

**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 дипломної роботи
освітнього ступеня «Магістр»
на тему:

**Обґрунтування технології виробництва м'ясних
виробів функціонального призначення**

Виконав: здобувач вищої освіти 2 курсу,
групи МгХТ-1-23
освітньо-професійної програми «Харчові технології»
зі спеціальності 181 «Харчові технології»

_____ Станіслав ТРУСОВ

Керівник: _____ Олег ТЕРТИШНИЙ

Рецензент: _____

Дніпро 2024

**ДНПРОВСЬКИЙ 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)

«12» листопада 2024 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧЕВІ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Трусову Станіславу Анатолійовичу

1. Тема роботи: «Обґрунтування технології виробництва м'ясних виробів функціонального призначення».
Керівник роботи: Тertiшній Олег Олександрович, кандидат технічних наук, доцент, затверджені наказом закладу вищої освіти від «12» листопада 2024 року № 3785.
2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 13 грудня 2024 року
3. Вихідні дані до роботи: 1. Літературні джерела та періодичні видання. 2. Наукова та науково-технічна документація, що стосується питань виробництва м'ясних виробів збагачених харчовими волокнами. 3. Нормативно-технологічна документація. 4. Патентна документація.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Огляд літератури. 2 Методи та організація проведення досліджень. 3 Експериментальна частина. 4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 5 Організаційно-економічна частина. Загальні висновки. Бібліографія.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1 Аналіз стану питання. 2 Мета та задачі досліджень. 3 Результати досліджень та їх аналіз. 4 Кошторис витрат на проведення досліджень. 5 Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Посада, прізвище та ім'я консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1 – 3	доцент ТЕРТИШНИЙ Олег	12.11.2024	13.12.2024
4	доцент ТЕРТИШНИЙ Олег	12.11.2024	13.12.2024
5	доцент ТЕРТИШНИЙ Олег	12.11.2024	13.12.2024

7. Дата видачі завдання 12 листопада 2024 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	12.11-13.11.24	виконано
2	Огляд літератури	14.11-18.11.24	виконано
3	Методи та організація проведення досліджень	19.11-20.11.24	виконано
4	Експериментальна частина	20.11-03.12.24	виконано
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	04.12-05.12.24	виконано
6	Організаційно-економічна частина	06.12-09.12.24	виконано
7	Загальні висновки та список джерел посилання	10.12-11.12.24	виконано
8	Розробка та підготовка демонстраційного матеріалу	12.12.2024	виконано

Здобувач вищої освіти

_____ Станіслав ТРУСОВ
(підпис)

Керівник роботи

_____ Олег ТЕРТИШНИЙ
(підпис)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка магістерської роботи містить: 85 сторінок друкованого тексту, 23 рисунки та ілюстрацій, 18 таблиць та використано 48 літературних джерел посилань.

Метою роботи було наукове обґрунтування та розробка технології функціональних харчових продуктів шляхом додавання до м'ясного фаршу перероблених зерен злаків – екструдованих пшеничних висівок та вівсяних пластівців.

Об'єктом дослідження став процес виробництва функціональних продуктів на основі рубленого м'ясного фаршу.

Предметом дослідження є закономірність і взаємозв'язок технічних процесів виробництва функціональних продуктів на основі м'ясного фаршу з додаванням перероблених зернових продуктів, а також їхній вплив на функціональні, технічні, структурно-механічні та сенсорні властивості фаршевих продуктів.

Нині в багатьох країнах світу велику увагу приділяють удосконаленню асортименту і технології виробництва функціональних продуктів харчування, призначених для систематичного використання в раціоні здорових людей різного віку з метою зниження ризику розвитку захворювань, пов'язаних із харчуванням, а також підтримання та поліпшення здоров'я за рахунок наявності фізіологічно функціональних харчових компонентів. Затребувані доступні продукти тваринного та рослинного походження з високою біологічною цінністю та гарантованою безпекою.

Ключові слова: ВИСІВКИ, ВІВСЯНІ ПЛАСТІВЦІ, РУБЛЕНЕ М'ЯСО, ЯКІСТЬ, ПРОЦЕС, ТЕХНОЛОГІЯ, ГІДРАТАЦІЯ, ПОДРІБНЕННЯ, ЗМІШУВАННЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	10
1.1 Функціональне харчування	10
1.2 Аналіз розвитку технології виробництва м'ясних продуктів з точки зору функціонального харчування	13
1.3 Характеристика складу, харчової цінності і властивостей пшеничних висівок і вівсяних пластівців	17
1.4 Основні процеси, що формують фізико-хімічні та органолептичні властивості м'ясопродуктів з ХВ	24
Висновки до розділу	26
2 МЕТОДИ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	28
2.1 Об'єкти досліджень і організація експерименту	28
2.2 Методи досліджень	29
2.2.1 Методи досліджень властивостей сировини	29
2.2.2 Методи дослідження властивостей м'ясних рублених напівфабрикатів та виробів	32
Висновки за розділом	35
3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	37
3.1 Вивчення якісних характеристик вітчизняних продуктів переробки зерна – джерел харчових волокон	37
3.1.1 Визначення якісних характеристик продукту екструзійної обробки пшеничних висівок	38
3.1.2 Визначення якісних характеристик вівсяних пластівців	42
3.2 Способи підготовки екструдованих пшеничних висівок і вівсяних пластівців.	43
3.3 Дослідження впливу наповнювачів на комплекс якісних характеристик м'ясних рублених напівфабрикатів	44
3.3.1 Дослідження фізико-хімічних показників м'ясних рублених	

напівфабрикатів з наповнювачами	45
3.3.2 Дослідження функціонально-технологічних властивостей м'ясних рублених напівфабрикатів	48
3.4 Дослідження впливу наповнювачів на комплекс якісних характеристик м'ясних рублених виробів	50
3.4.1 Дослідження фізико-хімічних показників м'ясних рублених виробів	50
3.4.2 Дослідження функціонально-технологічних властивостей м'ясних рублених виробів	52
3.4.3 Дослідження структурно-механічних показників м'ясних рублених виробів.	56
3.4.4 Дослідження органолептичних показників м'ясних рублених виробів	58
3.5 Розробка рецептур і технології виробництва нових видів м'ясних рублених виробів з наповнювачами	62
Висновки за розділом	68
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	69
4.1 Розробка карти безпеки праці	69
4.2 Шляхи утилізація відходів м'ясопереробних підприємств	70
Висновки за розділом	72
5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	73
5.1 Організація проведення дослідження	73
5.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження	74
5.3 Розрахунок вартості дослідження	77
Висновки за розділом	78
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	79
БІБЛІОГРАФІЯ	81

ВСТУП

Актуальність теми В даний час у багатьох країнах світу проявляється великий інтерес до розробки асортименту і технології функціональних харчових продуктів з метою їх систематичного використання в раціонах харчування здорових людей різного віку, зниження ризику розвитку захворювань, пов'язаних з харчуванням, а також збереження і зміцнення здоров'я за рахунок наявності фізіологічно функціональних компонентів їжі. Попитом користуються доступні за ціною продукти тваринного та рослинного походження з високою біологічною цінністю та гарантованою безпекою.

У зв'язку з цим для вчених дуже важливо створювати і розробляти продукти харчування, які відповідають фізіологічним потребам людського організму і є повноцінними заміниками відсутніх елементів їжі.

Відомо, що м'ясо та м'ясні продукти містять велику кількість усіх незамінних амінокислот. Яловичина також містить високий вміст заліза, яке добре засвоюється організмом, і вітамінів групи В, які беруть участь у регуляції вуглеводного обміну і нормалізують роботу серцево-судинної, центральної та периферичної нервової систем.

Традиційні м'ясні продукти не містять поживних речовин, необхідних для задоволення потреб людського організму, таких як харчові волокна, легкозасвоювані вуглеводи, органічні кислоти, вітаміни та мікроелементи, які містяться в зернових продуктах. Тому для того, щоб максимально підвищити засвоюваність м'ясних продуктів і нормалізувати обмінні процеси в організмі людини, необхідно додавати різні інгредієнти рослинного походження для створення м'ясних композиційних продуктів. Включення цих інгредієнтів до складу продукту не тільки підвищує вміст білка, вітамінів і мінералів, а й значно знижує калорійність.

Широкомасштабна рафінація багатьох важливих продуктів харчування призвела до зростаючого дефіциту сирих волокнистих баластних матеріалів у раціоні людини.

Включення клітковини в раціон може допомогти запобігти «хворобам цивілізації», таким як камені в жовчному міхурі, атеросклероз, ожиріння та діабет. Слід зазначити, що клітковина не є основним джерелом енергії, оскільки вона не перетравлюється ферментами шлунково-кишкового тракту. Це не означає, що клітковина марна в раціоні. Навпаки. Добова потреба в клітковині становить щонайменше 25 г, що відповідає приблизно 3% твердої їжі в раціоні. Необхідність включення FFA в щоденний раціон доведена численними дослідженнями.

Пшеничні висівки і вівсянка в даний час мають велике значення як самостійні продукти харчування і як добавки до молочних продуктів, харчових концентратів (супів, запіканок), хлібобулочних виробів, м'ясних фаршів і виробів, оскільки вони є найбільш доступним джерелом харчових волокон. У загальній кулінарії пшеничні висівки використовуються рідко, за винятком випадків, коли вони рекомендовані в дієтичному харчуванні.

У світлі вищезазначеного питання використання перероблених зернових як цінного харчового джерела в технології фаршевих виробів набуває особливої актуальності завдяки їх високій харчовій цінності, доступності як важливої сировини, низьким трудовим та енергетичним витратам на виробництво та тривале зберігання.

Мета і завдання дослідження Метою роботи було наукове обґрунтування та розробка технології функціональних харчових продуктів шляхом додавання до м'ясного фаршу перероблених зерен злаків – екструдованих пшеничних висівок та вівсяних пластівців.

Для досягнення поставленої мети були виконані наступні завдання:

- проведено всебічне дослідження харчової цінності та санітарно-гігієнічних характеристик вітчизняних продуктів переробки зерна з метою обґрунтування їх доцільного використання в технології м'ясних рублених виробів;

- розроблено оптимальні способи підготовки та введення екструдованих пшеничних висівок і вівсяних пластівців для забезпечення

максимального прояву їх функціонально-технологічних властивостей у м'ясних рублених напівфабрикатах;

- досліджено зміни якісних характеристик м'ясних рублених напівфабрикатів залежно від кількості доданих інгредієнтів;

- проведено комплексну оцінку функціонально-технологічних, структурно-механічних та органолептичних властивостей м'ясних рублених виробів;

- обґрунтовано оптимальні рецептури та технологічні схеми виробництва м'ясних рублених виробів із використанням продуктів екструзійної обробки пшеничних висівок і вівсяних пластівців;

- виконано розрахунок кошторису витрат на проведення досліджень.

Цей комплекс заходів забезпечив досягнення цілей дослідження.

Об'єктом дослідження став процес виробництва функціональних продуктів на основі рубленого м'ясного фаршу.

Предметом дослідження є закономірність і взаємозв'язок технічних процесів виробництва функціональних продуктів на основі м'ясного фаршу з додаванням перероблених зернових продуктів, а також їхній вплив на функціональні, технічні, структурно-механічні та сенсорні властивості фаршевих продуктів.

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Функціональне харчування

Одним з видатних досягнень другої половини ХХ століття стала розробка «функціональних продуктів харчування» – принципово нової концепції, яка вплинула на багато фундаментальних і прикладних аспектів здоров'я людини, медицини та біотехнологій. Демографічні проблеми, стрес, збільшення кількості людей похилого віку, зростання кількості людей з різними захворюваннями та погіршення стану здоров'я дітей зумовили необхідність розробки спеціалізованих продуктів харчування [14].

Згідно з українськими національними стандартами, функціональні харчові продукти – це харчові продукти, призначені для систематичного споживання в раціонах харчування здорових людей різного віку, які завдяки наявності фізіологічно функціональних харчових компонентів знижують ризик розвитку захворювань, пов'язаних з харчуванням, а також підтримують і покращують здоров'я. [30].

Термін «функціональне харчування» тепер також використовується для позначення біологічно активних харчових добавок і продуктів харчування, які при включенні в раціон регулюють або модулюють специфічні фізіологічні функції, біохімічні та поведінкові реакції в організмі людини замість енергії або пластичних речовин, щоб зміцнити здоров'я, знизити ризик захворювань і полегшити процес одужання. Відноситься до продуктів харчування [32].

Функціональні продукти знаходяться між звичайними та дієтичними продуктами. Тому функціональні продукти мають певні профілактичні властивості [5].

Наразі до переліку основних категорій функціональних продуктів харчування входять окремі представники нормальної мікробіоти кишечника людини, харчові волокна, фруктоолігосахариди, цукрові спирти, амінокислоти, пептиди, мінерали та вітаміни. Кожен вид має специфічні

вимоги до перерахованих вище компонентів їжі. При цьому, з одного боку, ці компоненти мають досить складну систему взаємозв'язків між собою, а з іншого – взаємно впливають на регуляторні механізми макроорганізмів.

Виявлення позитивних взаємозв'язків між відомими і нововідкритими регуляторними компонентами їжі та специфічними функціями організму людини, встановлення механізмів цих взаємозв'язків, а також науково обґрунтоване і технічно грамотне поєднання конкретних представників різних категорій функціональних харчових продуктів є стратегічними напрямками розвитку індустрії функціонального харчування, її використання окремими особами і популяціями [14]. Існує багато категорій функціональних харчових продуктів: за вмістом (наприклад, бактерії, олігосахариди, харчові волокна), за призначенням (наприклад, для новонароджених, спортсменів) та за механізмом дії (пряма або непряма) [27].

Дослідники відзначають, що існує два способи розробки харчових продуктів [13]:

- створення на основі вже розробленого генеричного продукту шляхом включення до рецептури одного або декількох інгредієнтів, орієнтованих на продукт, або заміни частини продукту іншими інгредієнтами;
- розробка харчових продуктів на основі існуючих харчових рецептів або технологій.

Усі розроблені рецептури повинні містити інгредієнти, які надають продукту функціональної спрямованості. При розробці харчових продуктів необхідно підтримувати однорідність структури, смаку, аромату і кольору продукту, а також безпеку і розподіл інгредієнтів, доданих під час різних технологічних процесів. Рецептура продукту та оптимально підібрані технічні параметри мають значний вплив на якість кінцевого продукту [26].

Загальний підхід до розробки рецептури харчових продуктів показано на рисунку 1.1 [13]. При розробці рецептури функціональні добавки є фіксованими величинами. Вибір інших інгредієнтів повинен ґрунтуватися на властивостях функціональної добавки та сенсорних характеристиках

кінцевого продукту, а рецептура може включати базові та додаткові інгредієнти.

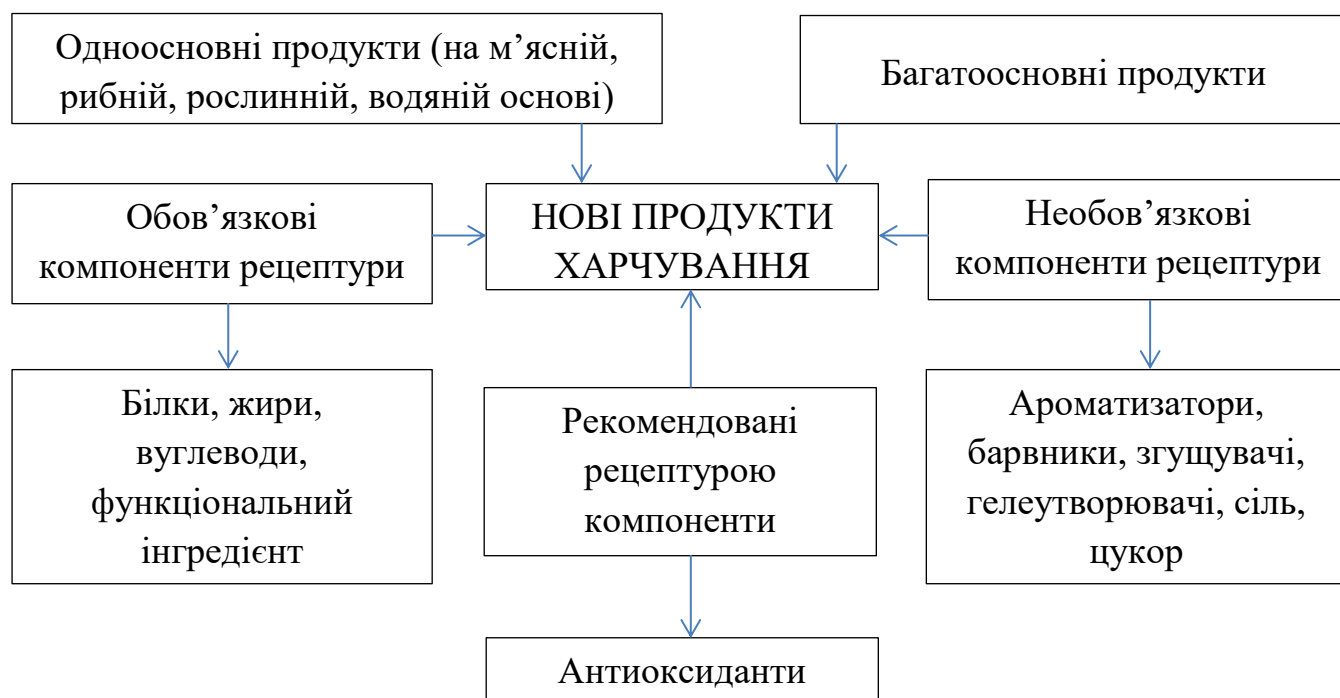


Рисунок 1.1 –Розробка рецептур нових продуктів харчування

Під час розроблення функціональних продуктів харчування необхідно враховувати такі методологічні підходи до їхнього формування:

- технічна сумісність функціональних інгредієнтів з основними компонентами харчової системи;
- збереження притаманних функціональним інгредієнтам властивостей під час кулінарного оброблення та зберігання;
- введення функціональних інгредієнтів до рецептур, унаслідок чого продукт має підвищити споживчі якості;
- формування фізіологічної цінності продукту як функціонального харчування.

Використання моделювання рецептур, а також технічних операцій і параметрів стає необхідною умовою для розробки продуктів харчування на сучасному етапі [13].

1.2 Аналіз розвитку технології виробництва м'ясних продуктів з точки зору функціонального харчування

Сучасна технологія виробництва м'яса була б немислима без використання харчових добавок і сировини. Однією з останніх тенденцій у технології м'ясних продуктів є включення до складу м'ясних продуктів різних волокон рослинного походження [13].

Включення рослинної сировини до складу м'ясних напівфабрикатів не тільки сприяє раціональному використанню ресурсів, а й є чудовою можливістю для цілеспрямованого регулювання якісних характеристик.

Останніми роками в роздрібній торгівлі з'явився широкий асортимент комбінованих м'ясних продуктів, виготовлених за специфікаціями, розробленими безпосередньо виробниками та компаніями-виробниками. Високий ступінь заміщення м'яса нем'ясними інгредієнтами призводить до погіршення кольору, аромату та смаку м'ясних продуктів і знижує їхні споживчі властивості. Водночас використання харчових добавок під час виробництва м'ясних продуктів дає змогу знизити споживання м'яса та підвищити вихід кінцевого продукту.

