівфабрикатів проводять на лотках у морозильних камерах або на сталій стрічці конвеєра у апаратах шокової заморозки до температури в центрі котлет не вище мінус 10 °C відповідно до режимів, що рекомендуються діючими технологічними інструкціями.

Заморожені вироби відправляють на упаковку і подальше зберігання на 20 діб при температурі мінус 10°C

### **Висновок до розділу 3**

За результатами проведення досліджень, можна зробити такі висновки: по-перше, біотехнологічна обробка дозволяє поліпшити структуру сировини, що містить колаген, колагенові волокна при цьому набухають, відбувається їх розволокнення; по-друге, мікроструктура контрольного зразка та дослідного зразка з білково-жировою емульсією значно не відрізняються.

За результатами фізико-хімічних досліджень можна зробити висновок, що розроблені котлети за харчовою цінністю не поступаються контрольному зразку, а також відповідають вимогам ДСТУ 4437:2005. При цьому зразок котлет із введенням емульсії типу білок-жир відрізняється більш соковитою консистенцією, приємним запахом та смаком.

Таким чином, доцільно використання в технології напівфабрикатів м'ясних рубаних білкового збагачувача, отриманого на основі біомодифікованої сировини, що містить колаген. Це дозволяє раціонально використовувати субпродукти та отримувати продукти високої харчової цінності.

## **РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ЗАДАНОГО ВИРОБНИЦТВА**

Охорона праці – це система законодавчих актів та відповідних технічних, гігієнічних, організаційних та соціально-економічних заходів забезпечення здоров'я, безпеки та працездатності працівників.

Майбутні спеціалісти повинні добре знати законодавчі документи і вміти виконувати їх на практиці, направлені на за storження травматизму на виробництві і захворювань в професійних умовах, покращувати умови праці працівників.

У цеху переробки м'яса відповідальний за охорону праці на підприємстві є інженер з охорони праці. Задачі та функції, які мають виконуватись службою ОП викладені в положенні “ Про службу охорони праці ”.

Всі працівники цеху, яких влаштовують на роботу мають пройти навчання та інструктаж з ОП, вивчити правила давання першої допомоги потерпілим від нещасливих випадків, і правила поведінки при виникненні катастроф та аварій.

Працівники цеху напівфабрикатів, які здійснюють роботу високої небезпеки (робітники по обслуговуванню компресорів, водонагрівних і парових котлів, електричного обладнання та ін.) згідно з списком, мають пройти іспит після проходження курсу.

Всі особи (згідно наказу Держнагляду ОП № 94 від 11. 10. 1993р.) мають пройти перевірку знань до початку роботи та періодично (один раз на три роки).

Її створюють на підприємстві, установі і організації незалежно від виду її діяльності і форми власності для виконання санітарно-гігієнічних, правових, лікувально-профілактичних, організаційно-технічних і соціально-економічних заходів, які спрямовані до попереджування нещасних випадків, аварій, катастроф і професійних захворювань в процесі праці.

Служба ОП має виконувати питання такого характеру:

1. Виконання контролю за безпекою виробничого устаткування, споруд, будівель на території підприємства і процесів на виробництві;

2. Виконання персонального та гуртового захисту працюючих;
3. Проводити підвищення кваліфікації, професійну підготовку та перепідготовку, працівників даної служби, пропагування методів праці на підвищення безпеки;
4. Відбирати працівників для необхідних різновидів робіт;
5. Забезпечити хороший режим роботи та перепочинок працюючим на підприємстві.

Для виконання даних зобов'язань служби ОП треба мати відповідну інформацією в базі, новітнє устаткування, засоби комунікації, штат висококваліфікованих робітників і комп'ютерне устаткування. Крім того, служби охорони праці повинні мати засоби впливу на виробничу діяльність підприємств, як це передбачено Положенням про службу охорони праці. Тому працівники служби мають право видавати обов'язкові для виконання розпорядження щодо виконання недоліків органам управління підприємств, установ, організацій та їх підрозділів (припис спеціалістів з ОП, у тому числі про зупинки роботи, може бути скасовано лише письмово посадовою особою, якій підпорядкована служба ОП); домагатися від службових осіб усунення працівника від роботи, якщо він не пройшов інструктаж, медичний огляд, навчання чи перевірку знань з охорони праці, або не має допуску до робіт на даній посаді, чи порушує нормативні акти з охорони праці; направляти звернення керівникам підприємств про притягнення до відповідальності працівників, які порушують вимоги охорони праці.

Виділити кошти та необхідні матеріали для проведення заходів з охорони праці. Категорично забороняється використовувати ці матеріали та кошти не за призначенням. Мінімальні витрати підприємств на вжиття заходів з охорони праці повинні становити не менше 0,5% прибутку від реалізації продукції.

Хімічні, фізичні, біологічні та психофізіологічні фактори відносять до шкідливих і небезпечних. З метою запобігання нещасним випадкам і професійним захворюванням відділ охорони праці повинен звертати увагу власників

підприємства на рівень небезпечних і шкідливих виробничих факторів, який не повинен перевищувати допустимих значень, зазначених у правилах охорони здоров'я, положеннях і технічних документах.

Одним із важливих факторів середовища в якому працюють люди є мікроклімат. У приміщенні дотримуються таких показників відповідно до відділу: приблизно 12 - 20°C температура приміщень, 15 - 70% відносна вологість, швидкість повітря 0,1 метрів за секунду. Забезпечити всім працівникам комплект теплового одягу. Відхилення від стандартизованих параметрів мікроклімату призводять до підвищення стомлюваності та зниження продуктивності. Щоб не допустити порушень мікроклімату підприємства, необхідно використовувати сучасну систему вентиляції приміщень, яка не підведе.

У кожному цеховому приміщенні повинні бути встановлені розпізнавальні знаки та плакати, які попереджають про небезпеку слизьких поверхонь, щоб запобігти травмам.

Щоб запобігти ураження електричним струмом, необхідно дотримуватися таких методів і засобів: занулювати приладдя; захисне відключення; захисне заземлення; подвійна ізоляція; профілактичне випробування ізоляції; запобігання перетворення вищої напруги в нижчу; засоби індивідуального захисту; застосування малої напруги.

Нормована величина еквівалентного рівня звуку становить 69 дБА. Для забезпечення цього значення рівня звуку передбачено звукоізоляційне обладнання, а також навушники, як засоби індивідуального захисту.

Основним джерелом шуму та вібрації є обладнання. Технічне обладнання монтується на вібростенді і використовує гнучкі вставки. Рівень шуму на робочому місці має не перевищує вимог за ГОСТ 12.1.003.83 і ДСН 3.3.6.0037.99. Контроль шуму здійснюється за вимогами ГОСТ12.1.050.86. Рівні вібрації на виробничій ділянці має знаходитись в межах встановлених специфікацій

ДСНЗ.3.6.03 9-99 і не перевищувати ліміт в  $5 \cdot 10^{-8}$  м/с, в такому разі ніяких заходів щодо зменшення вібрації не потрібно.

Агресивні миючі засоби використовуються в м'ясній промисловості для очищення та дезінфекції робочих місць і машин. Тому після очищення та дезінфекції обладнання все ретельно промивається водою до повного видалення чистячих та дезінфікуючих засобів (контроль проводять за допомогою лакмусового папірця або за відсутності запаху).

Під час роботи персонал шприцювального відділення нервує і психічно перевантажується через велику кількість ручних і монотонних операцій. При приготуванні допоміжних матеріалів та спецій або в при роботі в накопичувачі є проблема з фізичною активністю працівників. Ці шкідливі фактори можна усунути шляхом збільшення перерв співробітників і автоматизації операцій.

Освітлення промислових об'єктів є однією з найскладніших і цікавих, оскільки до неї пред'являється велика кількість вимог, таких як: відповідність нормам і стандартам, надійність, безпека та економічність.

Виробничі приміщення мають забезпечувати природне та штучне освітлення. Хороше освітлення найбільш сприятливо впливає на загальну продуктивність працівників і зір. Цей тип освітлення повинен бути надійним і стійким до механічних зовнішніх впливів і вібрацій.

Освітленість місця вимірюється в люксах (lux), що визначається як світловий потік, рівномірно розподілений на площі 1 квадратний сантиметр з поверхневою щільністю 1 lux.

Відповідно до санітарних норм промислових підприємств, він розрахований на тривале перебування людей, в деяких приміщеннях має бути природне освітлення. Потрібно очищати всі скляні поверхні та ніші від бруду за встановленим графіком, відповідно до місцевих умов. Освітлювальні ніші повинні бути чистими і без зайвих речей.

Штучне освітлення має здійснюватися за допомогою газорозрядних (люмінесцентних) ламп і ламп накаливання. Перевагою газорозрядних ламп є більший термін служби (8 -14 тисяч годин), світловіддача до 100 lux/Вт, низька температура нагріву та низька вартість.

Дотримання протипожежної безпеки є невід'ємною частиною виробничої та іншої діяльності посадових осіб і працівників підприємства. У більшості випадків пожежі виникають через неправильний монтаж або експлуатацію технічного електрообладнання, обладнання, контрольно-вимірювального обладнання.

