

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

Факультет харчових технологій та біотехнології

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

**ДО ЗАХИСТУ ДОПУЩЕНО
ЗАВІДУВАЧ КАФЕДРИ**

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

« 25 » декабря 2025 г.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття освітнього ступеня магістра

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

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

на тему: «Технологічні особливості виробництва м'ясних напівфабрикатів функціонального призначення»

Виконавець:

здобувач

ІВАШКІВ Олег Андрійович
(прізвище, ім'я та по батькові)

Керівник:

ВОЛОШИН Ростислав Веніамінович
(прізвище, ім'я та по батькові)

Рецензент:

(прізвище, ім'я та по батькові)

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

Факультет Харчових технологій та біотехнологій
Кафедра Технології м'яса, м'ясних та олійно-жирових виробів
Освітній ступінь Магістр
Спеціальність 181 Харчові технології
ОПП «Технології зберігання, консервування і переробки м'яса»

ЗАТВЕРДЖУЮ

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

« 12 » _____ грудня _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу здобувача вищої освіти

ІВАШКІВА Олега Андрійовича
(прізвище, ім'я та по батькові)

1. Тема роботи: Технологічні особливості виробництва м'ясних напівфабрикатів функціонального призначення

керівник роботи: ВОЛОШИН Ростислав Веніамінович, доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

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

2. Строк подання здобувачем роботи 26.11.2025.

3. Вихідні дані до роботи: Здійснити аналітичний огляд поточного стану розвитку функціональних харчових виробів. Вивчити теоретичні основи створення функціональних м'ясних продуктів на базі оцінки нутрієнтного потенціалу ключової сировини. Дати оцінку нутрієнтного потенціалу м'ясної сировини з метою розробки функціональних та спеціалізованих виробів.

Розробити технологічні прийоми коригування характеристик м'ясної системи згідно з потребами функціональних та спеціалізованих м'ясних продуктів. Провести підбір високоефективних комплексів технологічних та функціональних харчових компонентів для збагачення функціональних та спеціалізованих м'ясних продуктів. Надати практичне підтвердження спеціалізованих методів підготовки води для підвищення біологічної цінності функціональних та спеціалізованих м'ясних продуктів, виготовлених з її застосуванням. Розробити окремі технологічні схеми функціональних та спеціалізованих м'ясних продуктів та провести всебічну оцінку їхньої ефективності та безпеки.

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

5. Перелік графічного матеріалу рисунки, графіки, діаграми, таблиці, принципи технологічних схем, технологічні лінії виробництва.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1. Вступ	доц. Волошин Р.В.	/підпис/	/підпис/
2. Огляд літератури	доц. Волошин Р.В.	/підпис/	/підпис/
3. Матеріали і методи досліджень	доц. Волошин Р.В.	/підпис/	/підпис/
4. Експериментальна частина	доц. Волошин Р.В.	/підпис/	/підпис/
5. Економічна ефективність	Березівський Я.П.	/підпис/	/підпис/
6. Висновки та список використаних жерел	доц. Волошин Р.В.	/підпис/	/підпис/

7. Дата видачі завдання 26.03.2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Здобувач _____ /підпис/ _____ Івашків О.А.
(підпис) (ім'я та прізвище)

Керівник роботи _____/підпис/_____ **Волошин Р.В.**
(підпис) (ім'я та прізвище)

3MICT

ВСТУП

РОЗДІЛ 1. ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

- 1.1. Сучасний стан створення функціональних харчових продуктів.
- 1.2. Принципи створення та історія формування поняття продуктів функціонального призначення.
- 1.3. М'ясна сировина як основа для створення функціональних продуктів.
- 1.4. Технологічні особливості формування функціональних продуктів на основі м'яса.
- 1.5. Фізичні методи очищення води для потреб м'ясопереробної галузі.

РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

- 2.1 Об'єкти досліджень
- 2.2 Методи досліджень

РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

- 3.1 Результати дослідження шматкових напівфабрикатів із яловичини, телятини та яловичої печінки.
- 3.2 Дослідження інноваційного методу фрезерного подрібнення замороженої м'ясної сировини.
- 3.3 Дослідження впливу іонізуючого випромінювання на якість та безпеку м'ясної сировини.
- 3.4 Обґрунтування використання електрохімічної активації води
- 3.5 Технологічні показники м'ясної сировини, обробленої електроактивованою водою
- 3.6 Технологія м'ясних посічених напівфабрикатів для функціонального харчування.
- 3.7 Технологія функціональних м'ясо-рослинних напівфабрикатів
- 3.8 Дослідження впливу високих температур на процес стерилізації продуктів на м'ясній основі.

ВИСНОВКИ

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ЛІТЕРАТУРИ

ВСТУП

Актуальність теми. На всіх етапах становлення людської цивілізації забезпечення продовольством відповідно до природних потреб населення залишається однією з найбільших світових проблем. З динамічним зростанням чисельності мешканців планети, значущість цієї дилеми збільшується. Харчування перетворюється на визначальний чинник, що формує самопочуття суспільства.

У сучасній реальності, коли фундаментом успішного поступу соціуму стала інтенсифікація всіх виробничих процесів, дефіцит часу для більшості осіб слугує головною причиною якісного та кількісного порушення життєвого раціону. Це, як наслідок, призводить до дисбалансу поживних речовин та енергії.

Сьогоднішня людина споживає більшу кількість калорій, ніж витрачає. У її щоденному меню домінують очищені продукти. Вони, після промислової обробки, втрачають значну частку необхідних елементів харчування (зокрема, вітамінів, мікроелементів, харчових волокон та інших складових). Ці порушення в харчуванні провокують виникнення множинних неінфекційних хвороб.

Суттєва роль збалансованого харчового режиму у зменшенні рівня хронічних патологій серед популяції неодноразово була наголошена Всесвітньою організацією охорони здоров'я (ВООЗ) [1]. Якість споживаної їжі здійснює прямий вплив на виникнення та розвиток захворювань травного тракту, печінки та жовчовивідних шляхів, ендокринних відхилень, недуг опорно-рухової системи.

Згідно з інформацією ВООЗ, серед хвороб, у формуванні яких основну функцію виконує чинник харчування, 61% становлять серцево-судинні розлади, 32% – злоякісні новоутворення, 5% – діабет другого типу (незалежний від інсуліну). При цьому найбільш чутливими є діти та молодь: їхнє здоров'я та фізичний розвиток на 70% визначаються структурою харчування [2].

Моніторинг раціону громадян, особливо соціально незахищених прошарків із низьким матеріальним забезпеченням, в Україні продемонстрував нестачу протеїну (до 15–20% від рекомендованих норм споживання), недостатність поліненасичених (омега-3, омега-6) жирних кислот (ПНЖК),

виражений дефіцит вітамінів у більше ніж половини населення.

Зокрема, відзначається: для аскорбінової кислоти – 70-90%; для вітамінів групи В та фолієвої кислоти – 60-80%; для бета-каротину – 40-60%; нестача мінеральних сполук та мікроелементів, а також знижене споживання дієтичних волокон (майже вдвічі нижче рекомендованих показників). Брак вітамінів та мікроелементів називають «прихованим голодуванням», оскільки він тривалий період не має явних клінічних симптомів.

Однак, лише дефіцит життєво важливих елементів коштує країнам у середньому 5% валового внутрішнього продукту. Це виявляється у зниженні робочої ефективності, набутті інвалідності та втраті життів [4].

Для подолання проблеми браку есенціальних нутрієнтів, як на поточному етапі розвитку, так і, очевидно, у майбутньому, людям, окрім традиційних харчових продуктів, потрібні спеціалізовані (функціональні) вироби. Вони мають мати профілактичний ефект, позитивно впливати на конкретні функції організму та сприяти їх підтримці.

Функціональне харчування спрямоване на розв'язання проблеми зміцнення здоров'я суспільства з урахуванням різноманітних особливостей індивідів: віку, нутрієнтного статусу, схильності до недуг, місця проживання. Чим вища їхня індивідуалізована направленість, тим вища їхня результативність. При цьому критично важливо, щоб функціональні продукти залишалися доступними для всіх соціальних груп.

Економічна доцільність виготовлення функціональних харчових виробів, а, отже, і їхня доступність для споживачів, тісно корелює із застосуванням інноваційних технологічних рішень. Це включає новітні виробничі процеси та способи обробки сільськогосподарської сировини. Вони повинні гарантувати не тільки безпечність кінцевої продукції, але й забезпечити максимальне збереження та біологічну активність доданих поживних речовин.

У зв'язку з цим особливої важливості набувають комплексні дослідження в області оцінювання технологічного впливу на сировинну базу, компоненти та продукти функціонального призначення.

Виникнення нових глобальних викликів і, відповідно, зміна продовольчих

потреб населення вимагає подальшого поглиблення наукових знань, технологічних процесів та нормативно-правового регулювання в галузі виробництва спеціалізованого харчування. На поточному етапі особливо важливим є розширення досліджень шляхом міждисциплінарної взаємодії. Це передбачає використання новітніх фізичних методів обробки сировини та харчової продукції. Комбінований технологічний вплив відкриває нові горизонти для розробки та впровадження на підприємствах харчової промисловості сучасних високопродуктивних ліній харчових виробів функціонального та спеціалізованого призначення.

Основною метою кваліфікаційної роботи було створення технології функціональних м'ясних продуктів та розвиток удосконалення виробничих процесів спеціалізованої м'ясної продукції. Це включало оцінювання впливу різних способів технологічної дії на їхню якість та безпечність.

Для реалізації поставленої мети були сформульовані та вирішувалися наступні завдання:

- Здійснити аналітичний огляд поточного стану розвитку функціональних харчових виробів у світовому масштабі.
- Систематизувати вимоги до функціональних м'ясних продуктів з врахуванням актуальної класифікації харчової продукції відповідно до її призначення.
- Розробити методичні основи створення функціональних м'ясних продуктів на базі оцінки нутрієнтного потенціалу ключової сировини.
- Сформулювати науково обґрунтований підхід до оцінювання нутрієнтного потенціалу м'ясної сировини з метою розробки функціональних та спеціалізованих виробів.
- Розробити технологічні прийоми коригування характеристик м'ясної системи згідно з потребами функціональних та спеціалізованих м'ясних продуктів.
- Сформулювати принципи створення високоефективних комплексів технологічних та функціональних харчових компонентів для збагачення функціональних та спеціалізованих м'ясних продуктів.

- Надати науково-практичне підтвердження спеціалізованих методів підготовки води для коригування фізичних властивостей рідини та підвищення біологічної цінності функціональних та спеціалізованих м'ясних продуктів, виготовлених з її застосуванням.

- Розробити окремі технологічні схеми функціональних та спеціалізованих м'ясних продуктів та провести всебічну оцінку їхньої ефективності та безпеки.

На основі всебічного аналізу впливу на якість та безпеку складових та кінцевих виробів особливостей первинного складу сировини, фізичних процесів підготовки води, подрібнення, антимікробної і ферментативної обробки сировини, формування модулів та сумішей, розроблено методику створення функціональних м'ясних продуктів. Обґрунтовано напрямки подальшої оптимізації виробничих процесів спеціалізованої м'ясної продукції.