Під час обробки та обвалювання м'яса отримують понад 40% безкісткової м'ясної сировини [11]. Це, а також висока харчова цінність продукту, сприяє постійному розширенню та вдосконаленню асортименту напівфабрикатів із рубленого м'яса в таких напрямках:

- створення багатокомпонентних фаршевих сумішей із додаванням свіжих або сушених овочів і фруктів;
- виробництво напівфабрикатів із підвищеним вмістом білка за рахунок заміни частини м'ясної сировини ізолятами повноцінних білків тваринного та рослинного походження;
- застосування модифікованих крохмалів як компонентів, що забезпечують утримання вологи;

- використання рослинних білкових добавок, серед яких найбільше поширення отримали соєві білкові препарати;
- впровадження інгредієнтів із вираженими лікувально-профілактичними властивостями, таких як ламінарія японська або кальмарин.

Ці напрями відображають сучасні тенденції розвитку м'ясної індустрії та підвищення якості продуктів.

Тенденція повернення до продуктів, багатих на ХВ, стає дедалі очевиднішою на прикладі нових і різноманітних продуктів, які нещодавно з'явилися на продовольчому ринку, – від хліба з висівками до молока, збагаченого розчинною клітковиною [45]. У багатьох країнах під час виробництва м'ясних продуктів використовуються інгредієнти рослинного походження, які повністю відповідають вимогам, що висуваються до функціональних харчових інгредієнтів [2, 6]. Українська м'ясна промисловість, як і раніше, широко використовує харчові інгредієнти зарубіжних виробників. У зв'язку з цим, безсумнівно, важливо використовувати вітчизняну сировину в рецептурі напівфабрикатів, підвищувати їхню харчову та біологічну цінність, збагачувати продукти харчовими волокнами.

Вчені розробили модельний склад фаршу зі зниженою калорійністю, поєднавши в рецептурі м'ясні інгредієнти, овочеві компоненти та сочевичну вичавинку, щоб створити новий продукт, багатий на клітковину, білок, вітаміни та мінерали. Модель фаршу відповідає формулі співвідношення білків, жирів і вуглеводів у калоріях (1:2:3): 2 калорії жиру і 3 калорії вуглеводів до калорій білка, а також відрізняється збалансованим амінокислотним складом. Співвідношення кальцію і фосфору становить 1:1,5, а співвідношення кальцію і магнію – 1:0,7 [48].

Кукурудза – один із найпоширеніших злаків у світі. Вона має високий ступінь. Кукурудзяне борошно характеризується наявністю 8,3 % білка, високою масовою часткою крохмалю і жиру, а також незамінних амінокислот. За вмістом провітаміну А кукурудза в 16 – 22 рази перевершує всі продукти

рослинного походження. Ця культура також є джерелом харчових волокон. Дослідження функціонально-технологічних властивостей модельного фаршу з 2 – 6 % кукурудзяного борошна виявили збільшення водозв'язувальної, водоутримувальної та жирутримувальної здатності модельного фаршу порівняно з контрольними зразками. Збільшення цих показників пояснюється введенням до складу кукурудзяного борошна розчинних білків і крохмалю. [5].

Використання овочів для виробництва нових фаршевих продуктів дає змогу створювати високоякісні композитні продукти з високим вмістом рослинних білків, вітамінів, мінералів, хімічних речовин та інших біологічно активних сполук. Однак використання рослинної сировини ускладнюється сезонністю збирання овочів, їхньою високою вологістю та недостатньою стабільністю під час зберігання. Тому для виробництва комбінованих продуктів овочі використовують у вигляді порошку. Встановлено, що порошкоподібні продукти добре гідратуються. Результати експериментальних досліджень з визначення ВСС, ВУС і липкості фаршу залежно від відсотка заміни основних інгредієнтів показують, що у складі комбінованих фаршів можна використовувати порошкоподібні напівфабрикати з масовою часткою менше 10 % [6].

Вченими [45] розроблені рецептури і технології пектиновмісних м'ясо-рослинних продуктів харчування для дітей шкільного віку. Вироби містять різні овочі і гідратовані висівки, що відповідає основним напрямкам створення функціональних продуктів з високою харчовою і біологічною цінністю [33].

В Київському державному економічному університеті була вивчена можливість часткової або повної заміни в котлетах «Шкільних» хліба, передбаченого традиційної рецептурою, на рослинні порошки. Порошок яблучно-морквяний, яблучний вносили в гідратованому вигляді в співвідношенні порошок:вода 1:4. Такий ступінь гідратації порошку близька до консистенції м'ясного фаршу, що сприяє кращому змішуванню компонентів. Результати органолептичної оцінки показали, що котлети

«Шкільні» з добавкою рослинного порошку за основними показниками не тільки не поступаються контролю, а й набувають кращі колір і смак. На інші показники (зовнішній вигляд, консистенція, запах) заміна хліба в котлетах на яблучно-морквяний (2:1) порошок впливу не робило. При порівняльній оцінці дослідних зразків з повною або частковою заміною хліба на рослинні порошки встановлено, що оптимально, сприятливо впливає на органолептичні показники готового продукту, є повна заміна хліба на яблучний або морквяно-яблучний порошок у кількості 5 %. Введення в рецептуру м'ясних рублених виробів рослинних порошоків також не робить істотного впливу на фізико-хімічні показники якості котлет, але дозволяє збагатити вироби β -каротином, поліфенолами, а також пектиновими речовинами [3].

Були досліджені можливості використання ХВ для замороженої продукції. У процесі роботи з м'ясними фаршевіми стравами, овочевими котлетами, пирогами та млинцями з начинками проводилися дослідження по номенклатурі і кількості висівок (ХВ) для заміни хліба, борошна, рису або манної крупи в швидкозаморожених готових стравах і напівфабрикатах [20]. Експериментально показано, що оптимальні 10 % ХВ роблять привабливими дієтичними страви, які протягом 3 – 6 місяців холодильного зберігання при температурі $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ залишаються соковитими, однорідними на розрізі, мають типовий для ваших улюблених страв колір, не крихку консистенцію, повністю позбавлені сторонніх запахів і смаку. Завдяки присутності вітамінів С, В1, В2, В6, Е, РР і інших, ферментів, органічних кислот, клітковини, цукрів (причому домінують моносахариди) в висівках злаків, круп і пшеничних зародках, вони є унікальними біологічно активними добавками з антиоксидантними властивостями, що позитивно позначається на тривалості зберігання швидкозаморожених готових страв і напівфабрикатів. Як БАД висівки вживаються для ефективної профілактики порушення мінерального обміну, для збалансування раціону по Mg, Na, K, Ca. Вологоутримувальна здатність досліджуваних швидко заморожених готових страв і напівфабрикатів з висівками збільшилася на 15 %. Органолептична оцінка досліджених зразків

свідчить про те, що смак, аромат добавок добре поєднуються зі смаком м'ясних, овочевих компонентів. Консистенція продуктів однорідна, пластична, типова. Бальна оцінка висока – 8,4 – 8,6 за 9-бальною шкалою. Таким чином, проведена оцінка харчової та енергетичної цінності досліджених швидкозаморожених страв з висівками показала пріоритет перед традиційною рецептурою. Біологічна цінність зростає, енергетична – знижується.

Таким чином, аналіз літератури показує, що використання різноманітних рослинних добавок для часткової заміни м'ясної сировини є перспективним напрямком у роботі дослідників щодо покращення функціональної спрямованості м'ясних продуктів, і можна виокремити два різні напрямки у виробництві м'ясних продуктів із використанням ХВ. Перший стосується м'ясних продуктів для масового споживання із вмістом ХВ не більше 3 %. Такі продукти необхідні для профілактики різних захворювань у здорових людей. Другий пов'язаний із виробництвом м'ясних продуктів, що містять до 5 % і більше різних компонентів ХВ: згідно з рекомендаціями ФАО/ВООЗ, продукти із вмістом ХВ 3 г на 100 г вважаються джерелом цього функціонального інгредієнта, а продукти із вмістом ХВ 6 г на 100 г вважаються збагаченими харчовими волокнами. [71].

1.3 Характеристика складу, харчової цінності і властивостей пшеничних висівків і вівсяних пластівців

Виробництво фаршевих виробів із сировини, що містить велику кількість КС, не зовсім доцільне на підприємствах громадського харчування. Для виробництва фаршевих напівфабрикатів із начинками використовують котлетне м'ясо, пшеничний хліб вищого гатунку, цибулю або часник, молоко або воду і панірувальні сухарі. Хліб у котлетній масі виступає як вологоутримувальний компонент і водночас надає котлетній масі необхідної консистенції, клейкості та зв'язності. В Україні та Росії хліб традиційно

використовується як наповнювач у котлетах через його високе споживання. У деяких інших країнах як вологоутримувальний інгредієнт використовують пшеничне борошно або спеціально оброблений крохмаль [11]. Широке використання різних харчових добавок і поліпшувачів під час виробництва хліба призвело до того, що котлетні вироби також мають ці властивості, оскільки зберігають часткову в'язкість і консистенцію після занурення у воду.

Тому було вивчено можливість використання екструдованих пшеничних висівок і вівсяних пластівців як економічно вигідних нових функціональних наповнювачів. Наукових даних про використання екструдованих пшеничних висівок і вівсяних пластівців у виробництві м'ясних фаршів із доступних джерел знайти не вдалося.

Використання пшеничних висівок і вівсяних пластівців також є кращим через високий вміст харчових волокон і поживну цінність цих продуктів.

Таблиця 1.1 – Вміст ХВ в деяких продуктах переробки хлібних злаків [5]

Продукт	Кількість ХВ, г/100 г СР	Компоненти ХВ			Компоненти ГМЦ, %		
		ГМЦ	Целюлоза	Лігнін	Гексози	Пентози	Уронові
Біле борошно (72 %)	3,5	80	19	1	80	11	9
Непросіяне борошно (100 %)	11,5	74	20	6	38	49	13
Висівки	30,6	75	16	9	32	57	11
Висівки грубі	43	74	18	7	19	69	12
Вівсяна крупа	7,2	83	12	6	62	26	12

Донедавна вважали, що висівки, які отримують під час переробки зерна на сортове борошно, є побічним продуктом і не становлять особливої цінності [8]. Сьогодні пшеничні висівки широко додають у харчові продукти, щоб

збагатити їх великою кількістю ХВ, що містяться у висівках. ХВ у пшеничних висівках містяться здебільшого в насіннєвій та плодовій оболонках зерна, а також у його алейроновому шарі. При виробництві борошна з виходом 78 % з 1 тонни зерна отримують до 200 кг висівок, які містять до 25% ХВ [5].

Як видно з таблиці, використання пшеничних висівок у виробництві продуктів харчування є найширшим і найефективнішим способом збагачення продуктів харчування БВ, оскільки БВ найчисленніші у вторинно оброблених зернових продуктах [22]. Крім харчових волокон, висівки містять безліч інших органічних речовин, тобто поживних речовин (наприклад, білки, жири і вуглеводи), які засвоюються організмом у гідролізованому стані. Як і структура клітковини, всі вони відіграють активну роль у процесі травлення і сприяють загальному фізіологічному ефекту від вживання клітковини та біологічного метаболізму.

У літературі є різні суперечливі дані про хімічний склад пшеничних висівок. Наприклад, технічна специфікація на харчові пшеничні висівки, затверджена Технічним комітетом зі стандартизації [28], описує хімічний склад пшеничних висівок так: вологість – 7 %; білок – від 10 до 18,5 %; крохмаль – 15 %; харчова клітковина – від 45 до 48 %; ліпіди – від 3,0 до 3,9 %.

Проведено дослідження хімічного складу побічних продуктів переробки зерна пшениці. Найбільші масові частки клітковини, геміцелюлози та золи виявлено в грубих висівках системи дражування, найменші – сисааввввввввваавапввпвпарппапарпкапеаапкаепапмсссссапартаспварпитеми розмелювання. Масова частка крохмалю в продуктах переробки зерна перебувала у зворотній залежності від масових часток клітковини та геміцелюлози [29].

Ліпіди в перероблених зернових продуктах включають гліцериди, воски, фосфоліпіди, гліколіпіди, жиророзчинні пігменти, стерини, ефіророзчинні пігменти та деякі продукти їхнього розпаду. Ліпіди повсюдно присутні в тканинах рослин, і їхній вміст залежить від ґрунтово-кліматичних умов

вирощування та характеристик сорту або сортів. Цільне зерно пшениці містить 1,92 % жиру, висівки – 5,12 %, зародок – 8,76 %. Квіткова мембрана та оболонка вкриті шаром воску. За вмістом ліпідів основними зерновими культурами вітчизняних сортів є: овес, кукурудза, сорго, просо, гречка, рис, пшениця та жито. Біологічна цінність ліпідного складу злаків залежить переважно від вмісту полієнових жирних кислот. Склад цих речовин варіюється залежно від анатомічного розташування зерна. Ліпіди, як і інші компоненти, нерівномірно розподілені в різних потоках висівків.

Пшеничні висівки та одержувані з них ХВ містять 11,72 – 15 % білка [5] і щільно упаковані полісахаридами та лігніном. Вони входять до складу навколоплідника, алеїронового шару, і накопичуються у висівках у процесі розмелювання. Дані фракціонування показують, що білковий матеріал пшеничних висівків містить 18,0 – 22,9 % альбуміну, 11,4 – 16,1 % глобуліну, 9,1 – 17,9 % проламіну і 19,1 – 25,7 % глютеліну. Основна частина білкового матеріалу (15,6 – 22,7 %) мало вивчена. Білок пшеничних висівків складається з 13 амінокислот, включно з багатьма незамінними амінокислотами [8]. Згідно з літературними даними, вміст незамінних амінокислот варіює в широких межах (табл. 1.2). [6, 8].

Таблиця 1.2 – Вміст незамінних амінокислот в пшеничних висівках

Вміст незамінних амінокислот, г/100 г							
Лізин	Треонін	Валін	Лейцин	Ізолейцин	Метіонін	Фенілаланін	Триптофан
5,0 – 13,0	3,5 – 3,8	4,3 – 6,4	6,4 – 7,9	3,2 – 5,4	1,5 – 1,7	4,0 – 4,6	1,58

Якщо порівняти значення лімітуючих амінокислот (лізину і треоніну) у висівках із літературними даними про біологічну цінність борошна і висівків, то показники лізину і треоніну у висівках становлять 82 % і 93 % відповідно, тоді як для зерна і борошна ці показники дорівнюють 44 % і 75 % відповідно. Таким чином, як джерело незамінних амінокислот, висівки є цінним джерелом білка.

Дослідження [9] показали, що масова частка білка в продукті безпосередньо залежить від масової частки клітковини, золи та ліпідів і обернено пропорційна масовій частці крохмалю у висівках. Спостерігалася стійка кореляція між виходом білка і масовою часткою клітковини, при цьому більш високий вміст клітковини у висівках призводив до зниження виходу білка. Хімічний склад висівок також змінювався залежно від розміру частинок. Проростки з розміром частинок від 195 до 670 мкм мали вищий вміст білка, при цьому масова частка крохмалю у висівках збільшувалася зі зменшенням розміру частинок, а масові частки клітковини, жиру та золи зменшувалися.

Рослинна сировина та продукти її переробки містять мінеральні речовини [14]. Їхня кількість варіюється і залежить від виду, сорту та умов вирощування рослин. Вміст мінералів у продуктах переробки також залежить від використовуваної технології. Наприклад, зольність пшеничних висівок варіюється залежно від технології подрібнення зерна пшениці: аналіз зернових культур із 19 країн (наприклад, Великої Британії, Аргентини, Індії) показав, що зольність зерна пшениці варіюється в межах 1,44 – 1,91 %, дві третини з яких припадає на лушпиння. Зольність жита (середні дані) становить 1,76 %, ячменю – 2,65 %, вівса – 2,67 % [5]. Мінеральний склад злаків включає безліч елементів, зокрема мікроелементи (P, K, Mg, Na, Fe, Ca), мікроелементи (Mn, B, Sr, Cu, Zn, Ba, Li, Cr, Mo, Co тощо) та численні ультрадисперсні елементи. Згідно з літературними даними [9], вміст макро- і мікроелементів у висівках такий (табл. 1.3):

Таблиця 1.3 – Мінеральний склад пшеничних висівок

Мінеральний склад висівок, мг/г						
Фосфор	Цинк	Калій	Мідь	Марганець	Кобальт	Фтор, залізо та інші
Близько 10	Більше 80	Більше 10	Близько 10	Близько 50	Присутній	Присутні

Вміст золи в оболонці зерна пшениці, що утворює висівки, більш ніж у 20 разів вищий, ніж в ендоспермі [10]. Побічні продукти розмелювання також багаті на різні вітаміни (табл. 1.4) [5].

Таблиця 1.4 – Вміст вітамінів в пшеничних висівках, мг/%

Тіамін	Рибофлавін	Ніацін	Піридоксин	Токоферол	Біотин	Холін	Пантотенова кислота	Фосфорна кислота
2,29	0,56	34,6	0,97	6,8	0,56	246	3,7	0,18

Дослідження [5] показало, що ступінь подрібнення висівок не впливає на смак, а термічна обробка спричиняє незначні зміни в смаку. Іонна сила розчину не мала істотного впливу на смак, за винятком випадків, коли гідроліз змінював фізичну або хімічну структуру.

Екструзія зернових матеріалів призводить до значних змін [9]. Технології екструзії включають суху екструзію – процес, за якого продукт проходить через кілька зупинок шнека в стовбурі екструдера під впливом тепла, що виділяється нагрівальними елементами.

У процесі екструзії сировина проходить повну термічну обробку за температури 120 – 150 °С для підвищення засвоюваності поживних речовин, поліпшення смакових якостей продукту і придушення негативних властивостей сировини. Під впливом температури і тиску патогенні мікроорганізми повністю знищуються. Бактеріальні токсини та активність цвілі також повністю знищуються або пригнічуються до прийнятного рівня. [4].

Об'єм і енергетична цінність продукту збільшуються внаслідок розриву клітинної стінки, порушення структури гранул і розщеплення молекулярних ланцюгів.

Екструзія покращує засвоюваність білків за рахунок розриву вторинних зв'язків у молекулі білка, що робить амінокислоти більш легко засвоюваними. Оскільки теплова обробка відносно низькотемпературна і нетривала, самі амінокислоти не руйнуються. Водночас екструдер успішно нейтралізує такі фактори, як інгібітори трипсину та уреаз, які негативно впливають на харчову цінність сировини.

У результаті роботи екструдера крохмаль стає драглистим і більш засвоюваним. При виході з екструдера об'єм кінцевого продукту збільшується через різке зниження температури і тиску [9].

Окислювальні ферменти (ліпази та ліпоксигенази) інактивуються, тому ліпіди зберігають свої властивості під час екструзії.