Пожежі також можуть виникнути внаслідок статистичного накопичення електричних зарядів, неправильного поводження з відкритим вогнем, електро- та газозварювання або інших вогневих робіт, що порушують встановлені правила.

Ризик пожежі під час експлуатації несправного електрообладнання через погану ізоляцію мережі, апаратів, машин, джерел запалення і постійної присутності кисню в повітрі. Джерелами займання можуть бути коротке замикання в електричних провідниках в машинах та обладнанні, перевантаження провідника по струму, іскри, великий перехідний опір та електричні дуги або вихрові струми та ін. Зовнішні властивості та запаси енергії джерел займання, що виникають у промислових умовах, різноманітні. У деяких випадках причиною запалення може бути джерело тепла, необхідне для процесу: печі, опалювальне обладнання, гарячі поверхні, полум'я для газо- та електрозварювальних апаратів тощо.

Заходами попередження пожеж, викликаних електричним струмом, є правильним вибором регулярне профілактичне обслуговування, монтаж і експлуатація електрообладнання, вимірювання опору ізоляції провідників, заміна несправних компонентів.

Необхідно звернути особливу увагу на шляхи евакуації та евакуаційні виходи, оскільки у разі пожежі чи аварії необхідно забезпечити швидку евакуацію людей у безпечне місце. Ці маршрути також використовуються для евакуації

майна та успішного гасіння вогню у разі пожежі. Евакуаційні виходи влаштовані через закриті вихідні проходи і повинні бути освітлені. Заборонено захаращувати вихідні евакуаційні проходи.

Потрібно обладнати територію підприємства та кожне місце необхідною кількістю засобів первинної вогнегасної доопомоги. Категорично забороняється використання протипожежного обладнання і інвентарю для виробничих, господарських та інших робіт, які не пов'язані з пожежогасінням.

Пожежна безпека харчових підприємств значною мірою залежить від суворого виконання технологічного процесу та безпечної експлуатації виробничого обладнання, для ліквідації можливої пожежної небезпеки.

Дуже важливо дотримуватись правил техніки безпеки при використанні та обслуговуванні основного технологічного обладнання.

Для транспортування сировини, в цеху напівфабрикатів використовуються конвеєри. Для запобігання травм робочих, загороджують металевими кожухами або сіткою рухомі частини конвеєра, до яких можливий доступ, а на початку і в кінці конвеєра повинна бути встановлена кнопка «стоп».

Ліфти проходять ТО не рідше одного разу на рік.

Усі посудини поділяються за умовами експлуатації (тиск, температура, середовище, об'єм). Вся техніка зареєстрована та підконтрольна Держнаглядом охорони праці України. Посудини, які не підходять за умовами до посудин I групи, належать до II групи, вимоги безпеки для цих посудин наведені в правилах безпеки та промислової санітарії підприємства, вони не реєструються Держнаглядом охорони праці України. До I групи обладнання належать парові котли, автоклави, пароварочні камери і тд). Для запобігання можливим нещасним випадкам обладнання оснащено автоматичними регуляторами рівня води, температури та перекриття подачі палива/пару для нагрівання, манометрами та запобіжними клапанами, термометрами та іншими засобами захисту.

Поверхні варильного котла, термокамери захищаються теплоізоляцією, а допустима температура ізольованої поверхні не повинна перевищувати 35 °С - для приміщень надзвичайної небезпечності та високого ризику згідно ПУЕ та 45 °С для приміщення особливої небезпеки та високого ризику згідно ПУЕ.

Важливе значення в харчовій промисловості виділяють дотриманням працівниками правил особистої гігієни, що значною мірою визначає якість готових напівфабрикатів. Особиста гігієна працівників харчової промисловості — ретельний догляд за шкірою, особливо рук і ротової порожнини; дотримання правил користування спеціальним взуттям, одягом та засобами індивідуального захисту, правил поведінки підприємства харчування; відповідний і регулярний медичні огляди та профілактичні щеплення.

Працівники харчового підприємства повинні щодня приймати гарячий душ після виходу з роботи та вмиватися з милом і рушником. Після вмивання підвищується самопочуття людини, посилюється дихання шкіри та знижується стомлюваність.

Під час роботи необхідно використовувати засоби індивідуального захисту - гумові чоботи, водонепроникний фартух, захисні рукавички, захисні окуляри, респіратор та спеціальні навушники тощо.

Ділянки, де виробляються продукти харчування, відокремлені від місць виробництва технічної продукції. Виробничі приміщення мають бути влаштовані відповідно до технологічного процесу, не допускати зустрічі сировини та готової їжі.

Внутрішні поверхні стель, стін, дверей, несучих конструкцій, підлоги на промислових підприємствах, як правило, не повинні мати западин, виступів і забезпечувати швидке та якісне очищення.

Відповідальним за гігієну підприємства є керівник заводу, відповідальний за гігієну цеху - начальник цеху, відповідальний за обладнання та гігієну робочого місця є робітник.[62,63]

## РОЗДІЛ 5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ЕФЕКТИВНОСТІ НАУКОВОЇ РОЗРОБКИ

Визначення та розрахунок вартості продукції чи послуг є дуже важливим етапом для будь-якої комерційної компанії чи виробничого підприємства. Виробнича собівартість на одиницю продукції дорівнює сумі вартості сировини і виробничих матеріалів на одиницю продукції та вартості виробничої праці на одиницю продукції.

Вартість товару - використовується в товарному виробництві і відображається в суспільній роботі. Результати економічної ефективності впровадження модифікованих напівфабрикатів зведені в таблицю 5.6.

Вартість легень ВРХ для виготовлення ферментованого фаршу розраховують за наступною формулою:

$$A = B \cdot C,$$

де  $B$  – необхідна кількість фаршу, кг;

$C$  – середня ціна данного виду продукції, грн.

$$A_{\text{легень}} = 2,5 \cdot 19 = 47,5 \text{ грн}$$

Подальші розрахунки виготовлення дослідних продуктів проводимо аналогічно і заносимо в відповідні таблиці 5.1, 5.2, 5.3.

Таблиця 5.1

Вартість виготовлення ферментованого фаршу

Вид сировини	Норма закладки на 6 кг сировини, %			
	Кількість	Одиниці виміру	Ціна, грн	Вартість, грн
Легені ВРХ	2,5	кг	19	47,5
М'ясна обрізь ВРХ	2,5	кг	45	112,5
STABICOL SKIN(конц. 0,025)	3	л	22,5	67,5
Всього				227,5

## Вартість виготовлення емульсії

Вид сировини	Норма закладки на 100кг сировини, %			
	Кількість	Одиниці виміру	Ціна, грн	Вартість, грн
Ферментований фарш	6	кг	-	227,5
Льняна олія	1,5	л	125	187,5
Крижана вода	7,5	л	-	-
Всього				415

Таблиця 5.3

## Вартість сировини для виготовлення напівфабрикатів

Вид сировини	Одиниці виміру	Ціна за одиницю, грн	Норма закладки на 100кг сировини, %			
			Котлети «Особливі»		Дослідний зразок	
			К-ть, %	Вартість, грн	К-ть, %	Вартість, грн
Свинина напівжирна	кг	72	50	3600	40	2880
Яловичина	кг	140	20	2800	-	-
Курятина в блоках	кг	65	-	-	25	1625
Емульсія	-		-	-	15	415
Легені ВРХ	кг	19	-	-	-	-
М'ясообрізь ВРХ	кг	56	-	-	-	-
Яйця (меланж)	кг	35	2	70	3	105
Цибуля	кг	9	8	72	5	45
Хліб	кг	9	-	-	7	63
Молоко	л	15	8	120	-	-
Мука пшенична	кг	8,6	5	43	-	-
Паніровочні сухарі	кг	32	4,5	144	3	96
Сіль поварена харчова	кг	3,6	1,5	5,4	1,5	5,4
Суміш пряностей для котлет	кг	350	0,8	280	0,5	175
Фосфати	кг	190	0,2	38	-	-
Всього			100	7172,4	100	5409,4

## Розрахунок енергоресурсів

Вид сировини	Норма витрат на 100кг сировини, %			
	Кількість	Одиниці виміру	Ціна, грн	Вартість, грн
Вода	1,5	м <sup>3</sup>	16,13	24,19
Газ	1	м <sup>3</sup>	7,96	7,96
Ел. енергія	5	кВт/год	1,68	8,4
Всього				40,55

Проводимо економічний розрахунок за статтями витрат.

Розрахунок витрат за статтею «Основна заробітна плата»

Приймаємо, що вартість виробництва 1 т посічених напівфабрикатів із застосуванням біотехнології технології становить 500 грн.

