

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до кваліфікаційної роботи
ступеня вищої освіти «Магістр»
на тему:

**Використання продуктів переробки сочевиці в
технології м'ясних виробів**

Виконала: здобувачка вищої освіти 2 курсу,
групи МгХТз-1-23
освітньо-професійної програми Харчові технології
зі спеціальності 181 Харчові технології

_____ Олена КУЗЬМЕНКО

Керівник: _____ Олег ТЕРТИШНИЙ

Рецензент: _____

Дніпро 2024

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій
Ступінь вищої освіти: «Магістр»
Освітньо-професійна програма: «Харчові технології»
Спеціальність: 181 «Харчові технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
харчових технологій,
кандидат технічних наук, доцент
Віталій КОШУЛЬКО

(підпис)

«11» листопада 2024 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧЦІ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Кузьменко Олені Миколаївні

1. Тема роботи: «Використання продуктів переробки сочевиці в технології м'ясних виробів».
Керівник роботи: Тертишний Олег Олександрович, кандидат технічних наук, доцент, затверджені наказом закладу вищої освіти від «11» листопада 2024 року № 3768.
2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 16 грудня 2024 року
3. Вихідні дані до роботи: 1. Технологія виробництва м'ясних ковбасних виробів
2. Наукова, нормативна, технологічна, технічна та патентна документація.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Аналітичний огляд літературних джерел. 2 Матеріали і методи досліджень. 3 Експериментальна частина. 4 Охорона праці та пожежна безпека. 5 Організаційно-економічна частина. Загальні висновки. Бібліографія.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1. Постановка проблеми дослідження. 2 Мета роботи і завдання досліджень.
- 3 Характеристика об'єктів дослідження. 4 Обговорення результатів досліджень.
- 5 Кошторис витрат на проведення досліджень. 6 Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Посада, прізвище та ім'я консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1 – 3	Доцент ТЕРТИШНИЙ Олег	11.11.2024	16.12.2024
4	Доцент ТЕРТИШНИЙ Олег	11.11.2024	16.12.2024
5	Доцент ТЕРТИШНИЙ Олег	11.11.2024	16.12.2024

7. Дата видачі завдання 11 листопада 2024 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	11.11-12.11.24	виконано
2	Аналітичний огляд літературних джерел	13.11-18.11.24	виконано
3	Матеріали і методи досліджень	19.11-20.11.24	виконано
4	Експериментальна частина	21.11-06.12.24	виконано
5	Охорона праці та пожежна безпека	07.12-08.12.24	виконано
6	Організаційно-економічна частина	09.12-11.12.24	виконано
7	Загальні висновки та бібліографія	12.12-13.12.24	виконано
8	Розробка та підготовка демонстраційного матеріалу	14.12-15.12.24	виконано

Здобувачка вищої освіти _____ Олена КУЗЬМЕНКО
(підпис)

Керівник роботи _____ Олег ТЕРТИШНИЙ
(підпис)

РЕФЕРАТ

Тема: «Використання продуктів переробки сочевиці в технології м'ясних виробів»

Кваліфікаційна робота магістра: 81 с., 14 рис., 13 табл., 68 літературних джерел.

Об'єкт дослідження: технологія виробництва м'ясних виробів.

Метою роботи є дослідження технології виробництва м'ясних виробів з використанням продуктів переробки сочевиці.

Методи дослідження:

Емульгувальну здатність визначали методом Інклара і Фортюна [63]; вологозв'язувальну здатність (ВЗЗ) - за методом Грау і Хамма в модифікації В.П. Воловинській та Б.І. Кельман [64]; вологоутримуючу (ВУЗ), жирутримуючу (ЖУЗ) здібності - згідно з рекомендаціями [64]; адгезійні властивості білкових препаратів сочевиці та модельних фаршів – на лабораторній установці за методом [63].

В роботі розроблено технологічну схему виробництва варених ковбасних виробів з використанням продуктів переробки сочевиці. Доведено можливість використання сочевичного борошна в якості замітника основної м'ясної сировини при виробництві м'ясних виробів. Встановлено позитивний вплив введення сочевичного борошна на амінокислотний склад готових ковбасних виробів. Удосконалено рецептуру вареної ковбаси шляхом заміни основної м'ясної сировини (яловичини) на сочевичне борошно. Доведено стабільність органолептичних властивостей вареної ковбаси при додаванні сочевичного борошна порівняно зі зразком, виробленим за традиційною технологією.

КЛЮЧОВІ СЛОВА

М'ясні продукти, сочевиця, сочевичне борошно, ковбасні вироби, білкові препарати, функціонально-технологічні властивості, вологоутримуюча здатність.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	7
1.1 Технологічні та функціональні властивості білкових систем в харчових технологіях	7
1.2 Джерела та основні принципи використання білку рослинного походження для харчових цілей	23
1.3 Перспективи використання білкових препаратів в технології м'ясних продуктів	29
1.4 Мета і завдання дослідження	34
2 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	36
2.1 Перелік основної використаної сировини	36
2.2 Характеристика сочевиці та сочевичного борошна	36
2.3 Визначення функціонально-технологічних показників якості	39
3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	42
3.1 Дослідження функціонально-технологічних властивостей сочевичного борошна	42
3.2 Дослідження властивостей фаршу з додаванням сочевичного борошна	47
3.3 Дослідження доцільності використання сочевичного борошна в технології варених ковбас	52
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА	62
4.1 Основні аспекти охорони праці при виготовленні м'ясних виробів	62
4.2 Розробка картки охорони праці при виробництві м'ясних виробів	63
4.3 Пожежна безпека при виробництві м'ясних виробів	65
5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	67
5.1 Розрахунок витрат для проведення дослідження	67
5.2 Визначення ціни дослідження	70
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	72
БІБЛІОГРАФІЯ	74

ВСТУП

Серед поживних речовин, необхідних для задоволення життєвих потреб людини, найважливішим є білок. Через незамінність його функцій і відсутність механізмів синтезу деяких білкових сполук в організмі постає проблема повноцінного білкового харчування для підтримання здоров'я та нормальної життєдіяльності.

Сучасні умови життя та праці людини ставлять нові вимоги до харчування: потреба в жирах знижується, а потреба у білках зростає. За даними ФАО/ВООЗ, щоденна норма споживання білка для людини становить 90–100 г, з яких 60–70% має припадати на білок тваринного походження. Однак, середнє світове споживання білка на душу населення зараз складає лише 60 г на день, і лише 30% з нього – тваринного походження. У нашій країні щорічний дефіцит харчового білка становить 1,6 млн тонн.

Таким чином, білки є найдорожчим і дефіцитним компонентом харчування, що підкреслює необхідність пошуку шляхів прямого використання тих білкових ресурсів, які раніше вважалися дефіцитними і використовувалися в тваринництві з низькою ефективністю.

Протягом останніх років дослідження нових білкових джерел, розробка технологій білкових препаратів і пошук ефективних способів їх використання здійснювалися в різних напрямках. Досвід показав, що для зменшення розриву між попитом і виробництвом білка, а також для усунення його дефіциту, найбільш доцільними є два шляхи: інтенсифікація традиційних методів виробництва білкових продуктів і залучення нових джерел білка для харчових цілей.

Відомо, що організм тварин не здатен синтезувати білок з неорганічних речовин і створює його з білків тваринного і рослинного походження. Короткий цикл відтворення, обсяги і висока біологічна цінність зробили рослинні білки економічно і соціально привабливими для отримання біологічно повноцінних харчових продуктів, зокрема м'ясних комбінованих і штучних.

Науково доведено, що рослини є найкращим джерелом білків. Високі обсяги їх виробництва та значно менші трудові витрати (у 16 разів менші, ніж на виробництво тваринних білків) дають змогу компенсувати дефіцит білка в харчуванні. У сучасному світовому харчовому балансі 80% білків припадає на рослинні джерела, і лише 20% — на тваринні. У нашій країні, використання рослинних білків становить лише 7–8 тис. тонн на рік, тоді як науково обґрунтована норма — 25–30 тис. тонн. Реальний розвиток цього напрямку пов'язаний як із необхідністю збільшення ресурсів харчового білка, так і з вдосконаленням асортименту та технології обробки рослинних білкових компонентів для отримання біологічно повноцінних продуктів і напівфабрикатів.

Перспективними є комбіновані білкові системи, особливо м'ясо-рослинні. Поєднання тваринних і рослинних інгредієнтів дозволяє взаємно доповнювати відсутні біологічно активні речовини, створюючи основу для спеціалізованого та лікувально-профілактичного харчування. У багатьох країнах із розвиненою м'ясною промисловістю значну увагу приділяють новим джерелам білка на основі рослин, що дає змогу виробляти штучні низькокалорійні продукти, які імітують натуральне м'ясо, мають збалансований склад і не містять холестерину та інших шкідливих компонентів.

З економічної та функціональної точок зору, рослини є перспективним рішенням проблеми дефіциту повноцінного харчового білка завдяки своєму різноманіттю, що включає олійні, бобові, зернові культури, овочі, а також дикорослі та культурні рослини.

Особливий інтерес викликають бобові культури, оскільки вони мають високу частку білка, збалансованість і хороші функціональні властивості. Крім того, бобові продукують значно більше білка на одиницю площі, ніж злакові культури. Вартість перетравного білка з бобових є в десятки разів нижчою, ніж білка з зернових, кормових дріжджів або синтетичних продуктів.

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1 Технологічні та функціональні властивості білкових систем в харчових технологіях

«Під функціональними властивостями білка прийнято розуміти широкий комплекс фізико-хімічних характеристик, що визначають його поведінку при переробці в харчові продукти та зберіганні, що забезпечують бажані структуру, технологічні та споживчі властивості готових виробів» [1-4]. Ця галузь наукових досліджень має центральне, ключове значення для розвитку технології переробки білка в нові форми їжі та виробництві традиційних продуктів харчування.

До найбільш важливих функціональних властивостей білка відносять:

1. «розчинність і набування у воді, сольових, лужних та кислих середовищах;
2. сумісність з іншими компонентами харчової сировини та продуктів;
3. здатність утворювати та стабілізувати дисперсні системи (піни, емульсії та суспензії), а також гелі (студні)» [1];
4. «адгезійні, реологічні та органолептичні властивості» [4].

Іншими словами – функціональні властивості є «комплекс фізико-хімічних характеристик білковмісної системи, за складом і умовами дослідження моделюючої реальні технологічні процеси в переробці сировини для отримання продуктів харчування» [1]. Вимоги до функціональних властивостей білка відрізняються як кількісно, так і якісно в залежності від характеру процесу переробки білка в ті чи інші харчові продукти, що дозволяє обґрунтовувати параметри процесу та оптимізувати технологію переробки сировини.

Для вирішення питання про застосування тих чи інших білків в отриманні різних харчових продуктів «необхідне знання закономірностей зміни функціонально-технологічних властивостей залежно від низки фізико-хімічних факторів: природи та концентрації білків у системі; температури, рН, присутності та концентрації супутніх біополімерів та низькомолекулярних речовин» [2, 3].

«Одним із важливих джерел харчових білків є м'ясо та продукти переробки сільськогосподарських тварин» [5]. М'ясна сировина багатокomпонентна, варіабельна за складом і властивостями, що може викликати значні коливання як готову продукцію. У зв'язку з цим «інформація про функціонально-технологічні властивості (ФМВ) різних видів основної сировини та її компонентів, вплив допоміжних матеріалів та зовнішніх факторів на характер зміни ФМВ набуває особливо важливу роль» [6]. У технології традиційних м'ясних продуктів функціонально-технологічні властивості білків також визначають структуру та органолептичні показники готових продуктів.

«Під функціонально-технологічними властивостями в прикладній біологічній технології м'яса і м'ясних продуктів розуміють сукупність показників, що характеризують рівні емульгуючої, водозв'язуючої, жиро-, -водопоглинаючої і гелеутворюючої здатності, структурно-механічні властивості (липкість, в'язкість, пластичність і т.д.), сенсорні характеристики (колір, смак, запах), величину виходу та втрат при термообробці різних видів сировини та м'ясних систем» [5, 6]. Перелічені показники мають пріоритетне значення щодо ступеня прийнятності м'ясної та інших видів сировини для виробництва харчових продуктів.

Експериментально встановлено, що «варені ковбаси мають у середньому прийнятну якість і задовільну органолептичну оцінку при стійкості фаршової емульсії не нижче 85 %, вологоутримуючої здатності - приблизно 85 % загального вмісту вологи у фарші, або близько 90-92 % пов'язаної вологи Здібності - лише на рівні 95 % вмісту жиру у фарші» [7-10].

Функціонально-технологічні властивості білків тісно пов'язані з їх хімічним та амінокислотним складом, структурою та фізико-хімічними властивостями (табл. 1.1), які «визначають взаємодію білок - білок (-гелеутворення); білок - вода (набухання, водозв'язувальна здатність, розчинність); білок - ліпіди (жиропоглинаюча та жирутримуюча здібності), а також поверхнево-активні властивості (утворення та стабілізація пін та емульсій)» [5-8].

Таблиця 1.1 – ФМВ харчових систем залежно від характеру взаємодії білків [6].

Вид взаємодії	Функціонально-технологічні властивості
Білок – білок	Гелеутворення
Білок – вода	Водозв'язування, набування
Білок – жир	Жиропоглинання
Жир – білок – вода	Емульгування

«М'ясні фарші – складна гетерогенна система, функціональні властивості якої залежать від співвідношення тканин, вмісту в них специфічних білків, жирів, води, морфологічних компонентів» [5].

Однією з найважливіших технологічних функцій білка у м'ясних системах є формування водозв'язуючої здатності [9, 11]. На характер взаємодії в системі "білок - вода" впливають розчинність білкових систем, концентрація, вид, склад білка, ступінь порушення нативної конформації, глибина денатураційних перетворень, рН середовища. Здатність м'ясної сировини поглинати і утримувати вологу визначається гідрофільними властивостями білків м'язового волокна, зокрема, «міозином, актином і до певної міри тропоміозином, на поверхні молекул яких є полярні групи, здатні взаємодіяти з диполями води» [9]. Рівень водозв'язуючої здатності тонкоподрібненої м'ясної сировини в основному обумовлений кількістю гідрофільних центрів білків, що залежить від ряду факторів:

- природи та концентрації білка;
- інтервалу рН від електричної точки;
- ступеня взаємодії білків системи між собою; наявності нейтральних солей [6, 12].

У спрямованому підвищенні величини водозв'язуючої здатності м'ясних емульсій можна виділити застосування харчових добавок та компонентів трьох видів:

- «речовини, що підвищують гідратацію м'язових білків за рахунок зсуву рН та розблокування гідрофільних центрів (наприклад, натрієві солі фосфорних кислот)» [5];
- «добавки, які не впливають на ступінь гідратації м'язових білків, але добре зв'язують воду, як правило, після термообробки (крохмаль, пшеничне борошно, желатин, білкові стабілізатори з колагеновмісної сировини)» [9];
- «білкові компоненти, що забезпечують підвищення як концентрації розчинних білків у системі, так і харчової цінності готових м'ясних виробів (соєві білкові препарати, казеїнат натрію, сухе молоко, кров та її фракції)» [7].

Вологоутримуюча здатність (ВУЗ), як і розчинність, одночасно залежить від ступеня взаємодії як білків з водою, так і білка з білком, і тому від конформації та ступеня денатурації білка. У зв'язку з цим, «теплова обробка істотно впливає на вологоутримуючу здатність білків» [12], що, «у свою чергу, позначається на масовому виході готових виробів» [13].

Як зазначалося вище, серед різноманіття характеристик та оціночних критеріїв для технології м'ясних продуктів дуже важливу роль відіграють такі показники, як набухання та розчинність [6, 7]. «Розчинення високомолекулярних речовин супроводжується набуханням, або, точніше, набухання таких речовин є першим етапом розчинення» [14]. Причиною набухання є дифузія молекул розчинника у високомолекулярну речовину, що супроводжується збільшенням обсягу останнього. Показники набухання та розчинності білкових систем обумовлені впливом молекулярної маси полімерів на швидкість розчинення. «Розчинення полімеру тим більше (подібно до розчинення низькомолекулярної речовини), чим менше його молекулярна маса. Низька молекулярна маса може призвести до розчинення без набухання» [15].

Ефективність отримання та стабільність властивостей емульсій залежать «від виду жиру та емульгатора, співвідношення дисперсійного середовища та дисперсної фази, ступеня диспергування частинок, температури, рН середовища» [16].

«Широке застосування харчових емульсій обумовлено підвищеною засвоюваністю жирів в емульгованому стані, можливістю спрямованого варіювання складу і властивостей продуктів емульсійного типу» [17]. Серед харчових продуктів важливе місце займають емульсії типу жир у воді (Ж/В). Найважливішими стабілізаторами харчових емульсій типу Ж/В є білки, емульгуючі властивості яких значною мірою визначають якості -дочного продукту. Склад та умови їх отримання можуть бути досить точно змодельовані.

Однією з умов удосконалення харчових технологій та цілеспрямованого використання білків як стабілізаторів емульсій є:

- вивчення модельних систем, достатньо наближених до реальних харчових продуктів емульсійного типу;
- «оцінка емульгуючих властивостей білків інструментальними методами, заснованими на сучасних досягненнях фізико-хімії дисперсних систем,
- подальше вивчення взаємозв'язку між емульгувальними властивостями та молекулярними характеристиками білків» [17, 18].

«Білок грає важливу структурну роль процесі отримання емульсій» [18]. Отримання емульсій розглядають як накладення трьох процесів: «диспергування рідини, коалесценції та адсорбційного процесу утворення захисних шарів, причому вважається, що останній процес головним чином визначає властивості кінцевих емульсій» [5, 6, 12].

Емульгуючі властивості білків залежать від великої кількості факторів. «Одна з найважливіших характеристик білка як емульгатора – структура його молекули. Зумовлено це тим, що структура адсорбційних плівок та властивості емульсій, що стабілізуються білком, є функцією нативної структури білка» [19]. Поверхнева активність білків визначається особливостями їх дорожньої структури. Молекули глобулярних білків у водному розчині являють собою компактні частинки зі специфічною топографією по верхності з асиметрично локалізованими полярними та неполярними групуваннями атомів.

Фібрилярні білки характеризуються кращими емульгувальними властивостями в порівнянні з глобулярними. «Вони швидше знижують міжфазний

натяг і мають нижче його рівноважне значення. Структура адсорбційних шарів, утворених як глобулярними, так і фібрилярними молекулами, значною мірою визначається концентрацією білка на міжфазній поверхні» [15].

Важливу роль технології м'ясопродуктів при отриманні виробів з багатокомпонентних полідисперсних м'ясних фаршових систем поряд з водозв'язуючою і емульгуючою здатністю грає така властивість білків, як гелеутворення. У колоїдній хімії «гелями називають твердоподібні дисперсні системи, усередині яких розподілено рідину» [20]. У вітчизняній літературі «за гелями, утвореними з розчинів органічних високомолекулярних сполук, встановилася назва холодців» [21]. Відповідно до цих назв іноді «термін структуроутворення замінюють на гелеутворення або студнеутворення» [5].

Схильністю до утворення коагуляційних структур мають асиметричні (ниткоподібні або стрічковоподібні) частинки з високим, більше 100, осьовим співвідношенням (відношення довжини до ширини). Навіть у невеликих концентраціях вони здатні утворити суцільний пухкий просторовий каркас у вигляді єдиного агрегату завдяки нерівномірному розподілу центрів коагуляції по кінцях частинок. «У петлях каркаса, що утворюється, фіксується дисперсійне середовище» [21].

«Процес утворення білкових гелів є міжмолекулярною взаємодією, в результаті якої формується розвинена тривимірна просторова структура, здатна утримувати в міжполімерному просторі вологу та інші компоненти фаршу» [6]. Переведення харчових систем у гелі образний стан можливий різними способами, серед яких найбільш поширені три основні:

- «нагрівання або охолодження рідкої системи (термотропні гелі);
- зміна іонного складу системи, зазвичай внаслідок зміни рН, взаємодії з іонами металів (іонотропні гелі);
- концентрування рідких розчинів або дисперсних систем, що містять гелеутворювач (ліотропні гелі)» [21].