Вівсянка широко використовується як джерело ХВ і як поживний продукт у функціональних продуктах. Овес – цінна зернова культура. Овес є цінною зерною культурою і використовується для виробництва нешлифованої плоскої крупи, пластівців і рідше борошна. Овес - одна з найважливіших зернових культур. Продукти з вівса використовуються для виробництва продуктів харчування та дитячого харчування. За останнє десятиліття щорічне світове виробництво вівса становило в середньому 28 мільйонів тон. Основними виробниками є ЄС (25 країн), Канада, США та Австралія. Овес в основному споживається в країнах-виробниках. Обсяг міжнародної торгівлі вівсом становить близько 2 мільйонів тон, або 7 % від загального обсягу виробництва. Основними експортерами є Канада (61 %), ЄС (27 %) та Австралія (7 %) [17].

Україна є одним із найбільших виробників і споживачів вівса з річним обсягом виробництва близько 56 мільйонів тон.

Останніми роками харчова промисловість виявляє дедалі більший інтерес до вівса завдяки його поживній цінності. За останні три роки споживання вівса збільшилося на 10 % і досягло 350000 тон, або 2,4 кг на душу населення [17].

Вівсяні пластівці виробляються з немеленого високоякісного зерна шляхом пропарювання, сушіння, плющення та охолодження. Плющення здійснюється на прокатному стані з гладкими або рифленими вальцями. Попередня гідротермічна обробка здійснюється шляхом зволоження до 25 – 28 % і нагрівання до 70 – 75 °С. Встановлено, що гідротермічна обробка та помел підвищують перетравність основних харчових компонентів зерна [2, 6]. Перетравність білка підвищується до 93 %, вуглеводів – до 96 %, жирів – до 97 %.

Цінність вівса як продукту харчування та корму залежить від його високої біологічної цінності. Зерна вівса містять білок, багатий на незамінні амінокислоти [1, 3]. Вміст білка в зернах вівса коливається в межах 9,0 – 19,5 % [2, 7]. Білковий фракційний склад вівса [6, 7] (відсотковий вміст білкового азоту) такий: альбумін – 9,7; глобулін – 16,4; проламін – 10,2; глютелін – 50,1. Білковий фракційний склад вівса сильно відрізняється від жита, пшениці та ячменю. Найчисленнішим є глютелін, за ним ідуть глобулін і проламін.

За амінокислотним складом овес і вівсяні пластівці відрізняються від білків пшениці та ячменю тим, що містять більше лізину і треоніну, але менше глютамінової кислоти.

За вмістом вітамінів вівсяні пластівці мало чим відрізняються від інших злаків. Варто зазначити, що вміст рибофлавіну, піридоксину та ніацину нижчий, ніж в інших культурах. Однак дослідники виявили, що вміст вітамінів у зернових підвищується за впливу гідротермічної обробки [6].

1.4 Основні процеси, що формують фізико-хімічні та органолептичні властивості м'ясопродуктів з ХВ

М'ясна сировина є багатокомпонентною і дуже мінливою внаслідок біохімічних процесів, що протікають, неоднорідної морфологічної структури та вираженої неадекватності хімічного складу, і навіть стандартизовані відруби та сорти м'яса різняться за цими характеристиками [7].

М'ясний фарш являє собою складну гетерогенну систему, функціональні властивості якої залежать від співвідношення тканин, вмісту специфічних білків, жирів, вологи та морфологічних компонентів, причому дисперсійним середовищем виступають водні розчини білків, низькомолекулярних органічних та неорганічних речовин, а дисперсною фазою – частки та різні компоненти м'язової, сполучної та жирової тканини. Частинки у фарші пов'язані одна з одною силами молекулярної адгезії й утворюють безперервну тривимірну сітку, або своєрідний просторовий каркас. Водночас частинки взаємодіють із дисперсійним середовищем, яке міцніше пов'язане з частинками в дисперсійній фазі, ніж одна з одною. Технологічна придатність біополімерів у багатокомпонентних системах багато в чому визначається ступенем взаємодії між основними компонентами (білками, полісахаридами і водою).

Зростаюче виробництво КС, нової форми їжі з рослинної сировини [22, 23], робить необхідним оцінювання взаємодії ХВ із білками, оскільки ХВ зазвичай гігроскопічні та містять значну кількість води під час технологічних процесів і травлення, що робить їхню поведінку придатною для прояву властивостей гелю [23]. Водночас ХВ можуть взаємодіяти з речовинами, розчиненими в рідкій фазі травного тракту, і з гелевими системами, що утворюють харчові продукти.

Насамперед, імовірним є контакт із розчинними компонентами ХВ – пектиновими речовинами і білками: нерозчинна фракція ХВ не змінюється у шлунково-кишковому тракті, в той час як розчинна руйнується мікроорганізмами в кишечнику. Відрізняється і комплексоутворювальна здатність. Наприклад, було продемонстровано комплексоутворення нерозчинної клітковини та білка з використанням целюлози та натуральних рослинних матриць (основної однорідної або дрібнозернистої речовини клітини, що заповнює внутрішньоклітинний простір між структурами пшеничних висівок). Такий тип комплексоутворення, ймовірно, поширений у

природі та значною мірою не залежить від специфіки макромолекул білка та харчових волокон.

Імовірно тому, що харчові волокна запобігають термічній коагуляції білка і підвищують його структурну стабільність [24].

Аналіз експериментальних даних свідчить про те, що ступінь зміни стану макромолекул білка залежить від співвідношення адсорбенту та білка.

Також було встановлено, що харчові волокна, взаємодіючи з азотистими речовинами злаків у процесі теплової обробки, значно знижують деградацію білка та забезпечують збереження біологічної цінності продукту [8].

Висновки за розділом

На думку провідних учених, теорія правильного харчування, у зв'язку з розширенням існуючих уявлень про харчову цінність, свідчить про доцільність перенесення уваги спеціалістів з питань максимального очищення продуктів від баластних речовин на питання одержання високоякісних продуктів харчування за умови використання сільськогосподарської сировини в її найприроднішому та нерафінованому вигляді. Наведені положення про доцільність переробки харчової сировини в її найбільш натуральному вигляді не тільки обґрунтовані медико-біологічними рекомендаціями, а й мають велике соціально-економічне значення.

За даними науково-технічної літератури, в Україні та за кордоном розроблено та виробляють композитні м'ясні продукти з рослинної сировини, що містять велику кількість харчових волокон.

З огляду на вищевикладене, великі масштаби обробітку пшениці та вівса в нашій країні, їхню високу харчову цінність і продуктивність, хороші функціональні властивості, можливість певного регулювання та великий обсяг промислової переробки, використання цих злаків у технології м'ясних продуктів є проблематичним.

У літературі є відомості про використання пшеничних висівок і продуктів переробки вівса в хлібопекарській і макаронній промисловості. Однак рецептури і технології приготування фаршу з вівсяних пластівців і екструдованих продуктів з перероблених пшеничних висівок у літературі не наводяться.

2 МЕТОДИ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Аналіз науково-технічної літератури показав, що сировинна база м'ясної промисловості вимагає пильної уваги щодо можливості ефективного використання традиційних і розробки якісно нових підходів до вирішення проблем, пов'язаних з харчуванням і людським здоров'ям, таких як конструювання продуктів спеціального та загального призначення для різних фізіологічних і соціальних груп населення за критерієм їх біологічної цінності, нових методів аналізу м'яса та м'ясних продуктів, раціонального використання вторинних і малоцінних продуктів, виробництва лікувально-профілактичних продуктів. У зв'язку з цим важливе теоретичне і практичне значення має питання застосування продуктів переробки зерна, як рецептурних компонентів для виробництва м'ясних виробів, призначених для функціонального харчування.

На основі аналізу літературних даних можна назвати наступні найбільш важливі групи властивостей для м'ясних об'єктів: органолептичні характеристики, показники харчової та біологічної цінності і характеристики нешкідливості. В оцінці якості м'ясних продуктів пріоритетними методами є органолептичні. Інструментальні методи досліджень забезпечують достовірність і об'єктивність результатів.

Стан м'ясного продукту описується складним комплексом хімічних, фізико-хімічних, гістологічних, реологічних та інших характеристик [7]. Специфічною, але різною по набору властивостей для сировини і напівфабрикатів є група технологічних показників, що визначають напрямок і технологію їх переробки.

2.1 Об'єкти досліджень і організація експерименту

Об'єктами досліджень при проведенні досліджень служили:

- продукт екструзійної обробки пшеничних висівків;

- вівсяні пластівці «Геркулес»;
- фаршеві системи, що містять екструдовані пшеничні висівки і вівсяні пластівці;
- м'ясні рублені вироби.

Під час виробництва напівфабрикатів як сировину використовували яловичину II сорту з рН 5,3 – 5,8, подрібнену в м'ясорубці з діаметром отворів 3 – 5 мм. Використовували інші сировину – цибуля ріпчаста свіжа, жир тваринний топлений, сухарі панірувальні, сіль кухонну харчову першого сорту, перець чорний мелений.

На першому етапі було проведено комплексне дослідження якісних характеристик екструдатів пшеничних висівок і вівсяного борошна, обґрунтовано способи їхньої підготовки для використання як рецептурних інгредієнтів під час виробництва м'ясних напівфабрикатів.

Наступним етапом було вивчено вплив екструдату з пшеничних висівок і вівсяних пластівців на комплекс показників якості м'ясних напівфабрикатів і продуктів із фаршу.

2.2 Методи досліджень

Дослідження проводились в лабораторії кафедри харчових технологій Дніпровського державного аграрно-економічного університету та виробничо-технологічній лабораторії одного з м'ясопереробних підприємств міста.

2.2.1 Методи досліджень властивостей сировини

Усі зразки екструдованих продуктів переробки пшеничних висівок і вівсяних пластівців аналізували за такими показниками:

- масову частку вологи визначали в сушильній шафі за ДСТУ 8552:2015;
- масову частку білка визначали за методом К'ельдаля відповідно до ДСТУ ISO 937:2005;

- вміст жиру визначали методом Сокслета за ДСТУ ISO 1443:2005;
- зольність визначали за ДСТУ ГОСТ 27494:2019;
- масову частку вуглеводів визначали розрахунковим методом.

Визначення вмісту вологи. Вміст вологи у зразках визначали шляхом висушування зразків у печі за 105 °С до постійної ваги [3]. Вміст вологи розраховували за формулою:

$$X = \frac{(M_1 - M_2) \cdot 100}{M_1 - M_0}, \quad (2.1)$$

де X – вміст вологи, %;

M_1 – маса наважки з бюксою до висушування, г;

M_2 – маса наважки з бюксою після висушування, г;

M_0 – маса бюкси, г.

Визначення вмісту білка. Вміст білка визначали шляхом множення вмісту білкового азоту на коефіцієнт 6,25. Вміст білкового азоту розраховували як різницю між загальним азотом і небілковим азотом, вимірним за методом К'ельдаля. Визначення азоту за методом К'ельдаля ґрунтується на мінералізації органічних сполук і подальшому визначенні азоту за кількістю утвореного аміаку [3].

Для визначення загального азоту зразок спочатку мінералізують. Зразок у пакеті з фільтрувального паперу зважували на аналітичних вагах і переносили в колбу К'ельдаля об'ємом 100 – 150 мл. Мінералізацію проводили в концентрованій сірчаній кислоті в присутності каталізатора перекису водню протягом 50 – 60 хв. Аміак відганяли методом дистиляції в апараті, що складається з парогенератора, краплевловлювача, перегінної колби, холодильника, приймальної колби та електронагрівача. Аміак переганяли доти, доки об'єм рідини в приймальній колбі не збільшувався вдвічі або втричі.

Вміст загального азоту розраховували за формулою:

$$X = \frac{0,0014 \cdot (V - V_1) \cdot K \cdot 100}{M}, \quad (2.2)$$

де X – вміст загального азоту, %;

0,0014 – кількість азоту, еквівалентну 1 мл 0,1 М розчину лугу, г;

V – кількість 0,1 М розчину лугу, який пішов на титрування обсягу кислоти в приймальні колбі, мл;

V_1 – кількість 0,1 М розчину лугу, який пішов на титрування надмірної кількості кислоти, мл;

K – поправочний коефіцієнт для 0,1 М розчину лугу;

M – маса наважки, г.

Небілковий азот – це сума азоту поліпептидів, амінокислот, інших азотистих органічних сполук та амонійних солей. Його вимірюють у мінералізованому фільтраті після осадження білків трихлороцтовою кислотою.

Вміст залишкового азоту розраховували за формулою [2] з урахуванням ступеня розведення.

Вміст жиру визначали методом екстракції ефіром Сокслета з висушених зразків [2].

Зразки висушували до постійної маси і кількісно переносили в рукав із фільтрувального паперу. Екстракцію жиру проводили протягом 6 – 7 годин, змінюючи розчинник п'ять-шість разів. Знежирені рукави висушували до постійної ваги в печі за температури 105 °С.

Вміст жиру (%) розраховували за такою формулою:

$$X = \frac{(M_1 - M_2) \cdot 100}{M_1 - M_0}, \quad (2.3)$$

де X – вміст жиру, %;

M_1 – маса гільзи з наважкою до екстрагування, г;

M_2 – маса гільзи з наважкою після екстрагування, г;

M_0 – маса наважки, г.

Метод визначення вмісту золи заснований на спалюванні органічної частини в топці з подальшим прожарюванням мінерального залишку за температури 600 – 800 °С [4].

Наважку, зважену з точністю до 0,0002 г, відважували в прожарений до постійної маси тигель, який поміщали в муфельну піч. Спочатку спалювання проводили при слабкому нагріванні в закритому тиглі (щоб уникнути втрат вмісту). Після закінчення сухої перегонки тигель відкривали і проводили прожарювання при 600 – 800 °С протягом 1 – 2 годин.

Вміст золи розраховували за формулою:

$$X = \frac{M \cdot 100}{M_0}, \quad (2.4)$$

де X – вміст золи, %;

M – маса золи, г;

M_0 – маса наважки, г.

2.2.2 Методи дослідження властивостей м'ясних рублених напівфабрикатів та виробів

Масову частку води визначали в печі за ГОСТ 4288-76.

Масову частку жиру визначали методом Сокслета за ДСТУ 8380:2015.

Масову частку білка визначали за методом К'ельдаля за ДСТУ 8380:2015.

Зольність визначали за ДСТУ 7350:2013.

Масову частку вуглеводів визначали розрахунковим методом.

Втрати маси під час теплової обробки визначали згідно з [9].

Водоутримуючу і жирно утримуючу здатність визначали за методом Салаватуліної, описаним у [7].

Сенсорну оцінку проводили відповідно до методик, наведених у [9] і [11].

Структурно-механічні властивості визначали на Інстрон-1140.

Вимірювання втрати маси під час термообробки Втрата маси X , % продукту після термообробки розраховувалася за формулою, наведеною в [4]:

$$X = 100 - \frac{M_1 \cdot 100}{M_0}, \quad (2.5)$$

де M_1 – маса виробів після теплової обробки, г;

M_2 – маса виробів до теплової обробки, г.

Визначення вологоутримання та жируутримання. Зразки м'ясного фаршу масою 170 – 200 г у закритих банках зважували і піддавали тепловій обробці на водяній бані за температури 75 – 85 °С протягом години, потім охолоджували до 13 – 15 °С. Банки відкривали, а отриманий бульйон і жир переливали в попередньо зважені алюмінієві банки. Після видалення бульйону і жиру фарш протирали фільтрувальним папером і зважували. Банки з бульйоном поміщали в духовку і висушували за температури 102 – 105 °С до постійної маси. Визначали масову частку води, що виділилася під час теплової обробки фаршу, і водоутримувальну здатність фаршу.

Залишки відвару та жиру екстрагували з бюксу за допомогою 10 – 15 см³ розчинника (суміш хлороформу та етанолу у співвідношенні 1:2). Екстракцію жиру проводили протягом 3 – 5 хв і повторювали 3 – 4 рази. Вміст жиру розраховували шляхом вимірювання масової частки жиру, що залишився після термічної обробки фаршу.

Водоутримуюча здатність (% до маси фаршу)

$$ВУЗ = W - \frac{(M_{\sigma 1} \cdot M_e) \cdot 100\%}{M_{\sigma 2} \cdot M}, \quad (2.6)$$

$$M = M_{\sigma n} - M_{\sigma}, \quad (2.7)$$

$$M_{\sigma 1} = M - M_c, \quad (2.8)$$

де M_c – маса згустку фаршу після термообробки, г;

M_{bn} – маса герметичної банки з наважкою фаршу, г;

M_b – маса консервної банки, г;

W – масова частка вологи в фарші, %;

M_{b1} – маса всього бульйону з жиром, що відокремилася, г;

M_b – маса вологи в досліджуваному бульйоні, г;

M_{b2} – маса досліджуваного бульйону з жиром, г;

M – маса наважки фаршу, г.

Жирутримуюча здатність фаршу (% до маси фаршу)

$$ЖУЗ = Ж_{\phi} - \frac{M_{b1} \cdot M_{жс}}{M_{b2} \cdot M}, \quad (2.9)$$

де $Ж_{\phi}$ – масова частка жиру в фарші, %;

$M_{жс}$ – маса жиру в досліджуваному бульйоні, г.

Вимірювання структурно-механічних властивостей на універсальній випробувальній машині Instron-1140. Принцип вимірювання структурно-механічних властивостей на універсальній випробувальній машині Instron-1140 полягає в безперервному вимірюванні навантажень, що виникають в результаті опору зразка механічним напруженням за допомогою тензорезистора, і реєстрації цих навантажень на комп'ютері.

Напруження зсуву вимірюється за допомогою вимірювальної комірки Warner Bratsler. Ця комірка являє собою пластину з прорізами, встановлену на платформі, через які вільно проходить лезо ножа тензодатчика, закріпленого на адаптері тензодатчика, що переміщується із заданою лінійною швидкістю траверсою випробувальної машини Інстрон-1140. Зразки випробуваного зразка розрізають на бруски з квадратним поперечним перерізом $0,02 \times 0,02$ м і довжиною приблизно 0,05 м. Потім бруски розрізають на серію менших брусків з поперечним перерізом $0,02 \times 0,02$ м і довжиною приблизно 0,05 м. Ці бруски розміщуються під ножем на пластині. Ініціюється рух, і дані

вимірювань записуються комп'ютером, оснащеним картою АЦП. Після того, як результати вимірювань записані і експортовані в файл Excel, визначається максимальна сила зсуву з різних сил зсуву. Потім розраховується напруження зсуву за допомогою наступної формули:

$$Q_{zp} = \frac{P_{max}}{S}, \quad (2.10)$$

де P_{max} – максимальне зусилля, яке сприймається тензодатчиком при розрізанні зразка, Н;

S – площа перетину зразка продукту, м;

Однак для розрізання продуктів з однаковою в'язкістю і однаковою напругою зсуву можуть знадобитися різні зусилля зсуву.

Сенсорна оцінка. До набору показників, що визначають харчову цінність м'ясних продуктів, входять також органічні характеристики. Результати сенсорної оцінки часто є остаточними і вирішальними у визначенні якості продукту. Сенсорна оцінка напівфабрикатів проводиться за п'ятибальною шкалою. При оцінці враховуються зовнішній вигляд, колір, смак, запах, аромат, консистенція та соковитість.