Розрахунок витрат за статтею «Додаткова заробітна плата»

Витрати складають 20% від фонду основної заробітної плати(ЗП) робітників:

$$500*20\div 100 = 100 \text{ грн/т.}$$

Розрахунок витрат за статтею «Відрахування до єдиного соціального фонду»

Витрати за статтею складають 41,2% від суми фонду основної ЗП і додаткової ЗП:

$$(500 + 100)*41,2\div 100 = 247,2 \text{ грн/т.}$$

Приймаємо розрахунок витрат за статтею «Витрати, пов'язані з розробкою та освоєнням нової продукції» в розмірі 10% від фонду основної заробітної плати. Для виготовлення 1 тони продукції ці витрати становлять:

$$500*10\div 100 = 50 \text{ грн/т.}$$

Приймаємо розрахунок витрат за статтею «Витрати на утримання та експлуатацію обладнання» у розмірі 20% від фонду основної заробітної плати:

$$500*20\div 100 = 100 \text{ грн/т.}$$

Приймаємо розрахунок витрат за статтею «Загальновиробничі витрати» в розмірі 300% від фонду основної заробітної плати:

$$500 * 300 \div 100 = 1500 \text{ грн/т.}$$

Також необхідно врахувати наступні витрати за статтями «Адміністративні витрати» - 2%, «Витрати на збут» - 1%, «Інші операційні витрати» - 0,1%

Дані розрахунків виробничої собівартості та повних витрат на виробництво наведені в таблиці 5.5.

Таблиця 5.5

Розрахунок повних витрат

№ п/п	Статті витрат	Вартість витрат, грн	
		Котлети «Особливі»	Дослідний зразок
1	1	2	3
1	Сировината основні матеріали	7172,4	5409,4
2	Енергоресурси	40,55	40,55
3	Основна заробітна плата	50	50
4	Додаткова заробітна плата	10	10
5	Відрахування на єдиний соціальний внесок	24,72	24,72
6	Витрати, пов'язані з освоєнням та підготовкою виробництва продукції	5	5
7	Витрати на утримання та експлуатацію устаткування	10	10
8	Загальновиробничі втрати	150	150
9	Виробнича собівартість	7462,67	5699,67
10	Адміністративні витрати (2%)	149,25	113,99
11	Витрати на збут (1%)	74,62	56,99
12	Інші операційні витрати (0,1%)	7,46	5,69
13	Собівартість на весь обсяг	7694	5876.34

Проводимо розрахунок економічної ефективності.

Ціна на продукцію розраховується за наступною формулою:

$$Ц = C_v + P_{\text{рент}},$$

де  $C_v$  – Собівартість продукції, грн/кг;

$P_{\text{рент}}$  – прибуток по нормі рентабельності, 18%.

$$C_{\text{особливі}} = 76,94 + (76,94 * 0,18) = 90,7892 \text{ грн.}$$

$$C_{\text{дослідних}} = 58,76 + (58,76 * 0,18) = 69,3408 \text{ грн.}$$

При розрахунку доходу користуємось наступною формулою:

$$D = C_{\text{пр}} * O_{\text{пр}},$$

де  $C_{\text{пр}}$  – ціна за одиницю продукції, грн/кг;

$O_{\text{пр}}$  – обсяг виробництва даного виду продукції.

$$D_{\text{особливі}} = 90,7892 * 100 = 9074,92 \text{ грн.}$$

$$D_{\text{дослідних}} = 69,3408 * 100 = 6934,08 \text{ грн.}$$

При розрахунку прибутку від реалізації продукції користуємось наступною формулою:

$$P = (D_{\text{прод}} - CВ_{\text{прод}}) * 100,$$

$$P_{\text{особливі}} = (90,78 - 76,94) * 100 = 1384 \text{ грн.}$$

$$P_{\text{дослідних}} = (69,34 - 58,76) * 100 = 1084 \text{ грн.}$$

При розрахунку чистого прибутку від реалізації продукції користуємось наступною формулою:

$$ЧП = P_{\text{продукції}} - ПП_{\text{продукції}} - ПДВ$$

$ПП_{\text{продукції}}$  – податок на прибуток, 18%;

$ПДВ$  – податок на додану вартість, 20%,

$$ЧП_{\text{особливі}} = 1384 - (1384 * 0,18) - (1384 * 0,20) = 854,08 \text{ грн.}$$

$$ЧП_{\text{дослідних}} = 1084 - (1084 * 0,18) - (1084 * 0,20) = 672,08 \text{ грн.}$$

При розрахунку рентабельності від реалізації продукції користуємось наступною формулою:

$$R = (ЧП_{\text{прод}} / (CВ * 100)) * 100,$$

$$R_{\text{особливі}} = (854,08 / 7694) * 100 = 11,1\%$$

$$R_{\text{дослідних}} = (672,08 / 5876,34) * 100 = 11,44\%$$

При розрахунку витрат на одну гривню від реалізації продукції користуємось наступною формулою:

$$B = (C_v * 100) / D_{\text{прод}}$$

$$B = 7694 / 9074,92 = 0,85 \text{ грн.}$$

$$B = 5876,34 / 6934,08 = 0,85 \text{ грн.}$$

Результати економічної ефективності розроблених продуктів зводимо в таблицю 5.7.

Таблиця 5.6

Економічна ефективність при впровадженні

Статті витрат	Котлети «Особливі»	Дослідний зразок
Дохід ( $D_{\text{прод}}$ ), грн	9074,92	6934,08
Собівартість ( $C_{v_{\text{прод}}}$ ), грн	76,94	58,76
Прибуток ( $P_{\text{прод}}$ ), грн	1384	1084
Чистий прибуток ( $ЧП_{\text{прод}}$ ), грн	854,08	672,08
Рентабельність, %	11,1	11,44
Витрати на 1 грн, грн	0,85	0,85

## ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. На підставі аналізу літературних ресурсів та біологічної цінності вторинної сировини розробили колагеновмісну білкову добавку, як сировину було обрано легені ВРХ та м'ясообрізь у співвідношенні 1:1.
2. Біотехнологічну обробку низькосортної сировини здійснювали ферментним препаратом STABICOL. Концентрацією 0,01; 0,025; 0,05%, з 6 та 12 годинною обробкою.
3. Найбільші зміни структури, які спостерігаються візуально, відбулися з зразками, обробленими ферментним розчином STABICOL, концентрацією 0,025% як при 6-ти, так і при 12-ти годинній обробці. В представлених зразках з 6-годинною обробкою значення вологозв'язуючої здатності було вищим, чим при дванадцяти годинній, що можна пояснити ступенем гідролізу колагену.
4. Проведенні фізико-хімічні та органолептичні дослідження показали, що додавання у фарш колагеновмісної білкової добавки в кількості 15% замість основної сировини дозволяє підвищити ступінь вологозв'язуючої здатності на 6% в порівнянні з контрольним зразком.
5. Розроблено рецептури посічених напівфабрикатів з заміною частини м'ясної сировини на білково-жирову емульсію (10-15%) та ферментований фарш (20%). Досліджено фізико-хімічні, функціонально-технологічні показники та проведена органолептична оцінка, що дозволило зробити висновок, що виготовлені посічені напівфабрикати є повноцінним продуктом, який придатний до споживання.
6. В результаті дослідження амінокислотного складу посічених напівфабрикатів з часткою колагеновмісної білкової добавки сприяє підвищенню біологічної цінності та дозволяє розширити даного виду продуктів

7. Результати досліджень опрацьовано на наукових конференціях, викладено статтю в іноземному виданні та в трьох тезах доповідей.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1) Horishnii P.O. Topchiy O.A. Improving food adequacy low-value collagen-containing raw materials in the technology of semi-finished products / Theoretical foundations of engineering. Tasks and problems: collective monograph / Boiko T., Boiko P., – etc. – International Science Group. – Boston : Primedia eLaunch, 2021. 485 p. Available at : DOI 10.46299 / ISG.2021.MONO.TECH.III.5.1
- 2) Наукові основи безвідходних технологій відновлюваної сировини: підручник / О.В.Грек, О.О.Онопрійчук. - К., НУХТ, 2020. –323 с.
- 3) Екологія Підручник / С.І. Дорогунцов, К.Ф. Коценко, М.А. Хвесик та ін. — К.: КНЕУ, 2005. — 371 с.
- 4) Горішний П.О., Топчій О.А. Безвідходні технології як шлях до розширення ресурсних можливостей. Інноваційні технології та перспективи розвитку м'ясопереробної галузі («Реалії та перспективи м'ясопереробки»): Програма та тези матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції, 15 вересня 2021 р., м. Київ. – К.: НУХТ, 2021 р. – 92 с.
- 5) Кишенько І.І. Перспективи отримання та використання білкового стабілізатору з колагеновмісної сировини в м'ясопереробній промисловості/ Наукові праці НУХТ. – 2011. – №37 – 38. – С.17 – 20.
- 6) Антипова, Л.В. Рационального использования вторичного коллагенсодержащего сырья мясной промышленности [Текст] / Л.В. Антипова, И.А. Глотова ; Гиорд - Спб, 2006. - 248 с.
- 7) Зинина, О.В. Инновационные технологии переработки сырья животного происхождения: учеб. пособие / О.В. Зинина, М.Б. Ребезов, Б.К. Асенова; ГУ им. Шакарима г. Семей.- Алматы: МАП, 2015.- 123 с.- (Продукты питания животного происхождения).
- 8) Иванова В.Н., Серегин С.Н., & Аварский Н. Д. (2017). «Производство, переработка, и хранение сельскохозяйственной продукции,

сырья и продовольствия»: цели и задачи, основные приоритеты развития. Пищевая промышленность, (1), 8-12.