«Ефективність впливу різних факторів гелеутворення (температура, рН, наявність солей і сольвентів, концентрація білка і т.д.) визначається їх впливом на

формування сил взаємодії, кількість і природу зшивок, що визначають структуру гелю та його міцність» [20, 21].

На денатурацію та гелеутворення м'язових білків впливають три основні технологічні фактори:

1. «теплова обробка;
2. концентрація солі;
3. величина рН м'язової тканини, яка змінюється від 6,8-7,0 (до початку посмертного задубіння) до 5,4-6,0» [19].

Перехід міозину до актоміозину, що відбувається при цьому, супроводжується зниженням емульгуючих властивостей, погіршенням здатності до утворення гелів.

«Істотний вплив на поведінку білків м'яса при термообробці надає їхній фракційний склад.

Оцінка фракційного складу білків різних видів сировини, напівфабрикатів та харчових систем становить інтерес у зв'язку з можливістю їх використання у ковбасному виробництві, оскільки утворення стабільних м'ясних систем неможливе без участі таких фракцій білка, як соле- та водорозчинні» [15, 23].

У процесі первинної переробки тварин та в умовах ковбасного виробництва «є низка високоресурсних видів вторинної білоквмісної сировини, що становлять значний практичний інтерес з позицій їх ефективного використання у технології м'ясопродуктів. У першу чергу до них відносяться субпродукти другої категорії, м'ясо механічної обвалки, харчова кров та її фракції» [6, 8, 12, 20, 23].

«М'ясо механічної дообвалки (ММД) відрізняється підвищеним вмістом жиру (16-31%) і зниженим (12-14%) білка в порівнянні з м'ясом ручного обвалювання» [18], причому у складі жиру переважають легкоплавкі ліпіди кісткового мозку. «рН ММД становить від 6 до 7. Ці фактори визначають ФМВ даного виду сировини. ММД з температурою близько 0 °С при перемішуванні утворює в'язку масу, яка за рівнем ВСС майже ідентична звичайному м'ясу» [24, 25].

Цільну кров застосовують як основну сировину для виробництва ковбас, зельців, консервів та інших продуктів харчування, а також як добавку, що надає традиційний колір виробам при використанні в них білкових оболонок.

Білки плазми крові (ПК) мають унікальний комплекс ФМВ. Альбуміни – легко взаємодіють з іншими білками, можуть бути пов'язані з підами і вуглеводами, мають високу водозв'язувальну і піноутворювальну здатність. Глобуліни – хороші емульгатори. У зв'язку з цим «на основі цільної крові доцільно готувати емульсії, призначені для введення в рецептури м'ясопродуктів і забезпечують підвищення стабільності м'ясних систем, харчової цінності та виходу, поліпшення органолептичних показників та структурно-механічних властивостей» [26].

Найбільш поширене застосування ПК при виробництві емульгованих м'ясопродуктів. «Введення її в рецептуру замість води масовою часткою 10 % суттєво покращує якість одержуваних емульсій, органолептичні та структурно-механічні показники, підвищує вихід готової продукції» [26].

Емульгувальна та гелеутворююча здатність плазми дозволяє розглядати її як високофункціональну добавку при роботі з колагеновмісною сировиною, а також як структуруючий компонент білковмісних наповнювачів на базі композицій з низькосортної сировини, білкових препаратів і плазми крові. «Такого типу багатокомпонентні системи поліфункціональні за властивостями та сферою технологічного застосування, збалансовані за загальним хімічним та амінокислотним складом» [26]. Реальні можливості використання плазми крові дуже широкі (рис. 1.1) і засновані на практичній реалізації біотехнологічних процесів і перетворень.

Харчові білкові системи в технології традиційних м'ясних продуктів можна охарактеризувати як чисті та комбіновані м'ясні емульсії на основі м'язових білків, а також з використанням білкових компонентів з тварин і рослинних джерел (яйце і яйцепродукти: меланж, жовток і білок), казеїнат натрію, сухе молоко, кров та її фракції, соєвий або інший рослинний білок), що забезпечують, з одного боку, підвищення ФМВ, а з іншого – харчової цінності готових виробів.

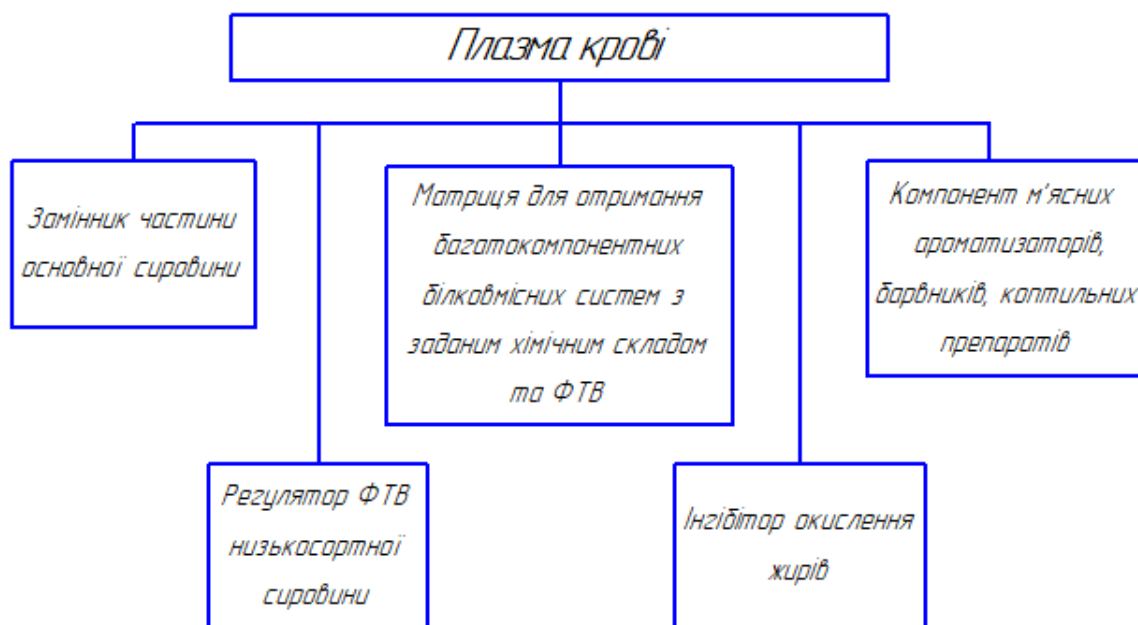


Рисунок 1.1 – Шляхи технологічного використання плазми крові

«Яйце та яйцепродукти використовують у ковбасно-консервному виробництві в основному з метою покращення функціонально-технологічних властивостей м'ясних систем, а також для підвищення харчової та біологічної цінності виробів» [27]. Білок яйця має високу розчинність, піно- і гелеутворюючими властивостями, має хороші адгезійні характеристики, підвищує стабільність і в'язкість емульсій. «Основний білок яйця – овоальбумін – утворює гелі та емульсії як самостійно, так і з альбумінами сироватки крові, ліпопротеїном та лізоцимом» [6]. Білки яєчного жовтка також мають високу емульгуючу і гелеутворювальну здатність.

У технології м'ясопродуктів молочно-білкові препарати (сухе молоко, казеїнат натрію, молочна сироватка, знежирене молоко) застосовують як для оптимізації функціональних характеристик (ВУЗ, емульгування), так і для підвищення харчової та біологічної цінності готових виробів [7, 15, 52].

Більшість молочно-білкових препаратів містить водорозчинні білки (лактальбуміни і лактглобуліни), мають високу ВУЗ, емульгуючу, піноутворювальну здатність. «Найбільш поширене застосування сухого цільного

(СЦМ) та знежиреного (СЗМ) молока, сухого білкового концентрату з підсирної сироватки (СБК) та казеїнату натрію» [28].

Заслуговують на увагу нові технології виробів з тонкоподрібненого фаршу з попередньо приготовленими емульсіями, тому що їх застосування дозволить «отримувати високоякісні продукти з використанням у складі емульсій м'ясної сировини з низькими технологічними властивостями, але має необхідні фактори харчування» [14]: «яловичого вимені, сичуга, губ, легенів, стравоходу, селезінки» [2], «курячого м'яса механічної дообвалки» [7], «свинячої шкірки, крові, її формених елементів, шкіри свійської птиці» [12], «жирової сировини, яку не можна ввести у фарш у значною кількістю у вільному вигляді, наприклад, яловичий нирковий, внутрішній, черевний жир» [23] та ін. Крім того, це дозволить вводити в рецептуру біологічно активні речовини, «джерела харчових волокон, тим самим підвищувати рівень виведення з організму нітрозамінів» [24], радіонуклідів та інших токсикантів, створювати м'ясопродукти підвищеної харчової цінності та функціональної спрямованості.

«Будь-яка зміна середовища навколо білкових молекул, що викликає варіювання їх конформації (рН, іонна сила, температура), може спричинити - модифікацію функціональних властивостей цих білків. З цієї точки зору найбільш відомий та вивчений такий фактор, як температура» [25]. «Технологічне значення температури істотно, оскільки багато видів обробки сировини, що практикуються в харчовій промисловості, передбачають впливи теплом - сушіння, стерилізацію, кулінарну обробку (варіння, прожарювання), які здатні денатурувати білки» [26].

Крім того, «теплова обробка білокмісткого матеріалу є одним із способів інактивації небажаних домішок, яка може надавати як позитивний, так і негативний вплив на якість білкових препаратів» [29]. Відома наявність у складі соєвих бобів таких антипоживних, а у великих кількостях небезпечних для здоров'я речовин, як інгібітори протеаз, що порушують функцію травних ферментів людини, ліпоксигеназ, що викликають окислення ліпідів, що надає білковим препаратам характерний "бобовий" запах, гемалектинів, що призводять до зміни складу крові людини, а також олігосахаридів, що викликають метеоризм.

Теплова обробка забезпечує денатурацію, інактивацію та руйнування багатьох антипоживних речовин, у тому числі інгібіторів трипсину, гемаглютенінів, антивітамінних факторів тощо. Крім того, «більшість харчових білків у денатурованому стані легше атакуються травними ферментами. Через війну харчова цінність білка може значно підвищуватися» [30].

«Розчинність як одна з найважливіших функціональних властивостей, одночасно дає інформацію про інші функціональні властивості» [6, 18, 30]. Вона залежить від рН, іонної сили, температури, розміру частинок препарату, умов виробництва. Як правило, нативні білкові препарати мають кращу розчинність у воді і водно-солевих розчинах. Це зумовлено унікальною структурою запасних поживних білків та його функцією у живому організмі – насінні. Структура нативних молекул запасних білків насіння - глобулінів - організована таким чином, що на поверхні молекул розташовуються гідрофільні амінокислоти, а гідрофобні знаходяться всередині молекул білка. «Така структура забезпечує високу розчинність нативних білків при нейтральних значеннях рН, а також при низьких значеннях рН у присутності нейтральних солей. У процесі денатурації білка поверхня молекул стає більш гідрофобною» [31].

«Розчинність соєвих білкових препаратів значною мірою залежить як від властивостей самого білка, так і від умов процесу розчинення» [32]. Показано, що «розчинність Supro 500E при нейтральних значеннях рН залежить від температури прогріву водно-білкової суспензії. Після -нагрівання до 75 °C розчинність Supro 500E значно підвищується і практично досягає розчинності нативного білка» [32].

Автори [33] звертають увагу на подібні зміни кількості емульгованої олії та розчинності соєвих білків залежно від рН. Пізніше [34] щодо піноутворюючих властивостей різних білків встановлено, що піноутворююча здатність підвищується зі збільшенням розчинності білка. «Подібні кореляції були виявлені у таких складних продуктів, як ковбасні вироби. Показано, що консистенція цих продуктів та втрата ними жиру пов'язані з показниками розчинності рослинних білків, що додаються в продукт» [34].

Дія теплової обробки детально вивчалася на білках олійних культур, насамперед на білках сої, з метою ослаблення денатурації білків під час видалення розчинників зі шротів. Така «операція, що включає прогрів паром, викликає дуже сильне зниження розчинності білків, якщо тривалість обробки перевищує кілька хвилин» [35].

Поняття адсорбції відноситься до зв'язування перших шарів молекули води на рівні гідрофільних груп білка. «Під адсорбцією, або утриманням води, розуміють наявність води навколо макромолекул, що піддаються дії силового поля, що діє у безпосередній близькості» [6, 14, 18]. З біологічної точки зору адсорбція води – результат ефекту взаємодії зв'язування за допомогою водневого зв'язку послідовних шарів молекул води з першим шаром, адсорбованим переважно на гідрофільних ділянках білка (рис. 1.2).

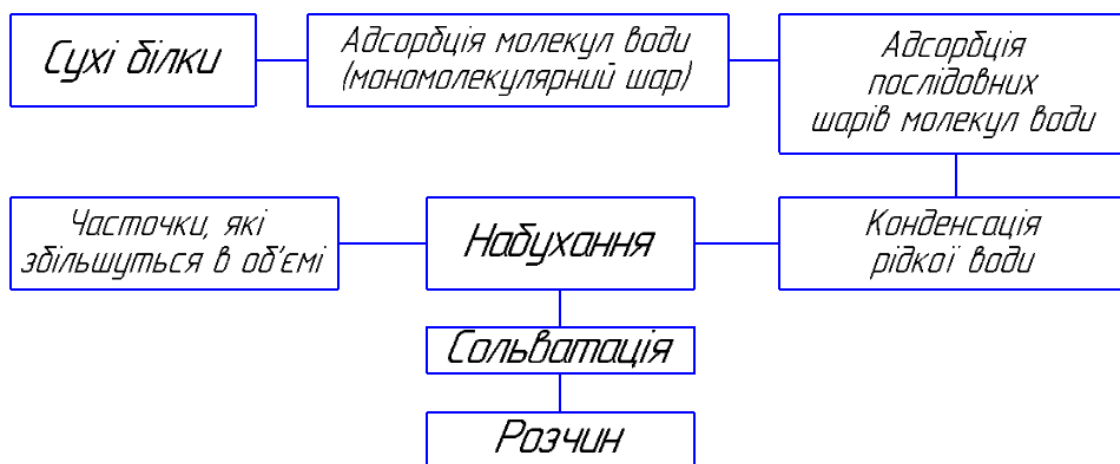


Рисунок 1.2 – Схема зв'язування води сухим білком

Схема включає поняття води, що утримується в текстурі за рахунок капілярності, і поняття набухання, яке виражається збільшенням обсягу -адсорбції води у даного продукту. Таким чином, «поняття адсорбції, або S3 утримання відноситься до тієї води, яку можна легко витягти і настільки важливою у функціональному відношенні, оскільки вона надає продуктам соковитість та маслянистість» [33].

Водоутримуюча здатність, як і розчинність, одночасно залежить від ступеня впливів як білків з водою, так і білка з білком. З огляду на це теплова обробка надає

сильний вплив на цю функціональну властивість. Вплив температури на утримання води особливо ретельно досліджено стосовно м'яса. В даному випадку, «починаючи з 40°C і вище, відбувається денатурація білків, яка виражається у зменшенні кількості груп кислого характеру та зниженні гідратації продукту» [34].

Щодо рослинних білків встановлено, що характеристики абсорбції води тісно корелюють з розчинністю. Встановлено, що «волога утримуюча здатність досягає максимуму при показнику розчинності азоту 70%, що підтверджується дослідженнями, отриманими на ізолятах сої» [35].

Ступінь гідратації білків під час термічного впливу є важливим параметром. Так, встановлено, що «температура денатурації білків знижується при зменшенні активності води» [36]. Показано, що «суха обробка ізоляту квасолі звичайної слабо змінює його ізотерму сорбції, тоді як та сама обробка ізоляту у вологому стані викликає підвищення сорбційної здатності, коли активність води перевищує 0,8» [35]. Таке ж явище спостерігалось на білках соняшнику, тоді як не вдалося виявити такого ефекту на ізолятах нута звичайного.

Ці відомості підтверджують важливість умов, у яких відбувається сушіння, для формування водоутримуючої здатності білків. Так, «ізоляти гороху, висушені на вальці, що обігрівається, характеризуються більш високою водоутримуючою здатністю, ніж тонкоподрібнені продукти. Аналогічні результати одержано на концентратах сої» [34].

Здатність соєвих білків до гелеутворення грає особливо важливу роль у технологічній практиці виробництва м'ясопродуктів, позитивно впливаючи на стійкість фаршу та консистенцію продукту.

При промисловому виробництві білкових ізолятів термічна денатурація білка відбувається на стадії розпилювального сушіння, в процесі якої в потоці гарячого повітря краплі білкового розчину при висиханні утворюють частинки так званого "ксерогеля". У зв'язку з цим, «функціонально технологічні властивості промислових білкових ізолятів визначаються властивостями білкових ксерогелів, які відрізняються як від властивостей нативного білка, так і від властивостей білка денатурованого» [37].

«Широке використання білкових препаратів на основі сої пов'язано з такими достоїнствами, як висока харчова цінність, хороші функціональні властивості (розчинність, дисперсність, емульгуюча здатність, водо- і жирозв'язуючі здібності, гелеутворення)» [28,36].

«Соеві ізоляти – найбільш поширені у світовій практиці білкові препарати рослинного походження. Ізольовані соєві білки повноцінні, відносно добре збалансовані за співвідношенням незамінних амінокислот, мають високий вміст білка, стабільні функціонально-технологічні властивості, мають багатоцільове призначення» [38]. Вони характерні найбільш високим рівнем функціонально-технологічних властивостей: водозв'язувальної, жиропоглинаючої та емульгуючої та гелеутворюючої здатністю характерні соєві ізоляти, які утворюють структуровані матриці, стабілізують емульсії. При цьому препарати відрізняються строго контрольованою якістю, стабільні за складом та властивостями. «Основні технічні вимоги до соєвих білків, призначених для застосування при виробництві ковбасних виробів та напівфабрикатів» [35], представлені в табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Технічні вимоги до соєвих білків для застосування у виробництві ковбасних виробів та м'ясних напівфабрикатів

Показник	Соєвий білок		
	ізольований	концентрований (порошок, крупа)	концентрований (текстурат)
Масова частка, %:			
вологи, не більше	6,0	6,0	6,0
білка, не менше (до сухої речовини)	91,0	70,0	70,0
жиру, не більше	0,9	1,0	1,0
мінеральних речовин, не більше	4,5	6,0	6,0
вуглеводів, не більше	-	20,0	20,0
у тому числі сума олі - держхаридів, не більше	-	2,0	2,0
pH водної суспензії (1:10)	6,9-7,0	6,8-7,0	6,8-7,0

Продовження табл. 1.2

Показник	Соевий білок		
	ізолюваний	Концентрований (порошок, крупа)	концентрований (текстурат)
Вологопоглинання, %	600	300-350 (для круп)	300-350
Диспергованість білка, %	70-80	20-60 (для порошку)	-
Смак та запах	Без специфічного бобового присмаку, гіркоти, кислуватого та інших сторонніх присмаків та запахів		
Колір	Від білого до світло-жовтого	Світло жовтий	Від світло - жовтого до кремуватого - коричневого
Консистенція	Порошок	Порошок чи крупа	Текстурат - неправильної форми з - розміром частинок 0,5-1,0

Ізолят білка сочевиці (СБІ) за функціональними властивостями близький до соєвого ізоляту. «Заміна м'яса масовою часткою 15 % у рубаних напівфабрикатах на СБІ супроводжується незначним підвищенням масової частки вологи білка та зниженням частки жиру. Введення його практично не впливає на адгезійні властивості котлетної маси» [33].

Таким чином, на відміну від м'ясних і молочних білків, ФМВ рослинних білкових добавок повністю прогнозовані та керовані в забезпеченні стабільної якості продукції та технологічних процесів у зв'язку з низькою варіабельністю фізико-хімічних показників соєвих білків.

«До недоліків застосування рослинних білкових препаратів у рецептурних композиціях м'ясних виробів слід віднести зниження виразності смаку та аромату, властивих м'ясній сировині» [34]. З розвитком тенденції виробництва комбінованих продуктів на основі не м'ясних білків знижується частка природних

кольороутворювачів, що призводить до зниження органолептичних показників за кольоровістю.