Висновки за розділом

Відповідно до вимог сучасних теорій правильного харчування, харчові волокна відіграють роль одного з факторів повноцінного харчування, сприяючи регуляції біологічного обміну речовин. Пшеничні висівки та вівсяні пластівці є одними з джерел харчових волокон, і можна стверджувати, що ці перероблені зернові продукти мають потенціал для збагачення харчових продуктів. Оброблені зернові продукти підвищують біологічну цінність їжі за рахунок додавання білка, незамінних амінокислот, вітамінів, мінералів і поліненасичених жирних кислот.

Використання екструдованих пшеничних висівок замість вихідних пшеничних висівок під час приготування м'ясних фаршевих виробів сприяє підвищенню мікробіологічної безпеки сировини та покращенню її органолептичних властивостей. Узагальнення отриманих результатів створює підґрунтя для використання перероблених вітчизняних зернових культур, екструдату пшеничних висівок та вівсяних пластівців як наповнювачів м'ясних фаршевих виробів, забезпечуючи додаткове джерело харчових волокон, білка та мінеральних речовин.

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

У ході роботи продемонстровано можливість застосування продуктів переробки зерна у виробництві функціональних харчових продуктів із рубленого м'яса:

- встановлено хімічний склад екструдованих пшеничних висівок і вівсяних пластівців;
- визначено оптимальні способи підготовки та обсяги введення цих добавок;
- досліджено вплив рослинних наповнювачів на фізико-хімічні та функціонально-технологічні характеристики м'ясних рублених напівфабрикатів і готових виробів;
- проаналізовано вплив рослинних наповнювачів на структурно-механічні та органолептичні властивості м'ясних рублених виробів;
- розроблено рецептури та технології виробництва м'ясних рублених продуктів із використанням вівсяних пластівців та екструдованих висівок.

Результати роботи відкривають перспективи для створення нових видів функціональних харчових продуктів.

3.1 Вивчення якісних характеристик вітчизняних продуктів переробки зерна – джерел харчових волокон

Асортимент м'ясних продуктів значно оновився за рахунок функціональних добавок, зокрема інгредієнтів рослинного походження, зокрема злаків. Вибір зернових як сировини не є випадковим. Харчова цінність перероблених зернових продуктів загальноновизнана [2, 3, 6]. Використання цих нетрадиційних харчових інгредієнтів у виробництві м'ясних виробів дозволяє створювати високоякісні продукти, що містять рослинні білки, харчові волокна, мінеральні речовини, вітаміни та інші біологічно активні сполуки [2, 3, 4].

Для визначення доцільності використання перероблених вітчизняних круп'яних продуктів у виробництві м'ясних фаршів було досліджено низку показників, що характеризують хімічний склад, значення рН та санітарно-гігієнічні властивості.

3.1.1 Визначення якісних характеристик продукту екструзійної обробки пшеничних висівок

У харчовій промисловості особлива увага приділяється дослідженню потенціалу пшеничних висівок для різних застосувань у виробництві продуктів харчування. Пшеничні висівки додають до харчових продуктів для збагачення їжі харчовими волокнами – волокнистою структурою, якою багаті висівки [7]. Хімічний склад і технічні властивості висівок широко вивчені.

Особливістю цього дослідження є використання екструдованих пшеничних висівок замість оригінальних пшеничних висівок при розробці м'ясних фаршів.

Екстракти пшеничних висівок - це гранули, отримані шляхом термічної обробки пшеничних висівок в екструдері та подрібнення в млині для використання в харчовій промисловості.

Продукти з екструдованих висівок відповідають вимогам, наведеним у таблиці 3.1, з точки зору органічних властивостей.

Таблиця 3.1 – Органолептичні показники продукту екструзійної обробки висівок

Найменування показника	Норма
Зовнішній вигляд	Гранули різні за формою і величиною
Колір	Коричнево-сірий з відтінком, властивий висівкам
Смак	Приємний, властивий висівкам пшеничним
Запах	Властивий висівкам

Нижче (рисунок 3.1) наведено експериментально отримані дані, що характеризують загальний хімічний склад екструдованих продуктів з пшеничних висівок.

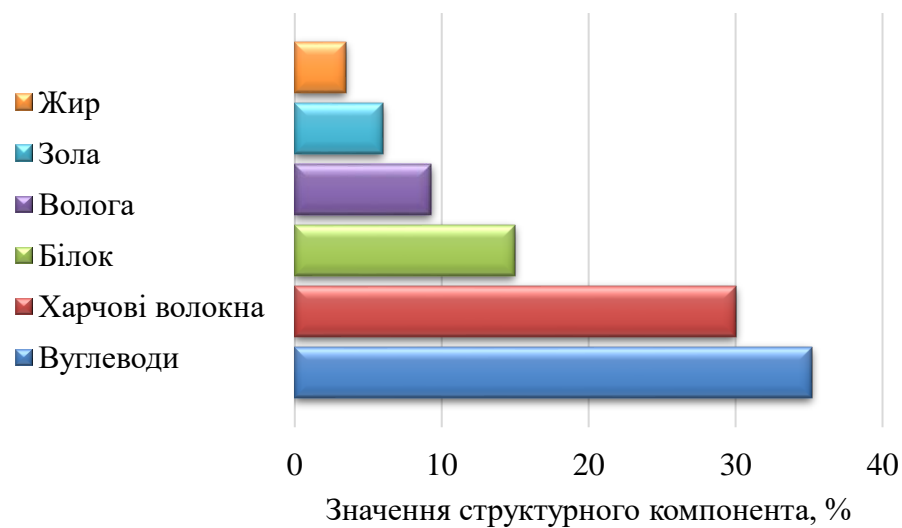


Рисунок 3.1 – Структурні компоненти екструдата пшеничних висівок

Згідно з результатами досліджень, екструдовані продукти з пшеничних висівок є природним джерелом харчових волокон і рослинного білка. Досить високий вміст білка в пшеничних висівках є передумовою для використання висівок як білковмісної сировини [9]. Білки пшеничних висівок щільно упаковані з полісахаридами та лігніном [8]. Вони входять до складу алейронового шару перикарпію і накопичуються у висівках під час помелу. Рослинні білки в пшеничних висівках слід розглядати не як замітник тваринних білків, а як азотовмісний продукт, який близький до продуктів тваринного походження і відіграє доповнюючу роль.

Однак масова частка протеїну - не єдиний критерій поживної якості. Висока масова частка золи вказує на те, що екструдер має багатий мінеральний склад.

У таблиці 3.2 наведено експериментальні дані щодо масових часток макро- та мікроелементів в екструдованих пшеничних висівках.

Таблиця 3.2 – Мінеральний склад продукту екструзійної обробки пшеничних висівок

Макро- і мікроелементний склад висівок	Масова частка елементів у сухій речовині	Максимально допустимий рівень
Макроелементи, %		
Калій	0,66	-
Кальцій	0,64	-
Фосфор	0,49	-
Мікроелементи, мг/кг		
Залізо	50,0	-
Мідь	8,4	22,0
Цинк	40,0	144,0

Згідно з отриманими результатами, екструдовані пшеничні висівки мають сприятливий мінеральний склад з високою масовою часткою важливих макро- і мікроелементів, таких як калій, кальцій, фосфор, залізо і цинк. Тому вони підходять для виробництва функціональних м'ясних продуктів.

Окрім тваринної сировини, рослинна сировина також є джерелом тригліцеридів та інших речовин, об'єднаних під назвою «ліпіди». Ліпіди в перероблених зернових продуктах в основному містять мононенасичені та поліненасичені жирні кислоти. Ненасичені жирні кислоти беруть участь у побудові клітинних мембран, синтезі простагландинів, сприяють виведенню надлишкового холестерину з організму, запобігають і послаблюють атеросклероз, підвищують еластичність стінок судин [5]. Проведено біологічну оцінку жирнокислотного складу пшеничних висівок, результати якої наведено на рисунку 3.2.

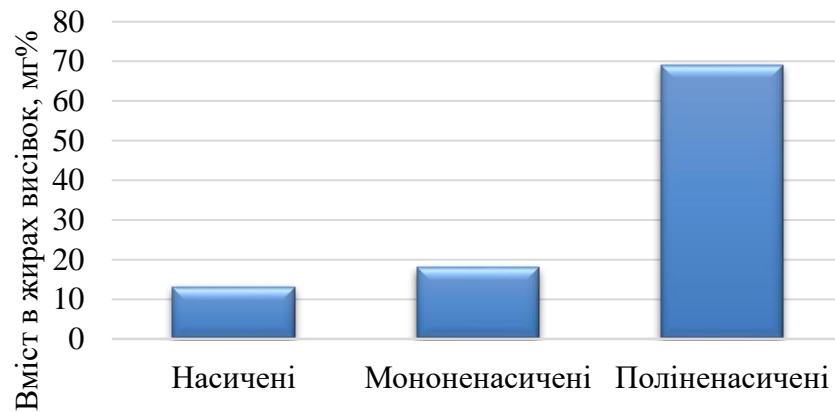


Рисунок 3.2 – Жирнокислотний склад жирів пшеничних висівок

Співвідношення жирних кислот в досліджуваному рослинному об'єкті: 30 % насичених жирних кислот, 60% мононенасичених жирних кислот і 10 % поліненасичених жирних кислот. Таке співвідношення не відповідає формулі «ідеального» жиру

Згідно з отриманими результатами, рН пшеничних висівок становить 6,23, а це означає, що рН рецептурного напівфабрикату має зміститися в слабколужну сторону.

Функціонально-технічні властивості сировини відіграють важливу роль у визначенні фізико-хімічних властивостей та споживчих якостей кінцевого продукту, що значною мірою залежить від ступеня дисперсності частинок. Дослідження показали, що висівки, подрібнені до 195 – 670 мкм, мають найвищу поживну цінність та найкращі технічні властивості [8]. Екструдовані висівки мають розмір частинок 100 – 400 мкм, що покращує функціонально-технічні властивості композиційних м'ясних виробів.

Мікроструктурні дослідження показали, що пшеничні висівки складаються з великої кількості овальних і витягнутих клітин, покритих тонкою мембраною, причому клітинний утвір складається з щільно упакованих сферичних крохмальних зерен і численних білкових субодниць, нерівномірно розподілених між ними.

Деякі клітини після екструзії зберегли свою структуру, інші були розмиті в контурах, а клітинна оболонка покрита і тонка. Більшість крохмальних зерен втратили свою структуру, а білки розподілені нерівномірно.

За вмістом токсичних елементів, мікотоксинів, пестицидів та радіонуклідів харчові волокна відповідають вимогам СанПіН, як зазначено в таблиці 3.3:

Таблиця 3.3 – Вміст токсичних елементів у харчових волокнах екструдованих пшеничних висівків

Найменування речовини (елемента)		Допустимі рівні, мг/кг, (для радіонуклідів-Бк/кг), не більше
Токсичні елементи	Свинець	1,0
	Миш'як	0,2
	Кадмій	0,1
	Ртуть	0,03
Мікотоксини	Афлатоксин В1	0,005
	Дезоксиніваленол	0,7 (з пшениці)
	Зеараленон	1,0 (з пшениці)
Пестициди	Гексахлорциклогексан	0,5
	ДДТ і його метаболіти	0,02
Радіонукліди	Цезій-137	170
	Стронцій-90	120

3.1.2 Визначення якісних характеристик вівсяних пластівців

За хімічним складом вівсяна крупа є крохмалистим продуктом. Вуглеводи, що містяться в крупі, не тільки служать джерелом енергії, але й визначають харчові властивості крупи. Хімічний склад вівсяної крупи наведено на рисунку 3.3.

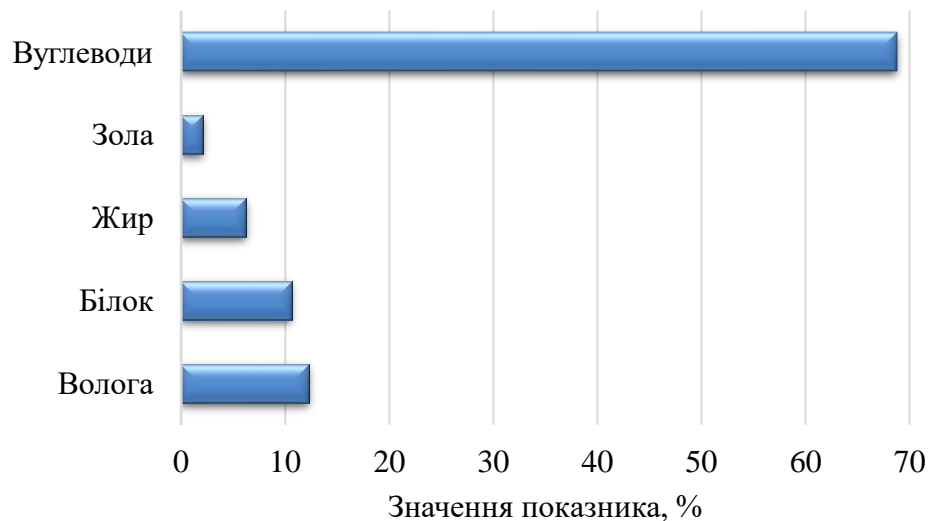


Рисунок 3.3 – Загальний хімічний склад вівсяних пластівців

Жирнокислотний склад вівсянки [12, 14] добре збалансований за співвідношенням насичених і ненасичених кислот, а співвідношення мононенасичених і поліненасичених кислот становить 1:1.

Дослідження показали, що значення рН вівсянки становить 5,92, що не набагато відрізняється від значення рН м'яса.

3.2 Способи підготовки екструдованих пшеничних висівок і вівсяних пластівців

Для покращення функціонально-технологічних і органолептичних властивостей, а також для наближення структури та реологічних характеристик м'ясних рублених виробів до показників традиційних м'ясних фаршевих систем було проведено модифікацію рослинних компонентів. На основі проведених досліджень і аналізу літературних джерел [11] виконано процес гідратації продуктів. Гідратація пшеничних висівок здійснюється шляхом їх замочування у воді з температурою 80 – 85 °С протягом 30 – 40 хвилин при гідромодулі 2,5 – 3,0. Використання надмірної кількості води викликає появу тріщин на поверхні виробів та шаруватість на зрізі після термічної обробки. Попередня гідратація екструдованих висівок є необхідною

операцією, оскільки введення продукту з низькою вологістю призводить до зневоднення м'ясного компонента. Це супроводжується перерозподілом слабо зв'язаної вологи з м'яса в капілярну систему харчових волокон [20].

Такий підхід забезпечує підвищення якості кінцевого продукту і стабільність його властивостей.

Температура, за якої рекомендується проводити гідратацію, пов'язана із завданням обробки продукту таким чином, щоб максимально зберегти природні властивості рослинних компонентів, послабивши при цьому міцність зв'язків між полісахаридами.

Гідратований таким чином екструдат пшеничних висівок являє собою в'язку однокомпонентну масу коричневого кольору.

Для гідратації вівсяні пластівці заливають холодною водою у співвідношенні 1:1,5 і дають набрякнути протягом 30 – 40 хвилин. Такий час набрякання обрано на підставі досліджень, які показали, що водозв'язувальна здатність найвища за набрякання вівсяних пластівців протягом 30 – 40 хвилин.

За своєю хімічною природою оброблені зернові продукти являють собою макромолекулярні сполуки з властивостями полісахаридів, у макромолекулах яких рівномірно розподілені гідрофільні групи, що взаємодіють з водою. Здатність поглинати воду під час замочування зумовлена гідрофільними властивостями білкових речовин, крохмалю, пектинових речовин, геміцелюлози та волокон, що входять до складу клітин і клітинних стінок. Набухання – це взаємне розчинення високомолекулярних речовин і дисперсійного середовища [4]. Вівсянка характеризується наявністю муцилажних речовин, які також сприяють набухання [7].

3.3 Дослідження впливу наповнювачів на комплекс якісних характеристик м'ясних рублених напівфабрикатів

З метою підтвердження оптимального рівня внесення продуктів переробки зернових в м'ясні вироби та відпрацювання технології їх

виготовлення досліджували якісні характеристики м'ясних рублених напівфабрикатів. Вівсяні пластівці і пшеничні висівки обумовлюють наявність в рецептурах виробів харчових волокон, що дозволяє віднести ці види м'ясних виробів до продуктів функціонального харчування.

3.3.1 Дослідження фізико-хімічних показників м'ясних рублених напівфабрикатів з наповнювачами

Дані за загальним хімічним складом модельних зразків наведено на рисунках 3.4 і 3.5. Як контрольний зразок використовували котлетну масу з яловичини 1 категорії за стандартною рецептурою [7].