9) Нутриціологія. Частина 1. Загальна нутриціологія. Навчальний посібник. / Павлоцька Л.Ф., Дуденко Н.В., Цихановська І.В., Лазарєва Т.А., Александров О.В., Коваленко В.О., Скуріхіна Л.А., Євлаш В.В. – Харків: УПА, 2012. – 371 с.

10) Майстренко Л. А. Екстрагування колагену з недублених відходів шкіряного виробництва / Л. А. Майстренко, О. С. Юнгін, Л. О. Ластовецька // Вісник Хмельницького національного університету. Серія: Технічні науки. – 2020. – № 5. – С. 269-273.

11) Фармацевтична енциклопедія. Колаген [\[Режим доступу\]](#)

12) Неклюдов, А.Д. Коллаген: получение, свойства и применение [Текст] / А. Д. Неклюдов, А. Н. Иванкин // - М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2007. - 336 с.

13) Антипова, Л.В. Химия пищи / Л.В. Антипова, И.А. Рогов, Н.И. Дунченко. – М.: КолосС. - 2007. – 853 с.

14) Пат. 2227507 РФ, МПК А 23 L 1/31. Способ получения белкового продукта из коллагенсодержащего сырья / Титов Е.И., Апраксина С.К., Митасева Л.Ф. // - заяв. 05.07.2002; опуб. 27.04. 2004.

15) Рубин, М.А. К вопросу о механизмах влияния аминокислот на физические характеристики коллагенов / М.А. Рубин, Е.И. Тиктопуло, В.А. Намиот, В.Г. Туманян, Н.Г. Есипова. Биофизика, 2008. - №5 - С. 910-918.

16) Lampe, A K. Collagen VI related muscle disorders. [Text] / A K. Lampe, K. M. Bushby // J. Med. Genet. - 2005 -.Vol. 42.

17) Ратушный, А.С. Изменение белков и других азотистых веществ при кулинарной обработке продуктов / А.С. Ратушный, Е.В. Литвинова, Т.В. Иванникова. - М.: МГУ сервиса, 2001.- 106 с.

18) Литвинова, Е.В. Биологически активный композит на основе биомодифицированного коллагенсодержащего сырья и минорных компонентов: получение, свойства, использование в технологии мясных продуктов: дис. ...канд. техн. наук. – М.: МГУПП, 2015. – 286 с.

19) Franzke CW, Bruckner P, Bruckner-Tuderman L. Collagenous transmembrane proteins: recent insights into biology and pathology. J Biol Chem. 2005 Feb 11; 280 (6) :4005-8.

20) Hoppe HJ, Reid KB. Collectins - soluble proteins containing collagenous regions and lectin domains - and their roles in innate immunity. Protein Sci. 1994 Aug; 3 (8) :1143-58

21) Daamen, W. F. Preparation and evaluation of molecularly-defined collagen-elastin-glycosaminoglycan scaffolds for tissue engineering/ W. F. Daamen, H. T. Van Moerkerk, T. Hafmans, L. Buttafoco, A. A. Poot, J. H. Veerkamp, T. H. Van Kuppevelt // Biomaterials. - 2003. - № 22. - P. 4001-4009.

22) Vinciane, De Cupere M. Nanoscale organization of collagen and mixed collagen-pluronic adsorbed layers / De Cupere Vinciane M., Van Wetter July, Rouxhet Paul G. // Langmuir: The ACS Journal of Surfaces and Colloids. - 2003. - № 17.-P. 6957-6967.

23) Уайт, Л. Основы биохимии / Ф. Хендлер, Э. Смит, Р. Уилл, И. Леманн Т.З. М. Мир, 1981. С. 1467-1480.

24) Types of Collagen [\[Режим доступа\]](#)

25) Пащенко, В.Л. Разработка технологии функционального продукта с применением коллагенового гидролизата / Пащенко В.Л., Сторублевцев С.А. // Фундаментальные исследования – 2011 – №4 – с. 127-135

26) Li, G.Y. Physicochemical properties of collagen isolated from calf limed splits. [Text] / G.Y. Li, S. Fukunaga, K.J. Takenouchi // Amer. Leather Chem. Ass. - 2003.- Vol. 98. - P. 224-229.

27) Пешук Л. В. Розробка комплексної білково-мінерально-вуглеводної добавки на основі білків тваринного походження / Л. В. Пешук, О. Я. Горбач // Наукові праці Національного університету харчових технологій. - 2017. - Т. 23, № 6. - С. 182-191.

28) Соколов А.Ю., Митасева Л.Ф., Апраксина С.К. Новые способы переработки коллагенсодержащего сырья мясной промышленности // Журнал Всё о мясе. 2008. №6.

29) Глотова, И.А. Современные проблемы качества мясного сырья и его переработки [Текст] / И.А. Глотова, Л.В. Антипова, В.Н. Сухорукое, С.Н. Колпачева // Тез. докл. межгос. научн. семинара. Кемерово. - 1995. - С. 49.

30) Антипова, Л.В. Получение коллагеновых субстанций на основе ферментной обработки вторичного сырья мясной промышленности [Текст] / Л.В. Антипова, И.А. Глотова // Известия вузов. Пищевая технология. 2000. № 5- 6. С. 17-21;

31) Антипова, Л.В. Полифункциональные биопродукты из вторичного сырья [Текст] / Л.В. Антипова, И.А. Глотова, А.Н. Кузнецов // Мясная индустрия, 2001. № 6. С. 23-26

32) Пат. 5922692 США, Concentration of glycosaminoglycans and precursors thereto in food products/ Ind. Owned Patent; Опубл. 13.07.99. НКИ 514 — 54 // «USAPat Vol. ID: US-99-28C»; CD - ROM «Patents ВІВ 199908».

33) Ферменты в мясной отрасли пищевой промышленности / О.В. Зинина, А.А. Соловьева, Я.М. Ребезов и др. // Международный студенческий научный вестник. -2015. - №6.

34) Технології продуктів з модифікованим жировим складом: реалії та тенденції: монографія / О.А. Савченко, О.В. Грек, О.А. Топчій, А.Б. Петрина, О.О. Красуля. - К., ЦП «Компринт», 2018.– 250 с.

35) Горішний П.О., Пасічний В.М., Топчій О.А. Виробництво білково-жирових емульсій з використанням біомодифікованих субпродуктів Інноваційні технології та перспективи розвитку м'ясопереробної галузі: Програма та тези матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції, 24 листопада 2020 р., м. Київ. – К.: НУХТ, 2020 р. – С. 49.

36) Зинина О. В., Ребезов М. Б., Мирошникова Е. П., Прохасько Л. С. Инновации в производстве продуктов животного происхождения // Известия КГТУ. 2016. №42.

37) Adams M. R., Nicolaidis L. Review of the sensitivity of different foodborne pathogens to fermentation. Food Control. 2008, no. 8, pp. 227–239.

38) Van Boekel M., Fogliano V., Pellegrini N., Stanton C., Scholz G., Lalljie S., Somoza V., Knorr D., Jasti P. R., Eisenbrand G. A review on the beneficial aspects of food processing. Mol. Nutr. Food Res. 2010, no. 54, pp. 1215–1247.

39) Hambræus L. Protein and Amino Acids in Human Nutrition: Reference Module in Biomedical Sciences, 2014.

40) Miller E. J. Biomedical and industrial application of collagen in Extracellular Matrix Biochemistry, New York : Elsevier, 1984. P. 41–81.

41) Васильев, М. П. Коллагеновые биологически активные пленки [Текст] / М. П. Васильев // Вестн. С.-Петербург, гос. ун-та технол. и дизайна. - 2004.-№ 10.-С. 97-101.

42) Miller, S. Essbare Schnure fur perfekte Optik [Text] / S.Moller, Ma. Rahn, F. Schneider //Fleischwirtschaft. - 2005. - V. 85, № 2. -С. 34-36

43) Peng, Y. Evaluation for collagen products for cosmetic application [Text] / Y. Peng, V. Glattauer, J. A. Werkmeister, J. A. Ramshaw // Int. J. Cosmet. Sci. - 2004.-V. 26, № 6. -P. 313.Peng, Y. Evaluation for collagen products for cosmetic application [Text] / Y. Peng, V. Glattauer, J. A. Werkmeister, J. A. Ramshaw // Int. J. Cosmet. Sci. - 2004.-V. 26, № 6. -P. 313.

44) ОТРИМАННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ В ПРОМИСЛОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ / А. К. Гулевський І. І. Щенявський - Інститут проблем кріобіології і кріомедицини НАН України, Харків [\[Режим доступу\]](#)

45) Глотова, І.А. Перспективи біомодифіцированих колагенових білків соединительних тканин в якості органічної матриці біологічно активних речовин [Текст] / І.А. Глотова, Ю.Ф. Галина, І.В.Вторушина // Матеріали XLVI отчетної наукової конференції за 2007 рік: В 3 ч. / Воронеж, гос. технол. акад. - Воронеж, 2008. - ч.1. — С. 152-154

46) Сапожникова, А.І. Применение дисперсий фибриллярных білків в различных отраслях народного хозяйства [\[Режим доступу\]](#)

47) Вплив білоквмісних композицій на основі колагену на якість ковбасних виробів / А. І. Українець, В. М. Пасічний, Ю. В. Желуденко, М. М. Полумбрик // Харчова наука і технологія. - 2016. - Т. 10 Вип. 3. - С. 50-55

48) Пасічний, В. М. Використання колагеновмісної сировини у виробництві м'ясних паштетів та паштетних консервів / В. М. Пасічний // Науковий вісник Львівської державної ветеринарної академії ім. С. З. Гжицького. – 2001. – Т. 3(№4), Вип. 2. – С. 110-112. Пасічний, В. М. Використання колагеновмісної сировини у виробництві м'ясних паштетів та паштетних консервів / В. М. Пасічний // Науковий вісник Львівської державної ветеринарної академії ім. С. З. Гжицького. – 2001. – Т. 3(№4), Вип. 2. – С. 110-112.

49) Клименко М.М., Пасічний В.М., Сосіна О.В., Мащенко Т.В. Спосіб обробки колагеновмісної сировини. Декларативний патент України. № 38973 А. Бюл. № 4 від 15.05.2001 р.

50) Пасічний, В. М. Можливості комбінування м'яса птиці та колагенових білків / В. М. Пасічний, М. М. Полумбрик // Інноваційні технології виробництва та переробки тваринницької продукції : матеріали

Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції, 12 грудня 2017 р. –  
Вінниця : РВВ ВНАУ, 2017. – С. 125–127.

51) Штраубе, Г.И. / Эффективность использования различных групп биогенных композиционных материалов при хирургическом лечении околокорневых кист челюстей. Роль эндодонтической подготовки зубов к операции. [\[Режим доступа\]](#)

52) Пат. 2262861 С2 МПК7 А23К 1/10 Способ получения кормовой белково-минеральной муки / В.И. Воробьев, Н.Т. Сергеева (Россия). - № 2001108484

53) Методичні рекомендації до виконання випускової кваліфікаційної роботи [Електронний ресурс]: на здобуття освітнього ступеня «Магістр» спеціальності 181 Харчові технології» освітньо-професійної програми «Технології зберігання, консервування та переробки м'яса» денної та заочної форм навчання / Уклад.: В.М. Пасічний, О.І. Гашук, О.А. Топчій. – К.: НУХТ, 2020.– 42с..

54) Антипова, Л.В. Методы исследования мяса и мясных продуктов [Текст] / Л.В. Антипова, И.А. Глотова., И.А. Рогов. - М.: Колос, 2001. - 548 с.

55) Сорочан О.О., Штеменко Н.І. Методи аналізу амінокислот: Навч.-метод. посіб. – Д.: РВВ ДНУ, 2005. – 60 с.

56) Розрахунок повного факторного експерименту [\[Режим доступу\]](#)

57) Глотова, И.А. Пути модификации белков низкосортных продуктов переработки животных и разработка биологически полноценных мясных продуктов [Текст] / И.А. Глотова //Материалы XXXVIII отчет, науч. конф. за 1998 г.: В 2 ч. Воронеж, гос. технол. акад. - Воронеж, 1999. - Ч. 1. - С. 90-94

58) Паска М. З. Розробка рецептур та удосконалення технології функціональних м'ясних посічених напівфабрикатів та котлет з

використанням білкового збагачувача / М. З. Паска, О. Б. Маслійчук // Продовольчі ресурси. - 2018. - № 11. - С. 132-138.

59) Мороз В.Ф., Штонда О.А. Використання ензимів при виробництві м'ясних виробів // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Ґжицького . 2012. №2-3 (52).

60) Горішній П.О., Пасічний В.М., Топчій О.А. Виробництво білково-жирових емульсій з використанням біомодифікованих субпродуктів Інноваційні технології та перспективи розвитку м'ясопереробної галузі: Програма та тези матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції, 24 листопада 2020 р., м. Київ. – К.: НУХТ, 2020 р. – С. 49.[\[Режим доступу\]](#)

61) Горішній П.О., Пасічний В.М., Топчій О.А. Використання білкових збагачувачів для посічених напівфабрикатів/ Матеріали 87 Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів/ 15–16 квітня 2021 р. – Київ: НУХТ. – Ч.1. –С. 265[\[Режим доступу\]](#)

62) О. О. Цогла, А. О. Цогла Особливості удосконалення охорони праці як фактор підвищення ефективності промислового виробництва // Науковий вісник НЛТУ України . 2016. №7. [\[Режим доступу\]](#)

63) Закон України «Про охорону праці»: за станом на 10 лютого 2021 р. / Верховна Рада України. – Офіц. вид. – К. : Парлам. вид-во, 2020. – 669 с. – (Бібліотека офіційних видань). ISBN 972-611-01-1623-7[\[Режим доступу\]](#)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи НУХТ

С.В. Токарчук

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 р.

**АКТ  
дегустаційної комісії**

Ми, що нижче підписалися, к.т.н., доцент Національного університету харчових технологій Топчій О.А., магістрант Національного університету харчових технологій Горішній П.О., магістрант Національного університету харчових технологій Грищенко О.А., магістрант Національного університету харчових технологій Дзига Є.С., магістрантка Національного університету харчових технологій Симаненко К.С., склали даний Акт про те, що «14» грудня 2021 року проведена органолептична оцінка зразків посічених напівфабрикатів з використанням колагенового білкового наповнювача, після смаження, що були виготовлені 14.12.2021 р.

**Висновки дегустаційної комісії:**

№ п/п	Найменування виробу	Зовнішній вигляд	Запах	Смак	Колір	Консистенція	Загальна оцінка*
1	Посічені напівфабрикати контрольний зразок	4	3,7	3,8	4	4,1	3,9
2	Посічені напівфабрикати з часткою заміни м'ясної сировини на 15% емульсії.	4,5	4	4,2	3,7	4,5	4,2
3	Посічені напівфабрикати з часткою заміни м'ясної сировини на 20% емульсії.	4,5	4	4,5	3,9	4,6	4,3
4	Посічені напівфабрикати з часткою заміни м'ясної сировини на 20% біомодифікованої сировини.	4,2	4	3,8	3,5	4,5	4

\*- загальна середня оцінка дегустаційної комісії, що проводилась за п'ятибальною шкалою (від найменшого балу «1» до найбільшого «5»).

К.т.н., доцент НУХТ

 Топчій О.А.

Магістрант НУХТ

 Горішній П.О.

Магістрант НУХТ

 Грищенко О.А.

Магістрант НУХТ

 Дзига Є.С.

Магістрантка НУХТ

 Симаненко К.С.



Crossref  
Content  
Registration



OUCI Bowker  
Open Ukrainian Citation Index



International Science Group  
ISG-KONF.COM



# THEORETICAL FOUNDATIONS OF ENGINEERING. TASKS AND PROBLEMS

Collective monograph

ISBN 978-1-63972-067-5

DOI 10.46299/ISG.2021.MONO.TECH.III

BOSTON(USA)-2021

## SECTION 5. FOOD TECHNOLOGY

DOI 10.46299/ISG.2021.MONO.TECH.III.5.1

### **5.1 Improving food adequacy low-value collagen-containing raw materials in the technology of semi-finished products**

The modern development of technologies at meat processing enterprises is aimed at finding ways to rationally use low-value meat protein-containing raw materials and create innovative technologies for the production of organic food.

In the scientific and technological aspect, the issues of improving the efficiency of natural resources are reduced to the development and implementation of low- and zero-waste resources and energy-saving technologies, which provide the most complete, efficient use of resources and principles of a waste-free, environment.

Solving the problem of waste-free production should be borne in mind two sides of the same process. The first is the most efficient extraction and full use of resources and, as a result, the reduction of waste generation. The second is to expand the use of generated waste. These paths do not exclude but complement each other.

Waste-free is the technology of manufacturing products in which raw materials and energy resources are spent rationally. At the same time, the concept of waste-free production assumes that the impact on the environment does not lead to disruption of its functioning.

The main provisions of the concept of waste-free technologies include:

- creating the most closed systems by analogy with the natural ecosystem;
- rational use of all components of raw materials;
- achieving minimal harmful effects on the environment.

Resource-saving at the enterprises of the meat processing industry of Ukraine is a modern direction of increase of efficiency of production and cost-effective implementation, which not only saves raw materials but also affects the growth of production for the same quantities of raw meat.

Meat and products of its processing are renewable raw materials, which are relatively expensive, and the process of their production is labor-intensive. Therefore, in terms of full economic calculation, it is necessary to direct funds and efforts to preserve raw materials, to the more complete and rational use of all its components in the processing process.

Secondary raw materials, which belong to the renewable resources of meat production, are used irrationally, in most enterprises such raw materials are sold cheaply or disposed of. Using such raw materials can solve a number of problems.

The problem of greening food production has two interrelated aspects. The first of them is the organization of rational production, which ensures the production of high quality, environmentally friendly products with minimized costs, the second - in resource-efficient production, environmental protection, reduction of man-made load, implementation of efficient waste treatment systems. [321-323]

Secondary raw materials include by-products obtained from the slaughter of farm animals, such raw materials are sometimes used irrationally due to the peculiarities of their composition and properties.