З метою корекції смаку та кольору рекомендується використання підвищеного (на 1-5 %) дозування кухонної солі та спецій. «З метою формування інтенсивного та стійкого забарвлення ковбасних та делікатесних виробів із застосуванням соєвих білкових препаратів при фаршоскладанні доцільно додавати 0,05 % від маси сировини аскорбінату натрію або водного розчину аскорбінової кислоти з масовою часткою 5 % (після нейтралізації) 5-1,0% препарату гемоглобіну (формні елементи змішані з водою у співвідношенні 1:1). Допускається також використовувати 0,5% цільної крові» [36].

Прагнення вдосконалити технологію м'ясних продуктів із застосуванням добавок і скоротити площі для їх зберігання спонукають комерційні фірми випускати комплексні суміші, які останнім часом набули великого поширення. «Суміші, як правило, включають: фосфатні добавки, кухонну сіль, крохмаль, білкові препарати, карагенан, нітрити, -ароматизатори та барвники» [38]. В даний час вітчизняними та зарубіжними фірмами запропоновано ряд поліфункціональних добавок, отриманих, в основному, штучним шляхом. Однак часто колір готових виробів відрізняється від традиційного.

Застосування харчових добавок із високим рівнем функціональних властивостей дозволяє:

- покращити консистенцію, соковитість та товарний вигляд;
- стабілізувати фаршеву емульсію;
- знизити ризик утворення бульйонно-жирових набряків і, як наслідок, покращити якість та збільшити вихід м'ясної продукції» [39].

Переваги зростають при переробці сировини з властивостями PSE, DFD, блочного, розмороженого, низькосортного та жирного м'яса.

«Підсумовуючи, не можна не відзначити, що функціональні властивості та харчова цінність у поєднанні з економічною доцільністю висувають рослинні білки на одне з перших місць у ряді заміників м'яса та білкових інгредієнтів при виробництві м'ясопродуктів» [39].

1.2 Джерела та основні принципи використання білку рослинного походження для харчових цілей

Інтерес до рослинних білків в аспекті виробництва харчових продуктів виник порівняно недавно, завдяки стрімкому науково-технічному прогресу у сфері виробництва продовольства і якісно новим напрямом інтенсифікації процесів отримання їжі з вторинних ресурсів переробних галузей АПК і нетрадиційних джерел на базі природничо-наукового потенціалу в галузі фундаментальної біології, фізичної хімії та технології. «Завдяки короткому циклу відтворення, за ресурсними, економічними та екологічними оцінками рослини виступають одним з перспективних джерел харчового білка» [40, 41].

«Сучасний етап розвитку харчової технології пов'язаний із забезпеченням якісно нового стрибка в ефективності використання ресурсів планети для виробництва їжі» [5, 42]. Промислове освоєння нової харчової технології дозволить підвищити якість, знизити собівартість, розширити обсяг і асортимент виробленого продовольства вже на існуючій сільськогосподарській базі при одночасному розвитку традиційних і нетрадиційних методів виробництва їжі.

«У нас у країні приділяється велика увага розробці нових джерел і форм харчового білка та їх вкладу у збільшення обсягів продукції тваринництва через превалююче розвиток виробництва нових форм м'ясних та молочних продуктів з метою зниження дефіциту повноцінних білків» [40]. Даний напрямок поєднує технологію отримання білків різного ступеня чистоти та їх переробку в нові харчові продукти масового споживання.

М'ясна промисловість – основний постачальник білкового харчування, фізична та біологічна незамінність якого очевидні. «Однак у вітчизняній м'ясній галузі втрати білоквмісних ресурсів при переробці сільськогосподарських тварин становить 14 % до загальної маси сировини, має місце нераціональність їх використання: потенційно можливі до використання на харчові цілі вторинні продукти переробки тварин на 12 % і 10 % відповідно спрямовуються на вироблення кормових та технічних продуктів» [43].

Проблема посилюється несприятливими умовами, що склалися в тваринництві з огляду на внутрішньодержавні зміни економічної та політичної ситуації, що негативно позначилися і на виробництві м'яса та м'ясних продуктів, а також екологічною ситуацією, що склалася. «У 2011-2013 рр. обсяги виробництва м'яса та м'ясних продуктів постійно знижувалися, скорочення валового виробництва у сільському господарстві становило 35 %, а зменшення частки переробки у виробничих умовах - 72 % у 2010 р. до 40-45 % у 2013 р. При цьому середньодушовий рівень виробництва в цілому по Україні становив 76 % аналогічного показника 2010 р» [44].

Важливими резервами у вирішенні проблеми дефіциту тваринного білка є: «максимальне залучення у виробництво вторинних та малоцінних продуктів переробки худоби на основі ретельної та повної оцінки особливостей тканинної структури, функціональних властивостей, харчової та біологічної цінності та створення нових харчових форм білка» [45].

На думку вітчизняних і зарубіжних вчених і фахівців, одним із реальних шляхів виходу з кризової ситуації є широке залучення до виробництва м'ясних виробів рослинних білків, що є вторинним або побічним продуктом у суміжних з м'ясною промисловістю харчових галузях, тобто. комбінування м'яса та білкових інгредієнтів, що володіють високою харчовою цінністю та заданими функціонально технологічними властивостями. «Даний шлях дає можливість підвищити глибину переробки і ступінь використання ресурсів білка в цілому, перетворити частину кормового білка в харчовий, дозволяє без корінної перебудови виробництва оперативно і суттєво збільшити обсяги виробленої продукції, забезпечує високу якість м'ясопродуктів, гарантує економічні переваги» [46].

Сьогоднішня інтервенція імпорتنих продовольчих товарів у Україну не може бути зупинена без динамічного розвитку та індустріалізації вітчизняної харчової промисловості. У міжнародних відносинах питання забезпечення продуктами харчування давно набули політичного значення. «Ще на I конференції з білків сої

в Мюнхені в 1974 р. колишній віце-президент США сенатор Х. Хемфрі зазначив, що "їжа складає новий вимір у дипломатії США"» [6, 45].

Зміна в структурі споживчого попиту, загострення конкурентної боротьби на ринках збуту продовольства змушують виробників харчових продуктів вирішувати перш за все два основні завдання:

1. «забезпечення зниження собівартості виробленої продукції шляхом удосконалення технології, залучення до використання більш дешевої сировини, скорочення втрат під час виробництва тощо» [46];

2. підвищення якісних характеристик продукції при одночасному необхідному дотриманні збалансованості складу, насамперед за білками та есенціальними компонентами, що «визначається специфікою профілактичного, лікувального, дієтичного та інших видів харчування, що в ідеальному варіанті представляє повне виконання вимог ISO 900 - загального набору вимог до системи контролю якості вироблених продуктів» [47].

Їх позитивне рішення, з урахуванням відомого дефіциту тварин білків, може бути досягнуто лише шляхом залучення потужного резерву сировини -рослинного походження. «При формуванні світових білкових ресурсів найважливіше місце займають бобові культури, насамперед соя. Однак присутність у насінні бобових рослин небажаних, антипоживних та токсичних речовин виключає їх споживання у необробленому вигляді не тільки для харчових, а й кормових цілей» [48].

Все різноманіття рослинних джерел харчового білка, що використовуються в харчуванні та розглядаються як резерв збільшення білкового фонду, можна розділити на три основні групи: «традиційні продукти сільського господарства, нетрадиційні ресурси та нові джерела білка» [44]. Оцінюючи ступінь вивченості якості рослинних джерел харчового білка другої групи, автори [49] групують їх так:

– «застосовувані в харчових виробництвах вторинні білоквмісні продукти (ізоляти та концентрати соєвих білків, відходи млинових виробництв і крупорушок);

– перспективні, але ще недостатньо вивчені з точки зору технології - отримання з них харчового білка (біомаса зелених рослин, бобові культури, шрот із насіння соняшнику, бавовнику та винограду)» [49];

– «мають певну цінність, але мало вивчене з точки зору безпеки для організму людини сировину, що містить білок (шрот з насіння арахісу, сафлору, ріпаку)» [50].

До третьої групи відносять також нові, мало досліджені джерела білка – одноклітинні та багатоклітинні водорості.

У вирішенні проблеми білка величезну роль як сировину для його виробництва відіграють бобові культури, до яких відносяться горох, квасоля, люпин, кормові боби, сочевиця, віка, нут, чину, арахіс та ін.

«Відповідно до складу та харчової цінності ці культури найбільш близькі до джерел тваринного білка – м'яса, риби, а також молока. Бобові займають у світовому виробництві зерна близько 20%, у нашій країні - лише 4,4%» [50]. Ці культури містять на одиницю площі найбільшу кількість протеїну, що перетравлюється, лізину, метіоніну. При цьому вони – найдешевший рослинний білок.

Бобові відрізняються високими харчовими перевагами за рахунок здатності накопичувати в кілька разів більше якісного білка, ніж інші види рослин. «Білок зерна бобових багатий на незамінні амінокислоти (табл. 1.3), особливо лізином, вміст якого в 2,0-2,5 рази більший, ніж у білку, наприклад, злакових культур. Розчинність і перетравлюваність білка бобових культур вища за аналоги з інших рослин» [51].

Таблиця 1.3 – Середній вміст амінокислот у білках насіння зернобобових культур

Амінокислота	Вміст % на сухий знезолений білок			
	Горох	Соя	Сочевиця	Квасоля
Тирозин	2,78	2,49	2,26	3,32

Продовження табл. 1.3

Амінокислота	Вміст % на сухий знезелений білок			
	Горох	Соя	Сочевиця	Квасоля
Триптофан	1,17	0,92	1,88	1,39
Лізін	4,66	3,09	5,42	4,32
Аргінін	11,42	6,93	10,31	8,54
Гістидін	2,48	2,45	2,37	3,00
Цистин	0,89	1,17	1,54	1,23
Метіонін	1,63	1,73	0,97	1,80

Наприклад, горох традиційно вирощується в Україні і є сировиною, при переробці якої можна отримати високоякісний крохмаль та низький за собівартістю рослинний білок. «Він може бути цікавим для районів, непридатних для вирощування сої або кукурудзи. Залежно від сорту та умов вирощування насіння гороху містить 21-34% білка» [51]. Білок у сім'ядолях гороху та в ендоспермі прикріплений до зерен крохмалю. «Подібно до інших бобових культур, фракційний склад білків представлений сумою водо-, соле- і лугорозчинної фракцій» [50].

Серед різних зернобобових культур стосовно умов України важлива роль відводиться люпину, завдяки досить високій (близько 40%) масовій частці білків і наявній сировинній базі. «У білках насіння жовтого люпину містяться всі незамінні амінокислоти, які характеризуються переважанням легкорозчинних фракцій – 20,65 % альбумінів, 50,5 % глобулінів. Значення люпину як джерела харчового білка підкреслюється даною йому назвою "друга соя"» [52].

«Білок кормових бобів також представлений в основному альбумінами та глобулінами з високим вмістом незамінних амінокислот. Масова частка сумарного білка становить 20-33%, амінокислотний склад за багатьма амінокислотами (аргініну, гістидину, лізину, треоніну, триптофану) перевищує білки м'яса і молока» [53].

По перетравлюваності він поступається серед бобових лише люпину, та якщо з олійних культур - лише сої. Білки бобових представлені сумішшю водорозчинної (50-70%) і солерозчинної (20-43%) фракцій. На частку лужнорозчинних білків припадає 7-8 %, спирторозчини травня фракція практично відсутня. Роботами Осборна показано, що «глобуліни насіння бобів (як і інших зернобобових) складаються з двох основних компонентів - віцеліну та легуміну. Середня врожайність цієї культури становить 50-60 ц з 1 га або 18 ц білка, що перевершує інші зернобобові» [50].

«Квасоля також представляє деякий інтерес в отриманні харчового білка, оскільки містить в середньому близько 22% білка, що легко засвоюється» [53]. Однак через відсутність повних даних про його структуру та властивості, реальне використання квасолі для отримання харчового білка важко.

Сочевиця є важливим харчовим засобом, що дозволяє підвищити білковистість їжі. «Масова частка білків у зерні сочевиці досягає 32 %, що перевищує горох, нут, квасолю, м'ясо, пшеничний та житній хліб. Сочевиця містить характерні для інших бобових білкові фракції. Врожайність культури складає 12,2-27,6 ц з 1 га залежно від сорту. Насіння сочевиці розварюється швидше, ніж горох і квасоля, коефіцієнт перетравлюваності білків - 86%» [54].

«Останнім часом значно активізувалися дослідження з одержання білкових препаратів із сочевиці, вивчення їх функціонально технологічних властивостей та застосування у технології м'ясних, молочних та кондитерських продуктів» [54].

До олійних культур відносяться соя, соняшник, бавовник, льон, ріпак, арахіс, кунжут, софлора та ін. Найбільше практичне значення мають соя, бавовник, соняшник, арахіс та ріпак. «Вони традиційно використовуються для виробництва олії. У той самий час вміст білків у яких сягає 30 %. За обсягом виробництва вони посідають друге місце після злакових культур, їх потенційні можливості в отриманні харчового білка великі» [55].

Хоча технологічні процеси переробки білка в нові форми їжі мають багатовікову історію, найбільш широко освоєно виробництво нових форм молочних і м'ясних продуктів, тому що їх випуск дозволяє найбільшою мірою

реалізувати економічні переваги нової харчової технології , освоєння яких тісно пов'язане з розробкою способів текстурування білків.

1.3 Перспективи використання білкових препаратів в технології м'ясних продуктів

Рослинні білкові препарати привертають все більшу увагу в країнах з розвиненим виробництвом м'ясних продуктів завдяки харчовій, біологічній цінності та унікальним функціональним властивостям, що забезпечують високу технологічну та економічну ефективність застосування . У комбінованих харчових системах вони діють аналогічно структуротворюючим м'язовим білкам нежирного м'яса. Надаються широкі можливості для цілеспрямованого використання рослинних білків як білкові добавки при виробництві м'ясних продуктів.

«При цьому до рослинних білкових добавок пред'являються такі основні вимоги: збереження поживних властивостей продуктів, що виготовляються для споживачів зі специфічними запитами харчування, підвищення стійкості при зберіганні або поліпшення їх органолептичних властивостей, участь у формуванні якості продукту за умови, що добавка не маскує недоброякісність сировини» [56].

Хоча в даний час відома велика кількість білкових добавок, які можуть використовуватися в поєднанні з білками м'яса, основним джерелом рослинного білка, великотоннажне виробництво якого реалізовано в промисловому масштабі, є соя.

«Незважаючи на величезний інтерес і накопичений позитивний досвід використання соєвих білкових препаратів для виробництва різних м'ясопродуктів, у нас в країні є певні труднощі щодо впровадження результатів досліджень через обмеженість сировинних ресурсів. У зв'язку з цим в даний час ведуться інтенсивні дослідження з пошуку нових джерел рослинного білка вітчизняного виробництва» [57].

У багатьох країнах для вироблення м'ясних продуктів широко використовують білкові компоненти тваринного та рослинного походження, що

сприяє також вирішенню проблеми спрямованого регулювання складу та властивостей продуктів, зниження собівартості, раціонального використання сировини.

«Вітчизняними та зарубіжними фахівцями показано перспективу використання білків молока, крові, ізолятів та концентратів білків сої, рапсу, бавовнику, гороху, люцерни, а також їх структурованих форм при виробництві ковбасних виробів, напівфабрикатів та інших м'ясопродуктів» [5, 6, 56].

За кордоном при виробництві м'ясних продуктів загального попиту стійко зберігається тенденція використання різних білкових добавок тваринного та рослинного походження (рис. 1.3). «Добре налагоджено виробництво аналогів м'ясопродуктів, зберігається тенденція створення заміників м'яса» [57].

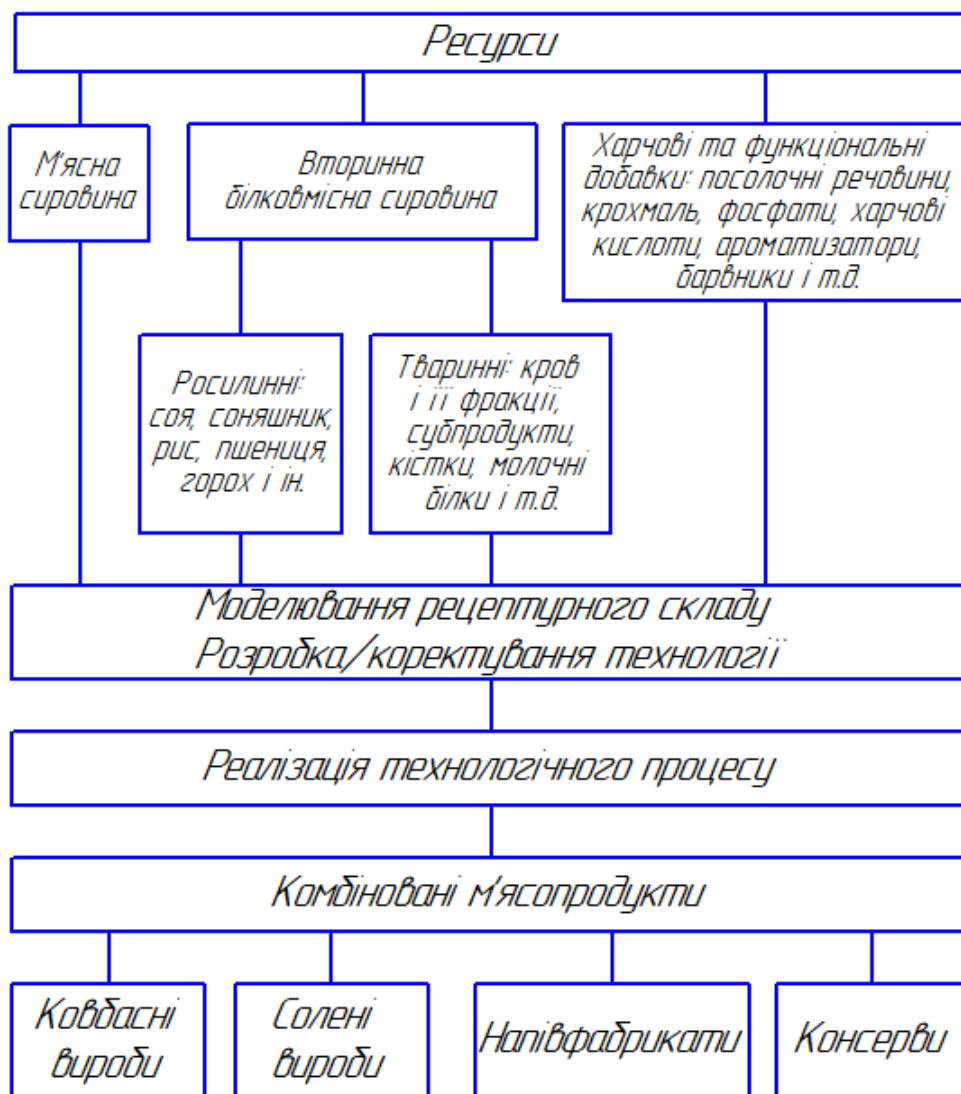


Рисунок 1.3 – Принципова схема виробництва комбінованих м'ясопродуктів

Соевий білок успішно застосовують у технології виробництва варених, напівкопчених, кров'яних ковбас. При виробництві ковбас соєві білкові препарати рекомендується вводити у фарш у вигляді гелів для рівномірного їх розподілу. «Для отримання гелю в куттер, мішалку на одну частину ізольованого або концентрованого соєвого білка додають відповідно 3 або 4 частини води температурою 15-20 ° С і обробляють протягом 1-3 хв. Отриману суміш пропускають через емульсатор, колоїдний млин або інші машини тонкого подрібнення. Готовий гель можна зберігати при 0-4 °С не більше 24 год. Можливо вносити білкові препарати в мішалку в сухому вигляді з додаванням необхідної для гідратування кількості води» [58].

«Крім застосування в традиційних ковбасах, сардельках і сосисках, соєвий білок знайшов застосування і в інших м'ясних продуктах - котлетах, рулетах , беконах» [59].

Ізоляти соєвих білків при виробництві окістів, ростбіфів використовують у Бельгії. Розроблено два способи їх використання. «За першим способом готують розсіл з ізолятами білків і вводять його масовою часткою 15 50 % до маси сировини звичайними багатогольчастими шприцами» [58].