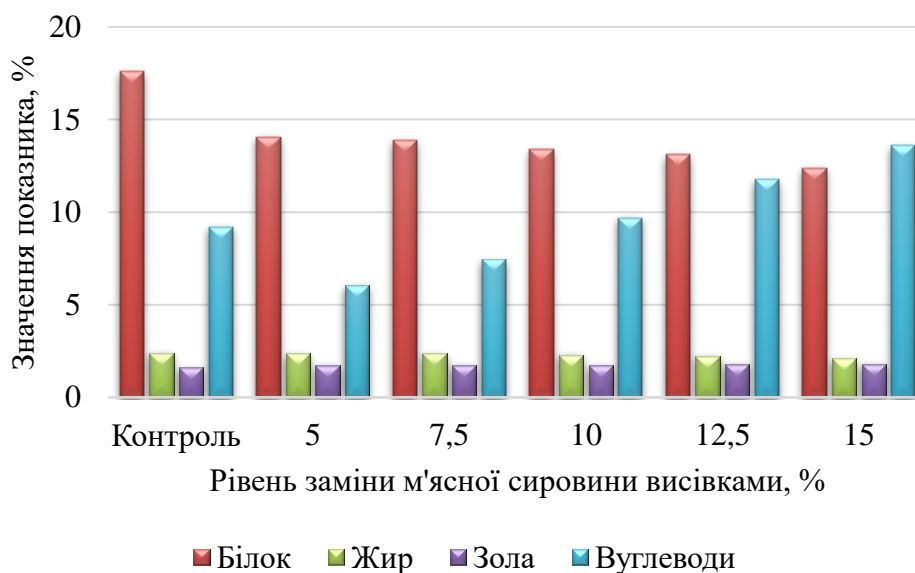


Рисунок 3.4 – Загальний хімічний склад м'ясних рублених напівфабрикатів з екструдату пшеничних висівок

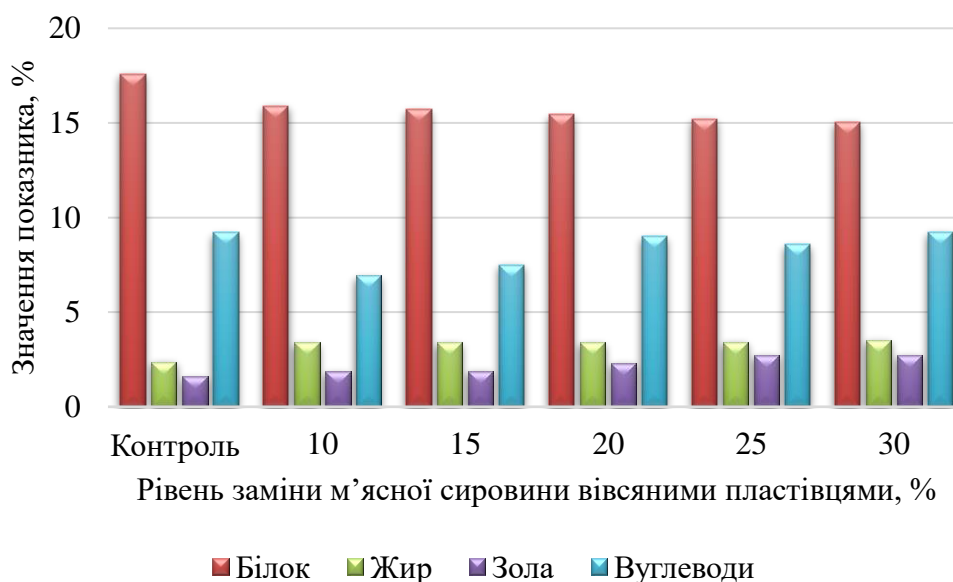
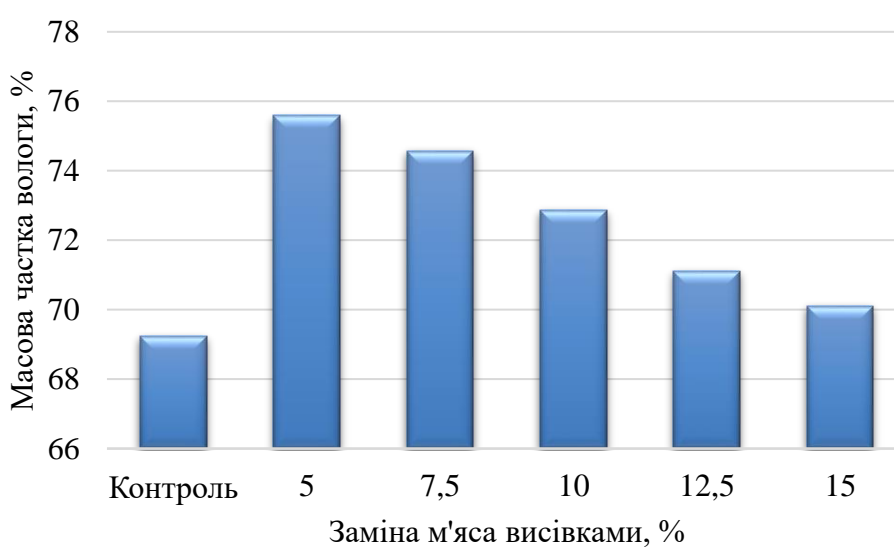
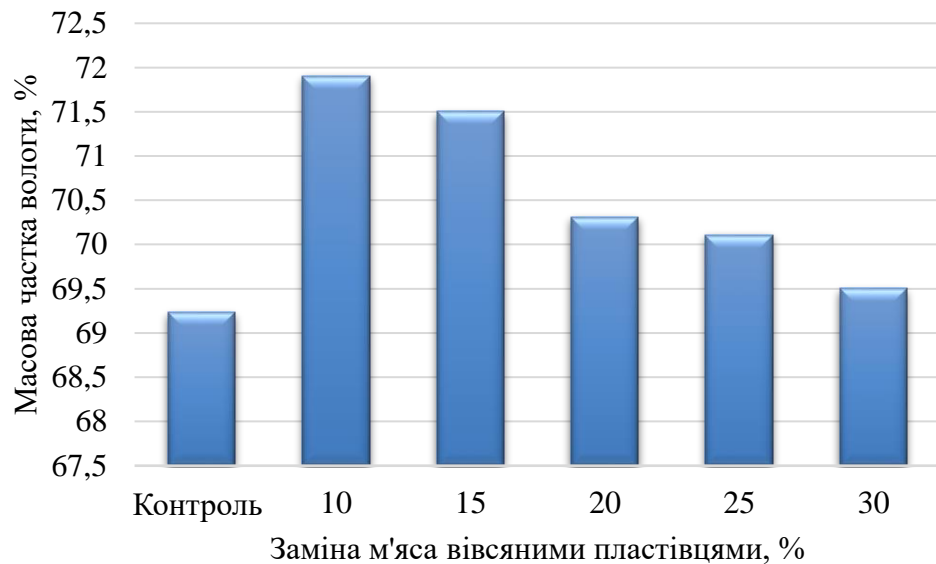


Рисунок 3.5 – Загальний хімічний склад м'ясних рублених напівфабрикатів з вівсяними пластівцями

Дані рисунків 3.4 і рисунка 3.6а свідчать, що масова частка вологи зменшується в міру збільшення кількості екструзійного продукту з пшеничних висівок. Отримані дані (рисунок 3.5) показують, що введення вівсяних пластівців збільшує вміст вологи в системі порівняно з контролем, але, як і у випадку з висівками, чим більше наповнювача, тим менше вологи.



а)



б)

Рисунок 3.6 – Залежність масової частки вологи в рублених напівфабрикатах від вмісту наповнювача

Зниження масової частки води в досліджуваних зразках може бути пов'язане із взаємодією молекул води з гідрофільними і полярними групами волокон у системі полісахарид-вода. Ці зв'язки є найміцнішими і, поряд із капілярними силами, відіграють роль в обмеженні рухливості води. У системах білок-полісахарид-вода найімовірніше конкурентне зв'язування вільної води з утворенням оболонки з гідратів білка.

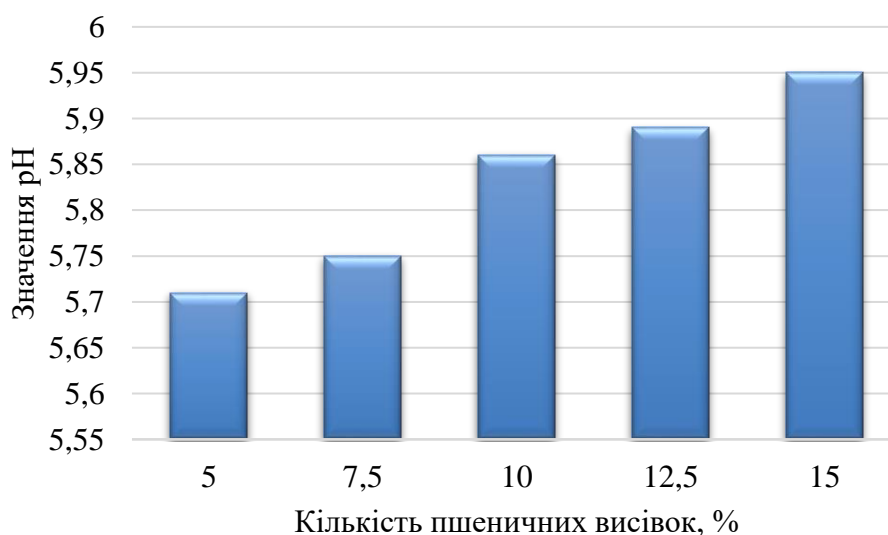
У напівфабрикатах з екструдатом пшеничних висівок вміст білка нижчий, ніж у контрольному зразку (19,8, 21, 23,8, 25,5 і 28,8, відповідно), і зі збільшенням кількості добавок вміст білка знижується. Оскільки пшеничні висівки містять невелику кількість жиру, вміст жиру також знижується, а вміст вуглеводів збільшується.

В даному випадку кількість золи змінилася в ільшусторону, порівняно з контрольним зразком.

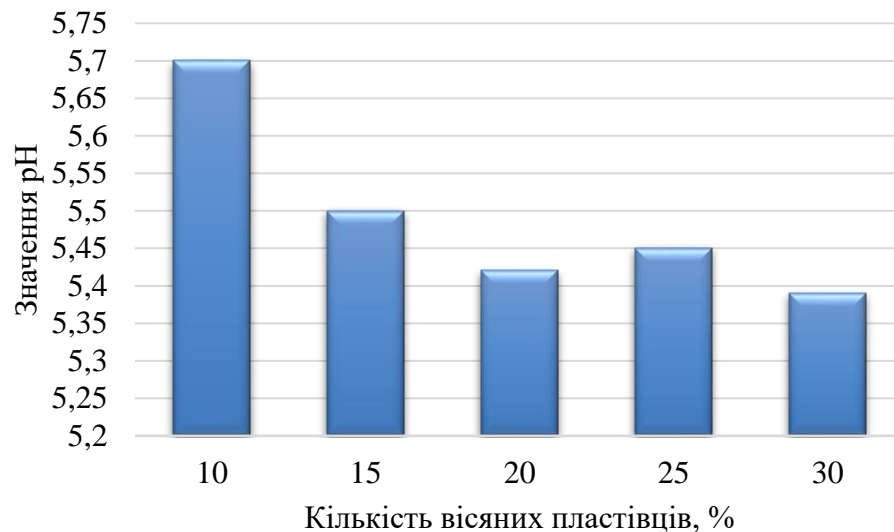
3.3.2 Дослідження функціонально-технологічних властивостей м'ясних рублених напівфабрикатів

Структурні полісахариди, такі як целюлоза, геміцелюлоза та лігнін, відіграють важливу роль у визначенні функціональних і технічних властивостей рослинних продуктів. Целюлоза нерозчинна у воді, але має численні гідроксильні групи і добре розвинені дрібні капіляри. Геміцелюлоза належить до категорії гідрофільних колоїдів, і її гідратація відбувається під дією електростатичних сил. На поверхні колоїдних частинок целюлози та геміцелюлози під дією заряду, що виникає під час іонізації, утворюється оболонка, яка складається з диполів води, орієнтованих своїми позитивними або негативними кінцями, залежно від знака заряду високомолекулярної сполуки.

Одним із чинників, що визначають ступінь гідратації білка, є рН середовища [13]. Пшеничні висівки мають рН 6,3 у водному розчині, що вище, ніж у м'яса. Коли продукт змішують із висівками, рН м'ясного фаршу в суміші підвищується (рис. 3.7). Це впливає на гідрофільність білків м'яса і може призвести до зміни функціональних і технічних властивостей системи.



а)



б)

Рисунок 3.7 – Залежність рН м'ясних рублених напівфабрикатів від кількості наповнювачів

Зв'язування води м'ясною тканиною відіграє важливу роль у створенні комбінованих м'ясних продуктів. Продукти переробки зерна мають високу вологозв'язувальну здатність за рахунок наявності гідрофільних груп полімерів і механічного утримання системою капілярів і пор [18]. Було встановлено, що вологозв'язувальна здатність системи збільшується зі збільшенням кількості наповнювача (табл. 3.4).

Внесення пшеничних висівок і вісяних пластивців збільшує частку міцно зв'язаної води в продукті за рахунок чудових вологопоглинаючих властивостей цих продуктів [18].

Оскільки для модельного фаршу використовувалася комп'ютерна програма для вимірювання вологозв'язувальної здатності, необхідно було порівняти отримані значення вологозв'язувальної здатності зі значеннями, отриманими традиційними методами. Характеристики показників наведено в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Порівняльна характеристика показників вологосв'язувальної здатності (ВЗЗ) від рівня заміни м'яса наповнювачами і способу визначення

Об'єкт дослідження	Рівень заміни м'яса	ВЗЗ, % за допомогою комп'ютерної програми	ВЗЗ, % за допомогою планіметрії	Різниця, %
Напівфабрикати з пшеничними висівками	Контроль	87,5	80,03	3,0
	5	79,77	77,93	2,31
	7,5	83,11	80,71	2,9
	10	88,51	86,94	1,78
	12,5	89,78	87,05	3,05
	15	91,21	89,03	2,4
Напівфабрикати з вівсяними пластівцями	Контроль	87,5	80,03	3,0
	10	82,4	80,78	1,97
	15	87,11	84,98	2,45
	20	88,91	86,64	2,56
	25	90,55	88,53	2,24
	30	92,19	89,57	2,85

З таблиці видно, що різниця між результатами вимірювання вологосв'язувальної здатності за допомогою планіметрії та комп'ютерної програми становить від 1,78 до 3 %.

3.4 Дослідження впливу наповнювачів на комплекс якісних характеристик м'ясних рублених виробів

3.4.1 Дослідження фізико-хімічних показників м'ясних рублених виробів

Білки, жири та вуглеводи зазнають змін у процесі формування якості кінцевого продукту, що визначає його структуру, органічні властивості та харчову цінність.

Експериментальні дані за загальним хімічним складом термооброблених м'ясних напівфабрикатів наведено в рисунках 3.8 і 3.9.

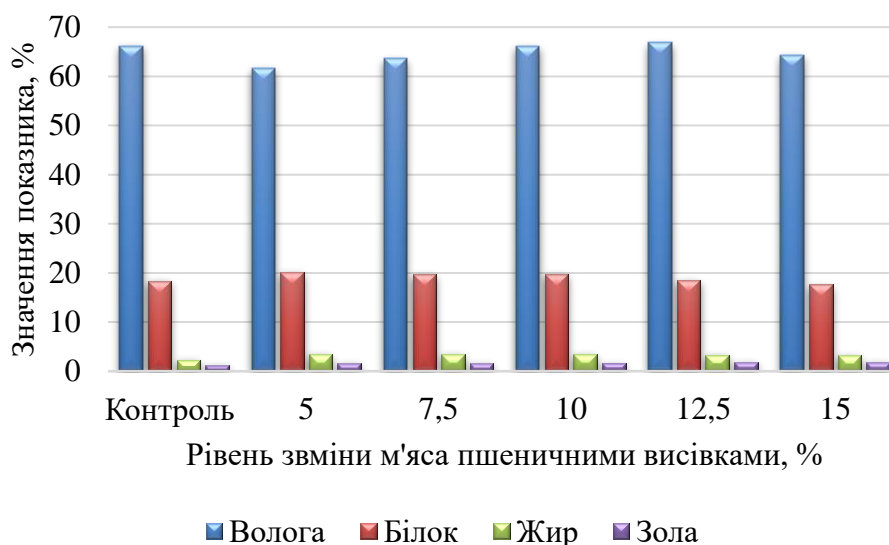


Рисунок 3.8 – Загальний хімічний склад м'ясних рублених виробів з екструдатом пшеничних висівок

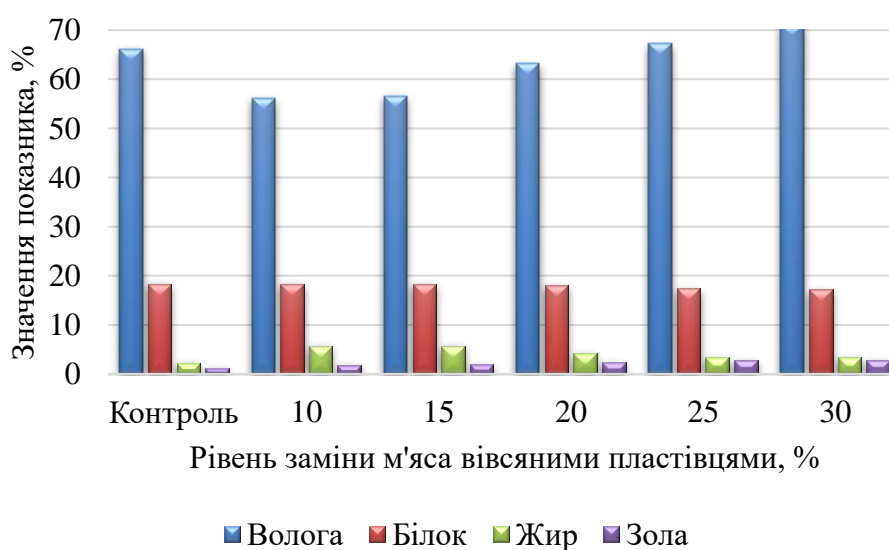


Рисунок 3.9 – Загальний хімічний склад виробів з вівсяними пластівцями

Отримані дані свідчать про те, що масова частка вологи має тенденцію до незначного збільшення зі збільшенням кількості рослинних добавок у досліджуваних зразках м'ясних фаршів. Лише в продуктах, які містять 15 %

пшеничних висівок, спостерігається зниження вмісту вологи, що корелює з водоутриманням.

Під час теплової обробки вівсяні пластівці зберігають більше вологи, ніж пшеничні висівки, що призводить до меншої втрати вологи під час смаження.

Збільшення кількості рослинного наповнювача знижує вміст жиру в продукті, але водночас знижує вміст жиру в контрольному продукті, за рахунок більшої кількості наповнювача в контрольному напівфабрикаті.

Дослідження показало, що введення в рецептуру продукту екструзійної обробки пшеничних висівок призвело до збільшення вмісту білка на 9,3 % у продуктах із коефіцієнтом заміни м'яса 5 %, на 7,6 % у продуктах із коефіцієнтом заміни м'яса 7,5 % і на 7 % у продуктах із коефіцієнтом заміни м'яса 10 % порівняно з контрольним зразком. Для продуктів зі ступенем заміни м'яса 12,5 % показник залишився таким самим, як і в контрольному зразку.

Вміст білка в м'ясних і овочевих продуктах із вівсянкою практично такий самий, як і в контрольному зразку, але масова частка білка в продуктах із 25 % і 30 % вмістом вівсянки на 5,6 % і 6,5 % відповідно нижча, ніж у контрольному зразку.

Термічна обробка змінює вміст білка в продукті порівняно з напівфабрикатом. Збільшується масова частка білкових речовин. Це збільшення можна пояснити частковим розпадом білково-полісахаридного комплексу, що утворюється в м'ясному фарші [21]. Водночас поєднання тваринних і рослинних білків може сприяти послабленню білкової структури, що призводить до більш повного гідролізу [21]. Крім того, за даними дослідження, присвяченого оцінці біологічної цінності білків у варених і перероблених зернових [16], вміст амінокислот у гідролізатах варених і перероблених зернових вищий, ніж у вихідному зерні.

3.4.2 Дослідження функціонально-технологічних властивостей м'ясних рублених виробів

Найважливішими технічними властивостями м'ясних систем є водоутримання та жирутримання [16]. Експериментально показано, що зі збільшенням масової частки рослинного наповнювача водоутримувальна здатність і жирутримувальна здатність модельного фаршу збільшуються (рис. 3.10 і 3.11).

Водоутримувальна здатність (ВУЗ), як і розчинність, залежить від ступеня взаємодії білка з водою і білка з білком, а також від конформації і ступеня денатурації білка. У м'ясному фарші значна частина води перебуває в міжклітинних просторах. Контакт білкової структури з цією водою в процесі руйнування м'язових волокон сприяє гідратації білка, що призводить до значного збільшення водоутримувальної здатності 1 г білка [21]. Ці процеси сприяють збереженню високої водоутримувальної здатності рубленого м'яса у вигляді продукту після теплової обробки. У рублених продуктах з овочевими начинками після теплової обробки зв'язування води відбувається не за рахунок білкової фракції м'яса, а за рахунок харчових волокон і гелеподібного крохмалю [17].

У продуктах, екструдованих із висівками, за масової частки екструдату понад 15 % втрачається здатність фаршу утримувати вологу і зберігати матрицю. У результаті вміст вологи у фарші знижується (рис. 3.10).