The total yield of offal to live weight is 12-16% for cattle, 12-18% for pigs, 10-14% for small cattle, 5-6% for poultry.

Significant resources of animal protein contain by-products of the second category: spleen, lungs, etc. With the exception of the spleen and meat of beef heads, by-products of the second category contain a complete set of essential amino acids. Indicators of the content of essential amino acids of proteins selected for the experiment by-products are shown in table. 1.

Table 1

The content of essential amino acids of proteins of beef offal of I and II category

By-products	Essential amino acids, g / 100 g of protein								
	Tryptophan	Lysine	Threonine	Valine	Isoleucine	Leucine	Phenylalani	Methionine	Together
Lungs	0,88	6,30	2,84	4,15	4,16	8,23	4,20	1,0	31,76
Meat trimmings	0,92	8,41	4,94	6,05	4,22	8,02	3,46	3,80	39,82

Most by-products has a low-fat content, which allows them to be used in the production of meat products as protein raw materials. The use of animal proteins from collagen-containing raw materials allows enriching meat products with dietary fiber, significantly improving the rheological parameters of food products, and, above all, the consistency. [324]

For more complete and rational use of available unclaimed animal raw materials, active use of biotechnologies is proposed, which allow obtaining high-value food, food supplements, medicines, and other useful products from non-edible raw materials while significantly reducing energy costs.

The use of biotechnology is one of the important areas of rapidly evolving scientific and technological progress. The technology is based on the industrial application of natural living systems (primarily microorganisms). Industrial cultivation of microorganisms, plant and animal cells is used to obtain many valuable compounds - enzymes, hormones, amino acids, vitamins, antibiotics, methanol, organic acids (acetic, citric, lactic), and more.

Enzymes - biological catalysts of protein nature, which are synthesized in the cells of living organisms, accelerate and coordinate biochemical reactions that regulate metabolism.

The use of enzyme preparations in the technology of production of meat products allows to intensify the technological process and involve in the process of non-

traditional, lower-grade raw materials. The use of enzyme preparations has a positive effect on the tenderness, juiciness, nutritional value of raw materials, the formation of the required level of moisture-binding and adhesive ability, improves organoleptic characteristics. The advantages of this approach in relation to the technology of meat products are presented in Fig. 1. [325-326]

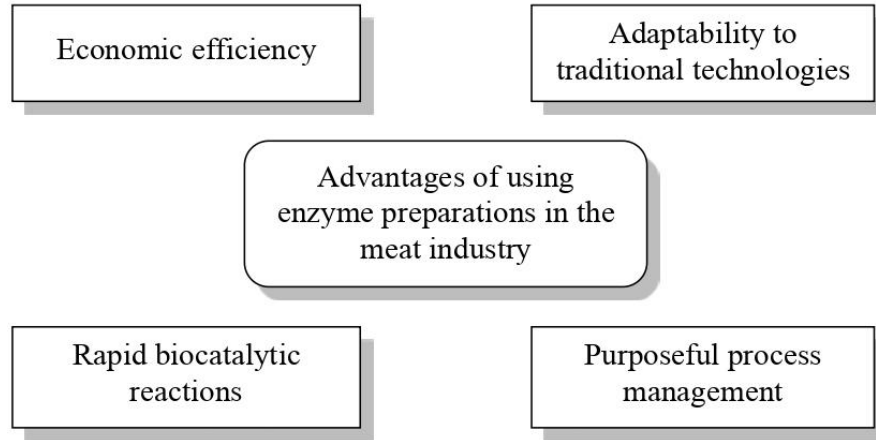


Figure 1. Justification of the feasibility of using enzyme preparations

According to the set tasks, the by-products of cattle of the I and II categories - lungs and meat trim, which are characterized by unsatisfactory organoleptic and functional-technological properties, were selected as objects of experiments. The choice is justified by the fact that the raw material contains a large number of connective tissue proteins, and especially collagen. The presented research can serve as a further basis for the development of rational use of such raw materials, as well as the possibility of its use in the food industry. [327]

The choice of enzyme preparation for the cleavage of connective tissue was guided by the following principles: ease of use, availability, the possibility of use at a pH close to the raw material, activity against collagen.

To improve the quality characteristics of low-grade raw materials, their biotechnological treatment with the enzyme preparation STABICOL SKIN (PRIORITY INTERNATIONAL LLC) was carried out. Protein enrichers were obtained in this way. The prepared raw material was ground in a meat grinder with a

lattice hole diameter of 6-8 mm and formed a collagen-containing composition. To obtain a protein enrichment used collagen-containing raw materials of the meat industry - meat trimmings with a large inclusion of connective tissue and by-products of the second category - lungs in a ratio of 1: 1.

In the prepared mass was made 2.5% aqua of STABICOL SKIN in a ratio of 1: 1.5 to the mass of raw materials, stirred, and kept in production conditions for 12 hours. The biomodified mass was freed from the remains of the solution and subjected to fine grinding on a cutter.

Enzymatic treatment was performed with the following concentration of STABICOL SKIN aqua: 0.01; 0.025 and 0.05%, within 6 and 12 hours.

It should be noted that the largest changes in the structure, which are observed visually, occurred with samples, treated with enzyme aqua STABICOL SKIN, a concentration of 0.25% for both 6 and 12 hours of treatment.

Indicators of protein and moisture obtained in the study of enzymatic processing products are shown in table. 2.

Table 2

The effect of enzymatic treatment on changes in the amount of protein and moisture in the studied systems

Indexes	Control	Options for enzymatic treatment					
		0,01/6	0,025/6	0,05/6	0,01/12	0,025/12	0,05/12
Protein content	16,76 ±0,5	13,86 ±0,43	13,91 ±0,43	13,95 ±0,43	13,64 ±0,45	13,75 ±0,45	13,86 ±0,45
Protein loss	-	2,89 ±0,07	2,85 ±0,07	2,81 ±0,07	2,99 ±0,05	3,01 ±0,05	2,89 ±0,05
Moisture content	69,27 ±2,04	69,55 ±2,05	71,19 ±2,1	72,84 ±2,14	73,29 ±2,16	74,13 ±2,2	74,96 ±2,24

For the product of enzymatic treatment of the lung an increase in the mass fraction of moisture can be explained by an increase interchain distance and rupture of

bridges between collagen subunits. In the product of enzymatic processing of meat trimmings, in addition to muscle proteins there is loose connective tissue (adipose), exposed to swelling and hydrolysis. It should be noted that minimal protein losses were characteristic, regardless of the processing parameters.

As the results of studying the effect of the parameters of enzymatic treatment on the moisture content and loss of protein substances in the samples show, dynamics of changes in the studied parameters is of a non-linear nature, which is possibly related to the peculiarity of the structure and the amount of collagen in each type of raw material.

Loss of protein substances for all samples at a preparation concentration of 0.01%, regardless of the duration of treatment, were small and amounted to, 0.01 / 6 - 2.89%, and 0.01 / 12 - 2.99%. An increase in the concentration of an enzyme preparation led to an intensification of destructive changes in collagen fibers and muscle proteins and reached a maximum at a collagenase concentration of 0.025 and 0.05%, due to penetration deep into the protein and additional hydrolysis of collagen. As a result, the protein breakdown occurred, it passed into a liquid fraction and was washed out of the spatial grid.

The results of changes in the functional and technological properties of the prototypes are presented in Fig. 2.