«За другим способом в м'ясо шприцують стандартний розсіл, не містить білок, поміщають його в барабан, який вводять гідратований білок у вигляді суспензії, що містить 12,5% білка. І тут вихід продукту підвищується на 10 -15 %» [59].

Не тільки очищені білкові препарати, переважно на основі сої, знаходять застосування в м'ясній промисловості. Часто використовуються рослинні препарати у вигляді крупи або борошна.

Так, в Англії виробляється ковбаса під назвою "Чорний пудинг", в рецептуру якої входять кров, свинячий нирковий жир, перлова крупа, борошно пшеничне, очищене вівсяне борошно, рисове борошно. «Основний фарш складається з суміші крові, пшеничного та вівсяного борошна, а структурними компонентами є кубики жиру і варена перлова крупа» [34].

Для розширення асортименту комбінованих продуктів, раціонального використання сировини, а також отримання продукту з високими якісними показниками розроблено «технологію виробництва ковбас із застосуванням м'яса після механічної обвалки, рисової та перлової круп» [60].

Проведено роботу зі створення низькокалорійних м'ясних виробів з високим вмістом вітамінів, що забезпечується введенням різних овочеві добавки. Як овочеві компоненти використовували моркву, буряк, капусту, картопля, баклажани, перець солодкий, гарбуз, боби. «До складу м'ясних виробів можна максимально вводити до 15 % овочевих компонентів (оптимально 5-10 %). При збільшенні їх вмісту фарш не має необхідної консистенції. Найкращі результати отримані з використанням моркви, картоплі, буряків» [60].

Розроблено спосіб отримання жиру-білкової емульсії з харчової кістки у поєднанні з кукурудзяним борошном та використання її при виробництві м'ясних виробів. Встановлено, що «жиру-білкова емульсія та кукурудзяне борошно добре поєднуються з іншими компонентами фаршу. У ковбасних виробів з масовою часткою емульсії 10 -15 % і 3-8 % кукурудзяного борошна органолептичні показники краще, ніж у контрольних зразків» [61].

Встановлено, що «при заміні від 10 до 30 % жирної свинини білково-жировою сумішшю (БЖС) у ковбасних виробках підвищується масова частка вологи, білка, мінеральних солей, вуглеводів, але знижується вміст жиру та енергетична цінність» [55]. Часткова заміна печінки супроводжується, навпаки, зниженням масової частки вологи, але збільшенням «білка, жиру, мінеральних елементів, енергетичної цінності, однак у всіх випадках застосування БЖС сприяє збільшенню виходу готової продукції та помітно впливає на зниження собівартості сировини» [60].

Незважаючи на наявний позитивний практичний досвід виробництва комбінованих м'ясо-рослинних продуктів, аналіз проблем та сучасного стану вітчизняної м'ясної галузі вказує на недостатньо широке залучення нетрадиційних білкових компонентів тваринного та рослинного походження, малий обсяг їх реалізації.

Основні перспективні шляхи використання рослинних білків з відходів харчових виробництв та нових джерел відповідно до сучасних оцінок [179] відомі та представлені на рис. 1.4.

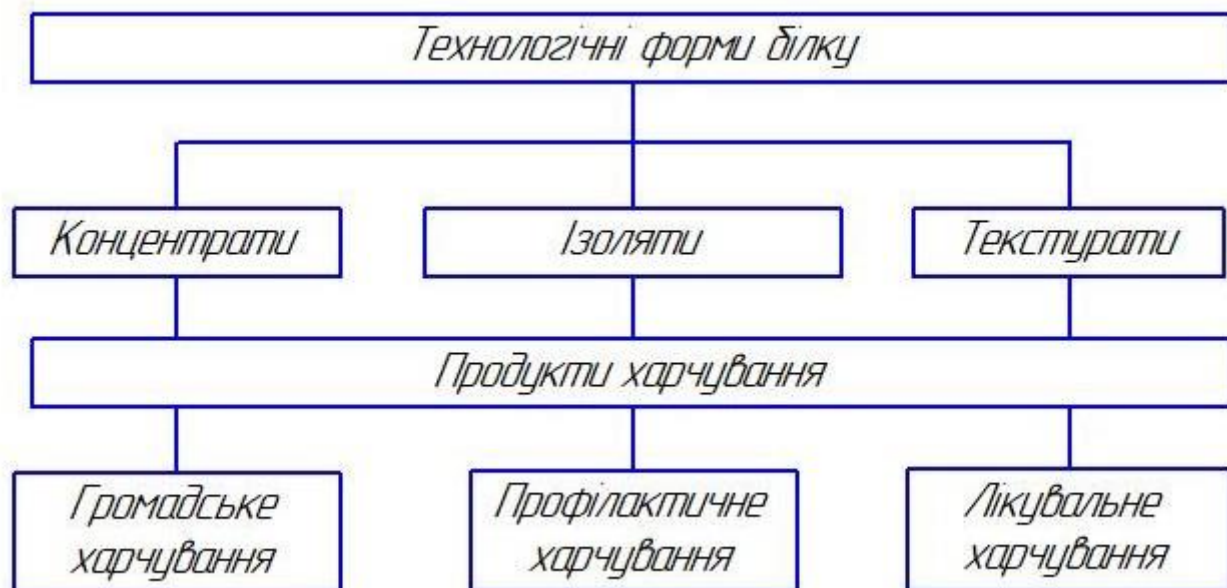


Рисунок 1.4 – Шляхи використання рослинних білків з відходів харчових виробництв

Огляд та узагальнення відомостей, що є в науково-технічній та патентній літературі, свідчать про можливість широкого практичного застосування нових білків у харчових цілях шляхом створення нового покоління продуктів харчування.

Таким чином, аналіз сучасних джерел науково-технічної та патентної літератури, результати патентного пошуку вказують, що досить перспективні ізоляти, концентрати і текстурати білків, що мають наступні переваги:

1. одержуваний продукт може зберігатися значно довше, ніж вихідна сировина;
2. з білкових препаратів можуть бути видалені або доведені до гранично допустимих концентрацій антипоживні та інші небажані компоненти;
3. можливе досягнення практично будь-якої концентрації білка, що важливо при використанні цих продуктів як збагачувачів при створенні аналогів харчових, у тому числі комбінованих, продуктів;

4. подібна форма зручна також для різноманітності ентерального, дитячого, а також дієтичного та лікувально-профілактичного харчування.

1.4 Мета і завдання дослідження

Метою роботи було визначено дослідження технології виробництва м'ясних виробів з використанням продуктів переробки сочевиці.

Переслідуючи мету дослідження умов отримання та застосування вітчизняних білкових препаратів, як аналогів соєвим стосовно м'ясної промисловості, вирішувалися наступні завдання:

- провести дослідження функціонально-технологічних властивостей сочевичного борошна;
- визначити вплив додавання сочевичного борошна на властивості фаршу для варених ковбасних виробів;
- встановити доцільність використання сочевичного борошна в технології варених ковбас.

Висновки по розділу.

З огляду на вивчення технологічних та функціональних властивостей білкових систем, проаналізовано широкі можливості їх застосування в сучасних харчових технологіях. Зокрема, визначено, що білки мають ключові функціональні властивості, такі як водо- і жирозв'язувальна здатність, емульгувальні властивості та структуроутворення. Ці властивості активно використовуються для досягнення стабільності та текстурної якості харчових продуктів, особливо в м'ясній промисловості.

В розділі розглянуто перспективні рослинні джерела білка, як-от сочевиця, соя, горох, нут та інші, які відзначаються високим вмістом білка, низькими витратами на виробництво та сприятливим впливом на екологію. Використання рослинних білків є ефективним способом поповнення дефіциту білка, а їх

функціональні якості, зокрема плівкоутворення та емульгувальні властивості, розширюють їхнє застосування в різних продуктах.

Підкреслено, що комбіновані білкові системи, що включають рослинні та тваринні білки, є перспективними для м'ясних продуктів. Це забезпечує взаємне доповнення амінокислотного складу, знижує калорійність, усуває або знижує вміст холестерину та шкідливих компонентів. Використання білкових препаратів дає змогу створювати продукти, які відповідають сучасним запитам споживачів, забезпечуючи їхню харчову цінність та безпечність.

Підбиваючи підсумки цього розділу, можна стверджувати, що білкові системи, особливо комбіновані, мають значний потенціал для поліпшення якості та безпеки продуктів, зокрема м'ясних. Перспективи впровадження білкових препаратів рослинного та тваринного походження є потужним напрямом для подальшого розвитку технологій харчової промисловості.

2 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Перелік основної використаної сировини

Відповідно до мети та завдань роботи об'єктами дослідження служили: модельні фарші з різною масовою часткою заміни основної сировини гідратованими білковими препаратами сочевиці; нові варені ковбасні вироби з використанням як рецептурного інгредієнту сочевичного борошна.

Як основну сировину при розробці рецептур комбінованих м'ясних виробів використовували:

- яловичину жиловану другого сорту (м'язову тканину з масовою часткою сполучної та жирової тканини не більше 20 %);
- свинину 1 та 2 категорії в шкурі;
- свинину жиловану напівжирну (м'язову тканину з масовою часткою жирової тканини від 30 до 50 %) або складену з 60 % свинини жилованої нежирної та 40 % свинини жилованої жирної;
- субпродукти м'ясні, оброблені за ТУ У 10.02.01.75-88;
- жир-сирець свинячий, яловичий;
- масу м'ясну яловичу та свинячу, отриману методом механічного пресування, за ТУ У 49 1045-84;
- борошно сочевичне за ТУ У 10.6-39229984-001-2019 ТМ Listorya.

2.2 Характеристика сочевиці та сочевичного борошна

Як джерело харчового білка використовували сочевицю врожаєм 2023 та 2024 рр., вирощену у Дніпропетровській області.

Сочевиця – цінна продовольча та кормова культура (табл. 2.1). «У 100 кг зерна сочевиці міститься до 120 кормових одиниць і 21 кг протеїну, що перетравлюється» [54]. За даними вчених, «масова частка вологи в сочевиці

становить 14 %, білка – 24,8 %, жиру – 1,1 %, вуглеводів загальних – 53,7 %, моно- та дисахаридів – 2,9 %, крохмаль – 39,8%, клітковина – 3,7%, золи – 2,7%» [62].

Таблиця 2.1 – Порівняльна характеристика хімічного складу насіння сочевиці та сої

Показник	Сочевиця	Соя
Масова частка, %:		
білка	29,00	40,00
жиру	1,17	21,30
вуглеводів	53,70	26,00
золи	3,30	5,80
вологи	12,33	7,40
Енергетична цінність, кДж/100 г	1453,20	1940,40

«За вмістом білка сочевиця перевершує горох, нут, квасолю. У середньому по Україні масова частка білка в сочевиці становить 27,7% (коливається від 21,0 до 31,9%). Найбільш високобілкова сочевиця росте в лісостепу» [62].

Порівняльна оцінка фракційного складу білків сочевиці та інших бобових підтверджує доцільність використання сочевиці для отримання з неї білкових препаратів.

«У сочевиці, як і в сої, переважають водо- і солерозчинні фракції, причому водорозчинна фракція білків сочевиці перевищує аналогічну фракцію білків сої, що на ранніх фазах формування насіння домінують альбумінова (водорозчинна) і глютелінова (лугорозчинна) фракції, тоді як у фазі зрілості переважає гліцинінова (солерозчинна) фракція» [54].

Сочевиця – хороше джерело незамінних амінокислот, які становлять понад третину їх суми (табл. 2.2). За вмістом лізину білки чечевиці близькі до тваринних і в 2,0-2,5 рази перевищують цей показник для злакових [62].

Таблиця 2.2 – Вміст основних незамінних амінокислот у білках рослинного та тваринного походження, г в перерахунку на азот

Продукт	Сума метіоніну, лізину, цистину	Сума метіоніну, цистину, лізину, треоніну, ізолейцину
Сочевиця	8,35	16,50
Соя	9,50	18,65
Свинина	13,40	24,20
Яловичина	12,90	21,80

За вмістом амінокислот сочевиця (табл. 2.3) практично не поступається сої, а за деякими незамінними (валін, ізолейцин, аргінін) навіть перевершує її.

«Сочевиця багата на вільні амінокислоти присутні глутамінова і аспарагінова кислоти, велика масова частка тирозину (18,4-28,3 мг%), треоніну (16,9 - 20,5 мг%), метіоніну (15,4-26,9 мг%)» [62].

Таблиця 2.3 – Амінокислотний склад насіння сочевиці та сої, г/100 г білка

Амінокислоти	Сочевиця	Соя
1	2	3
Незамінні:		
аргінін	7,0	6,7
валін	5,1	4,7
гістидин	2,1	3,3
ізолейцин	5,8	4,3
лейцин	5,5	7,1
лізін	5,1	6,3
метіонін	0,6	1,2
треонін	3,0	4,1
триптофан	0,6	1,2
фенілаланін	4,0	4,9
Всього	38,3	43,8

Продовження табл. 2.3

1	2	3
Замінні:		
аланін	4,0	4,3
аспарагінова кислота	12,0	11,8
гліцин	3,9	4,4
глутамінова кислота	15,8	18,0
пролін	3,5	5,9
серін	4,9	5,1
тирозин	2,2	3,6
Всього	48,2	54,7
Разом	86,5	98,5

Сочевиця відрізняється мінімальним вмістом ліпідної фракції, що є істотною перевагою для організації технологічного процесу вилучення білка (немає необхідності в операції знежирення насіння) і «при використанні борошна як компонента рецептур м'ясних виробів, що дозволяє припустити отримання фаршових систем з високою емульгуючою здатністю та готових продуктів зі зниженою масовою долей жиру» [62].

2.3 Визначення функціонально-технологічних показників якості

При вивченні загального хімічного складу борошна із насіння сочевиці, комбінованих харчових систем (ковбасних виробів, делікатесної продукції) користувалися методом визначення масової частки вологи відповідно ГОСТ 9793-74.

Амінокислотний склад білкових препаратів сочевиці, комбінованих та штучних м'ясних продуктів на їх основі досліджували методом іонообмінної хроматографії на автоматичному амінокислотному аналізаторі марки ААА-881 (Чехія).

«Розподіл амінокислот проводили на аналітичній колонці, заповненій катіонообмінною смолою "Ostion LGFA" зі ступінчастим елююванням трьома натрій-цитратними буферними розчинами з різним значенням рН (3,50; 4,25; 9,50)» [6].

Масову частку амінокислот (X , % до сухої речовини) розраховували за такою формулою:

$$X = (S_n \cdot M \cdot 50 \cdot 10^{-10}) \cdot (S_{st} \cdot m) \quad (2.1)$$

де S_n – площа піку відповідної амінокислоти на отриманій амінограмі, см^2 ;

M – молекулярна маса амінокислоти;

50 – об'єм розчину, отриманий після кислотного гідролізу, см^3 ;

10^{-10} – концентрація амінокислоти у стандартному розчині, моль/ дм^3 ;

S_{st} – площа піку стандартного розчину амінокислоти, см^2 ;

m – маса навішування зразка, г.

При дослідженні функціонально-технологічних властивостей білкових препаратів та харчових білкових систем визначали:

- емульгувальну здатність і стабільність емульсії в системі білок – жир – вода за допомогою методу Інклара і Фортюна [63], який полягає у визначенні обсягу жирової фракції, що утворив стійку емульсію з білком у стандартних умовах. Як жировий компонент використовували рослинне (соняшникове) масло;

- вологозв'язувальну здатність (ВСС) - за методом Грау і Хамма в - модифікації В.П. Воловинській та Б.І. Кельман [64];

- вологоутримуючу (ВУС), жирутримуючу (ЖУС) здібності - згідно з рекомендаціями [64];

- адгезійні властивості білкових препаратів сочевиці та модельних фаршів – на лабораторній установці за методом [63];

- динамічну в'язкість ($\text{Па} \cdot \text{с}$) – на ротаційному віскозиметрі RHEOTEST 2.1 (Німеччина) згідно з інструкцією до приладу, використовуючи ротор Н

віскозиметра, при температурі 20 °С. «При цьому дотична напруга та градієнт швидкості на зріз віднесені до радіусу внутрішнього циліндра системи циліндрів співвісних приладу» [63].

Висновки по розділу.

У розділі було розглянуто основні аспекти використання сировини при виробництві ковбасних виробів із залученням сочевиного борошна. Проаналізовано перелік основної сировини, яка застосовується в традиційних технологіях виготовлення ковбас, та охарактеризовано сочевицю і продукти її переробки, зокрема сочевичне борошно, як перспективну складову м'ясних продуктів. Встановлено, що сочевиця є багатим джерелом білків, харчових волокон, вітамінів та мінералів, що сприяє підвищенню харчової цінності продуктів, до яких її додають. Сочевичне борошно має важливі функціонально-технологічні властивості, зокрема здатність зв'язувати воду і жир, що є важливим для поліпшення текстури, утримання вологи та загальної якості ковбасних виробів.

У ході дослідження проведено визначення функціонально-технологічних показників якості сочевиного борошна, таких як водо- та жирутримувальна здатність, а також вивчено його вплив на технологічні параметри готової продукції. Отримані результати підтверджують доцільність використання сочевиного борошна у складі м'ясних продуктів, що дозволяє не лише покращити харчову цінність, а й оптимізувати технологічні процеси виробництва. Таким чином, використання сочевиного борошна є перспективним напрямом удосконалення рецептури ковбасних виробів, спрямованим на підвищення їхньої харчової та функціональної якості.

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Дослідження функціонально-технологічних властивостей сочевичного борошна

У розробці підходів і методів використання та обробки сировини важливе значення має оцінка функціонально-технічних властивостей борошна. Одним з них є липкість, вона характеризує силу адгезії між шаром продукту, з одного боку, і сторонньою поверхнею, з іншого. Липкість важлива для утворення щільної, однорідної структури без порожнеч. Результати проведеного дослідження наведено на рис. 3.1.

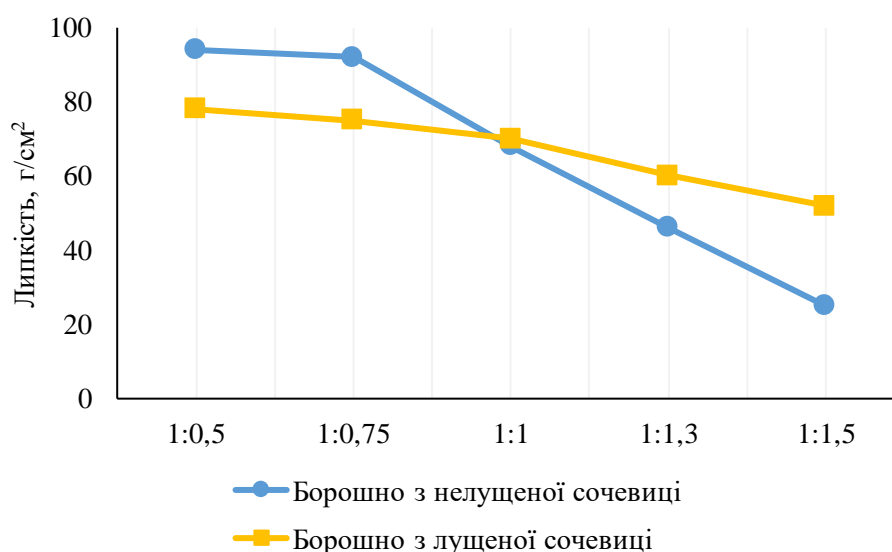


Рисунок 3.1 – Липкість борошна в залежності від розведення водою

При змішуванні сочевиці з водою найбільша липкість досягається при найменшій кількості води (рис. 3.1), проте при додаванні води в кількості менше половини маси борошна є неможливим "замісити тісто" і частина борошна залишається сухою.

Таким чином, незважаючи на деяке зниження значень липкості, слід використовувати розведення 1:0,75 та 1:1 через меншу трудомісткість. До того ж необхідно враховувати, що в реальних умовах виробництва ковбас борошно додається в куттер або в сухому або сильно розведеному вигляді. Липкість

гідратованого борошна в 3-5 разів більша за липкість м'ясного фаршу. Слід очікувати через це деяке підвищення липкості останнього, що грає дуже позитивну роль технології варених ковбас.