Жирутримувальна здатність (ЖУЗ) – найважливіша технологічна властивість продуктів на основі м'яса. Дієтичні волокна з висівок і вівсяних пластівців мають високу розчинність жиру, але механізм цього явища недостатньо добре вивчений. Вважається, що розчинність жиру визначається наявністю лігніну і не залежить від розміру частинок [22].

Отримані дані (табл. 3.5) засвідчили, що використовуваний наповнювач збільшує водо- і жирутримувальну здатність м'ясної системи і що ступінь цього збільшення залежить від кількості наповнювача.

Таким чином, теплова обробка впливає на водоутримувальну здатність і жирутримувальну здатність м'ясних і овочевих фаршів, що своєю чергою впливає на масовий вихід кінцевого продукту.

Таблиця 3.5 – Водно- і жирутримуюча здатність виробів з наповнювачами, втрати при тепловій обробці

Об'єкт дослідження	Рівень заміни м'яса	ВУЗ, %	ЖУЗ, %	Втрати при тепловій обробці, %
Напівфабрикати з пшеничними висівками	Контроль	68,65	65,71	18,8
	5	61,15	72,1	17,92
	7,5	63,72	73,83	16,19
	10	75,23	77,81	15,51
	12,5	79,75	84,57	15,07
	15	78,46	87,42	17,14
Напівфабрикати з вівсяними пластівцями	Контроль	68,65	65,71	18,8
	10	66,45	64,17	13,92
	15	72,11	68,67	11,80
	20	86,16	73,33	8,87
	25	86,91	75,74	8,07
	30	87,53	74,18	8,62

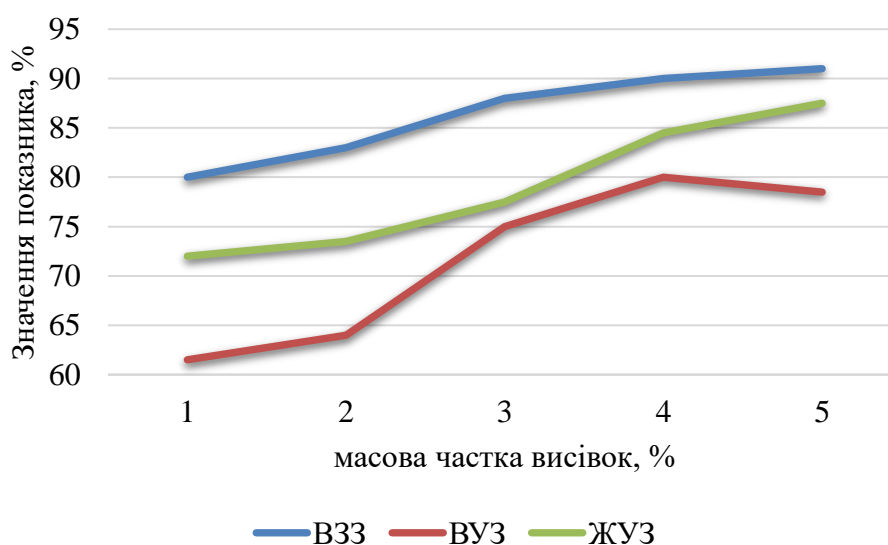


Рисунок 3.10 – Вплив масової частки наповнювача пшеничні висівки на вологозв'язуючу (ВЗЗ), водоутримуючу (ВУЗ) та жирутримуючу (ЖУЗ) здатності фаршу

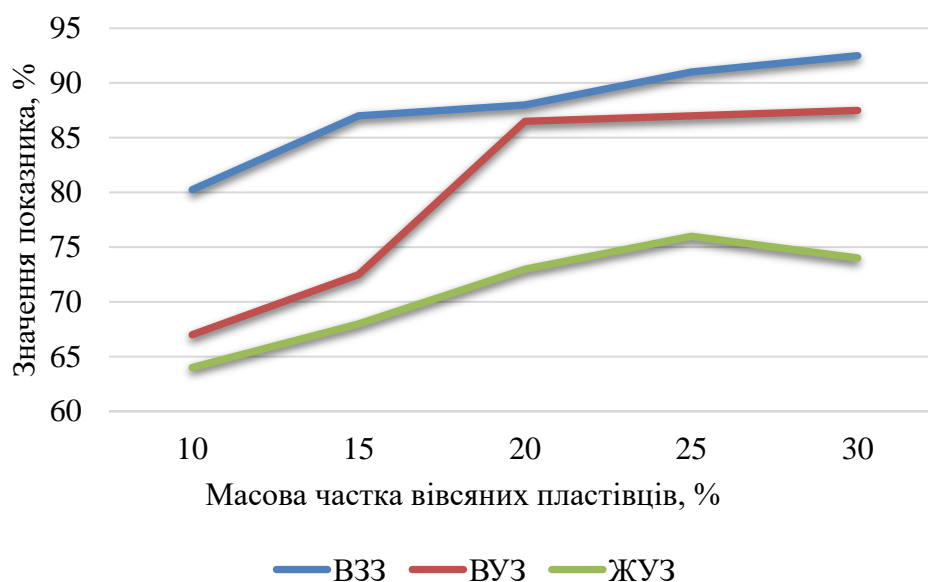


Рисунок 3.11 – Вплив масової частки наповнювача вівсяні пластівці на вологозв'язуючу (ВЗЗ), водоутримуючу (ВУЗ) та жирутримуючу (ЖУЗ) здатності фаршу

Втрата маси під час теплової обробки порівняно з контрольним зразком із вмістом висівок 5 % була на 4,7 % меншою за вмісту висівок 7,5 %, на 17,5 % меншою за змісту висівок 10 % і на 19,2 % меншою за вмісту висівок 12,5 %. У разі використання вівсяного борошна як наповнювача втрати значно знижуються (рис. 3.13).

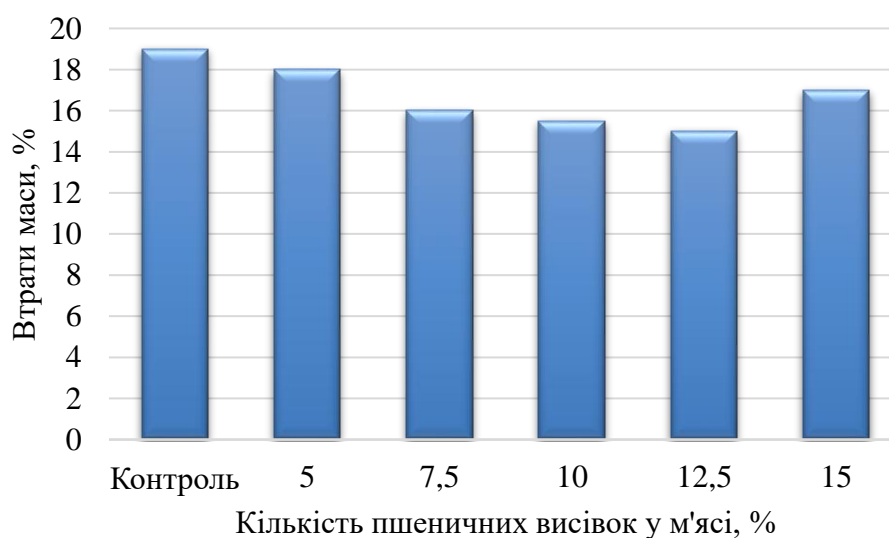


Рисунок 3.12 – Втрати маси при тепловій обробці в залежності від кількості наповнювача пшеничні висівки



Рисунок 3.13 – Втрати маси при тепловій обробці в залежності від кількості наповнювача вівсяні пластівці

3.4.3 Дослідження структурно-механічних показників м'ясних рублених виробів

Показники, що характеризують структурно-механічні властивості, мають велике значення при вирішенні питань, пов'язаних із якістю м'ясних продуктів. Структурно-механічні (реологічні) властивості характеризують поведінку м'ясних продуктів під навантаженням [21]. Вони відображають внутрішню структуру і склад матеріалу. У випадку м'ясних продуктів найпоширенішим типом структури є коагуляція, яка виникає внаслідок взаємодії між частинками матеріалу на основі ван-дер-ваальсових сил через дисперсійне середовище. Цей тип структури характеризується тиксотропними властивостями, тобто здатністю відновлювати свої властивості навіть після напруження або руйнування. Очевидно, що структурно-механічні властивості коагуляційних систем сильно залежать від вмісту води, розміру частинок, діаметра шару та фізико-хімічних властивостей.

Структурно-механічні властивості експериментальних фаршів наведено на рисунках 3.14 і 3.15.

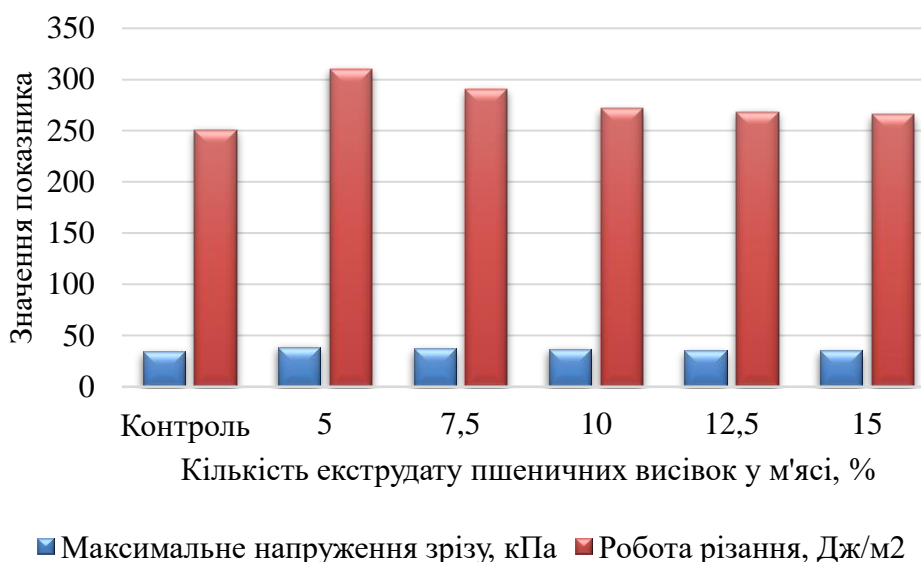


Рисунок 3.14 – Структурно-механічні характеристики модельних зразків з екструдатом пшеничних висівок

Результати дослідження структурно-механічних властивостей зразків з екструдатом із пшеничних висівок, наведені на рисунку 3.14, показують, що характеристики міцності продукту знижуються в міру збільшення вмісту наповнювача. Дослідження екстремальної напруги зсуву і продуктивності різання показало, що контрольний зразок мав найнижчу екстремальну напругу зсуву і найнижчу продуктивність різання. Максимальна напруга зсуву і продуктивність різання знижувалися в міру збільшення кількості введених гідратованих висівок. Структурно-механічні властивості модельних зразків з додаванням вівсяного борошна представлені на рисунку 3.15.

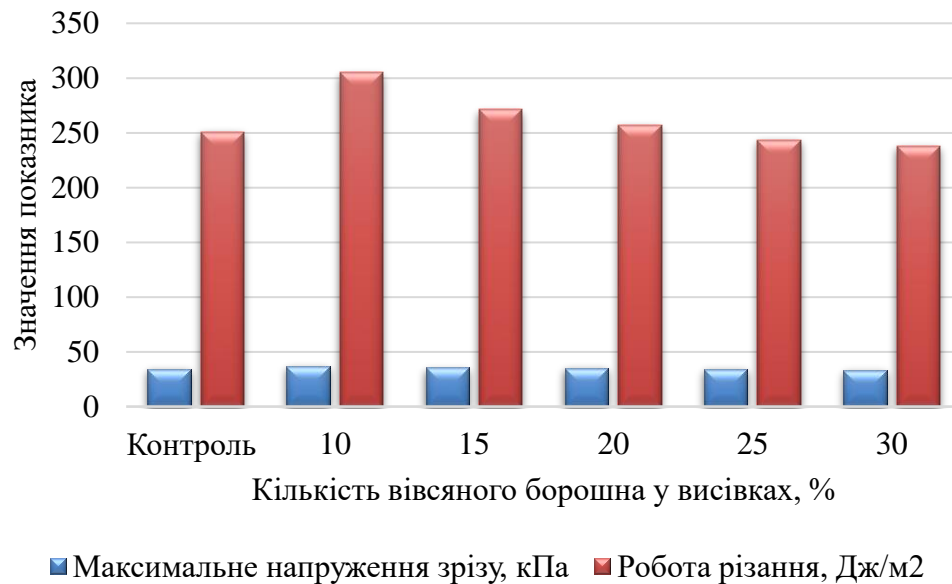


Рисунок 3.15 – Структурно-механічні характеристики модельних зразків з вівсяними пластівцями

З рисунка 3.15 видно, що за вмісту вівсяних пластівців 20 – 30 % екстремальна напруга зсуву і продуктивність різання зразків з вівсяними пластівцями нижчі, ніж у зразків з висівками, і близькі до показників контрольних зразків.

3.4.4 Дослідження органолептичних показників м'ясних рублених виробів

Традиційні фізико-хімічні методи аналізу дають змогу визначати та контролювати якісний і кількісний склад продуктів. Однак вони не відображають справжніх характеристик продуктів харчування [21, 22]. Тому основне завдання полягало в оцінці органічної сумісності м'ясної маси з рослинним компонентом, яку проводили за п'ятибальною шкалою (табл. 3.6 і 3.7).

За зовнішнім виглядом модельний продукт фарш екструдований із пшеничних висівок являє собою однорідну масу, без хрящів, сухожилів і грубої сполучної тканини. Теплову обробку проводили традиційними методами. При сенсорній оцінці враховували зовнішній вигляд, колір, аромат, смак, консистенцію та соковитість. Після термічної обробки всі продукти з

додаванням 5 – 12,5 % пшеничних висівок мали гладку поверхню та краї, темно-сірий колір на зрізі, соковиту, пухнасту й однорідну консистенцію та запах, характерний для смаженого м'яса. Продукти з вмістом висівок понад 15 % мають тріщини на поверхні та розшарування грудок на краях зрізу, що, мабуть, пов'язано з високою вологістю продукту. Запах і смак висівок.

Таблиця 3.6 – Результати органолептичної оцінки зразків з екструдованих пшеничних висівок

Зразки	Зовнішній вигляд	Колір	Запах	Смак	Консистенція	Соковитість	Середня оцінка
Контрольний	4,4	4,5	4,5	4,5	4,3	4,5	4,45
Дослідні при заміні 5 %	4,3	4,5	4,6	4,2	4,1	4,3	4,35
7,5 %	4,4	4,5	4,5	4,4	4,2	4,3	4,38
10 %	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,50
12,5 %	4,4	4,5	4,3	4,3	4,5	4,6	4,43
15 %	4,0	4,4	4,1	4,2	4,1	4,6	4,23

Згідно з отриманими результатами, заміна частини м'яса висівками не чинить істотного впливу на колір і аромат продукту, але впливає на його зовнішній вигляд і текстуру. Було відзначено, що експериментальні продукти мають більш однорідну консистенцію. Нижчі рівні заміни призвели до погіршення зовнішнього вигляду та соковитості.



Дослідний зразок



Контрольний зразок

Рисунок 3.16 – Порівняльна характеристика органолептичних показників контрольного зразка і дослідного зразка з 10 % вмістом екструдата пшеничних висівок

Таблиця 3.7 показує, що зразки із вмістом вівсянки 20 – 25 % мало відрізняються від контрольних зразків, виготовлених із пшеничного хліба.

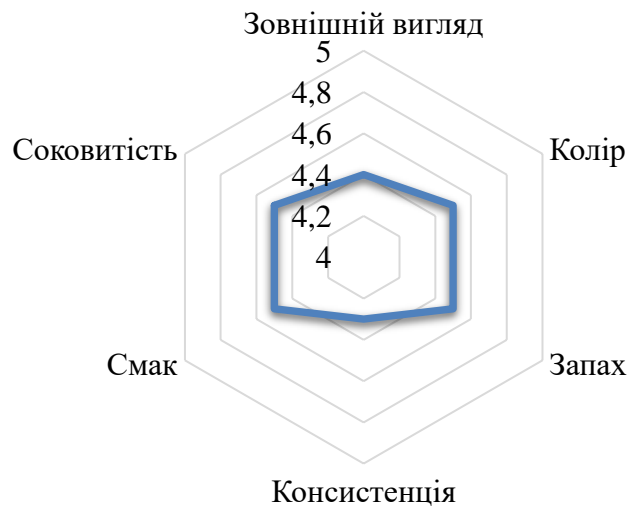
Таблиця 3.7 – Результати органолептичної оцінки зразків з вівсяними пластівцями

Досліджувані показники	Досліджувані зразки, % заміни вівсяними пластівцями					
	Контроль	10	15	20	25	30
Зовнішній вигляд	4,4	4,3	4,4	4,6	4,6	4,5
Колір на розрізі	4,5	4,5	4,5	4,4	4,4	4,2
Запах	4,5	4,5	4,5	4,5	4,3	4,1
Смак	4,5	4,5	4,5	4,4	4,3	4,2
Консистенція	4,3	4,4	4,3	4,4	4,4	4,2
Соковитість	4,5	4,1	4,3	4,5	4,6	4,5
Середня оцінка	4,45	4,38	4,42	4,46	4,43	4,28

Сенсорна оцінка зразків модельних виробів із м'ясного фаршу показала, що заміна деяких м'ясних інгредієнтів на гідратовану вівсянку не справила негативного впливу на сенсорні характеристики. Після теплової обробки вироби добре зберігають форму і мають красиву червонувату скоринку на поверхні, незалежно від кількості наповнювача. Колір зразків фаршу з найменшим вмістом вівсяних пластівців (10 – 15 %) практично ідентичний контрольним зразкам. При збільшенні кількості пластівців інтенсивність кольору зразків знижується. Водночас, оскільки вівсянка містить певну кількість слизу, за вмісту добавки понад 25 % погіршуються такі гістологічні показники, як смак, аромат, злегка плямиста консистенція та збільшується вміст слизу.



Дослідний зразок



Контроль

Рисунок 3.17 – Порівняльна характеристика органолептичних показників контрольного зразка і дослідного зразка з 20 % вмістом вівсяних пластівців

3.5 Розробка рецептур і технології виробництва нових видів м'ясних рублених виробів з наповнювачами

На підставі отриманих експериментальних даних та з урахуванням наявної практики розроблено рекомендації щодо технології виробництва фаршевих виробів із вмістом перероблених пшеничних висівок і вівсяних пластівців.

Як рослинні наповнювачі для підвищення стабільності властивостей фаршевих виробів рекомендується використовувати 7,5 – 12,5 % екструзії пшеничних висівок і 15 – 25 % вівсяних пластівців.

Пропоновані обмеження щодо додавання висівок в екструдовані продукти можна обґрунтувати таким чином. Якщо кількість доданого екстракту висівок становить менш як 7 %, продукт не містить достатньої кількості клітковини і не є соковитим.

За часткової заміни м'яса екструдатом більш ніж на 15 % знижується вологоутримувальна здатність котлетної маси і погіршуються гістологічні властивості.