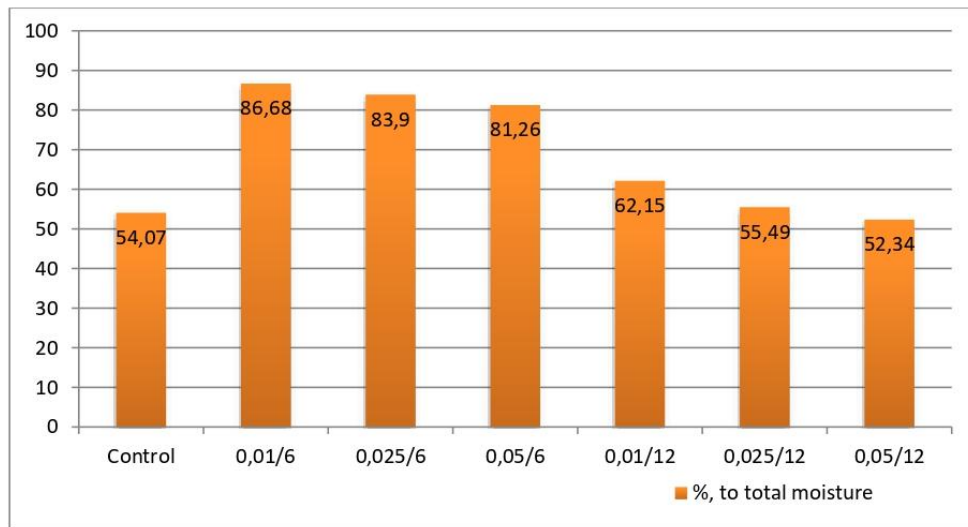
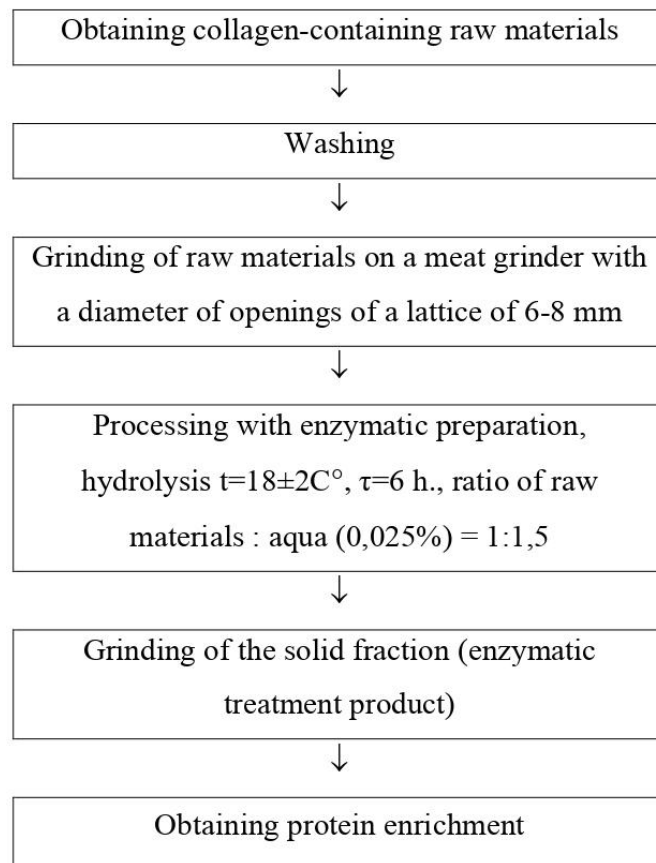


Figure 2 Moisture-binding capacity of enzymatic treatment products

In the presented samples with 6-hour treatment, the value of moisture-binding capacity was higher than at twelve-hour, which can be explained by the degree of collagen hydrolysis.

Based on the presented results of the study, the optimal modes of processing of the composition were selected, taking into account protein losses and changes in the moisture-binding capacity of raw materials - 6 hours with a concentration of enzyme preparation of 0.025%.

Technological scheme of biomodified composition production:



Protein enrichment on the basis of by-products that have undergone biotechnological processing, are introduced into the stuffing of semi-finished products in the form of a protein-fat emulsion. [328]

After obtaining a modified protein enrichment was prepared protein-fat emulsion by adding to it the following components: ice water in a ratio of 1: 1 to the weight of the protein enrichment, sesame oil, in the amount of 25% by weight of protein enrichment and crushed for another 4 minutes

Minced meat for the manufacture of chopped semi-finished products was made according to the recipe specified in table. 3. A sample made without the use of protein-fat emulsion according to the traditional recipe is accepted as a control.

The level of substitution of raw meat for protein-fat emulsion was determined by the optimal organoleptic parameters of the experimental samples with the introduction of a substitute from 10 to 20%.

Table 3  
Formulations of the studied products

Type of raw material	Application rate per 100 kg,%			
	Control	6.1	6.2	6.3
Semi-fat pork	50	45	40	40
Chicken	15	25	25	20
Emulsion	-	10	15	20
Nontreated by-products	15	-	-	-
Eggs	3	3	3	3
Onion	5	5	5	5
Bread	7	7	7	7
Breadcrumbs	3	3	3	3
Table salt	1,7	1,7	1,7	1,7
Spices	0,3	0,3	0,3	0,3

According to the set of organoleptic parameters, the most acceptable was the sample with the replacement of raw meat with protein enrichment in the amount of 20%. The test samples were more juicy, tender and had a better consistency compared to the control sample.

Prepared samples of cutlets were evaluated by organoleptic parameters. The advantage of organoleptic evaluation as a method of product quality analysis is the ability to quickly and simultaneously identify a set of product properties such as appearance, color in the cut, aroma, taste, texture.

Analyzing the data of Fig. 3, we can say that the prototype of the prepared cutlets on organoleptic parameters were not inferior to the control product.

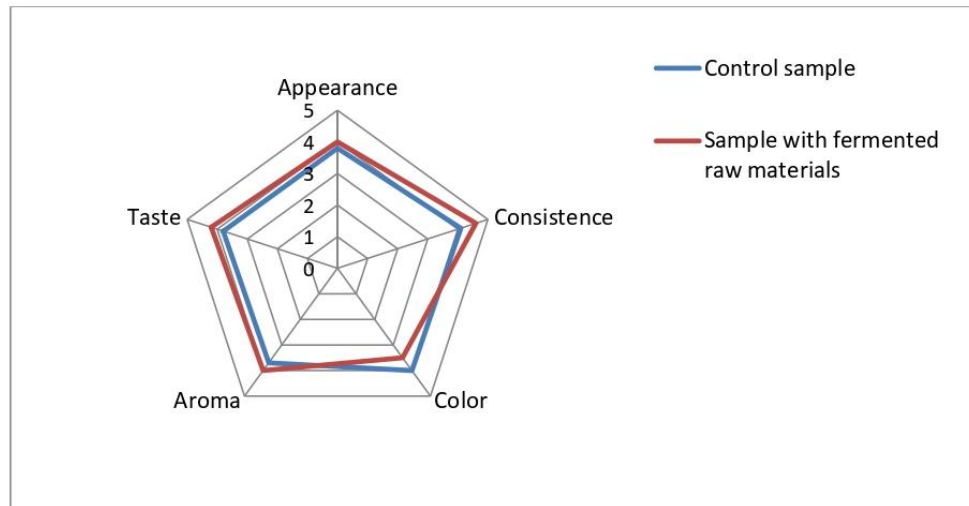


Figure 3. Profilogram of the dependence of the score of organoleptic parameters of the product that has undergone heat treatment

Thus, based on the results of research, we can draw the following conclusions: first, biotechnological processing can improve the structure of raw materials containing collagen, collagen fibers swell, there is their defibering; secondly, the microstructure of the control sample and the experimental sample with protein-fat emulsion do not differ significantly.

Based on the results of organoleptic studies, it can be concluded that the developed cutlets are not inferior to the control sample in terms of nutritional value and also meet the requirements of DSTU 4437: 2005. The sample of cutlets with the introduction of protein-fat emulsion has a juicier texture, pleasant smell and taste.

Thus, the results of research indicate a positive effect of the use of the enzyme preparation "STABICOL SKIN" for processing the composition - improves the functional and technological properties of low-value meat protein-containing raw

materials. The technological effect of the drug can be expected in increasing the tenderness, juiciness, yield and improving the organoleptic evaluation of meat products. The results allow us to positively assess the prospects for the use of the drug "STABICOL SKIN" in the technology of meat products and the possibility of creating effective biotechnology in the industry.

Міністерство освіти і науки України  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

---



**МІЖНАРОДНА  
НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ**  
**«Інноваційні технології та перспективи розвитку  
м'ясопереробної галузі»**  
**(«Реалії та перспективи м'ясопереробки»)**

**ПРОГРАМА ТА ТЕЗИ МАТЕРІАЛІВ**

*15 вересня 2021 р.*

**КИЇВ НУХТ 2021**

УДК 637.5

Горішний П., Топчій О.А. к.т.н.

Національний університет харчових технологій (НУХТ),

м. Київ, Україна

## 18. БЕЗВІДХОДНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЯК ШЛЯХ ДО РОЗШИРЕННЯ РЕСУРСНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ

Підвищення ефективності використання сировинних ресурсів зводиться до розробки та впровадження мало- і безвідходних ресурсо- і енергозберігаючих технологій, у рамках яких забезпечується найбільш повне, раціональне використання сировини, що дозволяє комплексно вирішувати проблеми ресурсозабезпечення економіки й охорони довкілля. [1]

Поняття безвідходних технологій передбачає створення технологічних систем, вплив яких на природу не перевищуватиме її відновлювального потенціалу. В основу концепції безвідходних технологій лягли три основні положення: створення максимально замкнених систем, організованих за аналогією із природними екосистемами; раціональне використання всіх компонентів сировини; досягнення мінімального негативного впливу на довкілля.

Безвідходне виробництво передбачає контроль руху матеріальних ресурсів на всіх етапах виробництва, а саме отримання сировини, її переробки, споживання, утилізації відходів. Ефективним способом, який забезпечує захист навколишнього середовища від забруднень при заборі і переробці худоби, є широке впровадження ресурсощадних технологій, які передбачають повну переробку вторинної сировини та забезпечують інтенсифікацію виробничих процесів і високу економічну ефективність.

Малоцінні продукти забою худоби є додатковим джерелом білку, містять біологічно активні і життєво необхідні речовини, тому їх переробка у поєднанні з біотехнологічними способами може стати оптимальним вирішенням проблеми виробництва повноцінних м'ясопродуктів.