Емульгувальна здатність характеризує здатність системи тонко розподіляти частинки жиру та утримувати їх у розподіленому стані. Здатність системи утримувати жир і при термічній обробці, не утворюючи жирових набряків, характеризується показником стабільності емульсій.

Емульгувальна здатність визначалася при суспендуванні сонячної олії та води в рівних обсягах з наважкою борошна та подальшим центрифугуванням. Необхідно відзначити дуже високу емульгувальну здатність як борошна з лущеної сочевиці, так і борошна з нелущеної сочевиці - воно знаходиться на рівні 96,4%. Це значно більше за відповідний показник для м'яса і перевищує значення показника соєвого борошна.

При нагріванні утвореної емульсії до 80 °C об'єм олії, що відокремився, дещо збільшується, і стабільність емульсій становить 57 % по відношенню до об'єму олії і 28 % по відношенню до всього об'єму доданої рідини і масла. Ці цифри говорять про те, що при використанні сочевичного борошна в технології ковбасних виробів і при дотриманні контролю за всіма режимами практично неможливо отримати ковбаси з таким браком, як бульйонно-жирові набряки.

Сочевичне борошно практично не набухає. При додаванні води до борошна без перемішування борошно не пропускає вологу всередину і навіть на межі поділу шарів лише злегка намокає. Однак борошно досить добре розчинне у воді, що пов'язано з особливостями хімічного складу і властивостями вхідних компонентів.

Динамічну в'язкість борошна вимірювали на приладі RHEOTEST 2.1 з циліндричним тілом обертання. Результати подано на рис. 3.2.

Попередньо борошно змішували з водою у пропорції 1:1 і досліджували. Криві течії виявилися характерними для в'язкопластичних неньютонівських рідин, у яких в'язкість, як правило, зменшується зі зростанням градієнта напруги зсуву.

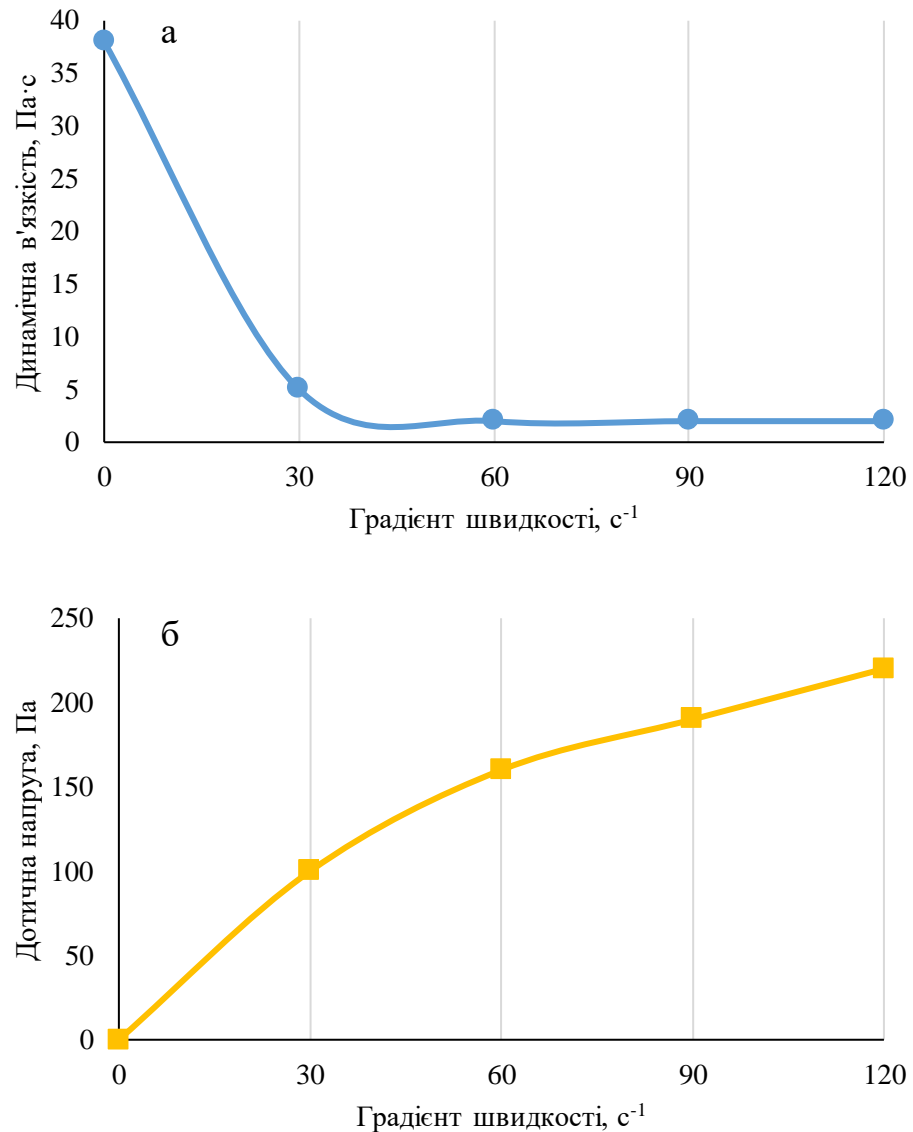


Рисунок 3.2 – Реограми сочевичного борошна: а – крива динамічна в'язкість-градiєнт швидкості, б – крива дотична напруга-градiєнт швидкості

Як видно з рис. 3.2, а, динамічна в'язкість різко знижується зі збільшенням градiєнта швидкості, особливо на початку, при низьких значеннях градiєнта швидкості. Також при досягненні певного рівня (близько 30 с⁻¹), динамічна в'язкість стабілізується на низькому рівні.

Це може вказувати на псевдопластичну поведінку, де сочевичне борошно стає менш в'язким при збільшенні швидкості деформації.

За даними з рис. 3.2, б, видно, що дотична напруга зростає зі збільшенням градiєнта швидкості, причому це зростання майже лінійне. Така залежність може

свідчити про те, що із збільшенням швидкості зсуву сочевичне борошно чинить більший опір деформації.

Отже, завдяки псевдопластичній поведінці сочевичного борошна, яка проявляється у зниженні в'язкості при збільшенні швидкості деформації, його можна використовувати для поліпшення текстури м'ясних продуктів. Це особливо корисно в процесах формування, де матеріал повинен добре з'єднуватися, але водночас залишатися м'яким і однорідним.

При додаванні сочевичного борошна в м'ясні продукти можна забезпечити стабільність фаршевої маси під час формування та термічної обробки. Його здатність стабілізуватися на певному рівні в'язкості може допомогти підтримувати структуру продукту, зменшуючи виділення вологи під час зберігання та приготування.

Завдяки своїм функціональним властивостям сочевичне борошно може використовуватися в різних видах м'ясних продуктів, зокрема в ковбасах, фаршах і рублених виробах, де потрібно досягти м'якої, однорідної структури, при цьому знижуючи собівартість за рахунок заміни частини м'ясної сировини.

При дії високих температур у продуктах відбуваються хімічні реакції (дегідратація, дисоціація тощо) та фізичні перетворення, які, як правило, супроводжуються екзо- та ендотермічними тепловими ефектами. При деяких реакціях відбувається зміна початкової маси об'єкта, що вивчається. Теплові ефекти зручно реєструвати у вигляді простих та диференціальних кривих нагрівання – DTA, DTG. Криві нагрівання дозволяють встановити температури, при яких мають місце теплові ефекти, а також судити про їх величину і знак.

Сочевичне борошно досліджувалося методом термічного аналізу на термогравіметричній установці "Деріватограф" системи "Паулік-Паулік-Ердеу" (Угорщина). Отримані залежності реєстрували у вигляді кривих (T, TG, DTG, DTA) на термограмі в координаті "час". Розшифровку робили залежно від температури (рис. 3.3). Втрату маси для відповідних точок на кривих DTG визначали шляхом проєкції одночасно мінімумів та максимумів кривих DTG на криву TG.

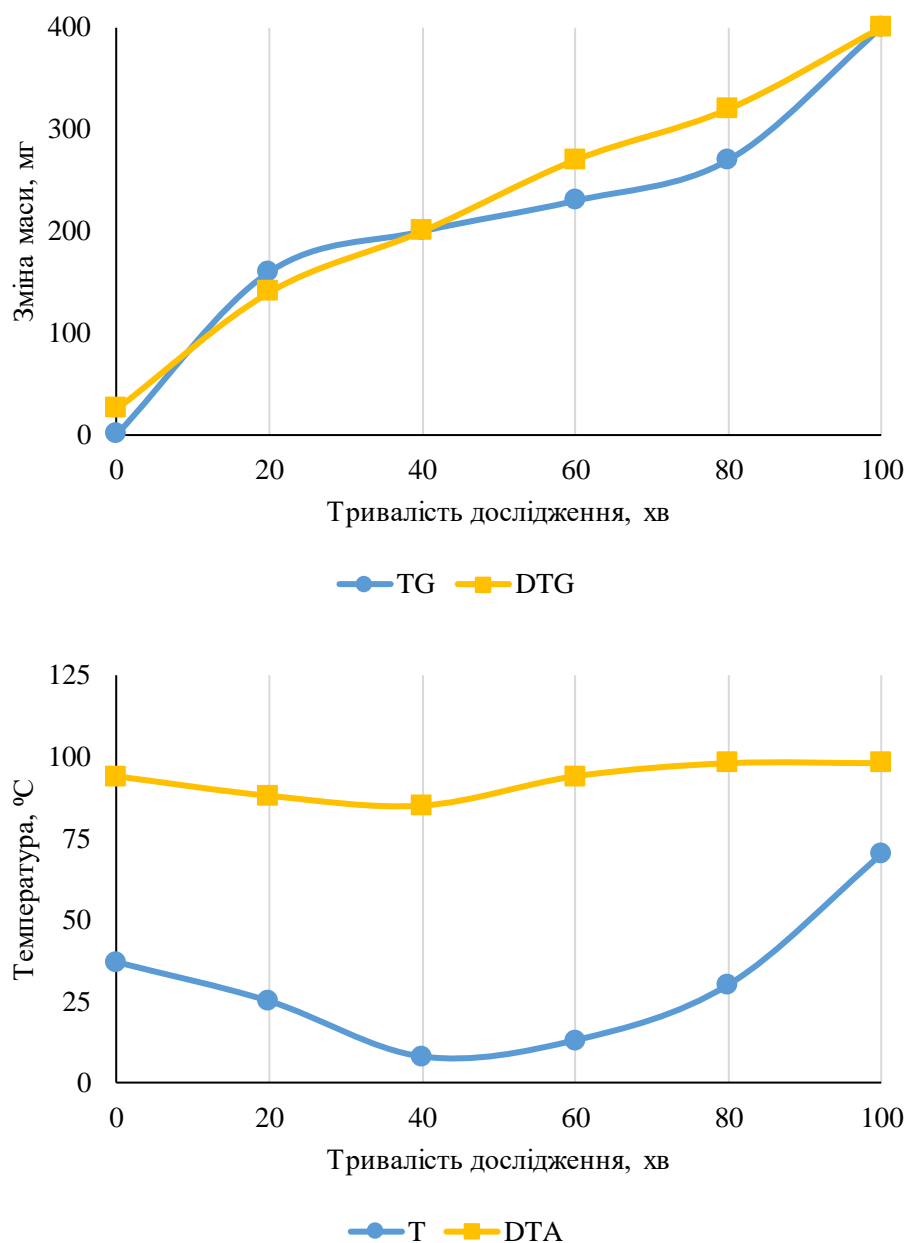


Рисунок 3.3 – Термогравіметричні характеристики сочевичного борошна: TG – крива втрати маси, DTG – диференційована крива втрати маси, T – крива температури, DTA – диференційована крива нагрівача

Крива втрати маси TG показує, що сочевичне борошно має достатню термічну стабільність, оскільки зміна маси в заданих температурних інтервалах відбувається з помірною швидкістю.

Сочевичне борошно нагрівали до температури 125 °C протягом 100 хв. При нагріванні борошна приблизно до 40-50 °C маса змінюється незначно, потім волога починає інтенсивно випаровуватися і практично повністю видаляється з матеріалу

до 100 °С, потім маса змінюється незначно. Відповідно до цих змін спостерігається пік на кривій швидкості втрати маси DTG. Потім швидкість випаровування різко падає. Крива температури T впевнено йде прямою лінією, змінюючись лінійно.

Зменшення маси супроводжується витратами енергії. Під час інтенсивного випаровування вологи температура проби зменшується порівняно з контролем. Диференціальна крива температури характеризує фазові перетворення в речовині за рахунок випаровування води.

Температура термічної обробки ковбасних виробів для досягнення ними кулінарної готовності становить 70-90 °С, при цій температурі і навіть вище зміни маси не спостерігається, що характеризує високий ступінь стійкості системи.

Характер зміни маси зразка при термічній обробці у зазначеному діапазоні температур дає позитивну оцінку таких функціональних властивостей борошна, як водозв'язуюча і жирутримуюча здатності, передбачає збільшення виходу готових виробів і підтверджує доцільність її використання в рецептурах ковбасних виробів.

3.2 Дослідження властивостей фаршу з додаванням сочевичного борошна

Дослідження проводили на основі модельних м'ясних фаршів стосовно рецептури сардельок I сорту: яловичина II с. – 58,0 %, свинина напівжирна – 42,0 %.

Сочевичне борошно вводили замість яловичини II сорту. При цьому сочевичне борошно попередньо гідратували у співвідношенні 1:1; 1: 2,5; 1:3; 1:3,5; 1:4.

Сирий фарш для варених ковбас представляє складну полідисперсну систему коагуляційного типу, що складається переважно з білків, жиру та води. «Вода, що додається, зв'язуючись білками, утворює водно-білкову основу, що містить екстраговані з м'яса і сочевичного борошна водо- і солерозчинні білки, а також розчини кухонної солі, фосфатів, цукру і т.д.» [1,4]. Ця складна водо-білкова матриця служить неперервним дисперсійним середовищем, в якій дисперговані тонкоподрібнені частинки жиру, м'язової та з'єднувальної тканин.

«Основною вимогою технології виробництва варених ковбасних виробів є дисперсний стан компонентів фаршу та пов'язаний стан вологи та жиру протягом усього технологічного процесу. У зв'язку з цим якість і вихід варених ковбас як дисперсійних систем визначається оптимальним розвитком процесів волого- та жирозв'язування при приготуванні фаршу та стійкістю при термічній обробці» [2, 5, 6].

«Вологозв'язувальна здатність (ВЗЗ) є одним з найважливіших показників сирого фаршу варених ковбас» [1]. В результаті термічної обробки фізико-хімічних, колоїдно-хімічних змін, що відбуваються в процесі, частина води і жиру, пов'язані з сирим фаршем, визначаються у вигляді втрат маси або бульйонних і жирових набряків. «У складі фаршу залишається утримана волога і жир, кількість яких характеризують відповідною вологоутримуючою (ВУЗ) і жироутримуючою (ЖУЗ) здатністю» [4].

При цьому «ВУЗ характеризує вміст вологи у фарші та кількість вологи, що відокремилася в процесі теплової обробки. Цей показник тісно пов'язаний із виходом готової продукції» [5]. «ЖУЗ фаршу визначається як різниця між вмістом жиру у фарші і кількістю жиру, що відокремився в процесі термічної обробки» [1,4]. Враховуючи досить високу масову частку білків у сочевичне борошно, представляло інтерес дослідити можливість її використання не тільки як функціональної добавки, що покращує функціонально-технологічні властивості, але і як заміника частки основної сировини.

Результати дослідження функціонально-технологічних властивостей м'ясних фаршів з використанням гідратованого борошна замість адекватної частки основної сировини показано на рис. 3.4-3.7.

Графічна інтерпретація закономірності зміни ВЗЗ і ВУЗ показує, що максимальні значення величин досягаються при введенні гідратованого борошна у фарш замість 4-5% яловичини П с. Найкращим є використання борошна при гідратації 1:1-3. При гідратації вище 1:3 значення ВУЗ і ВЗЗ дещо нижчі, хоча залишаються вище контрольних значень.

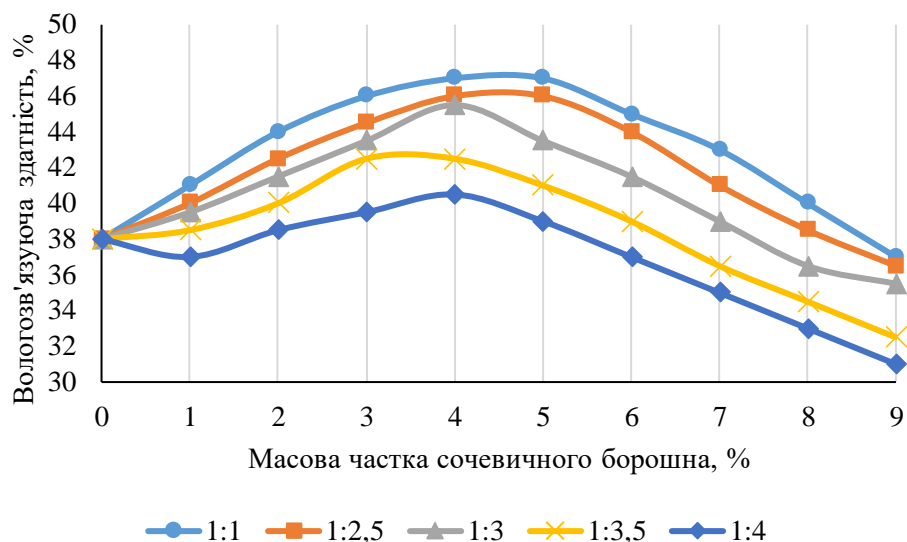


Рисунок 3.4 – Вплив масової частки гідратованого сочевичного борошна на ВЗЗ фаршу при різній гідратації

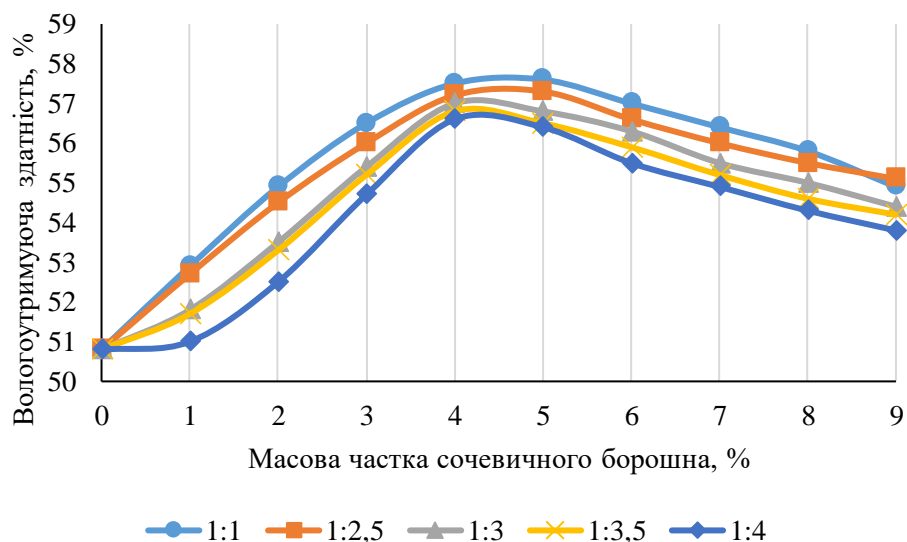


Рисунок 3.5 – Вплив масової частки гідратованого сочевичного борошна на ВУЗ фаршу при різній гідратації

Слід зазначити, однак, при введенні гідратованого борошна масовою часткою 5-9 % при гідратації 1:1-2,5 ВЗЗ і ВУЗ залишаються вищими або на рівні контрольних значень, що має певний практичний інтерес у створенні комбінованих дешевих та якісних варених м'ясних виробів. Збільшення ВУЗ і ВЗЗ м'ясного фаршу, ймовірно, пов'язане зі збільшенням у м'ясній системі частки водо- і

солерозчинних білків, а також полісахаридів (клітковина, крохмаль), здатних до набухання і мають хорошу водоутримуючу здатність.