Систематизовано вимоги до функціональних м'ясних продуктів з урахуванням їхньої класифікації в загальній ієрархічній структурі харчових виробів як самостійної категорії. Запропоновано поділ функціональних м'ясних продуктів та розроблено методику їхнього створення на базі оцінки нутрієнтного потенціалу вихідної сировини.

Розроблено технологічні способи модифікації властивостей м'ясної основи відповідно до вимог функціональних та спеціалізованих м'ясних продуктів. Сформульовано принципи створення ефективних комплексів технологічних та функціональних харчових інгредієнтів для збагачення спеціалізованих та функціональних м'ясних продуктів.

Вивчено вплив фізичних методів коригування параметрів води та досліджено її вплив на якість та безпеку функціональних та спеціалізованих м'ясних продуктів, виготовлених з її використанням. Науково підтверджено оптимальні показники радіаційної обробки для одержання безпечної м'ясної продукції. Досліджено видовий склад залишкової мікрофлори та доведено згубну дію дози до для патогенних мікроорганізмів.

Створено алгоритм аналізу м'ясної сировини з метою встановлення його характерних особливостей. Визначено можливості використання різних типів

м'яса (яловичина, птиця) та субпродуктів у складі функціональних м'ясних виробів.

Методологія та способи досліджень базуються на послідовному здійсненні таких стадій: формулювання проблематики, теми та мети роботи; аналіз науково-технічної та патентової інформації щодо предмету дослідження; формулювання гіпотези та визначення завдань дослідження; розробка наукової концепції втілення гіпотези; проведення експериментів; математична обробка отриманих даних та результатів.

У роботі були задіяні стандартні та загальновизнані фізико-хімічні, мікробіологічні, мікроструктурні, сенсорні та інші методи аналізу харчової продукції. Достовірність отриманих відомостей підтверджується коректним застосуванням теоретичних та експериментальних інструментів і методик проведення досліджень, обґрунтуванням та статистичною верифікацією результатів.

Кваліфікаційна робота складається з вступної частини, огляду літературних джерел, опису об'єктів та методів аналізу, викладу отриманих результатів та їхнього обговорення, підсумкових висновків, списку використаної літератури, що містить 30 позицій. Основний вміст роботи представлено на 73 сторінках, включає 16 таблиць, 4 рисунки.

РОЗДІЛ 1. ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

1.1. Сучасний стан створення функціональних харчових продуктів.

Нинішній період розвитку суспільства характеризується, з одного боку, визначними здобутками в науці, техніці та технологіях. З іншого боку, спостерігається погіршення екологічної обстановки на планеті, збільшення психоемоційних перевантажень, хронічний брак часу, зростання обсягів інформаційного потоку, зміни життєвого ритму та раціону. Водночас, харчування залишається найважливішим чинником, що впливає на здоров'я особи, її працездатність, здатність протистояти всім зовнішнім впливам і, в кінцевому підсумку, визначає тривалість та якість існування.

Протягом останніх років енерговитрати населення України, передусім мешканців міст, істотно зменшилися. Отже, знизилася потреба в енергії та її джерелі – їжі. Проте, потреба у мікронутрієнтах та інших фізіологічно необхідних сполуках майже не змінилася. Ця обставина призвела до прояву у громадян симптомів імунодефіциту та недостатньої здатності до пристосування до несприятливих умов навколишнього середовища. Це зумовило високий попит на біологічно активні добавки (БАД) до їжі, які сприяють підтримці та зміцненню людського організму [5, 6].

Таким чином, потреби мешканців індустриально розвинених країн у мікронутрієнтах не можуть бути нині задоволені виключно за рахунок звичайного харчування. Необхідне додаткове надходження фізіологічно активних інгредієнтів (нутріцевтиків, парафармацевтиків, пробіотиків та інших компонентів).

В Україні фіксуються значні відхилення у харчуванні більшості як дорослих, так і дітей. У дитячій популяції такі недоліки спричиняють уповільнення росту та розвитку. У дорослих – скорочення імунного захисту, фізичної та інтелектуальної продуктивності, зростання захворюваності та скорочення терміну життя [1].

Численні клінічні та статистичні дослідження підтверджують взаємозв'язок між раціоном та поширенням хронічних хвороб, включаючи серцево-судинні, гастроентерологічні, патології кісткової системи, окремі типи

злоякісних пухлин та інші недуги.

Показники захворюваності та дефіциту елементів за відомостями Міністерства охорони здоров'я, до 70% осіб в державі мають одне або кілька хронічних захворювань. 20% з них потребують медичної допомоги, і лише 10% населення можуть вважатися цілком здоровими. При цьому для різних вікових категорій характерні специфічні нестачі певних мікроелементів [7].

Згідно зі статистикою, серед хвороб, пов'язаних із режимом харчування, розлади системи кровообігу посідають лідируюче місце за летальністю. Регулярні масові обстеження всіх груп громадян у різних регіонах країн вказують на крайню недостатність споживання вітамінів та ряду мінеральних сполук. У 70–90% людей виявляється нестача аскорбінової кислоти; у 40-80% – вітамінів групи В та фолієвої кислоти; 40-60% – вітаміну А, β-каротину та інших каротиноїдів; 20-30% – вітаміну В; 20-30% – вітаміну Е. Брак вітамінів супроводжується недостатнім надходженням ряду мікроелементів. Наприклад, близько 20–55% популяції мають дефіцит заліза, кальцію, фтору, селену, йоду та інших. Ситуація ускладнюється тим, що приблизно 60% населення постійно перебувають в умовах шкідливого впливу забрудненого довкілля.

Отже, більшість громадян потребує оздоровлення шляхом корекції раціону [9].

Обсяги створення функціональної продукції в Україні виробництво збагаченої та функціональної їжі оцінюється на рівні 2–3% від загальної кількості виробленої продукції. Це, переважно, молочні, хлібобулочні товари та незначна частина соків і напоїв. Для зіставлення, у розвинутих державах світу, таких як Японія, США, Франція, Німеччина, частка виробництва збагачених та функціональних продуктів становить 20–25% від сукупного обсягу харчової промисловості [10].

Реалізація законодавчих ініціатив та державної політики у сфері збереження здоров'я вимагає розробки та впровадження інноваційних технологій, нарощування обсягів створення нових функціональних, збагачених та дієтичних харчових товарів (м'ясних, молочних, хлібобулочних, харчоконцентратних, кондитерських, напоїв та соків) [12].

Головним завданням політики держави у галузі здорового харчування є формування економічної, правової та матеріальної основи, яка повинна забезпечити:

- національне виробництво основних видів продовольчої сировини та харчових товарів, що відповідають сучасним критеріям якості та безпеки, в обсягах не менше 70–80% від потреб країни.
- розвиток вітчизняного виготовлення харчових інгредієнтів та добавок, необхідних для сучасних виробництв харчових продуктів (включаючи фортificaцію незамінними поживними речовинами), продуктів цільового призначення, спеціалізованих лікувальних та профілактичних товарів на 20–40% від загальної потреби.
- Підтримку вітчизняного виробництва спеціалізованих продуктів для дитячого раціону, що повністю задовольняють потреби здорових малюків раннього віку.
- Створення системи організації харчування дітей у групових закладах.
- Започаткування адресної підтримки у спеціалізованому живленні для вагітних та годуючих жінок.
- Збільшення випуску м'ясних та молочних товарів зі зменшеним вмістом ліпідів до 20-30% від загального обсягу.
- Збільшення виробництва екологічно чистих (органічних) продуктів.

Отже, в Україні існують необхідні правові передумови для успішного розвитку створення функціонального харчування.

1.2. Принципи створення та історія формування поняття продуктів функціонального призначення

Наукова ідея функціонального харчування, яка охоплює розробку теоретичних засад, виготовлення, реалізацію та споживання функціональних продуктів, постала в Японії у 80-ті роки XX століття [15].

Під функціональним харчуванням пропонувалося розуміти продовольчі товари, склад яких був цілеспрямовано змінений через додавання специфічних

інгредієнтів. У Японії ця концепція виникла як поняття для розмежування харчових продуктів, у виробництві яких використовувалися сполуки природного походження, від лікарських форм (капсул, таблеток, порошків та ін.). Японські науковці визначили три ключові характеристики функціональних товарів: харчова (енергетична) цінність, привабливий смак, позитивний фізіологічний ефект [25].

Термін «функціональне харчування» охоплює потенційно корисні вироби, включаючи будь-яку «модифіковану їжу» або харчові складові, які можуть забезпечувати користь для здоров'я, окрім основної поживної цінності [15].

В Україні термінологія в даній сфері сформувалася відносно недавно. Під функціональним товаром розуміється «спеціальний продовольчий виріб, призначений для регулярного вживання у складі харчового раціону всіма віковими групами здорових осіб, що має науково підтверджені властивості, які зменшують ризик виникнення хвороб, пов'язаних з харчуванням, запобігає або компенсує нестачу фізіологічно функціональних компонентів в організмі людини, що містяться у його складі» [16].

Функціональний продукт, крім дії традиційних поживних речовин, які він містить, повинен: надавати позитивний вплив на людське здоров'я; регулювати певні процеси в системі; запобігати розвитку конкретних патологій. До продуктів функціонального харчування належать вироби із заданими характеристиками залежно від цілей їхнього використання [17]. В основному це стосується зменшення або збільшення частки певних елементів їжі – протеїну, амінокислот, ліпідів, вітамінів, мікро- і макроелементів, дієтичних волокон тощо. Вимоги, що висуваються до функціонального харчування, зазвичай, є специфічними та відрізняються від товарів загального вжитку [18].

Ключова увага при створенні функціональних продовольчих товарів приділяється медико-біологічним критеріям до розроблюваних виробів, інгредієнтів та добавок, що входять до їхнього складу. До таких критеріїв входять: відсутність шкідливої дії (нешкідливість, відсутність побічних негативних ефектів та алергічної небезпеки); взаємодія харчових компонентів; дотримання дозволеного вмісту збагачувальних елементів; сенсорні

характеристики продукту; загальногігієнічні показники [19].

До функціональних продуктів харчування обов'язково мають бути розроблені рекомендації щодо їхнього застосування. В окремих ситуаціях (не дієтичні, а лікувальні товари) потрібна їхня клінічна перевірка [20].

Таким чином, в Україні та в інших державах функціональне харчування – це продовольчі вироби, що сприяють збереженню самопочуття та зниженню ймовірності появи захворювань. Іншими словами, це повністю відповідає відомому афоризму «батька медицини» Гіппократа: «Нехай їжа буде твоїми ліками, а ліки – їжею».

Існує дві головні засади «трансформації» харчового виробу на функціональний: збагачення товару нутрієнтами у процесі його виготовлення. Модифікація в період життя організму, тобто отримання сировини із заздалегідь визначеним складом компонентів. Це дозволяє підвищити її функціональні властивості [20, 21].

Найбільш поширеним є перший принцип. За першою засадою розробку функціональних товарів можна здійснювати двома способами:

- на базі вже існуючих виробів загального призначення. Це передбачає внесення до їхньої рецептури одного або кількох компонентів, що забезпечують цільову спрямованість продукту, або заміну частини товару на інші складові.