З огляду на постійно зростаючу вартість м'ясної сировини, переробка субпродуктів II категорії у поєднанні з їх біомодифікацією є оптимальним рішенням проблеми раціонального використання побічної сировини і реальним способом забезпечення населення продуктами з нутрієнтно-адекватним рівнем макро- і мікронутрієнтів. Вторинні продукти забою сільськогосподарських тварин є джерелом білків, зокрема колагену, пептидів і амінокислот. [2] Ферментативна обробка колагеновмісної сировини дозволяє отримати пептиди і вільні амінокислоти та забезпечує м'які умови протікання процесу в порівнянні з іншими видами гідролізу, підвищує швидкість технологічних процесів, збільшуючи вихід готової продукції, поліпшує її якість, знижує кількість відходів. Розробка способу біомодифікації колагеновмісної сировини ферментативним гідролізом, з подальшим використанням отриманої білоквмісної маси у виробництві харчових продуктів є актуальною і перспективною.

**Висновок.** Використання біомодифікованого білкового збагачувача на основі субпродуктів дозволить отримати м'ясопродукти високої якості, поліпшити їх склад, підвищити харчову і біологічну цінність, надати продукту функціональну спрямованість.

### Література.

1. Біомодифікація колагенсодержащих субпродуктов методом ферментативного гідроліза / Т. М. Гиро, С. С. Зубов, А. В. Яшин [и др.] // Техника и технология пищевых производств. – 2019. – Т. 49, № 2. – С. 262–269.

2. Горішний П.О., Пасічний В.М., Топчій О.А. Виробництво білково-жирових емульсій з використанням біомодифікованих субпродуктів. Інноваційні технології та перспективи розвитку м'ясопереробної галузі: Програма та тези матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції, 24 листопада 2020 р., м. Київ. – К.: НУХТ, 2020 р. – С. 49.

**Міністерство освіти і науки України**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

---



**МІЖНАРОДНА**  
**НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ**  
**«Інноваційні технології та перспективи розвитку**  
**м'ясопереробної галузі»**

**ПРОГРАМА ТА ТЕЗИ МАТЕРІАЛІВ**

*24 листопада 2020 р.*

**КИЇВ НУХТ 2020**

УДК 635.5

Горішний П.О., Пасічний В.М., д.т.н., Топчій О.А. к.т.н.,

Національний університет харчових технологій (НУХТ), м. Київ, Україна

#### 14. ВИРОБНИЦТВО БІЛКОВО-ЖИРОВИХ ЕМУЛЬСІЙ З ВИКОРИСТАННЯМ БІОМОДИФІКОВАНИХ СУБПРОДУКТІВ

Тенденція підвищення попиту на готові до вживання продукти харчування, зокрема м'ясні хліби, залишається актуальною. Зазвичай, до рецептури м'ясних хлібів вводять рослинну сировину, білково-жирові емульсії (БЖЕ), виготовлені на основі малоцінної сировини, замінюючи м'ясну сировину низькосортною, що знижує харчову і біологічну цінність виробів [1].

Проте, використання в рецептурах м'ясних хлібів сировини з високим вмістом колагену можливо і без зниження якості продуктів. Застосування попередньої біотехнологічної обробки вторинної сировини, або харчових сумішей на основі сухих препаратів дозволяє поліпшити функціонально-технологічні показники, підвищити харчову і біологічну цінність готових виробів [2, 3, 4].

**Результати.** Білково-жирову емульсію готували на основі білкового збагачувача з субпродуктів II категорії, які пройшли біотехнологічну обробку ліофілізованими бактеріальними заквасочними культурами прямого внесення, з наступним додаванням бамбукової клітковини - 10% в якості структуроутворюючого компонента для підвищення в'язкості фаршу і пластичності, купажованої рослинної олії - 20% і крижаної води - 20% від маси білкового збагачувача та кутерували ще 4-5 хв.

Охолоджену емульсію вносили у фарш м'ясних хлібів що дозволяло забезпечити однорідну консистенцію і поліпшити структуру виробу, оскільки білковий збагачувач і бамбукова клітковина характеризуються високими функціонально-технологічними показниками - волого-і жирозв'язуючою та емульгуючою здатностями, стабільністю емульсії, які досягаються в процесі тонкого подрібнення і гомогенізації.

Рівень заміни м'ясної сировини на емульсію визначався за оптимальними органолептичними показниками досліджуваних зразків з введенням від 10 до 50% БЖЕ. За сукупністю органолептичних показників найбільш прийнятним виявився зразок з введенням білково-жирової емульсії - 20%, причому вирішальним фактором при виборі кількості введення виявилася консистенція готових м'ясних хлібів.

**Висновок.** Застосування ферментативної обробки колагеновмісної сировини дозволяє ширше використовувати субпродукти II категорії. Використання біомодифікованого білкового збагачувача на основі субпродуктів у складі БЖЕ, для введення її у рецептури м'ясних хлібів, дозволяє отримати продукти з високим ступенем збалансованості та розширити впровадження ресурсощадних технологій.

##### Список літератури

1. Антипова Л.В., Глотова И.А. Основы рационального использования вторичного коллагенсодержащего сырья мясной промышленности. – Воронеж: Воронеж. гос. технол. акад., 2013. – 248 с.

2. Лукин А.А., Ребезов М.Б., Хайруллин М.Ф., Лакеева М.Л., Пирожинский С.Г., Дуць А.О., Ребезов Я.М. Изменение соединительной ткани под воздействием ферментного препарата и стартовых культур // Вестник мясного скотоводства. 2011. Т. 3, N 64. С. 78–83.

3. Українець, А. І., Пасічний, В. М., Желуденко, Ю. В., & Полумбрик, М. М. (2016). Вплив білоквмісних композицій на основі колагену на якість ковбасних виробів. *Харчова наука і технологія*, (10, № 3), 50-55.

4. Пасічний, В. М., & Полумбрик, М. М. (2016). Внесення колагенвмісних сумішей в фаршеві системи. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені СЗ Гжицького. Серія: Харчові технології*, (18, № 2), 150-153.

**Міністерство освіти і науки України  
24-та секція за фаховим напрямом  
«Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології»  
Наукової ради Міністерства освіти і науки України  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

---



**X МІЖНАРОДНА  
НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ**

**"Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в  
контексті Євроінтеграції"**

**ПРОГРАМА ТА ТЕЗИ МАТЕРІАЛІВ**

*09-10 листопада 2021 р.*

**КИЇВ НУХТ 2021**

УДК 637.5

## 17. ШЛЯХИ ВИКОРИСТАННЯ МАЛОЦІННОЇ СИРОВИНИ

П. О. Горішній, О.А. Топчій, В.М. Пасічний

*Національний університет харчових технологій, Київ, Україна*

У м'ясній галузі велика увага приділяється пошуку шляхів раціонального використання малоцінної м'ясної сировини і створення інноваційних технологій виробництва органічних продуктів харчування.

Застосування попередньої біотехнологічної обробки вторинної сировини, або харчових сумішей на основі сухих препаратів дозволяє поліпшити функціонально-технологічні показники, підвищити харчову і біологічну цінність готових виробів [1, 2].

В якості колагеновмісної сировини використовували сполучну тканину, отриману після жилювання яловичини. Для біотехнологічної обробки використовували ліофілізовані бактеріальні заквасочні культури прямого внесення, виготовлені компанією «Chr. Hansen» (Данія) які включають Propionic Culture PS-4 - пропіоновокислі бактерії, Probio-Tec BB-12 – біфідобактерії *Bifidobacterium animalis*.

Біотехнологічну обробку проводили наступним чином: сировину подрібнювали на вовчку з діаметром отворів решітки 5-7 мм.

Суміш ліофілізованих заквасок BB-12 і PS-4, брали у співвідношенні 2:1, гідратували в воді температурою 35-37 °С та обробляли нею подрібнені субпродукти в кількості 5% від їх маси. Оброблені субпродукти витримували при температурі 37 °С протягом 3 год, після тонкого подрібнення в куттері протягом 1-2 хв готували білковий збагачувач [1].

Білковий збагачувач на основі малоцінної сировини можна використовувати у вигляді білково-жирової емульсії, виготовленої з додаванням клітковини, купажу олій і води.

Використання біомодифікованого білкового збагачувача дозволить отримати вироби з високою харчовою і біологічною цінністю та надати їм

функціональну спрямованість.

#### **Список літератури**

1. Горішний П.О., Пасічний В.М., Топчій О.А. Виробництво білково-жирових емульсій з використанням біомодифікованих субпродуктів. Інноваційні технології та перспективи розвитку м'ясопереробної галузі: Програма та тези Міжнародної НПК, 24.11.2020 р., К.: НУХТ– С. 49.

2. Пасічний, В. М., & Полумбрик, М. М. Внесення колагенвмісних сумішей в фаршеві системи. Науковий вісник ЛНУВМтаБ ім. С.З. Гжицького. Серія: Харчові технології, (18, No 2), 150-153.

Міністерство освіти і науки України

Національний університет харчових технологій

---

**86**

**Міжнародна наукова  
конференція молодих учених,  
аспірантів і студентів**

**"Наукові здобутки молоді –  
вирішенню проблем  
харчування людства у ХХІ  
столітті"**

**2–3 квітня 2020 р.**

**Частина 1**

---

**Київ НУХТ 2020**