ЖУЗ модельних м'ясних фаршів (рис. 3.6) при введенні замість яловичини II сорту сочевичного борошна з будь-яким ступенем гідратації значно збільшується.

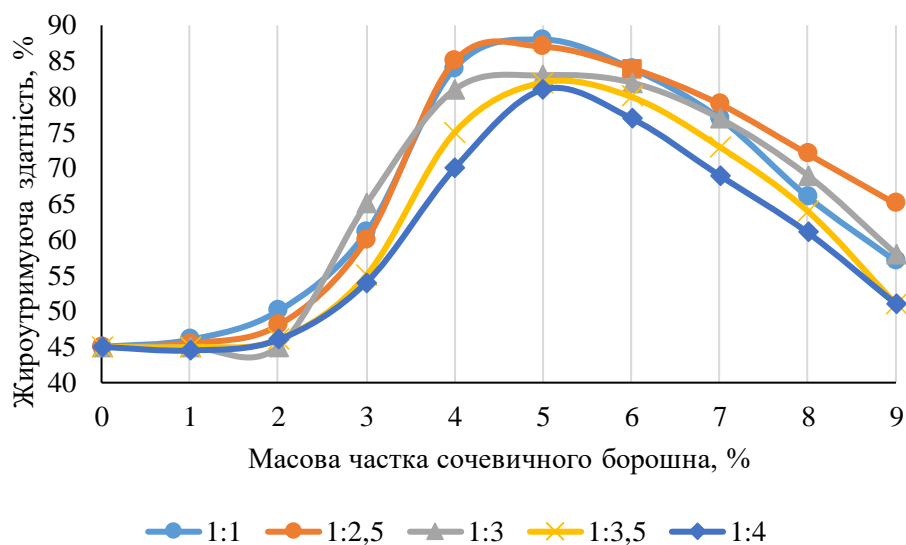


Рисунок 3.6 – Вплив масової частки гідратованого сочевичного борошна на ЖУЗ фаршу при різній гідратації

При цьому максимум на графіку (рис. 3.6) зазначається в інтервалі 4-6 % заміни основної сировини. Це відкриває значні перспективи використання сочевичного борошна в рецептурних композиціях, багатих на жирову сировину. Максимуми на кривих зміни ВУЗ, ВЗЗ та ЖУЗ практично збігаються, що підтверджують участь білків (у нашому випадку сочевиці) у стабілізації м'ясних емульсій. Білки при цьому утворюють міцну, еластичну і надзвичайно стійку при тепловій обробці мембрану, що захищає жирові глобули від злипання, і навіть нагрівання не призводить до будь-яких змін у мембрані.

Зауважимо, що білки сочевичного борошна не пов'язані структурою тканин і мають вільний доступ до жирових частинок, створюючи умови для більш повного залучення міофібрилярних білків у зв'язуванні вологи та структуроутворенні м'ясних фаршів.

Липкість також є важливим показником функціонально-технологічних властивостей м'ясних фаршів (рис. 3.7). Вона характеризує силу адгезії між шаром продукту, з одного боку, і поверхнею – з іншого. Липкість забезпечує утворення щільної однорідної структури.

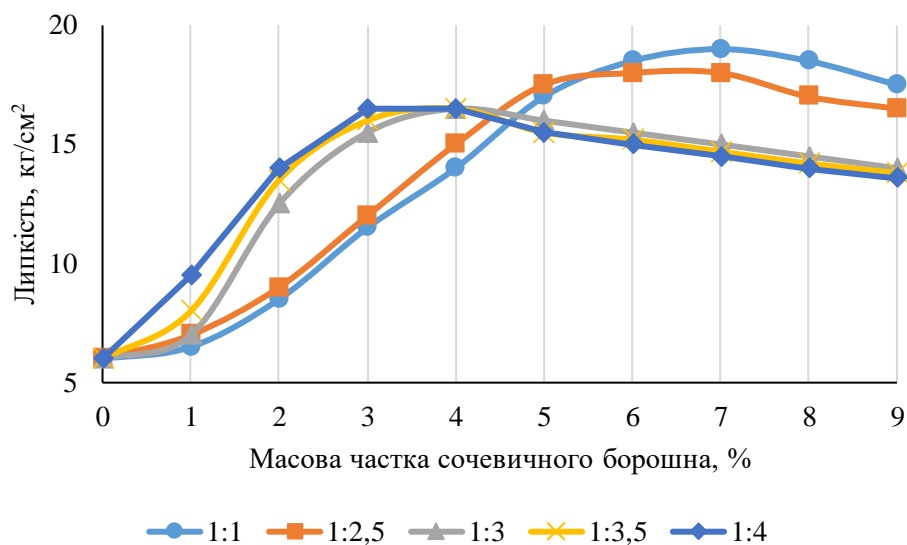


Рисунок 3.7 – Липкість модельних фаршів в залежності від масової частки гідратованого сочевичного борошна при різній гідратації

В ході експериментальних досліджень встановлено, що при гідратації борошна 1:1 і 1:2,5 максимальна липкість фаршу відзначається при масовій частці препарату 7%, при вищій гідратації – 2,5 при 5,0% заміни яловичини II с. При цьому адгезійні характеристики контрольного м'ясного фаршу завжди поступаються дослідним зразкам.

Як показали результати досліджень, сочевичне борошно в гідратованому вигляді при введенні до складу м'ясного фаршу замість 2-9 % основної сировини покращує функціонально-технологічні властивості, проте зростання масової до борошна корелює з розвитком специфічного присмаку.

Таким чином, найбільш переважним є використання гідратованого у співвідношенні 1:2,5-3,0 сочевичного борошна замість 3-5% основної нежирної сировини за рецептурою.

3.3 Дослідження доцільності використання сочевичного борошна в технології варених ковбас

Для підтвердження позитивного ефекту використання сочевичного борошна як соєвого аналог і замітника основної сировини відібрано рецептури варених ковбас, які наведено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Рецептури експериментальних варених ковбас

Найменування сировини, прянощів та матеріалів	Норма витрати сировини прянощів та матеріалів на 100 кг несоленої сировини для ковбас	
	Оригінальна	Студентська
М'ясна несолена сировина, кг:		
Яловичина 2 сорту	47,0	59,0
Свинина напівжирна	—	18,0
Свинина жирна	35,0	—
Мясна маса	7,0	—
М'ясо стравоходу	—	1,0
Губи яловичі	—	1,0
Селезінка	—	2,0
Жир-сирець свинячий	—	5,0
Борошно сочевичне	3,0	4,0
Вода на гідратацію	7,5	10,0
Лід	—	25,0
Додаткова вода	25,0	—
Прянощі та матеріали, г:		
Сіль кухонна харчова	2500,0	2000,0
Цукор-пісок	170,0	150,0
Нітрит натрію	7,5	5,0
Фосфат	500,0	500,0

Продовження табл. 3.1

Найменування сировини, прянощів та матеріалів	Норма витрати сировини прянощів та матеріалів на 100 кг несоленої сировини для ковбас	
	Оригінальна	Студентська
Коріандр мелений	100,0	50,0
Перець чорний мелений	170,0	50,0
Часник свіжий	150,0	200,0
Оболонка	кишкова/поліамід	поліамід
Нормативний вихід	104/114	120
Фактичний вихід (з сочевичним борошном)	108/118	121

Основна м'ясна сировина в ковбасних виробках представлена свининою напівжирною та жирною, а також яловичиною другого сорту.

Ковбаса Оригінальна була вироблена для порівняння в натуральній (кишковій) та амітановій (поліамід) оболонках.

Експериментальні ковбасні вироби вироблялися відповідно до удосконаленої технологічної схеми виробництва варених ковбас, представленої на рис. 3.8.

Підготовлену та зважену з точністю до 0,01 кг сировину, сочевичне борошно, прянощі завантажували у вакуумний куттер у наступній послідовності:

1. в першу чергу сочевичне борошно та вода для її гідратації відповідно до розроблених рекомендацій при невеликих обертах ножів,
2. потім нежирну сировину (яловичину) при повільному обертанні чаші куттера;
3. після досягнення фаршем рівномірного розподілу по чаші додавалася заздалегідь підготовлена субпродуктова паста (де потрібно) та прянощі. На цій же стадії можливе внесення сочевичного препарату, якщо він був заздалегідь гідратований.

Після перемішування всіх компонентів з фаршем проводилося куттерування при максимальній швидкості обертання чаші і ножів протягом 100 с.

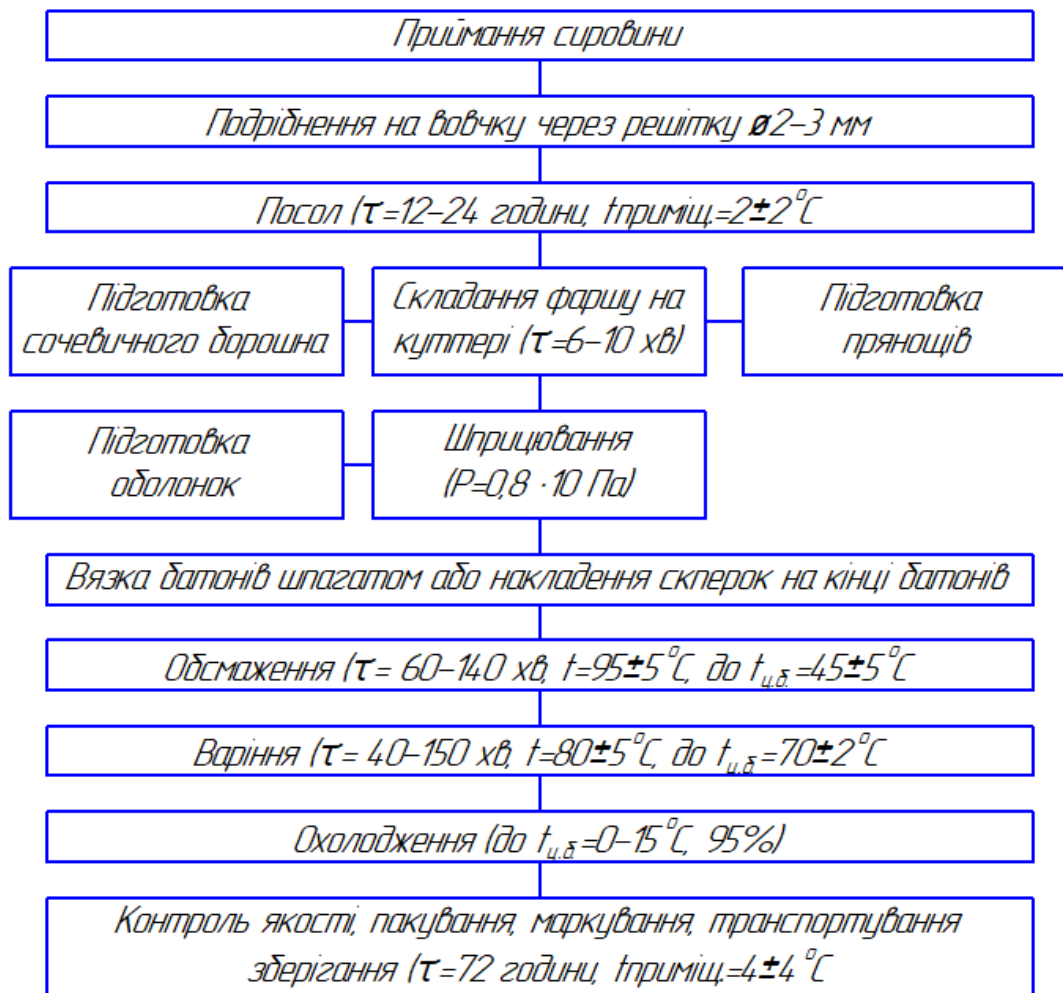


Рисунок 3.8 – Технологічна схема виробництва варених ковбас з додаванням сочевичного борошна

Свинину і шпик додавали в останню чергу при слабкому перемішуванні фаршу, з одночасним внесенням сухої солі. Куттерування продовжували ще 4-5 хв до досягнення фаршем тонко подрібненої структури. Для того, щоб температура всередині куттера не досягла тих значень, при яких ковбасний фарш втрачає свої функціональні властивості, на останньому етапі завантаження вносили сніг або лід.

Вивантажений з куттера фарш зважувався в візку з відомою масою і відправлявся на шприцювання за допомогою вакуумного шприца в амітанову оболонку з одночасним накладенням скріпок, або за допомогою гідравлічного шприца в натуральну кишкову оболонку (череву) з наступною в'язкою.

Батони укладалися на рами і знову зважувалися. Термічна обробка та охолодження експериментальних партій варених ковбас проводилася в стаціонарних термокамерах разом з іншими ковбасними виробами, які вироблялися цеху в той момент. Охолоджені готові ковбаси знову зважувалися і визначався їхній вихід.

Експериментальні ковбасні вироби були піддані фізико-хімічному та органолептичному аналізу в лабораторії відповідно до діючих НТД, а також була проведена дегустація ковбас людьми, не причетними до дослідів.

Органолептичні та якісні показники експериментальних варених ковбас Нової оригінальної (у кишковій та поліамідній оболонці) та Студентської представлені в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Показники якості експериментальних зразків варених ковбас

Показник	Значення показника для ковбас		
	Нова оригінальна		Студентська
	в кишковій оболонці	в поліамідній оболонці	
Зовнішній вигляд	Батони з чистою, сухою поверхнею, без ушкоджень		
Колір в розрізі	Рожево-коричневий		Рожевий
Консистенція	Пружна, щільна		
Запах, аромат	Злегка виражений запах сочевиці		
Смак	Слабо виражений присмак сочевиці		
Масова частка, %			
вологи	51,30	51,70	67,00
кухонної солі	1,30	1,30	1,90
нітриту натрію	0,0041	0,0041	0,0042
білка	18,24	18,24	18,75
жиру	22,50	22,50	13,70
Вихід, %	108,00	118,00	121,00

Результати з табл. 3.2 свідчать, що зовнішній вигляд батонів, консистенція, смак, аромат та інші органолептичні властивості в цілому відповідають вимогам, що пред'являються до традиційних варених ковбас; проте, враховуючи специфіку рослинного препарату, що вноситься, продукція має злегка виражений присмак і запах сочевиці. Однак він добре маскується додаванням спецій.

Позитивним результатом випробувань стало також підвищення виходу ковбас (див. табл. 3.1, 3.2) на 1-4 %, обумовлене збільшенням масової частки білка за рахунок введення сочевичного борошна.

Слід зазначити, що вихід ковбаси Нової оригінальної в оболонці поліамід більш високий в порівнянні з виходом тієї ж ковбаси в кишкової оболонці, що, ймовірно, пояснюється особливостями властивостей самої оболонки.

Фізико-хімічні характеристики експериментальних зразків повністю відповідають необхідним нормам. При цьому високі показники вмісту білка і досить невеликі вмісту жиру – стали добрим результатом проведених випробувань.

Слід зазначити, що до рецептури ковбаси вареної Студентська були включені компоненти з підвищеним вмістом колагену та еластину (селезінка, м'ясо стравоходу, губи яловичі), які є функціональними аналогами харчових волокон. Крім того, субпродукти II категорії містять повний набір незамінних амінокислот, загалом серед яких превалюють глютамінова кислота, оксипролін, пролін, гліцин, гістидин, а також є гарним джерелом мінеральних речовин та вітамінів.

«Використання в якості м'ясного інгредієнта в ковбасних виробках субпродуктової пасти, приготовленої з сирих субпродуктів, дозволяє зберегти їх високу біологічну і харчову цінність і функціональні властивості білка, а зв'язок між хімічною природою баластових речовин і їх фізіологічною роллю в різних відділах харчових продуктів. та катіонообмінні властивості харчових волокон додатково надають отриманому продукту лікувально-профілактичні властивості» [5,6], які посилюються при поєднанні низькосортної сировини з чечевичним борошном. Такі продукти здатні виводити з організму холестерин, жовчні кислоти, канцерогенні речовини, що дозволяє їх віднести до роду продуктів, що мають радіопротекторні властивості.

Для оцінки біологічної цінності дослідної партії зразків були взяті ковбаси Нова Оригінальна та Студентська, вироблені за традиційною технологією і з додаванням до складу фаршу сочевичного борошна (замість основної сировини) за рецептурою, наведеною вище. За результатами визначення складу амінокислот білків у цих виробках на автоматичному аналізаторі амінокислот ААА-881 проведено розрахунок амінокислотного швидкості білків продуктів. Загальні дані представлені у табл. 3.3, 3.4.

Таблиця 3.3 – Амінокислотний склад білків ковбаси вареної Нова оригінальна

Незамінні амінокислоти	Вміст АК в еталонному білку, мг/г білка	Традиційна технологія		З додаванням сочевичного борошна	
		Вміст АК в ковбасі, мг/г білка	Скор, %	Вміст АК в ковбасі, мг/г білка	Скор, %
Ізолейцин	40,00	39,94	99,85	40,84	102,09
Лейцин	70,00	66,95	95,64	69,20	98,86
Цистин+ метіонін	35,00	21,13	60,37	21,60	61,17
Фенілаланін+ тирозин	60,00	71,32	118,87	73,03	121,72
Треонін	40,00	39,98	99,95	41,14	102,79
Триптофан	10,00	—	—	—	—
Валін	50,00	43,22	86,44	43,69	87,39
Лізін	55,00	63,68	115,78	65,78	119,61

Як видно з табл. 3.3, спостерігається значне перевищення еталонного рівня, зростання скору з 118,87% до 121,72% для амінокислот фенілаланін+тирозин. Також з додаванням сочевичного борошна скор ізолейцину зріс з 99,85% до

102,09%, тобто вміст ізолейцину повністю відповідає еталонному білку. В розрізі лізину спостерігається значне покращення скору з 115,78% до 119,61%, що важливо для м'ясних продуктів, адже лізин є критичною амінокислотою. Покращення амінокислотного скору для комплексу цистин+метіонін є мінімальним (з 60,37% до 61,17%). Це свідчить про те, що сочевичне борошно не є істотним джерелом цих амінокислот, і цей комплекс залишається найслабшою ланкою амінокислотного складу ковбас.

Таблиця 3.4 – Амінокислотний склад білків ковбаси вареної Студентська

Незамінні амінокислоти	Вміст АК в еталонному білку, мг/г білка	Традиційна технологія		З додаванням сочевичного борошна	
		Вміст АК в ковбасі, мг/г білка	Скор, %	Вміст АК в ковбасі, мг/г білка	Скор, %
Ізолейцин	40,00	31,51	78,78	32,57	81,43
Лейцин	70,00	53,10	75,86	55,85	79,79
Цистин+ метіонін	35,00	15,98	45,66	16,49	47,11
Фенілаланін+ тирозин	60,00	54,30	90,50	56,33	93,88
Треонін	40,00	31,65	79,13	33,04	82,60
Триптофан	10,00	—	—	—	—
Валін	50,00	33,94	67,88	34,39	68,78
Лізін	55,00	53,69	97,62	56,19	102,17

Як видно з поданої таблиці, додавання сочевичного борошна до рецептури ковбасних виробів спричиняє певні зміни амінокислотного складу та амінокислотного скору. Зокрема, для ізолейцину спостерігається підвищення вмісту з 31,51 до 32,57 мг/г білка, що збільшило скор з 78,78% до 81,43%, однак

цей показник все ще залишається нижчим за еталонний рівень. У випадку лейцину також спостерігається зростання скору з 75,86% до 79,79% завдяки збільшенню його вмісту до 55,85 мг/г білка, але це лише незначно покращує показник. Комплекс цистин+метіонін демонструє найнижчий скор серед усіх амінокислот, який зріс лише з 45,66% до 47,11%, як і в прикладі ковбаси Нова оригінальна.

Для фенілаланіну та тирозину відзначається покращення: їхній вміст збільшився з 54,30 до 56,33 мг/г білка, що підвищило скор з 90,50% до 93,88%. Аналогічно, для треоніну спостерігається зростання вмісту з 31,65 до 33,04 мг/г білка, що призвело до підвищення скору з 79,13% до 82,60%. У випадку валіну збільшення скору є мінімальним — з 67,88% до 68,78%, оскільки його вміст зріс лише на 0,45 мг/г білка. Найбільш суттєве покращення спостерігається для лізину: його скор зріс з 97,62% до 102,17%, перевищивши еталонний рівень. Це є позитивним результатом.