- без прив'язки до базових рецептур та технологій уже наявних харчових виробів [23].

Перший спосіб означає, що основою (контрольним зразком) виступає традиційний, серійно виготовлюваний товар. Потім, з урахуванням цільового призначення розроблюваного продукту, визначаються обсяги функціональних добавок, що вносяться. Розглядається сумісність добавок з обраним виробом. Надалі частина основи продукту або його складових замінюється на функціональні добавки. У рецептуру товару за необхідності додаються речовини, що покращують структуру, сенсорні показники та зовнішній вигляд. При цьому головною метою створення функціональних виробів є одержання товару вищої якості порівняно з обраним еталонним зразком [24].

Другий спосіб передбачає постановку завдання отримати новий продукт із

заздалегідь заданими функціональними характеристиками та показниками якості. Усі створювані рецептури повинні містити у своєму складі компонент (добавку), що надає товару функціональну спрямованість. Дозування введення такої добавки (вона може бути моно- та/або поліфункціональною) визначається за рекомендаціями лікарів. Це означає, що при розробці рецептури функціональна добавка є незмінною величиною [25, 26].

Прикладом першого принципу з врахуванням звичайних продуктів може бути збагачення товарів кальцієм. З цією метою при виготовленні м'ясних виробів можуть використовуватися молочні продукти, солі кальцію тощо. Продукти, збагачені кальцієм, широко застосовуються у дитячому та лікувально-профілактичному харчуванні при патологіях опорно-рухового апарату [27].

Збагачення товарів вітамінами – складніший процес через те, що вітаміни не стійкі до високих температур варіння та стерилізації, а вітамін С додатково розпадається у присутності заліза навіть за звичайної температури [28].

Найбільш трудомісткими є методи модифікації в процесі життєдіяльності продуктів рослинного та тваринного походження [29-31]. У цьому випадку біологічно активні сполуки вводяться у вихідну сировину на етапі клітинного формування. Наприклад, при виробництві яєць, збагачених селеном. Селен додається до корму для сільськогосподарської птиці і через плацентарний бар'єр переноситься в яйце. Іншим прикладом прижиттєвого формування функціональних характеристик є удобрення ґрунтів розчинами, насиченими мікроелементами, з метою отримання збагачених сільськогосподарських культур. Прикладом цього є експерименти з вирощуванням петрушки і топінамбура на ґрунтах, оброблених водними розчинами солей мікроелементів кобальту, йоду і селену [22].

Засади прижиттєвої модифікації, зокрема при отриманні м'яса із заданим співвідношенням жирних кислот і селену, базуються на зміні раціону харчування тварин. Результати досліджень підтверджують можливість збільшення вмісту селену на 34-36% у м'ясі курей і бичків при використанні раціонів з додаванням нуту. Також вивчено зміни мононенасичених (МНЖК) та

поліненасичених (ПНЖК) жирних кислот при одночасному зменшенні загального вмісту ліпідів [24].

1.3. М'ясна сировина як основа для створення функціональних продуктів.

Використання м'яса як вихідного матеріалу для виготовлення функціональних продуктів є надзвичайно перспективним. Наявність у м'ясній сировині біологічно активних компонентів широкого спектра фізіологічної дії: повноцінний протеїн тваринного походження, біоактивні пептиди, мінеральні сполуки (цинк, залізо, селен), вітаміни та жирні кислоти, визначає його функціональні характеристики. До них належать: покращення загального стану організму, стимуляція роботи ферментів системи детоксикації та антиоксидантного захисту, підвищення імунного потенціалу та опірності [23].

Згідно з другою засадою («прижиттєва» зміна складу) створено широкий асортимент м'ясних виробів, що знижують ризик розвитку ожиріння, серцево-судинних патологій, хвороб органів травлення. Також розроблені товари для цивільних осіб та військовослужбовців, що перебувають у зонах сильного забруднення довкілля, в тому числі з підвищеним радіаційним фоном [28-30].

Застосування м'яса як сировини для виробництва функціональних товарів обіцяє великі перспективи. Наявність у м'ясі біологічно активних речовин широкого спектру – повноцінного тваринного протеїну, біоактивних пептидів, незамінних амінокислот, мінеральних сполук (цинк, залізо, селен та ін.), вітамінів, жирних кислот – визначає його цінні функціональні характеристики. Однак, необхідно брати до уваги і фактори ризику, пов'язані з технологією виготовлення м'ясної продукції: збільшений вміст кухонної солі, використання копчення, потреба застосування харчових добавок тощо.

Перспективними категоріями м'ясних товарів, яким можна надати функціональні властивості, є варені ковбаси, паштети, консерви, посічені напівфабрикати та сухі напої на базі тваринного білка [23]. Найбільш багатообіцяючими інгредієнтами для функціональних м'ясних виробів є

дієтичні волокна, поліненасичені жирні кислоти, вітаміни та мінеральні сполуки.

Завдяки застосуванню технологій глибокої переробки м'ясна сировина може слугувати джерелом для отримання функціональних м'ясних компонентів – амінокислот, тканиноспецифічних пептидів та ін. [24-26].

Використання різноманітних видів м'ясної сировини, рослинних складових, протеїнових, вітамінних і мінеральних добавок надає можливість створювати якісно нові функціональні товари із заданим вмістом ліпідів та білка, конкретним жирнокислотним, амінокислотним, мінеральним та вітамінним складом, а також із підвищеним вмістом біологічно активних поживних речовин [27-31].

Як джерела біологічно активних нутрієнтів можуть бути задіяні окремі речовини (наприклад, бурштинова кислота) або продовольча сировина – амарант, топінамбур, шрот і олія розторопші, пророщене зерно різних культур, жир тюленя, лляна олія, бурякові харчові волокна та інші [28].

1.4. Технологічні особливості формування функціональних продуктів на основі м'яса

Нестача харчових волокон спостерігається у переважної частини дітей та дорослих. Водночас, дієтичні волокна в раціоні необхідні для запобігання різних патологічних станів, в умовах хімічного і радіаційного забруднення, при посиленних фізичних та емоційних навантаженнях, а також для профілактики та терапії серцево-судинних хвороб, розладів травного тракту та патологій опорно-рухової системи.

Зазвичай, для створення функціональних продуктів застосовують розчинні (ізольовані білки тваринного та рослинного походження, інулін) та нерозчинні дієтичні волокна (наприклад, пшеничні). До складу композицій харчових волокон включають джерела мінеральних сполук (наприклад, мінеральний збагачувач із ясної шкаралупи), вітаміни групи В, РР, С та інші біологічно цінні нутрієнти. Підтверджена ефективність різних комбінацій БАД на основі дієтичних волокон, що сприяють виведенню токсичних сполук (свинцю, кадмію), здатних накопичуватися в живих організмах під впливом негативних

техногенних чинників, у експериментах на лабораторних тваринах (щурах). Так, було встановлено, що інουλін сприяє збільшенню кількості кальцію в кістковій тканині на 21,8-54,0% і селену на 37,3-189,7% у м'язовій тканині лабораторних тварин; а нерозчинні пшеничні волокна більш ефективні щодо виведення кадмію [10, 21].

З використанням композицій дієтичних волокон розроблено низку спеціалізованих м'ясних виробів для вживання в умовах несприятливого екологічного впливу. Для запобігання ожирінню, дефіциту харчових волокон, мінеральних сполук (йоду, кальцію) і вітамінів (β -каротину, С) створено функціональний продовольчий товар масового призначення – посічені м'ясні напівфабрикати, із додаванням протеїну, сухого молока, висівок, соєвої білкової клітковини, нуту, шроту з розторопші, червоної пальмової олії, вітамінів, мінеральних речовин, солі та ароматичних приправ. При проведенні біологічного оцінювання цих напівфабрикатів зафіксовано суттєвий приріст маси тіла тварин та відзначено зниження концентрації білірубину та холестерину в крові тестованих мишей із цирозом печінки. Результати клінічних випробувань показали, що напівфабрикати з конини чинять позитивний вплив на обмінні процеси, покращують функціональний стан печінки і можуть бути рекомендовані до застосування в дієтотерапії функціональних розладів травного тракту та печінки [28].

Особлива роль у функціональному живленні належить товарам, призначеним для осіб, які мають серцево-судинні патології. Відповідно до медико-біологічних вимог, такі продукти повинні сприяти покращенню метаболічних процесів, відновленню обміну речовин судинної стінки та серцевого м'яза, зниженню згортання крові, нормалізації нервової діяльності і володіти антисклеротичним лікувальним ефектом. Це досягається обмеженням енергетичної цінності, хлориду натрію, холестерину та оптимізацією ліпідного профілю. Білок тваринного походження має становити 55% від загального обсягу протеїну, рослинні жири – до 30% жирової складової товару. Причому співвідношення ПНЖК : МНЖК має бути 1:1, співвідношення ПНЖК ω -6, ω -3, як (4–3):1, а співвідношення протеїн : ліпід – 1:0,87. Продукт має бути

додатково збагачений на 30–50% від добової потреби вітамінами С, Е, β -каротином, мінеральними елементами (магнієм, калієм, міддю, хромом, йодом), а також дієтичними волокнами та ліпотропними речовинами [19, 22].

При створенні цих товарів був науково обґрунтований їхній багатокомпонентний склад, що забезпечує синергетичний ефект – взаємне посилення дієтичних властивостей м'ясної сировини та комплексу біологічно активних складових. Це сприяє нормалізації метаболічних порушень, що зумовлюють ризик появи серцево-судинних патологій та підвищення рівня холестерину в крові. Були розроблені збагачені м'ясо-рослинні посічені напівфабрикати зі зниженим вмістом ліпідів та профілактичні посічені напівфабрикати. Останні були рекомендовані для превентивного харчування осіб, схильних до гіпертонії.

На жаль, попри існуючий асортимент функціональних м'ясних виробів, наразі їхня частка в обсязі випуску м'ясної продукції залишається менше 1%. В основному це товари з дієтичними волокнами, фортифіковані окремими вітамінами та мінеральними сполуками [23, 24].

Тим не менш, роботи зі створення функціональних продуктів набувають все більшої актуальності. У перспективі, асортимент функціональних м'ясних товарів, безперечно, увійде до щоденного раціону різних соціальних категорій населення для вирішення завдань оптимізації харчування, збереження здоров'я та подовження життя [25, 26].

1.5. Фізичні методи очищення води для потреб м'ясопереробної галузі

Питання вивчення властивостей та механізмів біологічної дії води становить значний інтерес для дослідження біосистем. Жива матерія значною мірою складається з води. Тому аналіз впливу рідини, особливо у стані її нестабільності або зміненого ізотопного складу, стосовно фізіології, біохімії, біотехнології та суміжних напрямків знань безпосередньо пов'язаний із проблемою ролі водних середовищ у житті біологічних об'єктів від рівня молекул до багатоклітинних організмів.