Сало-сирець можна додавати в кількості до 15 % до ваги м'яса (традиційні методи рекомендують додавати не більше 10 % [17]), оскільки клітковина в екструдаті пшеничних висівок має високу жирутримувальну здатність.

Під час використання вівсяного борошна враховується, що зменшення його кількості призводить до погіршення реології котлетної маси, а збільшення більш ніж на 25% пов'язане з погіршенням органічних властивостей і погіршенням запаху та смаку готового продукту.

Рекомендується формувати 50 – 100 г продукту. Під час формування використовувати суміш панірувальних сухарів, в основному панірувальні сухарі. Рекомендується 1 г чорного меленого перцю на кг м'яса.

Метод виготовлення виробів із частковою заміною м'яса продуктом екструзійної обробки висівок полягає у наступному. Яловичину II категорії подрібнюють на м'ясорубці з решіткою діаметром отворів 2 – 3 мм разом із додаванням сала-сирцю (не більше 15 %) та сирої ріпчастої цибулі. До отриманої маси додають екструдовані пшеничні висівки, попередньо гідратовані водою з температурою 80 – 85 °C у співвідношенні 1:2,5 протягом 30 – 40 хвилин. Суміш ретельно перемішують, додають сіль та мелений чорний перець, після чого повторно подрібнюють на м'ясорубці. Готову масу ретельно вибивають, формують вироби, панірують і надають їм форми котлет, биточків або шніцелів. Напівфабрикати обсмажують на сковороді або в деку з розігрітим жиром при

температурі 150 – 160 °С з обох боків до утворення рівномірно підсмаженої скоринки (протягом 3 – 5 хвилин). Далі їх доводять до готовності в духовці при температурі 250 – 280 °С, забезпечуючи досягнення температури в центрі виробу 85 °С.

Метод виготовлення виробів із вівсяними пластівцями передбачає наступні етапи. Яловичину II категорії подрібнюють на м'ясорубці з решіткою діаметром отворів 2 – 3 мм, додаючи до неї сало-сирець (до 10 %) та сиру ріпчасту цибулю. До отриманої м'ясної маси додають вівсяні пластівці, які попередньо гідратують у воді з температурою 20 – 25 °С у співвідношенні 1:1,5 протягом 30 – 40 хвилин. Після цього суміш ретельно перемішують, додають сіль та мелений чорний перець, і вдруге подрібнюють через м'ясорубку. Готову масу вибивають, формують напівфабрикати у вигляді котлет, биточків або шніцелів, попередньо паніруючи їх. Напівфабрикати обсмажують на сковороді або в деку з розігрітим жиром при температурі 150 – 160 °С з обох боків до отримання рівномірно обсмаженої скоринки (3 – 5 хвилин), а потім доводять до готовності в духовці при температурі 250 – 280 °С до досягнення температури 85 °С у центрі виробу.

Під час аналізу ролі цибулі у формуванні якості ми враховували роботу [5], яка проводилася з використанням новітніх аналітичних методів і дала змогу встановити, що присутність цибулі в рубаних м'ясних продуктах не призводить до утворення канцерогенних гетероциклічних сполук під час смаження.

Дані дослідження дали змогу розробити рецептури кулінарних фаршевих виробів із використанням пшеничних висівок (табл. 3.8) і вівсяних пластівців (табл. 3.9) як наповнювачів для екструзійних продуктів.

Таблиця 3.8 – Рецептатура виробів з 10 % вмістом продукту екструзійної обробки пшеничних висівок

Найменування сировини	Брутто, г	Нетто, г	Брутто, г	Нетто, г
Яловичина (котлетне м'ясо)	79	59	51	38
Екструдат пшеничних висівок	6	6	4	4
Молоко або вода	15	15	10	10
Цибуля	4	3,5	3	2,5
Сухарі	4	4	4	4
Сіль	0,9	0,9	0,6	0,6
Маса напівфабрикату	-	88	-	57
Жир тваринний топлений	5	5	3	3
Маса смажених котлет, биточків, шніцелів	-	75	-	50

Таблиця 3.9 – Рецептатура виробів з 20 % вмістом вівсяних пластівців

Найменування сировини	Брутто, г	Нетто, г	Брутто, г	Нетто, г
Яловичина (котлетне м'ясо)	66	49	46	34
Вівсяні пластівці	10	10	6,8	6,8
Молоко або вода	14	15	10	10
Цибуля	3,5	3	2,5	2,1
Сухарі	4	4	3	3
Сіль	0,9	0,9	0,6	0,6
Маса напівфабрикату	-	82	-	55
Жир тваринний топлений	5	5	3	3
Маса смажених котлет, биточків, шніцелів	-	75	-	50

Технологічна схема приготування виробів представлена на рис. 3.18 та 3.19.

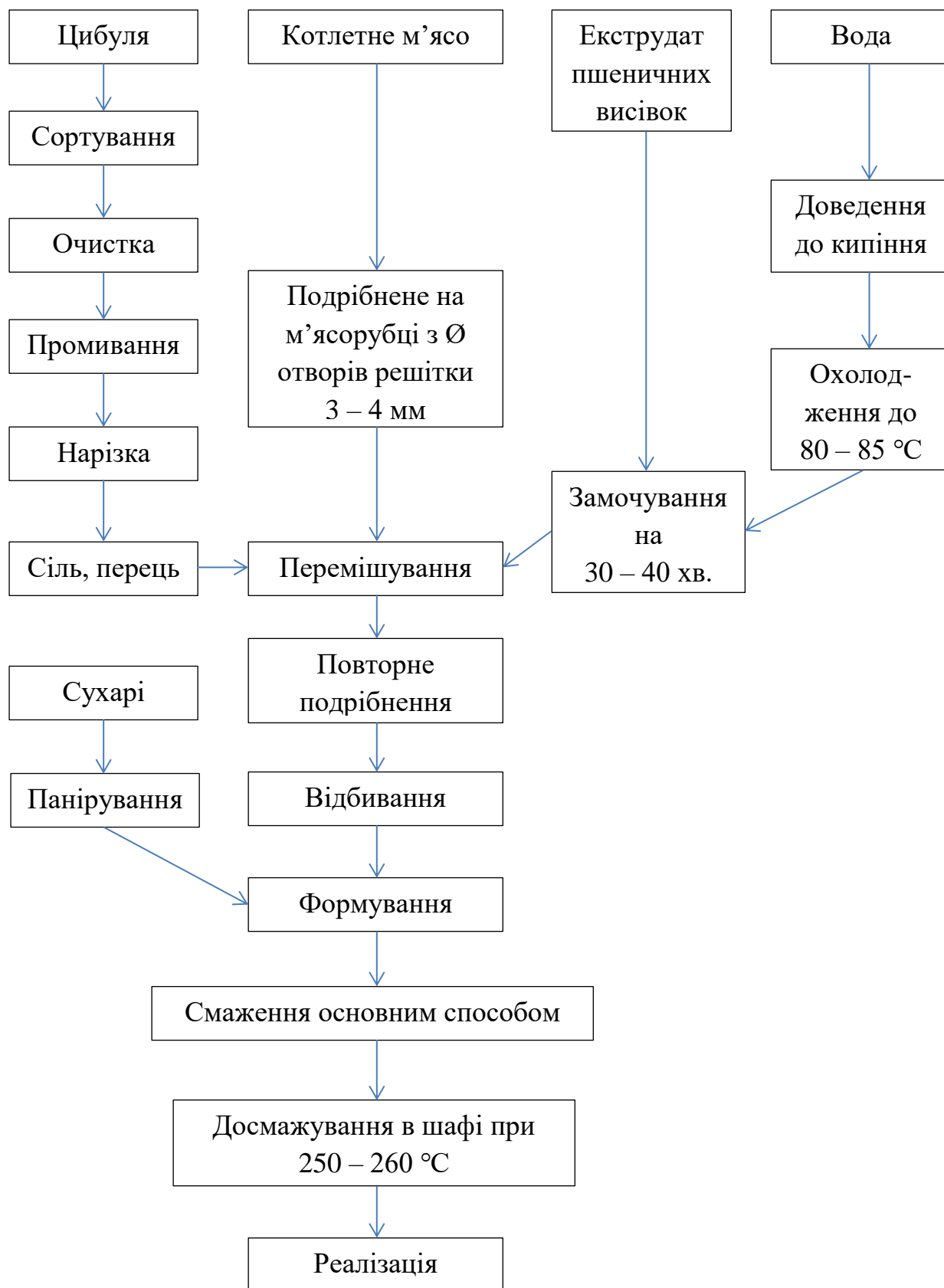


Рисунок 3.18 – Технологічна схема приготування м'ясних рублених виробів з екструдованих пшеничних висівок

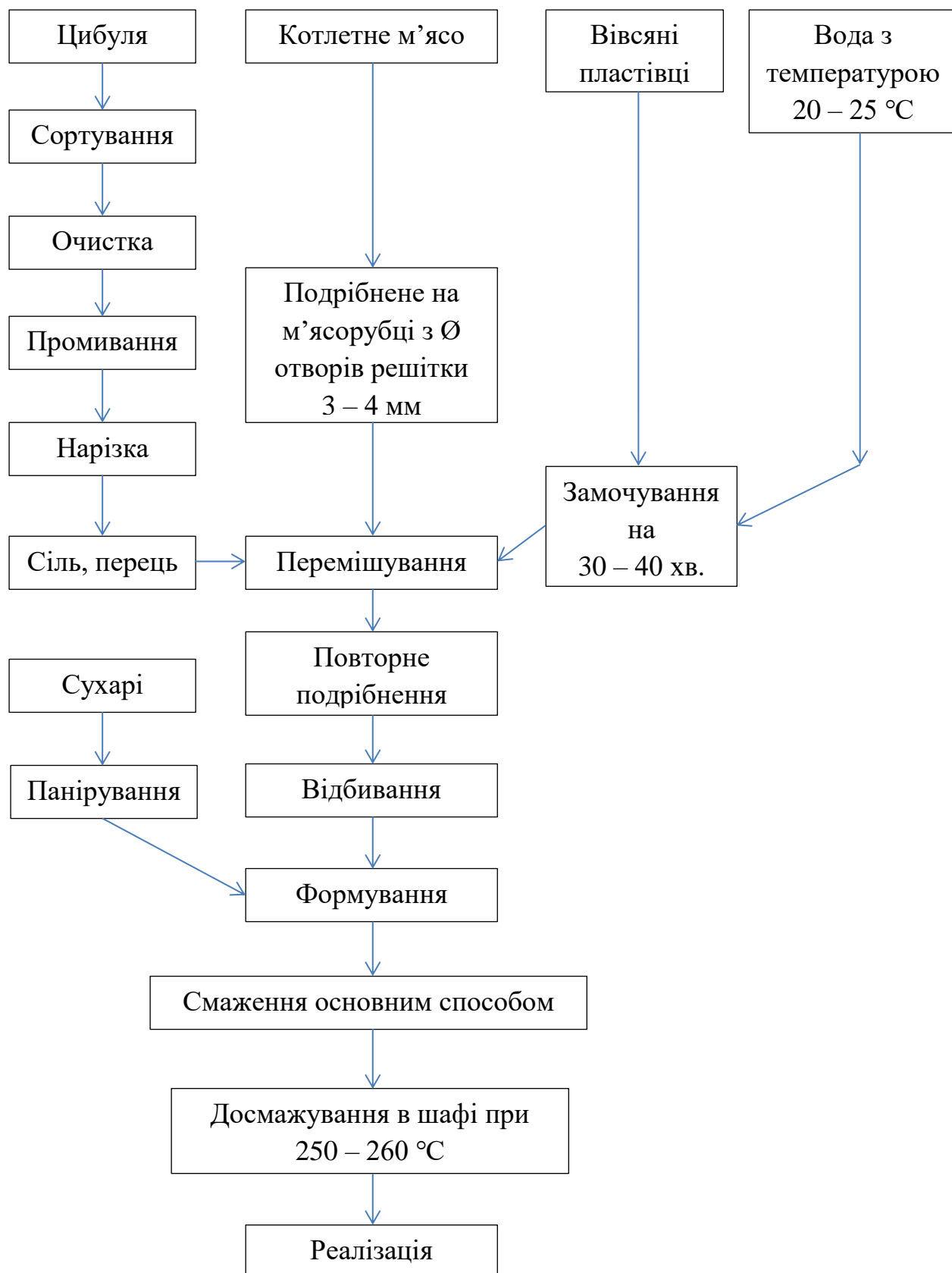


Рисунок 3.19 – Технологічна схема приготування м'ясних рублених виробів з вівсяними пластівцями

Висновки за розділом

У результаті дослідження фізико-хімічних, функціонально-технологічних, структурно-механічних властивостей та органолептичних характеристик м'ясних рублених виробів із частковою заміною м'яса рослинними наповнювачами встановлено наступне:

- Зі збільшенням кількості наповнювачів у складі виробів спостерігається підвищення масової частки вологи та зниження вмісту жиру.

- - Аналіз втрат маси готових виробів свідчить про позитивний вплив наповнювачів на здатність м'ясних систем утримувати вологу і жир під час термічної обробки, що виражається у зменшенні втрат маси дослідних зразків.

- - Додавання екструдованих пшеничних висівок і вівсяних пластівців до складу рублених виробів сприяє зниженню показників напруження зрізу та роботи різання, що підтверджується покращенням консистенції виробів за результатами органолептичної оцінки.

- - Високу органолептичну оцінку отримали всі зразки комбінованих виробів, за винятком зразків із 15 % вмістом екструдованих пшеничних висівок і 30 % вівсяних пластівців.

Ці результати демонструють перспективність використання рослинних компонентів у рецептурах рублених виробів.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Розробка карти безпеки праці

Карта безпеки праці для виробництва рублених м'ясних виробів має містити детальні інструкції, спрямовані на забезпечення безпеки працівників і дотримання санітарно-гігієнічних норм. Приклад розробленої карти приведено на рисунку 4.1.

<i>I. Організація робочого місця</i>
Розташування обладнання: робочі поверхні, машини, й інструменти мають бути розміщені так, щоб забезпечити вільний доступ і безпечну роботу. Освітлення: робочі зони повинні бути добре освітлені. Антиковзкі покриття: підлога має бути з матеріалу, що запобігає ковзанню, і регулярно очищатися.
<i>II. Використання обладнання</i>
Перевірка обладнання: перед початком роботи потрібно перевірити справність ножів, м'ясорубок, міксерів та іншого устаткування. Інструктаж: працівники повинні бути навчені правильному використанню кожного типу обладнання. Захист рук: використання спеціальних рукавичок (наприклад, з металевою сіткою) для уникнення порізів.
<i>III. Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ)</i>
Робочий одяг: халати, фартухи, шапки або сітки для волосся. Рукавички: захисні рукавички для уникнення травм і контакту зі шкідливими речовинами. Захист очей: окуляри, якщо є ризик потрапляння частинок або рідин.
<i>IV. Гігієна і санітарія</i>
Регулярне миття рук із використанням антисептичних засобів. Чиста уніформа: щоденна заміна одягу. Дезінфекція обладнання: після кожної зміни або після контакту з м'ясом.
<i>V. Техніка безпеки при роботі</i>
Заборона ручної обробки м'яса біля працюючого обладнання. Використання штовхачів або інших інструментів для подачі продукту в машини. Заборона носіння прикрас та інших предметів, що можуть зачепитися за механізми.
<i>VI. Поводження з електрообладнанням</i>
Регулярна перевірка стану проводів і з'єднань. Заборона використання несправного обладнання. Захист від води: електрообладнання має бути захищене від контакту з рідинами.
<i>VII. Надання першої допомоги</i>
У робочій зоні повинна бути аптечка першої допомоги. Працівники повинні бути інструктовані щодо дій у разі травм або аварій.
<i>VIII. Інструктаж і навчання</i>
Проведення регулярних інструктажів із техніки безпеки. Оцінка ризиків і можливих загроз на робочому місці.
<i>IX. Пожежна безпека</i>
Використання обладнання, яке відповідає пожежним нормам. Наявність вогнегасників у робочій зоні.
<i>X. Контроль за дотриманням правил</i>
Регулярний контроль і перевірки відповідальними особами.

Рисунок 4.1 – Карта безпеки праці під час виробництва рублених м'ясних виробів

Цей документ повинен бути погоджений із відповідними органами, такими як служби охорони праці та санітарні інспекції, і наданий кожному працівнику для ознайомлення.

4.2 Шляхи утилізація відходів м'ясопереробних підприємств

Утилізація відходів м'ясопереробних підприємств є важливим завданням, що спрямоване на зменшення їхнього впливу на довкілля, дотримання санітарних норм і підвищення економічної ефективності виробництва. Основні шляхи утилізації поділяються на переробку, утилізацію з виробництвом вторинної продукції та екологічно безпечне видалення.

1. Переробка відходів.

1.1. Виробництво кормів для тварин.

Сировина: тканини, не придатні для харчування людини, наприклад кістки, сухожилля, залишки м'яса.

Продукт: м'ясо-кісткове борошно або жир, що використовуються в кормовій промисловості.

Методи: варіння, сушка, стерилізація.

1.2. Виробництво технічного жиру.

Сировина: жирова тканина, відходи м'яса.

Продукт: жир для технічного використання (у хімічній промисловості чи як сировина для біодизелю).

1.3. Біогазові установки.

Сировина: органічні відходи, включаючи залишки крові, шкіри, нутроці.

Продукт: біогаз (метан) і біодобрива після ферментації.

Методи: анаеробна ферментація.

1.4. Компостування.

Сировина: органічні рештки.

Продукт: органічне добриво.

Методи: додавання вуглецевих матеріалів (наприклад, тирси), контроль температури і вологості.

2. Утилізація з виробництвом вторинної продукції.

2.1. Виробництво колагену та желатину.

Сировина: кістки, шкіра.

Продукт: желатин, що використовується в харчовій, косметичній і фармацевтичній галузях.

2.2. Фармацевтична промисловість.

Сировина: органи тварин (печінка, селезінка тощо).

Продукт: біологічно активні речовини (ензими, гормони).

3. Екологічно безпечне видалення.

3.1. Інсинерація (спалювання).

Сировина: відходи, що не підлягають переробці.

Продукт: енергія, попіл.

Переваги: повне знищення патогенів, зменшення обсягу відходів.

Недоліки: високі витрати енергії, викиди у повітря.

3.2. Захоронення у спеціальних полігонах.

Використовується для відходів, які не можна переробити або спалити.

Полігони повинні відповідати екологічним стандартам, щоб уникнути забруднення ґрунту й вод.

3.3. Хімічна нейтралізація.

Застосовується для крові або інших рідких відходів.

Використання хімічних речовин для дезактивації патогенів.

4. Інші методи.

Рециклізація кісток і рогів: виробництво сувенірів, добрив, вуглецевих фільтрів.

Застосування в енергетиці: використання органічних залишків як джерела енергії для роботи підприємства.

Основні вимоги до утилізації.

Санітарний контроль: дотримання вимог щодо гігієни та безпеки.

Екологічна безпечність: запобігання забрудненню води, ґрунту та повітря.

Ефективність: вибір методів, що мінімізують втрати ресурсів і витрати.

Вибір конкретного способу утилізації залежить від типу відходів, масштабів виробництва та економічної доцільності.