Як видно з табличних даних, внесення сочевичного борошна в ковбасні фарші призводить до збільшення амінокислотного скору, що вказує на кращу збалансованість амінокислот продукції в порівнянні з контролем (рецептури без сочевичного борошна).

Лімітуючими біологічну цінність білків амінокислотами для ковбаси Студентської та Нової оригінальної є сірковмісні амінокислоти (цистин і метіонін); найбільший скор має лізин, для якого дана характеристика помітно зростає при поєднанні тваринних білків з рослинними білками сочевиці. Важливо відзначити, що незамінна амінокислота лізин міститься в різних харчових продуктах у невеликих кількостях, тоді як у сочевичному борошні її досить багато, що дозволяє віднести дані вироби до продуктів з підвищеною біологічною цінністю. Досить високий вміст лізину, ймовірно, забезпечує поліпшений більш виражений золотисто-коричневий відтінок ковбасних батонів у натуральній оболонці після обсмажування, відзначений при аналізі готових зразків.

Таким чином, сочевичне борошно не тільки забезпечує високу якість готових виробів, а й добре балансує амінокислотний склад м'ясопродуктів, наближаючи їх до "ідеальних" за даними ФАО/ВООЗ.

Висновки по розділу.

Встановлено, що при змішуванні сочевиці з водою найбільша липкість досягається при найменшій кількості води, проте при додаванні води в кількості менше половини маси борошна є неможливим "замісити тісто" і частина борошна залишається сухою. Таким чином, незважаючи на деяке зниження значень липкості, слід використовувати розведення 1:0,75 та 1:1 через меншу трудомісткість.

Завдяки псевдопластичній поведінці сочевичного борошна, яка проявляється у зниженні в'язкості при збільшенні швидкості деформації, його можна використовувати для поліпшення текстури м'ясних продуктів. Це особливо корисно в процесах формування, де матеріал повинен добре з'єднуватися, але водночас залишатися м'яким і однорідним.

При додаванні сочевичного борошна в м'ясні продукти можна забезпечити стабільність фаршевої маси під час формування та термічної обробки. Його здатність стабілізуватися на певному рівні в'язкості може допомогти підтримувати структуру продукту, зменшуючи виділення вологи під час зберігання та приготування.

Дериватографічний аналіз вказує, що при температурі 70-90 °C і навіть вище зміни маси зразку сочевичного борошна не спостерігається, що характеризує високий ступінь стійкості системи. Характер зміни маси зразка при термічній обробці у зазначеному діапазоні температур дає позитивну оцінку таких функціональних властивостей борошна, як вологозв'язуюча і жирутримуюча здатності, передбачає збільшення виходу готових виробів і підтверджує доцільність її використання в рецептурах ковбасних виробів.

Встановлено, що максимальні значення величин ВЗЗ і ВУЗ досягаються при введенні гідратованого борошна у фарш замість 4-5% яловичини II с. Найкращим є використання борошна при гідратації 1:1-3. При гідратації вище 1:3 значення ВУЗ і ВЗЗ дещо нижчі, хоча залишаються вище контрольних значень.

Слід зазначити, що при введенні гідратованого борошна масовою часткою 5-9 % при гідратації 1:1-2,5 ВЗЗ і ВУЗ залишаються вищими або на рівні контрольних

значень, що має певний практичний інтерес у створенні комбінованих дешевих та якісних варених м'ясних виробів.

В ході експериментальних досліджень встановлено, що при гідратації борошна 1:1 і 1:2,5 максимальна липкість фаршу відзначається при масовій частці препарату 7%, при вищій гідратації – 2,5 при 5,0% заміни яловичини II с. При цьому адгезійні характеристики контрольного м'ясного фаршу завжди поступаються досвідченим зразкам.

Встановлено, що найбільш переважним є використання гідратованого у співвідношенні 1:2,5-3,0 сочевичного борошна замість 3-5% основної нежирної сировини за рецептурою.

Отримані результати свідчать, що зовнішній вигляд батонів, консистенція, смак, аромат та інші органолептичні властивості в цілому відповідають вимогам, що пред'являються до традиційних варених ковбас; проте, враховуючи специфіку рослинного препарату, що вноситься, продукція має злегка виражений присмак і запах сочевиці. Однак він добре маскується додаванням спецій.

Зафіксовано також підвищення виходу ковбас на 1-4 %, обумовлене збільшенням масової частки білка за рахунок введення сочевичного борошна.

При цьому внесення сочевичного борошна в ковбасні фарші призводить до збільшення амінокислотного скору, що вказує на кращу збалансованість амінокислот продукції в порівнянні з контролем (рецептури без сочевичного борошна). Покращення амінокислотного скору для комплексу цистин+метіонін є мінімальним (з 60,37% до 61,17%). Це свідчить про те, що сочевичне борошно не є істотним джерелом цих амінокислот, і цей комплекс залишається найслабшою ланкою амінокислотного складу ковбас. В розрізі лізину спостерігається значне покращення скору з 115,78% до 119,61% для ковбаси Нова оригінальна та з 97,62% до 102,17% для ковбаси Студентська, що важливо для м'ясних продуктів, адже лізин є критичною амінокислотою.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА

4.1 Основні аспекти охорони праці при виготовленні м'ясних виробів

Охорона праці – це сукупність соціально-економічних, правових, санітарно-гігієнічних і інших заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я та працездатності працівників під час виконання ними трудових обов'язків.

«Організація охорони праці регламентується Законами України "Про охорону праці", "Про пожежну безпеку", а також Правилами з техніки безпеки і виробничої санітарії для підприємств м'ясної промисловості, Санітарними нормами для таких підприємств» [65].

На виконання ст.17 Закону України «Про охорону праці», «система управління охороною праці на ТОВ «М'ясна фабрика «Фаворит» спрямована на забезпечення безпечних умов праці в кожному структурному підрозділі та на кожному робочому місці, відповідно до Трудового законодавства та з гарантією прав працівників, закріплених у ньому» [65].

Керівники підприємства та його структурних підрозділів забезпечують навчання працівників з безпеки праці. Всі співробітники, як під час працевлаштування, так і в процесі роботи, проходять навчання, інструктаж та перевірку знань з охорони праці та пожежної безпеки згідно з нормативними актами, затвердженими керівником підприємства, відповідно до «Типового положення про навчання, інструктаж і перевірку знань працівників з питань охорони праці та Типового положення про спеціальне навчання, інструктаж та перевірку знань з питань пожежної безпеки визначає вимоги для організації таких заходів на підприємствах, в установах та організаціях України» [65].

Організацією навчання та перевірки знань працівників з питань охорони праці займаються співробітники служби кадрів або спеціалісти, яким роботодавець доручив відповідні завдання. «Навчання включає лекції, семінари та консультації для підготовки до перевірки знань з охорони праці» [66].

«Перевірка знань працівників проводиться відповідно до нормативно-правових актів з охорони праці, які належать до їхніх функціональних обов'язків.

Ця перевірка здійснюється комісією, склад якої затверджується наказом керівника підприємства» [65].

Планування робіт з охорони праці здійснюється керівництвом підприємства спільно з плановим відділом та керівниками структурних підрозділів. Фінансування цих заходів відбувається за рахунок фонду розвитку підприємства, а відповідно до Колективного договору, ця сума становить 0,5% від виторгу за реалізовану продукцію за певний період.

«Всі працівники підлягають обов'язковому соціальному страхуванню власником від нещасних випадків і професійних захворювань. Страхування проводиться в порядку і на умовах, встановлених законодавством та колективним договором (угодою чи трудовим договором)» [66].

У разі виникнення на підприємстві надзвичайних ситуацій або нещасних випадків, власник зобов'язується оперативно надати допомогу потерпілим, а при необхідності залучити професійні аварійно-рятувальні формування.

4.2 Розробка картки охорони праці при виробництві м'ясних виробів

«Перед початком роботи та протягом трудової діяльності працівники підприємства зобов'язані проходити медичні обстеження відповідно до вимог, встановлених санітарно-епідеміологічними установами. Кожен працівник повинен мати особисту медичну книжку» [65].

Зважаючи на шкідливі умови праці, всі працівники повинні дотримуватись санітарних норм і стандартів безпеки праці.

Перед початком роботи всі працівники мають пройти підготовку за програмою санмінімуму і скласти іспит, про що робиться відмітка в відповідному журналі та особистій медичній книжці. «Надалі, незалежно від часу прийому на роботу, всі працівники повинні проходити навчання та перевірку санмінімуму один раз на два роки» [65]. Працівники, які не склали іспит, до роботи не допускаються.

Нижче наведено розроблену картку охорони праці для працівників цеху формування м'ясних виробів (рис. 4.1).

Картка охорони праці для формувальника ковбасних виробів	
Обов'язки формувальника:	
1) виконувати правила внутрішнього трудового розпорядку; 2) користуватися спецодягом та засобами індивідуального захисту; 3) проходити періодичний медичний огляд; 4) виконувати тільки ту роботу, яка доручена керівником робіт та по якій він проінструктований; 5) пам'ятати про особисту відповідальність за виконання правил охорони праці;	6) не допускати на своє робоче місце сторонніх осіб і не захарашувати його; 7) не виконувати вказівок, які суперечать правилам охорони праці; 8) вміти надавати першу медичну допомогу потерпілим при нещасних випадках; 9) вміти користуватись первинними засобами пожежегасіння; 10) слідкувати за чистотою робочого місця.
Основні небезпечні виробничі фактори, які діють на формувальника:	
1) рухомі і обертові частини шприців, конвеєрних столів, а також приводів машин, перемішувані підвісними коліями рами; 2) понижена температура повітря робочої зони та сировини; 4) підвищений рівень шуму на робочих місцях; 5) підвищена вологість повітря; 6) підвищена швидкість руху повітря;	7) підвищені значення напруги в електричному колі, замикання якого може статися через тіло людини; 8) недостатність і відсутність природного освітлення; 9) небезпека травматизму від порізів і уколів ножем і штриковкою, а також натирання кисті рук шпагатом, падіння рам і роликів з підвісних колій; 10) фізичні перевантаження.
Формувальник забезпечується засобами індивідуального захисту: черевки шкіряні, при в'язанні ковбас додатково: напальчники.	
Для запобігання потраплянню сторонніх предметів у сировину та готову продукцію забороняється:	
1) заносити і зберігати в харчових цехах дрібні скляні і металеві предмети (крім металевих інструментів і технологічного інвентарю); 2) застібати спецодяг шпильками, голками і зберігати в кишенях халатів предмети особистого вжитку (дзеркала, гребінці, обручки, значки, цигарки, сірники тощо); 3) не дозволяється заходити у виробничі цехи без спецодягу або в спецодязі для роботи на вулиці; 4) працівники повинні слідкувати за чистотою рук.	
Курити на території, безпосередньо у виробничих приміщеннях забороняється.	

Рисунок 4.1 – Картка охорони праці для формувальника ковбасних виробів

В додаток до розробленої картки (рис. 4.1) варто зазначити, що до роботи в цехах з виробництва м'ясних продуктів не допускаються особи, які мають захворювання, зазначені в Інструкції щодо медичних обстежень осіб, що працюють на харчових підприємствах.

«Працівники виробничих цехів повинні негайно повідомляти адміністрацію та звертатися до медпункту підприємства або іншої медичної установи при появі ознак шлунково-кишкових захворювань, підвищенні температури чи інших симптомах хвороб для отримання необхідного лікування» [65].

Перед початком роботи працівники повинні вдягти чистий спеціальний одяг, що повністю покриває їх особистий одяг, зібрати волосся під косинку або ковпак та двічі вимити руки теплою водою з милом. Спеціальний одяг має замінюватися щоденно або за потребою при забрудненні.

4.3 Пожежна безпека при виробництві м'ясних виробів

Забезпечення пожежної безпеки є важливою складовою частиною виробничої та іншої діяльності працівників і посадових осіб підприємства. Це питання має бути відображене у трудових договорах (контрактах) і статутах підприємств.

«Кожне підприємство повинно провести класифікацію будівель, приміщень виробничого та складського призначення, лабораторій за вибухопожежною та пожежною небезпекою відповідно до ОНТП 24-86» [67]. При цьому повинні бути визначені категорії приміщень за вибухопожежною і пожежною небезпекою, а також клас зони за ПУЕ. «Визначену категорію приміщень, а також зовнішніх виробничих і складських ділянок, слід позначити на вхідних дверях приміщень та на межах зон, як всередині, так і ззовні» [67].

Для залучення працівників до участі у заходах, спрямованих на запобігання пожежам та організацію їх гасіння, на підприємствах можуть створюватися добровільні пожежні дружини (ДПД) та команди (ДПК), за рішенням трудового колективу.

«На підприємствах, де працює 50 і більше осіб, за ініціативою трудового колективу можуть бути організовані пожежно-технічні комісії (ПТК)» [67].

До всіх будівель і споруд, електроустановок та протипожежного інвентарю підприємства повинен бути забезпечений вільний доступ. Протипожежні розриви між будівлями, спорудами, відкритими майданчиками для зберігання матеріалів і устаткування повинні відповідати вимогам будівельних норм.

«У вибухопожежонебезпечних та пожежонебезпечних приміщеннях повинні бути встановлені знаки, що забороняють використання відкритого вогню, а також попереджувальні знаки про обережність у присутності легкозаймистих і горючих рідин» [67].

Приміщення, де розташовані топки обжарювальних і коптильних камер, автокоптилень, повинні бути ізольовані від інших приміщень.

«Відстань від фронту топок до протилежної стіни повинна бути не менше 2 м. Забороняється ставити біля топок будь-які предмети, що можуть перешкоджати проходам або стати причиною пожежі» [67].

Висновки по розділу.

У розділі було досліджено питання охорони праці та пожежної безпеки, які є невід'ємною складовою виробничих процесів у м'ясній промисловості. Розглянуто основні аспекти забезпечення безпечних умов праці.

Розроблено картку охорони праці для процесу виробництва м'ясних виробів, яка є інструментом ідентифікації небезпек, визначення заходів для їх запобігання та забезпечення належного рівня безпеки працівників.

Окрему увагу приділено питанням пожежної безпеки. Акцентовано на необхідності регулярного навчання працівників правилам пожежної безпеки.

Таким чином, забезпечення охорони праці та пожежної безпеки є невід'ємною частиною організації виробничих процесів у м'ясній галузі, що сприяє мінімізації ризиків для здоров'я працівників і збереженню матеріальних ресурсів підприємства.

5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Розрахунок витрат для проведення дослідження

«Витрати, пов'язані з проведенням дослідження, включають витрати на основні матеріали, споживання електроенергії, нарахування заробітної плати, амортизаційні відрахування та накладні витрати» [68].

Витрати на основні матеріали, використані для проведення дослідження, розраховуються за формулою (5.1):

$$M = \sum m_i \cdot C_i, \quad (5.1)$$

де m_i – кількість витраченого i -го матеріалу;

C_i – ціна одиниці i -го матеріалу, грн.

Результати розрахунку витраченої кількості матеріалів, включно з їх вартістю наведено в табл.5.1.

Таблиця 5.1 – Витрачені матеріали та їх вартість

Матеріали, одиниці	Кількість	Ціна за одиницю, грн	Сума, грн
Насіння сочевиці, кг	3	75,00	225,00
Борошно червоної сочевиці, кг	10	155,00	1550,00
Яловичина 2 сорту, кг	10	190,00	1900,00
Свинина напівжирна, кг	10	183,90	1839,00
Інша м'яса сировина, кг	4	75,00	300,00
Спеції, уп.	21	15,00	315,00
Нітрит натрію, уп.	2	190,00	380,00
Харчові добавки, уп.	3	120,00	360,00
Всього			6869,00

«Заробітна плата працівників, залучених до проведення дослідження, розраховується шляхом множення середньогодинного заробітку на обсяг відпрацьованого часу» [68]. Результати розрахунків наведені в табл. 5.2.

Таблиця 5.2 – Витрати на заробітну плату працівників

Посада	Середньо-місячний заробіток, грн	Середньо-годинний заробіток, грн	Кількість людино-годин	Сума, грн
Дипломний керівник	10000,00	70,00	10	1050,00
Всього				1050,00

Нарахування на заробітну плату здійснюються у розмірі 22% єдиного соціального внеску, що складає частку від загальної суми заробітної плати:

$$H = \frac{1050 \cdot 22}{100} = 231,00 \text{ грн.}$$

Оплата за витрачену електроенергію:

$$E = M \cdot K \cdot T \cdot a , \quad (5.2)$$

де M – потужність електрообладнання, що використовувалося, кВт;

K – коефіцієнт використання потужності, ($K=0,9$);

T – час роботи обладнання, год;

a – тариф за електроенергію (за 1 кВт), грн/(кВт/год.).

$$E_{\text{бленд}} = 1,8 \cdot 0,9 \cdot 28 \cdot 4,32 = 195,95 \text{ грн;}$$

$$E_{\text{ел.ліч}} = 2,0 \cdot 0,9 \cdot 10 \cdot 4,32 = 77,76 \text{ грн;}$$

$$E_{\text{ваг}} = 0,8 \cdot 5 \cdot 2 \cdot 4,32 = 34,56 \text{ грн;}$$

$$E_{\text{заг}} = E_{\text{бленд.}} + E_{\text{ел.піч}} + E_{\text{ваг}} = 195,95 + 77,76 + 34,56 = 308,27 \text{ грн.}$$

Витрати на амортизацію обладнання, залученого до проведення досліджень, розраховуються за формулою (5.3):

$$A = \frac{\Phi \cdot H \cdot t}{100 \cdot 365}, \quad (5.3)$$

де A – амортизаційні відрахування, грн.

Φ – вартість обладнання, грн.;

H – річна норма амортизації, %;

t – тривалість проведення дослідження на даному обладнанні, (місяців, днів);

365 – кількість днів у році.

$$A_{\text{бленд}} = \frac{2500 \cdot 20 \cdot 2}{100 \cdot 365} = 2,74 \text{ грн.};$$

$$A_{\text{ел.піч}} = \frac{3200 \cdot 20 \cdot 1}{100 \cdot 365} = 1,75 \text{ грн.};$$

$$A_{\text{ваг}} = \frac{4000 \cdot 12,5 \cdot 1}{100 \cdot 365} = 1,37 \text{ грн.}$$

Результати розрахунків витрат на амортизацію наведено в табл.5.3.

Таблиця 5.3 – Результати розрахунків витрат на амортизацію

Устаткування	Вартість, грн	Річна норма амортизації, %	Час роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн
Блендер	2500	20	2	2,74
Електрична піч	3200	20	1	1,75
Ваги лабораторні	4000	12,5	1	1,37
Всього				5,86

Накладні витрати розраховуються як 80% від суми нарахованої заробітної плати працівників, що здійснювали дослідження:

$$NB = \frac{1050 \cdot 80}{100} = 840,00 \text{ грн.}$$

Результати розрахунку всіх витрат на проведення наукового дипломного дослідження зводимо в табл.5.4.

Таблиця 5.4 – Кошторис витрат на проведення дослідження

Витрати	Сума, грн
Основні матеріали	6869,00
Заробітна плата	1050,00
Нарахування на заробітну плату	231,00
Електроенергія	308,27
Амортизація	5,86
Накладні витрати	840,00
Всього	9304,13

Згідно з табл. 5.4, найбільша частка витрат у процесі проведення дослідження припадає на основні матеріали, що становлять 73,8 % від загального обсягу витрат. Найменша частка витрат пов'язана з амортизацією обладнання, яка складає лише 0,06 % від загальної суми витрат.

5.2 Визначення ціни дослідження

Ціна дослідження визначається на основі витрат на них та рентабельності, згідно формули (5.4):

$$C = C + \frac{P \cdot C}{100}, \quad (5.4)$$

де C – ціна дослідження, грн.;

C – витрати на дослідження, грн.;

P – нормативна рентабельність ($P = 30\%$).

Таким чином:

$$Ц = 9304,13 + \frac{30 \cdot 9304,13}{100} = 12095,37 \text{ грн.}$$

Отже, вартість проведеного дослідження становить 12095,37 грн.

Висновки по розділу.

В розділі було розраховано витрати на проведення дослідження.