Більшість біологічних молекул у живій системі функціонує, перебуваючи у водному середовищі. Це обумовлює інтерес до взаємодії води з різними органічними і неорганічними компонентами. Донедавна вважалося, що у біохімічному сенсі вода сама по собі інертна і в основному виконує функцію механічного розчинника та заповнювача водного простору, у якому відбуваються численні активні трансформації речовин. При цьому біологічна (мікроекологічна) сумісність клітин і навколоклітинного оточення ставилася в залежність від різноманітних концентраційних співвідношень між клітиною та її оточенням. Найпростіший одноклітинний організм, наприклад, інфузорія, або окрема культивована клітина, здатні існувати у водних середовищах (природних або штучних) лише у певних діапазонах концентрацій різних речовин, елементів, а також у визначених межах рН, окислювально-відновного потенціалу (ОВП) та температури. Подібні екологічні обмеження існують щодо клітин у складі органів та тканин тваринного та рослинного походження [16].

Електрична активація рідин та її використання в харчовій промисловості

Активованою можна назвати будь-яку субстанцію, в якій внаслідок зовнішніх впливів запас внутрішньої енергії перебуває у нерівноважному стані для даних значень температури та тиску. Іншими словами, активація – це довготривалий нерівноважний стан. В основі подібних станів лежить, імовірно, початкова здатність матерії до багатоваріантної організації структури залежно від фізичних та хімічних параметрів. Класичний приклад нескінченного розмаїття молекулярних конфігурацій можна продемонструвати на моделі вторинного та більш високих рівнів організації нуклеопротейнів. Те саме можна стверджувати і про воду [21–23]. Суть цього процесу полягає в наступному: розкладання води електричним струмом являє собою фізико-хімічну зміну складу водного середовища з появою в ньому іонів H^+ , OH^- , гідратів оксидів металів, кислот, перекисних сполук і радикалів, вільного хлору, озону, перекису водню, аніону гіпохлориту та інших.

Як фізико-хімічний процес, електрохімічна активація являє собою сукупність здійснюваних в умовах мінімального тепловиділення електрохімічного та електрофізичного впливів на воду з іонами, що містяться в

ній, і молекулами розчинених речовин у просторі просторового заряду біля поверхні електрода (анода або катода) електрохімічної системи при нерівноважному перенесенні заряду через межу «електрод-електроліт» за допомогою електронів [24].

В результаті електрохімічної активації рідина переходить у метастабільний (активований) стан, демонструючи при цьому протягом кількох годин підвищену хімічну реакційну здатність у різноманітних фізико-хімічних процесах. Вода, активована біля катода (католіт), характеризується підвищеною активністю електронів і проявляє виражені властивості відновника. Відповідно, вода, активована біля анода (аноліт), відзначається зниженою активністю електронів і виявляє властивості окислювача [21].

Найважливішою перевагою ЕХА перед методами керування властивостями розчинів із застосуванням реагентів є те, що електрохімічна дія не призводить до збільшення концентрації іонів у розчинах, не забруднює їх сторонніми речовинами, оскільки відбувається виключно завдяки обміну між електродами та розчином [22].

На сьогоднішній день існує багато прикладів використання активованих водних розчинів у різних секторах народного господарства. Зокрема, кислий аноліт ($\text{pH}=2,5-5$) є перспективним засобом профілактики картопляної хвороби хліба шляхом зменшення обсіменіння мікроорганізмами вихідної сировини. Досліджено ефективність застосування екологічно безпечного та нешкідливого для людини розчину нейтрального аноліту, одержаного шляхом електрохімічної активації 0,03–0,05% водних розчинів хлориду натрію, для дезінфекції об'єктів виробництва пивоварних заводів. Відзначено пригнічувальну дію аноліту на небезпечну для людського здоров'я мікрофлору: кишкова паличка, педіококи, дріжджі, спорогени та ін. Розроблено нову технологію обробки кишкової сировини із застосуванням електроактивованих водних розчинів. При дії аноліту на кишкову сировину сповільнюються біохімічні та посмертні внутрішньоклітинні зміни, зупиняється розвиток гнильних мікроорганізмів. Крім того, при використанні аноліту як консерванту зникає сторонній запах, зберігається колір і міцність кишок, що надзвичайно важливо при подальшій

термічній обробці. Відомі методи дезінфекції обладнання м'ясної та молочної промисловості. У процесі виробничих випробувань встановлено та підтверджено ефективність знезараження технологічного обладнання, інвентарю та тари нейтральним анолітом. При цьому концентрація активного хлору тестованих розчинів становить 140 мг/л, що в 1,5–2 рази менше концентрації у розчинах дезінфектантів, що використовуються в цих галузях [24].

Існують також методи застосування електроактивованих водних розчинів у технологіях створення товарів з м'яса конини. Відомо, що з м'яса конини, незважаючи на високу поживну цінність, у промисловості випускається обмежений асортимент через його специфічні властивості – низьку здатність до утримання вологи і підвищену жорсткість. Наявні у промисловості способи підвищення вологозв'язуючої здатності м'яса, такі як попередня витримка у посолі, введення поліфосфатів, крохмалю, борошна тощо, а також методи зниження жорсткості м'яса (електрофізичні, гідромеханічні, біохімічні та інші) не завжди є універсальними для різних типів м'ясної продукції і до того ж вимагають додаткових капітальних інвестицій на придбання спеціалізованого устаткування.

Розроблено новий метод обробки м'яса конини з використанням активованих водних розчинів, одержуваних шляхом уніполярної електроактивації двох водних середовищ. В результаті електроактивації отримують два активовані водні розчини: аноліт (кисле середовище), що володіє знезаражувальними характеристиками; католіт (лужне середовище), що має властивості каталізатора фізико-хімічних та біохімічних процесів. При засолюванні м'яса конини в католіті з додаванням кухонної солі відбувається зміщення показника рН м'яса в лужний бік. Це забезпечує збільшення здатності м'яса до утримання вологи без додаткового внесення різних добавок. Завдяки підвищеній внутрішній енергії посолочних інгредієнтів, прискорюється процес їхнього розподілу в м'язовій тканині, активізується дія тканинних ферментів на структуру м'язової тканини, змінюються реологічні характеристики м'яса. Це робить продукт більш м'яким, соковитим та ароматним [23].

На сьогоднішній день електроактивовані водні розчини найбільше застосовуються в медицині, сільському господарстві та харчовій промисловості, включно з м'ясною галуззю. За даними науково-дослідних робіт у сфері фізичних методів обробки води та розчинів, очевидним є той факт, що використання рідини, обробленої електрофізичними методами впливу, у м'ясопереробній промисловості – актуальне і своєчасне завдання для підвищення якості та безпеки м'ясної продукції.

РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ.

Науково-дослідні випробування, спрямовані на розв'язання поставлених завдань у кваліфікаційній роботі були реалізовані на двох основних локаціях.

Перша частина роботи: дослідження, виконувалася у спеціалізованому науковому підрозділі на базі лабораторії при кафедрі технології м'яса, м'ясних та олійно-жирових виробів Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.

Друга частина експериментів здійснювалася в умовах реального виробничого середовища. Ці випробування були проведені на потужностях підприємства Торговий Дім «Галицька Свіжина» (місто Львів).

2.1 Об'єкти досліджень

Об'єктами досліджень на різних етапах виконання роботи були:

Сировина тваринного та рослинного походження: різні види м'яса, субпродуктів, у тому числі м'ясо та субпродукти птиці.

Харчові компоненти та їх комплекси: білки, вітаміни, мінеральні речовини, вода, харчові добавки та ін.

Ферментні препарати: тваринного, рослинного та мікробіологічного походження.

Модельні м'ясні системи: м'ясна сировина з різним співвідношенням видів та вмісту жиру та сполучної тканини, м'ясна сировина з рослинними інгредієнтами, м'ясо-вода з різним співвідношенням.

Функціональні та спеціалізовані м'ясні продукти: Консерви, ковбасні вироби, напівфабрикати, кулінарні вироби.

Матеріали досліджень (обладнання):

Для розробки приватних технологій використано обладнання підприємств м'ясної промисловості:

- Напіваавтоматичний біохімічний аналізатор ("BioChemSA", США).
- Спектрофотометр СФ-2000 (ОКБ «Спектр»).
- Світловий мікроскоп Carl Zeiss (Німеччина), з відеокамерою "AxioCam" для мікроструктурних досліджень.

Етапи досліджень (організація робіт).

Робота виконувалася відповідно до загальної схеми, що включала 6 етапів:

Перший етап – аналіз регуляторної бази та технологічних рішень. Початкова стадія роботи була зосереджена на глибокому вивченні питань, пов'язаних із механізмами забезпечення специфічних властивостей харчових товарів. Це включало дослідження актуального стану нормативно-правового регулювання функціонального харчування як на території України, так і за її межами. Крім того, у межах цієї пошукової фази, було проаналізовано наукову інформацію щодо сучасних фізичних способів обробки продовольчої сировини. Також було ідентифіковано перспективи їхнього подальшого використання у процесах виробництва м'яса та м'ясної продукції. Результатом цієї вступної стадії стало чітке формулювання ключової мети та визначення конкретних завдань поточної кваліфікаційної роботи.

Другий етап: – формування концептуальних підходів. На цій стадії досліджень було розроблено концептуальні основи для створення інноваційних м'ясних продуктів із функціональними властивостями. Було аргументовано, що харчові продукти зі специфічним призначенням є окремою категорією продовольства. Запропоновано новий термін «функціональні м'ясні продукти» для його подальшого включення до законодавчих актів. Цей термін базується на змістовному наповненні чинного стандарту. Фундаментом для запропонованого алгоритму послужили сім основних принципів конструювання функціональної м'ясної продукції. Суть цих принципів полягає в тому, що функціональний м'ясний виріб є продуктом із точно заданим складом, який передбачає внесення активного інгредієнта або їхнього комплексу. Рішення інженерних задач його конструювання вимагає обов'язкового врахування його нутрітивного потенціалу (тобто характерних особливостей). Він також має бути технологічно відтворюваним на профільних підприємствах харчової галузі. Це гарантує безпечність, належну якість та підтверджену ефективність протягом усього періоду зберігання.

Третій етап: – оцінка нутрієнтних параметрів сировини. У ході цієї фази було сформовано науково обґрунтований підхід до ідентифікації визначальних

ознак м'ясної сировини. Також було ретельно вивчено специфіку його харчових характеристик для різних видів (зокрема яловичини, м'яса птиці та субпродуктів). Було представлено універсальний алгоритм для комплексної оцінки нутрієнтного потенціалу м'ясної сировини. Цей алгоритм був успішно протестований на зразках продукції, що виробляється промисловим способом та реалізується серійно.

Четвертий етап: – адаптація технологічних прийомів. Четверта стадія досліджень охоплювала обґрунтування інноваційних технологічних методів модифікації м'ясної сировини. Метою такої корекції було посилення його функціональних якостей. Було проаналізовано наступні прийоми: Дрібне подрібнення глибокозамороженої м'ясної сировини та застосування надвисокого гідростатичного тиску на м'ясну систему. Це було спрямовано на збільшення ступеня дисперсності кінцевого продукту. Ферментативне оброблення м'ясної основи з метою послаблення її алергенних характеристик. Іонізуюче оброблення, призначене для поліпшення санітарно-гігієнічних показників сировини та забезпечення гарантованої безпеки під час тривалого зберігання.