Висновки за розділом

Була розроблена карта безпеки для операторів лінії виробництва рублених м'ясних виробів збагачених харчовими волокнами та визначені основні шляхи утилізації відходів, які переробки м'яса у м'ясні продукти.

5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Організація проведення дослідження

Структура дослідження включає в себе складання переліку завдань, визначення їх взаємозв'язку між собою, тривалості та розрахунок кошторису витрат на проведення експерименту.

У таблиці 5.1 наведено завдання, які передбачалося виконати для демонстрації процесу виробництва фаршу з круп'яною начинкою під час дослідження.

Таблиця 5.1 – План проведення дослідження

Позначення види роботи $i-j$	Вид робіт	Тривалість виконання t_{ij} , днів
1-2	Робота над вибором та доцільністю виконання досліджень	2
2-3	Робота над пошуком літератури та написанням аналітичного огляду	8
3-4	Робота над плануванням дослідного процесу	3
4-5	Пошук методик проведення експериментальних досліджень та ознайомлення з ними	6
5-6	Вивчення якісних характеристик вітчизняних продуктів переробки зерна – джерел харчових волокон	4
6-7	Способи підготовки екструдованих пшеничних висівків і вівсяних пластівців	6
7-8	Дослідження впливу наповнювачів на комплекс якісних характеристик м'ясних рублених напівфабрикатів	8
7-9	Дослідження впливу наповнювачів на комплекс якісних характеристик м'ясних рублених виробів	7
7-10	Розробка рецептур і технології виробництва нових видів м'ясних рублених виробів з наповнювачами	5
8-11	Обробка даних експериментальних дослідження	3
9-11		1
10-11		2
11-12	Підготовка матеріалу для публічного оприлюднення	8
Всього		63

Отже, для виконання всіх завдань та реалізації цілей магістерської роботи знадобиться 63 дні.

5.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження

Вартість основних і побічних матеріалів розраховується за формулою:

$$M = \sum m_1 \cdot C_1, \quad (5.1)$$

де m_1 – кількість витраченого і-го матеріалу;

C_1 – ціна одиниці і-го матеріалу, грн.

Результати розрахунку матеріальних витрат наведено в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Необхідна кількість основних матеріалів та їх вартість

Найменування, одиниці	Кількість	Ціна, грн.	Сума, грн.
Яловичина, кг	5	250,00	1250,00
Екструдат пшеничних висівок, кг	2	7,20	14,40
Вівсяні пластівці, кг	2	30,00	60,00
Всього			1324,40

Результати розрахунків наведено в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 – Розрахунок витрат на заробітну плату

Посада	Середньомісячний зарібок, грн	Середньочасовий зарібок, грн	Кількість людино-годин	Сума, грн
Дипломний керівник	8000	50,00	20	1000,00
Всього				1000,00

Відрахування із заробітної плати здійснюються за ставкою 22% від ставки єдиного податку. Здійснюються з бруто-зарплати:

$$H = \frac{1000,00 \cdot 22}{100} = 220,00 \text{ грн.}$$

Споживана електроенергія визначається за такою формулою

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

де M – потужність встановленого електрообладнання, кВт;

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

T – час роботи на установці, год;

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

Витрата енергії, необхідної для приготування фаршу:

$$E_1 = 2,5 \cdot 0,9 \cdot 8 \cdot 4,68 = 84,24 \text{ грн.}$$

Витрата енергії, необхідної для термічної обробки напівфабрикатів:

$$E_2 = 1,6 \cdot 0,9 \cdot 24 \cdot 4,68 = 161,74 \text{ грн.}$$

Споживана потужність для роботи комп'ютера:

$$E_3 = 0,7 \cdot 0,9 \cdot 248 \cdot 4,68 = 731,20 \text{ грн.}$$

Загальне споживання електроенергії:

$$E_{\text{заг}} = E_1 + E_2 + E_3 = 84,24 + 161,74 + 731,20 = 977,18 \text{ грн.}$$

Амортизація обладнання, що використовується в процесі дослідження, розраховується за такою формулою

$$A = \frac{\Phi \cdot H \cdot t}{100 \cdot 12}, \quad (5.3)$$

де A – амортизаційні відрахування, грн;

Φ – вартість устаткування, грн;

H – річна норма амортизації, %;

t – тривалість проведення дослідження на устаткуванні, днів;

365 – кількість днів у році.,

Результати розрахунків амортизації подано в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 – Результати розрахунків витрат на амортизацію

Устаткування	Вартість, грн.	Річна норма амортизації, %	Тривалість роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн.
Машина для приготування фаршу	23480,30	10	1	6,40
Обладнання для термічної обробки напівфабрикатів	5600,00	10	3	4,60
Ноутбук	23000,00	24	31	468,82
Всього				479,82

Накладні витрати є наступними:

$$\frac{(1000,00 \cdot 80)}{100} = 800,00 \text{ грн.}$$

В таблиці 5.5 наведено кошторис витрат на проведення дослідження.

Таблиця 5.5 – Кошторис витрат на проведення дослідження

Найменування витрат	Сума, грн.
Матеріали основні	1324,40
Оплата праці учасникам досліджень	1000,00
Нарахування на заробітну плату	220,0
Електроенергія	977,18
Амортизація	479,82
Накладні витрати	800,00
Всього	4801,40

Проаналізовані дані свідчать, що витрати на основні матеріали та витрати на оплату праці посідають перше місце.

5.3 Розрахунок вартості дослідження

Розрахункова ціна досліджень визначається:

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

де $Ц$ – вартість дослідження, грн;

C – витрати на дослідження, грн;

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

$$Ц = 4801,4 + \frac{30 \cdot 4801,40}{100} = 6241,82 \text{ грн.}$$

Вартість дослідження склала 6241,82 гривень.

Висновки за розділом

Найбільшими статтями витрат за період дослідження стали витрати на основні матеріали та витрати на оплату праці, які склали 1324,40 грн. і 1000,00 грн. Враховуючи нормативну рентабельність у 30%, загальна вартість дослідження становить 6241,82 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. На підставі комплексного вивчення якісних характеристик вітчизняних продуктів переробки зерна, таких як продукти екструзійної обробки пшеничних висівок і вівсяних пластівців, було обґрунтовано вибір рослинної сировини для виробництва м'ясних виробів. Результати дослідження показали, що зразки екструдата пшеничних висівок і вівсяних пластівців повністю відповідають вимогам нормативних документів.

2. Було встановлено, що висівки мають найвищу поживну цінність і найкращі технічні властивості з помелом 195 – 670 мкм, зі ступенем подрібнення 195 – 670 мкм. та за подальшої гідратації при температурі 80 – 85 °С, що триває 30 – 40 хв.

3. Проаналізовано зміни комплексу показників якості м'ясних фаршевих напівфабрикатів. Результати показали, що додавання пшеничних висівок до рецептури екструдованих виробів підвищує вміст білкових речовин у виробі з 5 % заміників м'яса на 9,3 %, 7,5 % – на 7,6 % та 10% – на 7 % порівняно з контрольним зразком; показники для виробів з 12,5 % заміників м'яса не відрізняються від контрольного зразка; показники для виробів з 25 % заміників м'яса достовірно вищі від контрольного зразка. Вміст білка у м'ясо-рослинних виробі з вівсяними пластівцями достовірно не відрізняється від контрольного зразка, але масова частка білка у виробі з 25 % та 30 % вівсяних пластівців на 5,6 % та 6,5 % нижча, ніж у контрольному зразку відповідно.

4. Проведено комплексну оцінку функціонально-технологічних, структурно-механічних та органолептичних властивостей м'ясних фаршевих виробів. Результати показали, що втрата маси під час термічної обробки зменшилася на 4,7 %, 14 %, 17,5 % та 19,2 % для зразків із вмістом висівок 7,5 %, 10 % та 12,5 % відповідно, порівняно з контрольним зразком із вмістом висівок 5 %. Граничне напруження при зсуві та характеристики зсуву зразка, що містив вівсяні пластівці, були нижчими, ніж у зразка з висівками, і

подібними до контрольного зразка з вмістом вівсяних пластівців 20 – 30 %. Колір зразків фаршу з найнижчим вмістом вівсяних пластівців (10 – 15 %) був майже ідентичним кольору контрольних зразків.

5. Наведено оптимальні рецептури та технологічні схеми виробництва котлетних виробів, згідно з якими рекомендовано використовувати 7,5 – 12,5 % екструдату пшеничних висівок та 15 – 25 % вівсяних пластівців як рослинні наповнювачі для підвищення стабільності властивостей фаршевих виробів.

6. озроблена карта безпеки для операторів лінії виробництва рублених м'ясних виробів збагачених харчовими волокнами та визначені основні шляхи утилізації відходів, які переробки м'яса у м'ясні продукти.

7. Найбільшими статтями витрат за період дослідження стали витрати на основні матеріали та витрати на оплату праці, які склали 1324,40 грн. і 1000,00 грн. Враховуючи нормативну рентабельність у 30%, загальна вартість дослідження становить 6241,82 грн.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Піоваров О.А., Ковальова О.С., Кошулько В.С. Інноваційний інжиніринг в окремих галузях харчового виробництва. Дніпро: ФОП Обдимко О.С., 2022. 407 с.
2. Піоваров О.А., Ковальова О.С., Кошулько В.С. Інноваційний інжиніринг в окремих галузях харчового виробництва. Дніпро: ФОП Обдимко О.С., 2022. 407 с.
3. Кандалей, О. В. (2007). Технологія м'ясних кулінарних виробів функціонального призначення з використанням фукусів. Київ: КНТЕУ.
4. Черевко, О. І., Пересічний, М. І., & Тюрікова, І. С. (2017). Інноваційні технології харчової продукції функціонального призначення. Харків, ХУДУХТ. 189 с.
5. Ковальчук, В., Земелько, М., & Бухкало, С. (2024). Приклади дослідження властивостей м'ясних виробів функціонального призначення для комплексної технології. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів, (1 (1367)), 38-49.
6. Плохенко, Т. В., & Ряполова, І. О. (2021). Перспективні технології виробництва м'ясних січених кулінарних виробів. Resource-Saving Technologies of Apparel, Textile & Food Industry, 179-181.
7. Віннікова, Л. Г., Агунова, Л. В., & Азарова, Н. Г. (2009). Вплив внесення нетрадиційної сировини на тривалість зберігання м'ясопродуктів функціонального призначення. Наукові праці [Одеської національної академії харчових технологій], (36 (2)), 104-108.
8. Лялик, А. Т., & Криськова, Л. П. (2016). Сучасні технології виробництва продуктів функціонального призначення, збагачених Омега-3 жирними кислотами. Матеріали V Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 243-244.

9. Баштова, Н. К. (2015). Конструювання м'ясних виробів із застосуванням рослинних інгредієнтів. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Тваринництво, (6), 87-90.
10. Камсуліна, Н. В., & Желева, Т. С. (2016). Технологія м'ясних продуктів функціонального призначення. Х. : ХДУХТ, 2016. 57 с.
11. Слободянюк, Н. М., & Дурностук, Б. І. Використання пребіотиків при виробництві варених м'ясних виробів функціонального призначення. Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, 187.
12. Приходько М.Ф. Виробництво функціональних м'ясних виробів з використанням білкових добавок. Матеріали НПК викладачів, аспірантів та студентів Сумського НАУ (26-29 квітня 2022 р.). С.81.
13. Агунова, Л. В. (2015). Використання пластівців пшеничного зародку у технології виробництва функціональних м'ясних продуктів. Зернові продукти і комбікорми, (1), 46-50.
14. Обада, Н. В. (2023). Використання кальцієвмісної добавки при виробництві м'ясних напівфабрикатів функціонального призначення (Doctoral dissertation, ОНТУ, кафедра технології м'яса, риби та морепродуктів).
15. Авдєєва, Л. Ю., & Шафранська, І. С. (2014). Збагачення м'ясних напівфабрикатів біологічно активними речовинами рослинної сировини. Наукові праці [Одеської національної академії харчових технологій], (46 (2)), 174-176.
16. Бандура, В. (2021). Аналіз новітніх розробок виготовлення продуктів функціонального призначення на основі печінкового паштету. Problems of modern science and practice, 1, 435.
17. Янчева М., Пешук Л., Дроменко О. Фізико-хімічні та біохімічні основи технології м'яса і м'ясних продуктів. К.: Центр навчальної літератури, 2017. 304 с.
18. Промислові технології переробки м'яса, молока та риби : підручник / Ф В. Перцевий, О. Г. Терешкін, П. В. Гурський та ін. ; за ред. Ф. В. Перцевого, О. Г. Терешкіна, П. В. Гурського. Київ : Інкос, 2014. 340 с.

19. Сирохман І., Лозова Т. Товарознавство м'яса і м'ясних товарів. 2-ге видання. Київ: Центр учбової літератури, 2017. 378 с.
20. Промислові технології переробки м'яса, молока та риби : підручник / Ф В. Перцевий, О. Г. Терешкін, П. В. Гурський та ін. ; за ред. Ф. В. Перцевого, О. Г. Терешкіна, П. В. Гурського. Київ : Інкос, 2014. 340 с.
21. Пешук, Л. В. Технологія переробки вторинних продуктів м'ясної галузі : підручник / Л. В. Пешук ; Нац. ун-т харч. технол. Київ : ЦУЛ, 2018. 366 с
22. Технологія м'ясопродуктів із нетрадиційної м'ясної сировини : підручник / Л. В. Пешук, М. О. Янчева, О. І. Гащук, С. Г. Кириченко ; Нац. ун-т харч. технол., Харк. держ. ун-т харч. та торг. Київ : ЦУЛ, 2017. 300 с.
23. Новікова, Н., & Кірін, В. (2021). Інноваційні технології виробництва м'ясних напівфабрикатів шляхом збагачення їх мікронутрієнтами.
24. Баль-Прилипко, Л. В. Актуальні проблеми м'ясопереробної галузі : підручник / Л. В. Баль-Прилипко. Київ : КВІЦ, 2011. 288 с.
25. Баль-Прилипко, Л. В. Інноваційні технології якісних та безпечних м'ясних виробів : монографія / Л. В. Баль-Прилипко ; за ред. С. Д. Мельничука. Київ : НУБіП, 2012. 207 с.
26. Ковальова О.С., Кошулько В.С. Інноваційна технологія дезінфекції технологічного обладнання харчових виробництв. The 5th International scientific and practical conference "Prospects of modern science and education" (February 07 – 10, 2023) Stockholm, Sweden. International Science Group. 2023. P. 609-612. <https://doi.org/10.46299/ISG.2023.1.5>
27. Kovalova O., Pivovarov O., & Koshulko, V. Effect of plasma-chemically activated aqueous solutions on the process of disinfection of food production equipment. Food Science and Technology. 2022. 16 (3). P. 61-70. DOI: <https://doi.org/10.15673/fst.v16i3.2392>
28. Pivovarov O., Kovalova O., Koshulko, V. Disinfection of marketable eggs by plasma-chemically activated aqueous solutions. Food Science and Technology. 2022. 16(1). P. 101-111. <https://doi.org/10.15673/fst.v16i1.2289>

29. Pivovarov O., Kovalova O., Koshulko V., Aleksandrova A. Study of use of antiseptic ice of plasma-chemically activated aqueous solutions for the storage of food raw materials. *Food science and technology*. 2021. Vol. 15, Issue 4. P. 95-105. <https://doi.org/10.15673/fst.v15i4.2260>
30. Kovaliova, O., Tchoursinov, Y., Kalyna, V., Koshulko, V., Kunitsia, E., Chernukha, A., Bezuglov, O., Bogatov, O., Polkovnychenko, D., & Grigorenko, N. (2020). Identification of patterns in the production of a biologically-active component for food products. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2(11 (104)), 61–68. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.200026>
31. Kumar, S. U. N. I. L., Bhat, Z. F., Kumar, P. A. V. A. N., & Mandal, P. K. (2013). Functional meat and meat products. *Animal products technology*, 404-455.
32. Vasilev, D., Glišić, M., Janković, V., Dimitrijević, M., Karabasil, N., Suvajdžić, B., & Teodorović, V. (2017, September). Perspectives in production of functional meat products. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 85, No. 1, p. 012033). IOP Publishing.
33. Ansorena, D., & Astiasarán, I. (2007). Functional meat products. In *Handbook of fermented meat and poultry* (pp. 257-266). Blackwell Publishing Iowa, USA.
34. Angiolillo, L., Conte, A., & Del Nobile, M. A. (2015). Technological strategies to produce functional meat burgers. *LWT-Food Science and Technology*, 62(1), 697-703. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.08.021>
35. Khajavi, M. Z., Abhari, K., Barzegar, F., & Hosseini, H. (2020). Functional meat products: the new consumer's demand. *Current nutrition & food science*, 16(3), 260-267. <https://doi.org/10.2174/1573401315666190227161051>
36. Decker, E. A., & Park, Y. (2010). Healthier meat products as functional foods. *Meat science*, 86(1), 49-55.
37. Gabdukaeva, L. Z., Gumerov, T. Y., Nurgalieva, A. R., & Abdullina, L. V. (2021). Current trends in the development of functional meat products to improve the nutritional status of the population. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 624, No. 1, p. 012196). IOP Publishing.

38. Arihara, K., & Ohata, M. (2011). Functional meat products. In Functional foods (pp. 512-533). Woodhead Publishing.
39. Joshevska, E., Kuzelov, A., Dimitrovska, G., & Bojkovska, K. (2019). Improvement of the production technology of meat products with the addition of functional components. *Journal of Agriculture and plant sciences*, 17(2), 31-37.
40. Ahmad, S. R., Qureshi, A. I., Hussain, S. A., Fayaz, H., & Sofi, A. H. (2024). Design and Development of Meat-Based Functional Foods. In *Hand Book of Processed Functional Meat Products* (pp. 129-156). Cham: Springer Nature Switzerland.
41. Smetana, S., Terjung, N., Aganovic, K., Alahakoon, A. U., Oey, I., & Heinz, V. (2019). Emerging technologies of meat processing. In *Sustainable meat production and processing* (pp. 181-205). Academic Press.
42. Kumar, A., Kumar, S., Sharma, B. D., Mendiratta, S. K., Verma, O. P., & Patel, A. K. (2012). Functional meat and meat products: an overview. *Journal of Advanced Veterinary Research*, 2(4), 314-324.
43. Arihara, K. (2006). Strategies for designing novel functional meat products. *Meat science*, 74(1), 219-229. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.04.028>
44. Zhang, W., Xiao, S., Samaraweera, H., Lee, E. J., & Ahn, D. U. (2010). Improving functional value of meat products. *Meat science*, 86(1), 15-31.
45. Toldrá, F. (Ed.). (2022). *Lawrie's meat science*. Woodhead Publishing. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://surl.li/xdjjty>
46. Toldrá, F. (Ed.). (2010). *Handbook of meat processing*. John Wiley & Sons. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://surl.li/mbpcgh>
47. Toldrá, F. (Ed.). (2022). *Lawrie's meat science*. Woodhead Publishing. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://surl.li/xdjjty>
48. Hui, Y. H. (Ed.). (2012). *Handbook of meat and meat processing*. CRC press. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://surl.li/nhujre>