Встановлено, що найбільша частка витрат у процесі проведення дослідження припадає на основні матеріали, що становлять 73,8 % від загального обсягу витрат. Найменша частка витрат пов'язана з амортизацією обладнання, яка складає лише 0,06 % від загальної суми витрат.

Загалом, з урахуванням 30% нормативної рентабельності вартість проведеного дослідження становить 12095,37 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У дослідженні аналізуються перспективні рослинні джерела білка, такі як сочевиця, соя, горох, нут та інші, які характеризуються високим вмістом білка, економічною ефективністю виробництва та позитивним впливом на екологію. Використання рослинних білків є дієвим методом компенсації дефіциту білка, а їхні функціональні властивості, зокрема здатність до плівкоутворення та емульгування, відкривають нові можливості для застосування в різних харчових продуктах.

Особливу увагу приділено комбінованим білковим системам, які поєднують рослинні та тваринні білки, що має значний потенціал для виробництва м'ясних продуктів. Такий підхід дозволяє оптимізувати амінокислотний склад, знижує калорійність, а також допомагає зменшити вміст холестерину та шкідливих речовин. Використання білкових добавок сприяє створенню продуктів, що відповідають сучасним вимогам споживачів, забезпечуючи їх високу харчову цінність і безпеку.

Завдяки псевдопластичній поведінці сочевичного борошна, яка проявляється у зниженні в'язкості при збільшенні швидкості деформації, його можна використовувати для поліпшення текстури м'ясних продуктів. Це особливо корисно в процесах формування, де матеріал повинен добре з'єднуватися, але водночас залишатися м'яким і однорідним.

Дериватографічний аналіз вказує, що при температурі 70-90 °C і навіть вище зміни маси зразку сочевичного борошна не спостерігається, що характеризує високий ступінь стійкості системи. Характер зміни маси зразка при термічній обробці у зазначеному діапазоні температур дає позитивну оцінку таких функціональних властивостей борошна, як вологозв'язуюча і жирутримуюча здатності, передбачає збільшення виходу готових виробів і підтверджує доцільність її використання в рецептурах ковбасних виробів.

Встановлено, що максимальні значення величин ВЗЗ і ВУЗ досягаються при введенні гідратованого борошна у фарш замість 4-5% яловичини II с. Найкращим

є використання борошна при гідратації 1:1-3. При гідратації вище 1:3 значення ВУЗ і ВЗЗ дещо нижчі, хоча залишаються вище контрольних значень.

Зафіксовано, що при введенні гідратованого борошна масовою часткою 5-9 % при гідратації 1:1-2,5 ВЗЗ і ВУЗ залишаються вищими або на рівні контрольних значень, що має певний практичний інтерес у створенні комбінованих дешевих та якісних варених м'ясних виробів.

В ході експериментальних досліджень встановлено, що при гідратації борошна 1:1 і 1:2,5 максимальна липкість фаршу відзначається при масовій частці препарату 7%, при вищій гідратації – 2,5 при 5,0% заміни яловичини II с. При цьому адгезійні характеристики контрольного м'ясного фаршу завжди поступаються досвідченим зразкам.

Зафіксовано також підвищення виходу ковбас на 1-4 %, обумовлене збільшенням масової частки білка за рахунок введення сочевичного борошна. При цьому внесення сочевичного борошна в ковбасні фарші призводить до збільшення амінокислотного скоря, що вказує на кращу збалансованість амінокислот продукції в порівнянні з контролем (рецептури без сочевичного борошна).

В роботі досліджено питання охорони праці та пожежної безпеки, які є невід'ємною складовою виробничих процесів у м'ясній промисловості. Розглянуто основні аспекти забезпечення безпечних умов праці.

Розроблено картку охорони праці для процесу виробництва м'ясних виробів, яка є інструментом ідентифікації небезпек, визначення заходів для їх запобігання та забезпечення належного рівня безпеки працівників.

Загалом, з урахуванням 30% нормативної рентабельності вартість проведеного дослідження становить 12095,37 грн.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Бовкун, А. О. Функціональні властивості сироватки для дитячих продуктів. Харчова і переробна промисловість. – 2008. – № 11. – С. 16-17.
2. Сімахіна Г. О., Науменко Н. В. Технологія оздоровчих харчових продуктів: підручник. Київ: НУХТ, 2015. 402 с.
3. Каліновська, Т. В. Функціональні властивості сироваткових білків та їх використання у виробництві збивних цукерок / Т. В. Каліновська, С. Г. Кияниця // Інноваційні технології розвитку у сфері харчових виробництв, готельно-ресторанного бізнесу, економіки та підприємництва: наукові пошуки молоді : всеукраїнська науково-практична конференція молодих учених і студентів, 26 березня 2014 р. : [тези у 2-х ч.] / редкол. : О. І. Черевко [та ін.]. – Харків : ХДУХТ, 2014. – Ч. 1. – С.116.
4. Камсуліна Н. В., Скуріхіна Л. А., Губаль Л. М. Дослідження функціонально-технологічних властивостей білків із насіння соняшнику. Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі. 2015. Вип. 2(22). С. 50-61.
5. Технологія м'яса та м'ясних продуктів : підручник / [Клименко М. М. та ін.] ; за ред. М. М. Клименка. – К. : Вища освіта, 2006. – 640 с.
6. Віннікова Л. Г. Теорія і практика переробки м'яса / Л. Г. Віннікова. – Ізмаїл : СМІЛ, 2000. – 172 с
7. Ha E, Zemel MB. Functional properties of whey, whey components, and essential amino acids: mechanisms underlying health benefits for active people (review) / Ha E, Zemel MB// J Nutr Biochem 2003;14:251-258.
8. Gill HS, Rutherford KJ, Cross ML. Bovine milk: a unique source of immunomodulatory ingredients for functional foods. In: Buttriss J, Saltmarsh M, eds. Functional Foods II – Claims and Evidence. Cambridge, England: Royal Society of Chemistry Press; 2000:82-90.

9. Akashi T. Amino Acid Production and Use to Improve Nutrition of Foods and Feeds. Chemistry and World Food Supplies: New Frontier CHEMRAWNII, ed. L.W. Shemilt. Oxford: Pergamon Press, 1983. P. 437—442.
10. Губський Ю. І. Біологічна хімія: підручник. Київ-Тернопіль: Укрмедкнига, 2000. 508 с.
11. Taylor Y.C. Elevation of intracellular glutathione levels following depletion and its relationship to protection against radiation and alkylating agents./ Taylor Y.C., Brown, J.M.// Pharmacol. Ther. 39: 293-299, 1988.
12. Гігієна харчування з основами нутриціології: підручник / В. І. Ципріяна та ін. Київ: Здоров'я, 2007. 565 с.
13. Слободянюк, Н., & Ізраелян, В. (2013). Зміна органолептичних показників м'яса африканського страуса під час зберігання. *Продовольча індустрія АПК*, (5), 14-17.
14. Павлоцька Л. Ф., Дуденко Н. В., Левітін Є. Я. Фізіологія харчування: підручник. Суми: Університетська книга, 2011. 473 с.
15. Кравців Р.Й., Личук М.Г., Паска М.З. Технологічна оцінка хімічного складу яловичини при застосуванні мікроелементних добавок – Наукові праці. – Одеса. – 2006. – Вип. 28. Т. 2.
16. М. З. Паска, І. С. Ромашко. Білково-якісний показник яловичини збагаченої біологічно-активними речовинами. Серія: Сільськогосподарські науки 2020 №2 (17)/ Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. 2012. Випуск 3(61). С. 170-175.
17. Кишенько І.І. Використання білків тваринного походження як один із напрямків ресурсозбереження при виробництві реструктурованих шинок / І. І. Кишенько, О. П. Донець, О. А. Топчій // Технічні науки: стан, досягнення і перспективи розвитку м'ясної, олієжирової та молочної галузей: міжнар. науково-техн. конф., 25-26 березня 2014 р.: матеріали конф. - К., 2014. - С. 49-50.
18. Буняк О., Валевська Л., Роль функціональних продуктів у житті людини/ Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів. Актуальні задачі сучасних технологій - Тернопіль 19-20 грудня 2012.

19. Новгородська, Н. В., & Блащук, В. В. (2016). Використання білково-жирових емульсій при виробництві варених ковбасних виробів. *Наукові праці національного університету харчових технологій*, (22, № 6), 189-194.

20. Сімахіна, Г. О. Оптимальний підбір амінокислот для подолання білкового дефіциту / Г. О. Сімахіна, Н. В. Науменко // *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. – 2020. – Т. 26, № 5. – С. 170–181.

21. Божко, Н. В., Тищенко, В. І., Пасічний, В. М., & Сацький, М. М. (2018). Розробка м'ясомістких запечених виробів з м'яса птиці. *Продовольчі ресурси*, (11), 13-20.

22. Полумбрик, М. М. Користь і переваги колагенових білків в системі харчування / М. М. Полумбрик, М. С. Циганкова // *Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті : програма і матеріали 82-ї Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів, 13–14 квітня 2016 р. – Київ : НУХТ, 2016. – Ч. 1. – С. 306.*

23. Кишинько І., Донець О., Крижова Ю., Михайлик В., Термічна стабільність реструктурованих шинок з високою біологічною цінністю / *Продовольча індустрія АПК. - 2014. - № 5. - С. 18-22.*

24. Гащук О.І., Москалюк О.Є., Іценко К.І. Удосконалення технології м'ясо-рослинних консервів /Матеріали VIII Міжнародної науково-практичної 191 конференції вчених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства», НУБ і П України 17-18 квітня 2019 р. – С. 131.

25. Гащук, О. І. Удосконалення технології реструктурованих шинок / О. І. Гащук, О. Є. Москалюк, А. Я. Гуралевич // *Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті євроінтеграції : матеріали IX Міжнародної науково-технічної конференції, 10-11 листопада 2020 р., м. Київ. – Київ : НУХТ, 2020. – С. 189–191.*

26. Тищенко, В. І., Пасічний, В. М., Божко, Н. В., & Божко, С. Б. Удосконалення технології м'ясомістких хлібів. 88 International scientific conference of young scientist and students "Youth scientific achievements to the 21st century

nutrition problem solution", April – May, 2022. Book of abstract. Part 1. NUFT, Kyiv. P. 205.

27. Кишенько І. Мікроструктурні зміни модельних м'ясних систем при інтенсивному солінні багатофункціональними розсолами / Ірина Кишенько, Олександр Донець // Вісник Донецького національного університету економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського. - 2013. - № 1 (57). - С. 119 - 125.

28. Поварова, Н., & Кіровіч, Н. (2022). Дослідження показників якості та безпечності продуктів з м'яса птиці шляхом системного управління трофологічним ланцюгом. *Продовольчі ресурси*, 10(18), 121-130.

29. Pasichniy, V. M., Hayder, A. H., Yelenets, Y. A., & Nevoduyk, I. V. (2015). Удосконалення технології копчено-варених виробів із м'яса птиці. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 17(1), 84-88.

30. Петриченко, В. Ф., Лихочвор, В. В., Колісник, С. І., Воронецька, І. С., & Кобак, С. Я. (2018). Обґрунтування інтенсифікації виробництва зернобобових культур в Україні. *Web of Scholar*, 4(6), 22-29.

31. Поварова, Н., Мельник, Л. (2019). Розвиток системи простежуваності в м'ясній промисловості. *Scientific Works*, 82(2), 17-23. <https://doi.org/10.15673/swonaft.v82i2.1157>.

32. Шкарапута, Р., Мельник, О., & Спицький, В. (2024). Аналіз сировини для виробництва рослинного м'яса. *Herald of Khmelnytskyi National University. Technical sciences*, 337(3 (2)), 305-309.

33. Konstantina Kyriakopoulou, Birgit Dekkers, Atze Janvan der Goot. PlantBased Meat Analogues / Sustainable Meat Production and Processing, 11 January 2019. - Chapter 6 - Pages 103-126

34. Кишенько І.І. Дослідження термогравіметричних властивостей цільном'язових м'ясопродуктів / І.І. Кишенько, С.В. Іванов, О.П. Донець // Наукові праці НУХТ. - 2013. - № 48. - С. 124 - 127.

35. Prabhu, G. A. Utilization of Pork Collagen Protein in Emulsified and Whole Muscle Meat Products [Text] / G. A. Prabhu, D. R. Doerscher, D. H. Hull // Journal of

Food Science. — 2004. — Vol. 69, № 5. — P. 388–392. doi:10.1111/j.1365- 2621.2004.tb10703.x 5.

36. Донець, О. П. Вдосконалення технології шинкових виробів шляхом збагачення м'ясними білками : автореф. дис. ... канд. техн. наук : спец. 05.18.04 «Технологія м'ясних, молочних продуктів і продуктів з гідробіонтів» / Донець Олександр Петрович ; НУХТ. – Київ, 2016. – 24 с.

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

38. Кишенько І.І. Оцінка біотехнологічних показників білкового стабілізатору з колагеновмісної сировини / І.І. Кишенько, О.П.Донець, О.І.Гашук// Наукові праці ОНАХТ. - 2011. - № 40, Т. 2. - С. 245 - 248.

39. Kyshenko I. The study of properties of a raw meat product during salting by brines / I. Kyshenko, Y. Kryzhova, O. Donets // Ukrainian Journal of Food Science. - 2014. - Vol. 2, Issue 1. - P. 6 - 13.

40. Хазенхюттля ДЖ., Гартель Р. Харчові емульгатори та їх застосування. Спб.: Професія, 2008. - 288с.

41. Колесник Д. В. Вдосконалення технології шинкових виробів з використанням білків тваринного походження / Д. В. Колесник, О. П. Донець, І. І. Кишенько // Наукові здобутки молоді - вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті: 75-а наук. конф. молодих учених, аспірантів і студентів, 13-14 квітня 2009 р.: тези доповідей. - К., 2009. - С. 207-208.

42. Вплив способів інтенсифікації процесу соління на фізико-хімічні характеристики м'ясних систем / С.В. Стращенко, О.П. Донець, М.І. Сербова, І.І. Кишенько // Технічні науки: стан, досягнення і перспективи розвитку м'ясної, олієжирової та молочної галузей: міжнар. науково-техн. конф., 22 - 23 березня 2012 р.: матеріали конф. - К., 2012. - С.41-42.

43. Бабич, А. О., & Бабич-Побережна, А. А. (2008). Світові ресурси рослинного білка. *Селекція і насінництво*, (96), 215-222.
44. Studies of the quality of cakes made with wheat-lentil composite flours. De la Here Esther, Ruiz-Paris Elena, Oliete Bonastre, Gomez Manuel // *LWT. – Food Sci. and Technol.* – 2012. – 49. – № 1. – P. 48–54.
45. Бабич А.О. Світові земельні, продовольчі і кормові ресурси. – К.: Аграрна наука, 1996. – 571с.
46. Heejeong Lee and Nami Joo. Antioxidative Properties of Amaranth Cauline Leaf and Suppressive Effect against CT-26 Cell Proliferation of the Sausage Containing the Leaf. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*. 2018 June 38(3):570~579.
47. Бербенець, О. В. (2019). Світове виробництво сої як невичерпного джерела білків рослинного походження та місце України на світовому ринку торгівлі нею. *Агросвіт*, (10), 41-45.
48. Бабич А.О. Кормові і білкові ресурси світу. – К., 1995. – 298 с.
49. Голубєва Л.В., Кириллова Л.Г., Корнієнко Т.С., Жуланова Т.С. Вивчення фізико-хімічних властивостей нуту для створення нових молочних продуктів // *Зберігання та переробка сільгоспсировини*. - 2008. - № 7 - С. 71-72.
50. Крилова В.Б., Ступін В.Е. Спосіб отримання білка із сочевиці // *Харчова промисловість*. -1992. – N 6. – С.21-22. 12S
51. Мартинюк, І. О. (2010). Альтернативні джерела рослинного білка в комбінованих м'ясних виробках. *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі*, (2), 269-274.
52. Ляшко, Г. Олійні та бобові культури як джерела рослинного білка / Г. Ляшко, Т. Янюк // *Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті : матеріали 89 Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів, 3-7 квітня 2023 р., м. Київ. – Київ : НУХТ, 2023. – Ч. 1. – С. 178*

53. Овчарук, О., & Іванюк, С. (2015). Квасоля—цінне джерело рослинного білка, зумовлене сортовими особливостями. *Продовольча індустрія АПК*, (1-2), 38-40.
54. Орехівський, В. Д., Січкач, В. І., Овсянникова, Л. К., & Соломонов, Р. В. (2017). Сочевиця—джерело рослинного білка. *Зернові продукти і комбікорми*, (17, № 4), 22-29.
55. Бабич-Побережна А.О. Формування та використання вітчизняних і світових високобілкових рослинних ресурсів: Автореф. ... д-ра екон. наук.: 08.00.03. – К.: ННЦ ІАЕ, 2007. – 32 с.
56. Бабич-Побережна А.О. Економіка світового виробництва і ринок білка / За ред. акад. П.Т.Саблука. – К.: ННЦІАЕ, 2005. – 782с.
57. Муляр, О. А. Дослідження альтернативних джерел отримання рослинного білку та огляд розробок з даного питання / О. А. Муляр // *Практика і перспективи розвитку еногастрономічного туризму: світовий досвід для України : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 24 вересня 2015 р.* – К. : НУХТ, 2015. – С. 190-191.
58. Sova, N., Lutsenko, M., Yefimov, V., & Kurhalin, S. (2018). Характеристика сипких конопляних продуктів. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Нові рішення у сучасних технологіях*, (45(1321), 207–213. <https://doi.org/10.20998/2413-4295.2018.45.29>
59. Побережна А.А. Світові білково-олійні ресурси і торгівля ними. – За ред. П.Т. Саблука. – К.: ІАЕ УААН, 2002. – 482 с. 6. Побережна А.А. Економічні проблеми світового виробництва рослинного білка для задоволення потреб зростаючого народонаселення // *Економіка АПК*. – 2003. – № 9. – С. 115–117.
60. Jiajia Shi, Yidan Fu, Tianyi Zhang, Lianzhou Jiang, Xiaonan Sui Xin Zhang Structural, nutritional, and functional properties of amaranth protein and its application in the food industry: A review. *Sustainable Food Proteins* published by American Oil Chemists' Society and Wiley Periodicals LLC. 2023;V 1. p. 45–55.

61. Сокол, Н. В., Храмова, Н. С., & Гайдукова, О. П. (2017). Бобові культури—цінне джерело білків рослинного походження у виробництві бісквітних напівфабрикатів. *«Полтавський університет економіки і торгівлі», 2017, 98.*

62. Резніченко, В. П., & Іліяш, О. М. (2015). Сочевиця, як джерело високоякісного білку. *Матеріали X Міжнародної науково-практичної конференції. Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки.—Кіровоград: КНТУ, 2015.—86 с., 7.*

63. Чигвінцева О.П., Токар А.В. Харчова хімія: Навчальний посібник. Дніпропетровськ: ТОВ “Принтхаус Римм”, 2014. 256 с.

64. Основи хімії та методи аналізу харчової продукції : підручник / Н.К. Черно, О.О. Антіпіна, О.В. Малинка, С.І. Вікуль. Херсон : Олді-плюс, 2019. 360 с.

65. Вимоги санітарії і гігієни праці при переробці м'яса і м'ясних продуктів: Навчальний посібник/Д.А. Бутко, О.Г. Скляр ,Ю.П. Рогач, В.Г. Циб, С.В. Головін, В.Д. Бутко. – Мелітополь.: Видавничий будинок Мелітопольської міської друкарні, 2016. – 240.

66. НПАОП 15.1-1.06-99 Правила охорони праці для працівників м'ясопереробних цехів

67. Пожежна безпека на підприємствах харчової галузі: монографія / О. О. Фесенко, В. М. Лисюк, З. М. Сахарова, С. М. Неменуша. Одеса: Освіта України, 2017. 168 с.

68. Павленко О.С. Методичні рекомендації до виконання розділу «Організаційно-економічна частина» дипломної роботи для здобувачів вищої освіти за освітньо-професійною програмою «Харчові технології» зі спеціальності 181 «Харчові технології» денної та заочної форми навчання. Дніпро: ДДАЕУ. 2020. 40 с.