П'ятий етап: – розроблення збагачувальних комплексів. На цій стадії було здійснено роботи, пов'язані з конструюванням багатокомпонентних комплексів функціональних добавок. Вони призначалися для введення до складу м'ясних виробів, орієнтованих на конкретні цільові групи споживачів. Було встановлено чітку послідовність дій для розробки таких збагачувальних композицій. Також була проведена об'єктивна оцінка ефективності використання органічної форми йоду, яка додається до м'ясного виробу як основний функціональний компонент.

6. Шостий етап: – удосконалення технологій та оцінка економічної ефективності. Завершальна стадія досліджень полягала у формуванні технологічних регламентів для функціональних м'ясних продуктів. Цей процес відбувався відповідно до розробленої раніше методології. Він передбачав інтеграцію науково обґрунтованих процесів коригування м'ясної сировини та використання створених функціональних добавок. Крім того, була здійснена

фінальна оцінка результативності на основі комплексного аналізу всіх отриманих даних. Підсумком успішної реалізації шостої стадії стала розробка необхідних рекомендацій виробництві на функціональну та спеціалізовану м'ясну продукцію.

2.2. Методи досліджень

При виконанні експериментальної частини роботи були використані наступні методи досліджень:

- визначення масової частки білка – за ДСТУ ISO 937:2008 (методом К'ельдаля з перерахунком на білок (коефіцієнт 6,25) загального азоту);
- визначення масової частки жиру – за ДСТУ ISO 1443:2018;
- визначення вологи - за ДСТУ ISO 1442:2005 (методом висушування наважки до постійної маси при 103°C;
- органолептичні показники – за ДСТУ 4823:2007;
- мікроструктурні дослідження з ДСТУ ISO 11054:2005 «М'ясо та м'ясні продукти. Метод гістологічного дослідження».
- мікробіологічні показники – за ДСТУ 8446:2015, ДСТУ ISO 4831:2018, ДСТУ ISO 6579-1:2017, ДСТУ ISO 11290-1:2005, ДСТУ ISO 21567:2018, ДСТУ ISO 21527-1:2008;
- перекисне число – за ДСТУ ISO 3960:2015;

РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1. Результати дослідження шматкових напівфабрикатів із яловичини, телятини та яловичої печінки

Для виконання цього блоку аналітичних вимірювань було використано наступні дослідні зразки:

- Шматкові м'ясні напівфабрикати з яловичини та телятини: стейк із яловичини, отриманий з спинно-поперекового відрубу (СПВ), стейк із лопаткової частини, стейк із яловичини, виділений з кульшового (тазостегнового) відрубу (ТСВ), медальйон, виготовлений із вирізки, рулька, стейк із телятини, отриманий з кульшового відрубу ТПВ, стейк із телятини, отриманий з спинно-поперекового відрубу (СПВ).
- Посічені м'ясні напівфабрикати з яловичини: посічений стек, бургер, посічений напівфабрикат із яловичої печінки, стейк із печінки.

Усі представлені напівфабрикати були вироблені виключно з м'ясної сировини і не містили жодних додаткових інгредієнтів.

М'ясні продукти та м'ясо слугують першочерговим джерелом білка тваринного походження у раціоні харчування [10]. Для класифікації напівфабрикатів як продовольства «з підвищеним вмістом» протеїну, згідно з прийнятим алгоритмом, частка білка повинна становити щонайменше 20% від сукупної енергетичної цінності продукту.

У таблиці 1 представлено фактичні показники вмісту протеїну в напівфабрикатах та їхня калорійність.

Таблиця 1

Вміст білка та енергетична цінність напівфабрикатів

Зразки	Фактичний вміст білка, г/100 г	Енергетична цінність продукту, ккал
1	2	3
Стейк із яловичини СПВ	15,8±2,2	220,6
Стейк із лопатки	21,2±1,3	242,8
Стейк із яловичини ТПВ	20,4±1,4	240,6
Медальйон із вирізки	19,1±2,1	236,4

Рулька	$19,5 \pm 2,7$	390,8
Посічений стейк	$19,2 \pm 2,7$	236,8
Стейк із телятини ТПВ	$22,3 \pm 1,8$	95,6
Стейк із телятини СПВ	$20,8 \pm 1,2$	99,85
Бургер	$21,1 \pm 1,2$	95,2
Стейк із печінки	$19,4 \pm 2,0$	113,6

На основі отриманих результатів була виконана калькуляція частки протеїну від сумарної калорійності досліджуваного зразка. Ці дані представлені на рис. 1.



Рис. 1. Частка білка від загальної калорійності продукту.

**- червона лінія – мінімальне значення показника.*

Як демонструє рис. 1, у напівфабрикатах, виготовлених із яловичини, протеїн забезпечував від 20-35% загальної енергетичної цінності. У зразках, що містили телятину, цей показник перевищував 80%. У стейку з телячої печінки частка білка досягала 68,3% сукупної енергетичної цінності. Отримані аналітичні відомості дозволили класифікувати всі протестовані напівфабрикати як продовольчі вироби «з високим вмістом» протеїну.

Телятина характеризується мінімальним накопиченням ліпідів. Таким чином, вона може бути зарахована до категорії харчових продуктів «з невеликим

вмістом» жиру [27]. До виробів «з низьким рівнем» ліпідів належать напівфабрикати, масова частка жиру в яких не перевищує 3 г на 100 г продукту. У зв'язку з цим, була проведена оцінка масової частки ліпідів в окремих напівфабрикатах, виготовлених із телятини.

Отримані відомості наведені на рис. 2.

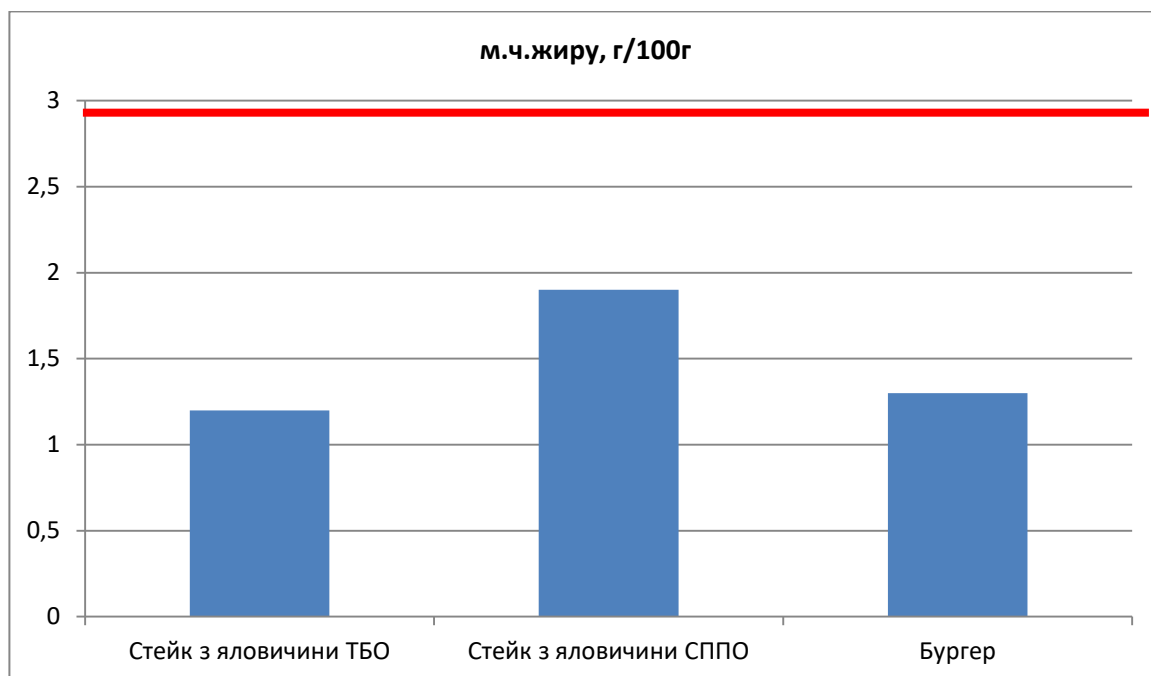


Рис. 2. Вміст жиру у напівфабрикатах.

Як видно з рис. 2, рівень жиру у проаналізованих зразках становив менше 3 г на 100 г. Це надало підстави вважати досліджені напівфабрикати продовольством «з незначним вмістом» ліпідів.

Результати аналізу м'яса птиці.

Для реалізації дослідницької програми були застосовані такі зразки: напівфабрикати з птиці без кісток:

- філе грудинки курчат-бройлерів,
- філе стегна курчат-бройлерів.
- філе грудинки індички.
- філе стегна індички.

Напівфабрикати були виготовлені з м'ясної сировини і не містили додаткових компонентів.

Загальновідомо, що м'ясо є ключовим постачальником протеїну в раціоні. Отже, м'ясо птиці можна віднести до категорії продуктів «з підвищеним

вмістом» білка або розглядати як його «джерело» [27]. Відповідно до розробленого алгоритму, для встановлення цієї характерної ознаки, частка білка повинна становити мінімум 20% або мінімум 12% відповідно від сукупної калорійності виробу. У Таблиці 2 відображено отримані дані щодо фактичного вмісту протеїну в напівфабрикатах та їхню енергетичну цінність.

Таблиця 2.

Вміст білка та енергетична цінність напівфабрикатів

Зразки	Фактичний вміст білка, г/100 г	Енергетична цінність продукту, ккал
Філе грудинки курчат бройлерів	19,9±3,0	93,1
Філе стегна курчат бройлерів	16,5±2,5	192
Філе грудинки індички	21,5±1,7	103,1
Філе стегна індички	17,6±2,6	124,4

На основі одержаних результатів була обчислена частка протеїну від сумарної калорійності напівфабрикату (Рисунок 3).

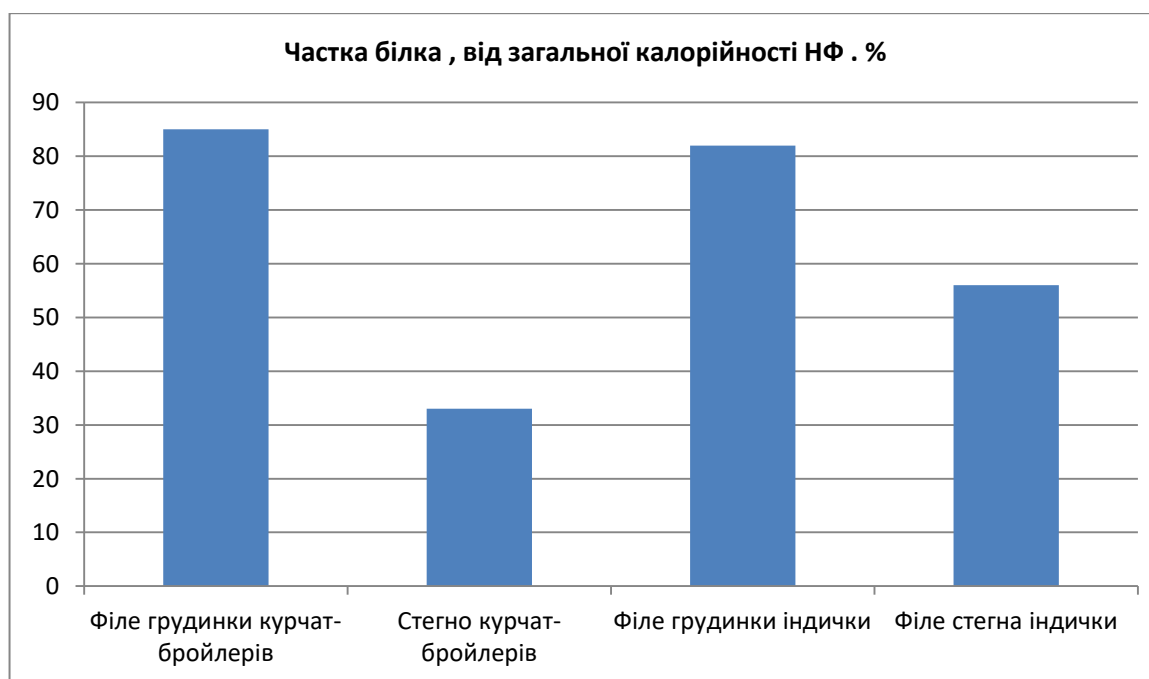


Рис. 3. Частка білка від загальної калорійності продукту.

У кожному з протестованих зразків частка білка становила понад 34 % загальної енергетичної цінності товару. Це дозволило класифікувати їх як

продукти «з високим вмістом» протеїну.

До харчових продуктів «з невеликим вмістом» ліпідів можна віднести напівфабрикати, у яких кількість жиру не перевищує 3 г на 100 г. Біле м'ясо птиці відрізняється дуже низьким вмістом ліпідів і може мати цю характерну ознаку. У зв'язку з цим, було проведено дослідження зразків філе грудки курчати-бройлера та філе грудки індички на предмет масової частки жиру. Отримані показники склали $1,5 \pm 0,1$ г і $1,9 \pm 0,2$ г відповідно. Ці значення підтвердили можливість розглядати дані зразки як продукти «з низьким вмістом» ліпідів.

3.2. Дослідження інноваційного методу фрезерного подрібнення замороженої м'ясної сировини.

Об'єктами для дослідницької роботи слугувала заморожена м'ясна сировина, температура якої становила мінус 18°C . Це були блоки жилованої яловичини, що містили масову частку сполучної та жирової тканини в межах 3-9%. Експериментальні блоки мали такі габарити: висота – 0,070 м; ширина – 0,075 м; довжина – 0,3-0,4 м.

Для досягнення необхідного розміру часток при виготовленні спеціалізованих консервів, зокрема дитячого харчування, консервовану суміш традиційно обробляють на різних типах гомогенізаторів або дезінтеграторів [27]. Проте, на сучасному етапі відкриваються нові можливості, а саме – застосування обладнання для одностадійного подрібнення матеріалу за методом фрезерування. У цьому випадку використовується м'ясорізальний механізм роторного типу. Його робочий вал являє собою циліндричне тіло, що обертається, оформлене у вигляді шнека. На його ребордах розміщені ріжучі елементи (фреза). Конструктивні особливості та геометричні параметри фрез підбиралися відповідно до поставленої мети – отримання гомогенного, тонкодисперсного м'ясного фаршу.

Використання інноваційного методу фрезерування у виробничому процесі функціонального та спеціалізованого харчового продовольства було аргументовано наступними перевагами:

- при подрібненні сировини за допомогою фрез площа дотику ріжучих кромek із м'ясом є мінімальною у порівнянні з площею бічних поверхонь кутерних ножів. Відповідно, можливо забезпечити зниження енергетичних витрат на тертя. Це максимально мінімізує ризик перегрівання сировини, що, своєю чергою, гарантує збереження її початкових властивостей.

- шляхом варіювання параметрів процесу подрібнення та використання змінних фрез з різною будовою та геометрією можна ефективно впливати на формування розмірів часток подрібненого м'яса. Це забезпечує досягнення необхідних консистенційних характеристик у фінальних продуктах.

- переробка промислових типорозмірів заморожених м'ясних блоків методом фрезерування за один етап, без попереднього розморожування, дозволяє підвищити безпечність та якість кінцевого виробу. Це також сприяє ресурсозбереженню у виробництві.

Процедура подрібнення заморожених м'ясних блоків здійснювалася на експериментальній установці (подрібнювач блоків фрезерний, модифікація 1). Установка була укомплектована циліндричною фрезою згідно з нормативних документів (тип 1, виконання 1, з дрібним зубом). Її зовнішній діаметр становив 0,100 м, внутрішній – 0,125 м, а кількість зубів – 18 шт.

Блоки, температура яких не перевищувала мінус 18 °С, звільняли від пакування та розміщували у приймальній ємності. Подача блоків до фрези відбувалася під дією штока подавального механізму із заданою швидкістю по напрямних. Температурний режим м'яса після завершення подрібнення коливався від мінус 3,5 °С до мінус 2,5°С.

Аналіз мікроструктури зразка м'яса після фрезерного подрібнення показав, що він являє собою тонкодисперсну м'ясну сировину (у формі найдрібнішої стружки). Продукт містив фрагменти м'язової, сполучної та жирової тканин, які переважно зберегли свою початкову структурну організацію. Дрібнозерниста білкова маса, що є наслідком деструкції м'язової тканини, виявлялася у незначному обсязі. М'язова тканина була представлена у вигляді невеликих м'язових пучків, окремих м'язових волокон та їхніх фрагментів. У м'язових волокнах чітко простежувалася поперечна смугастість.

Ядра були добре збережені, мали овальну конфігурацію та візуалізувалися під сарколемою. Жирова тканина зустрічалася окремими зонами, складеними з груп ліпоцитів із збереженою цілісністю, або окремими ліпоцитами. Були присутні окремі краплі жиру, що вивільнилися зі зруйнованих клітин. Вони були відносно рівномірно розподілені по всьому об'єму зразка. Фрагменти сполучної тканини мали вигляд пучків неправильної форми, що склалися зі скупчень волокнистих елементів та добре диференційованих клітинних утворень. У досліджуваному зразку переважали фрагменти м'ясної стружки та окремі фрагменти м'язових волокон.

Таким чином, оцінка результатів мікроструктурного дослідження зразка подрібненого м'яса засвідчила, що застосування інноваційного методу подрібнення дозволило отримати однорідну м'ясну сировину з мінімальними структурними змінами тканин, що її формують.

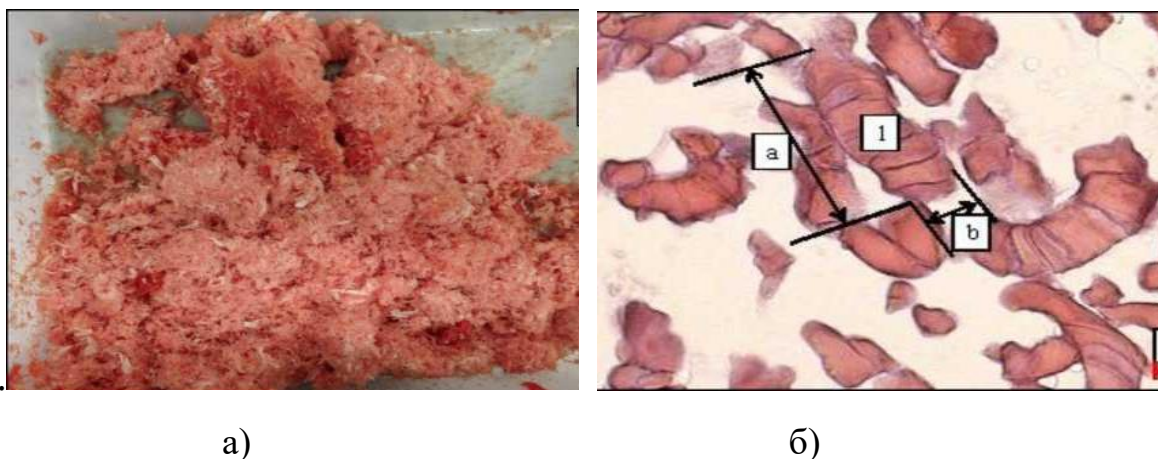


Рис. 4. Зовнішній вигляд (А) та мікроструктура (Б) зразка подрібненого м'яса (зб.х10), де 1 - частка м'ясної стружки, а - ширина частинки, b – товщина частинки

Для аналізу ступеня дисперсності м'ясної сировини, обробленої методом фрезерування, було проведено вимірювання розмірів часток продукту.

Аналіз отриманих даних продемонстрував, що переважна більшість розмірів часток м'яса була зосереджена у діапазонах: 90-300 мкм (довжина) та 30-100 мкм (ширина).

Результати порівняння з традиційною гомогенізацією (вовчок-кутер-гомогенізатор) (рис. 5) виявили суттєве підвищення дисперсності

м'ясної системи. При цьому загальний об'єм часток, розмір яких становив менше 250 мкм, досягав 84%.

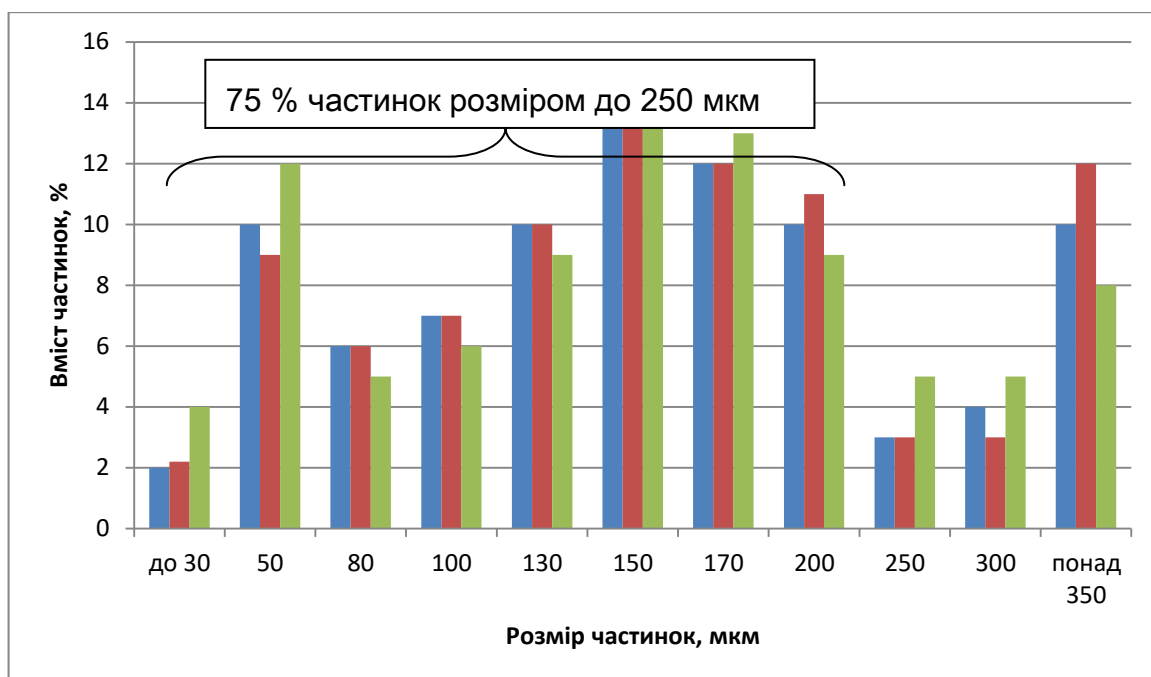


Рис. 5. Розподіл розміру частинок продукту після традиційної гомогенізації.

Для технології одностадійного подрібнення м'ясної сировини характерним є зменшення кількості контактів харчового середовища з робочими елементами обладнання технологічного процесу, транспортувальними засобами тощо. Наслідком цього є зниження імовірності потенційної контамінації подрібненого м'яса мікрофлорою виробничого середовища. Це є критично важливим у виробництві спеціалізованої м'ясної продукції. Скорочення кількості технологічних етапів оброблення (переділів) сировини призводить до зменшення її втрат (зокрема, за рахунок м'ясного соку) та втрат важливих харчових нутрієнтів. Також істотно знижуються ризики зміни харчової цінності та функціональних характеристик через виключення/мінімізацію ризиків розвитку окисних процесів ліпідів та протеїнів.

3.4 Вивчення впливу високого тиску на мікроструктурні характеристики та дисперсність м'ясної системи

Поєднання інноваційного методу подрібнення м'яса та додаткових фізичних впливів, зокрема високого гідростатичного тиску (ВГТ), дозволяє

розробляти нові комбіновані технологічні процеси у сфері спеціалізованого харчування.

Для оцінки впливу високого тиску на мікроскопічні характеристики та ступінь дисперсності продукту була використана модельна м'ясна система. До її складу входили: вода, м'ясна сировина (філе індички), вуглеводні компоненти (кукурудзяна патока, мальтодекстрин), олія рослинного походження та стабілізатор консистенції.

Ця система була обрана як прототип для спеціалізованих сумішей для ентерального (зондового) харчування. Для цієї категорії продукції критично важливим параметром для ефективного засвоєння є мінімальний розмір частинок та рівномірність їхнього розподілу. Крім того, для ентеральних сумішей, створених на м'ясній основі, завдання досягнення заданої дисперсності є особливо нагальним.

Оброблення модельних систем проводилося в установці високого тиску WAVE 6000/55. Цей агрегат є пілотним промисловим зразком, виготовленим компанією NCHyperbaric (Іспанія). Він надає можливість обробляти харчові продукти тиском до 1000 МПа при максимальному завантаженні робочої камери до 55 літрів. Модельна система була підготовлена на лабораторній вакуум-виробничій установці моделі MaxxD Lab (рис. 6). Це обладнання забезпечує формування гомогенної та однорідної емульсії.

Обробку модельних систем проводили у консервній тарі об'ємом 250 мл за наступного режиму: тиск – 600 МПа, тривалість впливу – 5 хвилин. Високий тиск виступав як додаткова технологічна операція у виготовленні консервованих сумішей на м'ясній основі для ентерального харчування. Зразком контролю слугував зразок, що не піддавався обробці високим тиском.

Макроструктура зразків модельних систем показана на рис. 6.

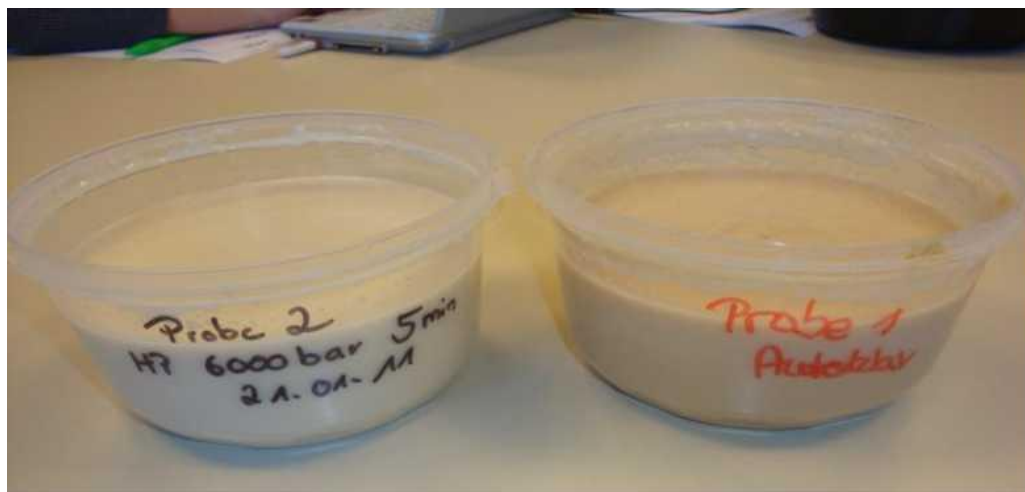
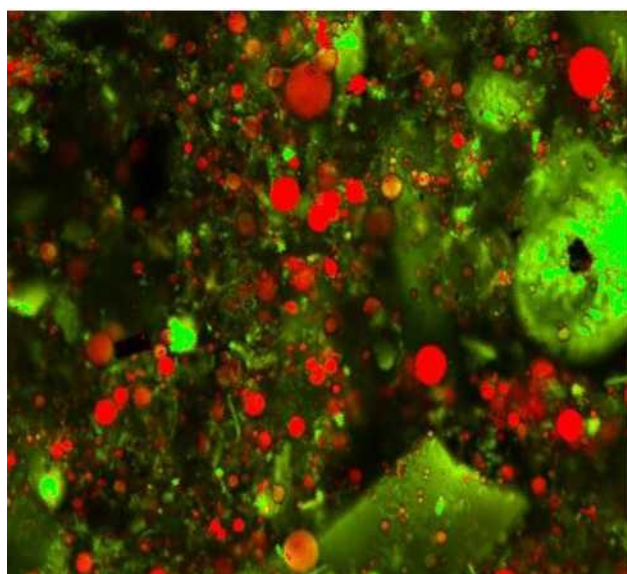
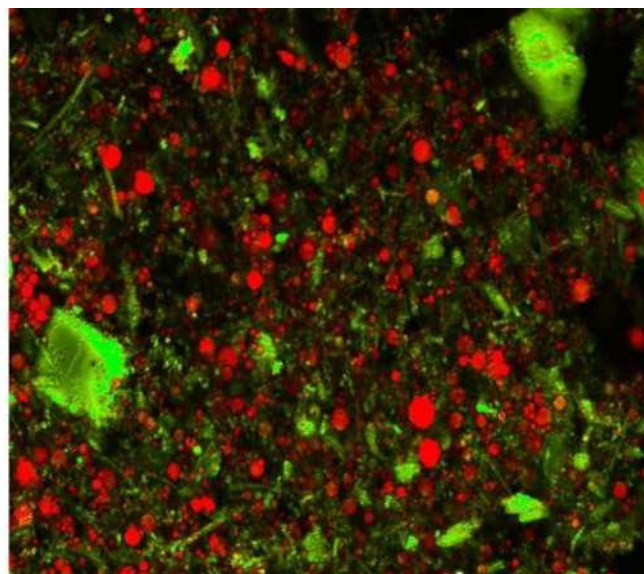


Рис. 6. Зовнішній вигляд зразків.



а)



б)

Рис. 7. Мікроструктура зразків: а) контрольний зразок; б) продукт, оброблений високим тиском. Зеленим кольором позначені частинки білка, червоним – жиру.

Мікроструктурний аналіз зразків із застосуванням аналізатора зображень (рис. 7) продемонстрував, що розміри часток білка та жиру у продукті, який пройшов обробку високим тиском, були суттєво меншими, ніж у контрольному аналозі. Крім того, розподіл самих молекул білка та жиру в продукті після дії ВГТ був більш рівномірним та однорідним.

Ці спостереження дозволили зробити висновок про те, що вплив високого тиску сприяв зниженню розмірів частинок білка та жиру, а також покращенню їхнього дисперсного розподілу в об'ємі.

Як зазначалося раніше, дисперсність частинок є важливим індикатором якості продовольства для ентерального харчування. Від їхнього розміру залежить не лише здатність продукту проходити через зондові трубки. Вона також визначає ефективність впливу ферментів шлунково-кишкового тракту на харчовий субстрат. Це, своєю чергою, безпосередньо впливає на засвоюваність ключових мікро- і макронутрієнтів. На Рисунках 8 і 9 представлені криві розподілу частинок за розміром у контрольних та дослідних зразках.

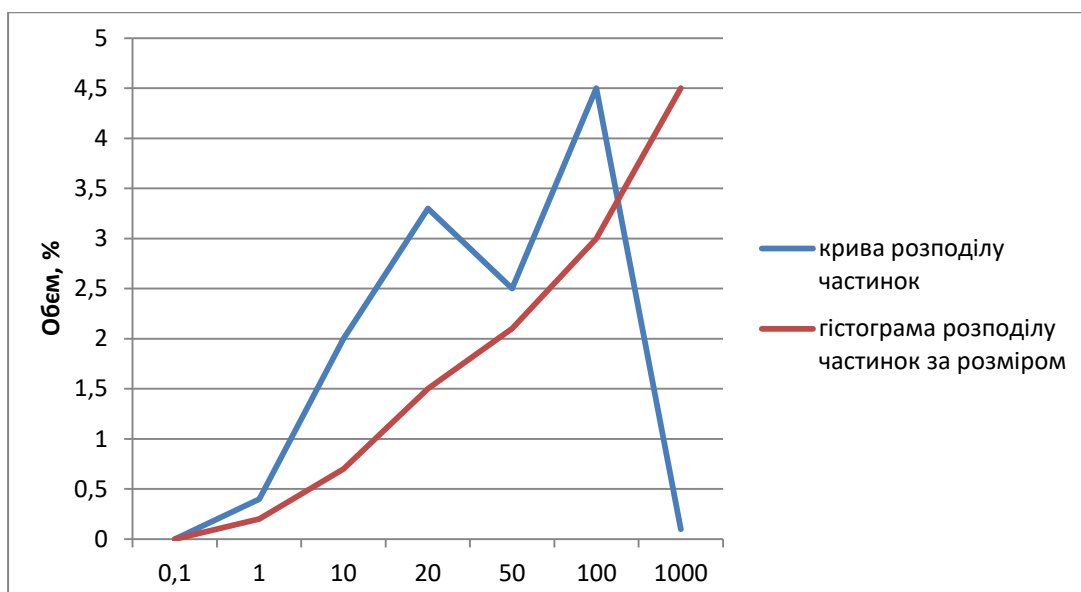


Рис. 8. Розподіл частинок за розміром в дослідному зразку, підданому обробці високим тиском: І - інтегральна крива розподілу розмірів частинок; ІІ – диференціальна гістограма розподілу частинок за розмірами.

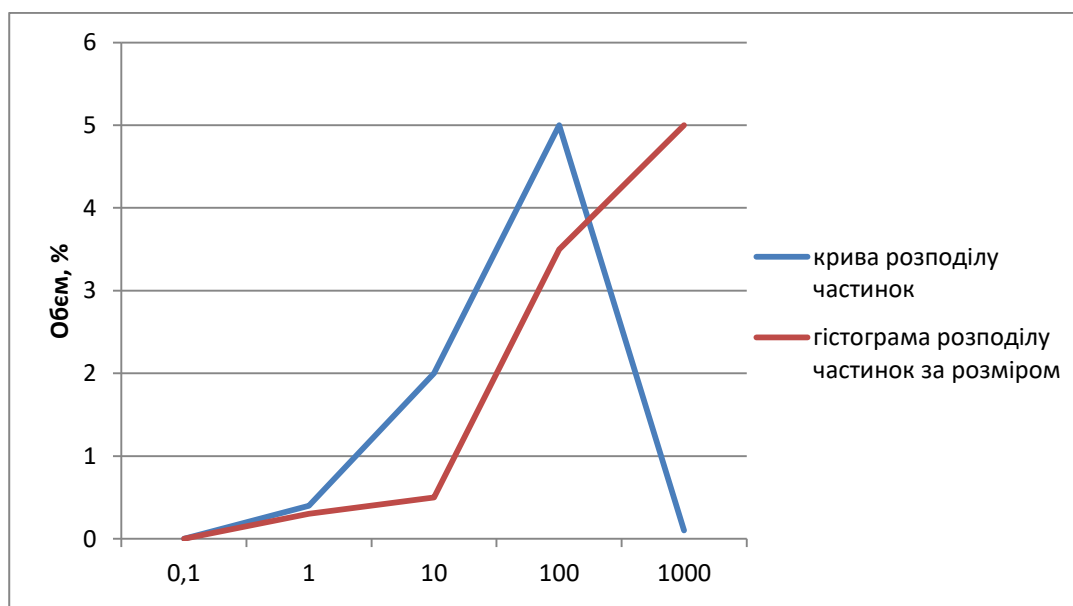


Рис. 9. Розподіл частинок за розміром у контрольному зразку: І - Інтегральна крива розподілу розмірів частинок; ІІ - диференціальна гістограма

розподілу частинок за розмірами.

Аналіз даних рис. 8 і 9 показав, що мінімальний/максимальний розмір частинок зразка, обробленого високим тиском, становив 6,6/324,8 мкм. Для контрольного зразка ці показники дорівнювали 12,5/326,5 мкм відповідно. При цьому середній розмір часток дослідного зразка склав 696 мкм, а контрольного – 887 мкм. Таким чином, застосування впливу високого тиску на гомогенізовану масу на м'ясній основі дозволило додатково зменшити середній розмір її частинок в 1,3 рази.

3.3. Дослідження впливу іонізуючого випромінювання на якість та безпеку м'ясної сировини

Визначальним критерієм абсолютної безпеки спеціалізованого продовольства та харчових раціонів є санітарний стан як самого продукту, так і вихідної сировини. Наявність у виробі чи сировині патогенних мікроорганізмів становитиме серйозну, а в окремих випадках летальну, загрозу для здоров'я деяких споживачів. Це стосується, наприклад, осіб із так званим «нульовим імунітетом», осіб, які проходять спеціалізовані медичні заходи, пацієнтів із гострими імунодефіцитами, а також окремих спеціальних контингентів.

Виключення циркуляції патогенної мікрофлори в екосистемі таких споживачів є важливим науковим і практичним завданням. Зважаючи на це, був детально вивчений новий фізичний метод впливу на м'ясні напівфабрикати (фарш) – іонізуюче оброблення.

У випадку охолодженого м'ясного фаршу використання іонізуючого випромінювання визнано найбільш ефективним методом досягнення мікробіологічної безпеки. При цьому будь-які інші поширені методи, що застосовуються сьогодні (наприклад, харчові добавки та інгредієнти з антимікробними властивостями, пакування в модифікованому газовому середовищі тощо), не є достатньо надійними, коли йдеться про продукцію особливого призначення. Стосовно м'ясного фаршу, завдання додатково ускладнюється необхідністю використання такого режиму обробки, який не лише гарантує безпечність продукту, але й не призводить до зниження його

якості та зміни споживчих характеристик.

Об'єктом для проведення експериментальної частини роботи служив промислово виготовлений охолоджений м'ясний фарш. Він був отриманий відповідно до технічних умов виробника.

Фарш був створений шляхом змішування у співвідношенні 1:1 подрібнених на вовчку (з діаметром отворів решітки 2–3 мм) яловичини. Яловичина містила масову частку сполучної та жирової тканини не більше 20%. Змішування відбувалося зі свининою, масова частка жирової тканини в якій становила від 30% до 50%. Вміст протеїну у фінальному м'ясному фарші дорівнював 14,5 г/100 г, вміст ліпідів – 25 г/100 г. Маса нетто однієї пакувальної одиниці становила 300 г. Для реалізації експериментальної частини було проведено 5 технологічних виробіток м'ясного фаршу, об'єм кожної складав 50 пакувальних одиниць. Пакувальна одиниця фаршу, що підлягала опроміненню, мала такі параметри: довжина L – не більше 25 см; ширина M – не більше 15 см; висота H – не більше см.

Оброблення фаршу здійснювали на базі ТОВ ТД «Галицька Свіжина». Опромінення проводили з використанням електронного прискорювача. Енергія електронів становила 5-10 МеВ. Максимальна потужність пучка складала 15 кВт. Фактична енергія електронів – 9,5 МеВ, тривалість імпульсу – 4 мксек, частота імпульсів – 340 Гц, частота сканування – 0,7 Гц, розмір пучка – 16мм, ширина сканування – 50 см.

Задані рівні поглинених доз м'ясного фаршу становили 0,5; 1,5; 2,0; 2,5 ; 3,0; 4,5; 6,0 кГр. Також було застосовано кратний набір поглиненої дози: 1,5 + 1,5 кГр та 2,25 + 2,25 кГр. Задана поверхнева щільність м'ясного фаршу склала 3,6 г/см².

Результати мікробіологічних досліджень м'ясного фаршу (таблиця 3) засвідчили високий санітарний рівень зразків, оброблених іонізуючим випромінюванням. Це стосувалося різних поглинених доз від 1,5 до 6,0 кГр протягом усього періоду зберігання.

Вивчення складу мікрофлори м'ясного фаршу із дозами поглинання від 1,5 до 6,0 кГр із використанням ідентифікації методом MALDI-TOF

мас-спектрометрії дозволило дослідити весь спектр мікроорганізмів, що зберігають свою стійкість до іонізуючого впливу при різних дозах поглинання. У контрольному зразку також були виявлені патогенні мікроорганізми, зокрема *L. monocytogenes*.

Встановлений склад мікроорганізмів м'ясного фаршу дозволив констатувати, що видовий склад мікроорганізмів відрізнявся у зразках. Це залежало як від величини поглиненої дози, так і від конкретної вибірки. Це вказувало на нерівномірність та нестабільність мікрофлори у кожному зразку, який отримав дозу іонізуючого випромінювання, а також у контрольних зразках. Отже, у зразках, отриманих з одного об'єму (циклу подрібнення), склад мікроорганізмів міг відрізнятися.

Аналізуючи отримані результати, були встановлені такі ключові фактичні дані: іонізуюча обробка гарантувала відсутність патогенної мікрофлори у продукті. Проте виявлялися найбільш толерантні види мікроорганізмів, такі як дріжджі роду *Candida*.

Динаміка змін кількості мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів і дріжджів протягом зберігання м'ясного фаршу показала, що у зразках із поглиненою дозою до 3,0 кГр дріжджі відновлювали активне розмноження вже через 14 діб зберігання. У зразках із дозами 4,5 та 6,0 кГр їхній ріст був помітно уповільнений. При цьому у зразку з максимальною поглиненою дозою 6,0 кГр зростання дріжджів було відсутнє цілковито. Схожа динаміка спостерігалася і для загальної кількості мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів.

Зростання санітарного стану м'ясної продукції, обробленої іонізуючим випромінюванням, може супроводжуватися формуванням небажаних хімічних сполук. Вони не лише сприяють погіршенню споживчих властивостей, але й можуть становити небезпеку для здоров'я [17].

Таблиця 3. Мікробіологічні показники фаршу у процесі зберігання

№ зразка	Режим обробки, кГр	КМАФАнМ, КУО/г		БГКП, 0,001г		Патогенні, у тому числі сальмонели		L.monocytogenes	
		вміст	норма	вміст	норма	вміст	норма	вміст	норма
0 день зберігання									
контроль	0	3x10 ⁴	не більше	-	0,001	-	25,0	-	25,0
1	1,5	<1x10 ²		-		-			
2	3,0	<1x10 ²		-		-			
3	4,5	<1x10 ²		-		-			
4	6,0	<1x10 ²		-		-			
5 добу зберігання									
контроль	0	3,2x10 ⁵	не більше	+	0,001	+	25,0	+	25,0
1	1,5	7x10 ²		-		-			
2	3,0	5x10 ¹		-		-			
3	4,5	<1x10 ¹		-		-			
4	6,0	1x10 ²		-		-			
7 добу зберігання									
контроль	0	>3x10 ⁶	не більше	+	0,001	+	25,0	+	25,0
1	1,5	5x10 ²		-		-			
2	3,0	<3x10 ¹		-		-			
3	4,5	<3x10 ¹		-		-			
4	6,0	<3x10 ¹		-		-			
15 добу зберігання									
1	1,5	>3x10 ⁴	не більше	-	0,001	-	25,0	-	25,0
2	3,0	3x10 ²		-		-			
3	4,5	5X10 ¹		-		-			
4	6,0	4X10 ¹		-		-			
30 добу зберігання									
1	1,5	>3x10 ⁶	не більше	-	0,001	-	25,0	-	25,0
2	3,0	4,5x10 ²		-		-			
3	4,5	<1x10 ¹		-		-			
4	6,0	<3x10 ¹		-		-			

Для м'яса та м'ясної продукції, що містить тваринні жири, такими хімічними продуктами є 2-алкілциклобутанони (зокрема, 2-додецилциклобутанон і 2-тетрадецилциклобутанон). Вони утворюються відповідно з пальмітинової та стеаринової кислот. 2-алкілциклобутанони виступають маркерами опромінення м'ясної продукції і не формуються внаслідок інших технологічних процесів (термічна обробка, ферментація, охолодження та заморожування, сушіння тощо).

Дослідження впливу радіаційного оброблення на утворення продуктів радіолізу в м'ясному фарші дозволило побудувати математичні моделі їхнього формування залежно від поглиненої дози. Для цього був отриманий м'ясний фарш із поглиненою дозою іонізуючого випромінювання 0,5; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 4,5 та 6,0 кГр. Як видно з отриманих моделей утворення маркерів радіолізу (циклобутанонів), їхнє різке зростання у м'ясному фарші спостерігалось при поглинених дозах, що перевищували 3 кГр.

3.3.1. Аналіз мікробіологічних показників м'ясного фаршу, обробленого іонізуючим впливом з використанням кратного опромінення.

З метою зменшення залишкового вмісту продуктів радіолізу у м'ясному фарші, подальші дослідницькі роботи були зосереджені на зразках із поглиненою дозою до 3 кГр. При цьому додатково вивчалися зразки, що пройшли кратне опромінення (1,5 + 1,5 кГр та 2,25 + 2,25 кГр).

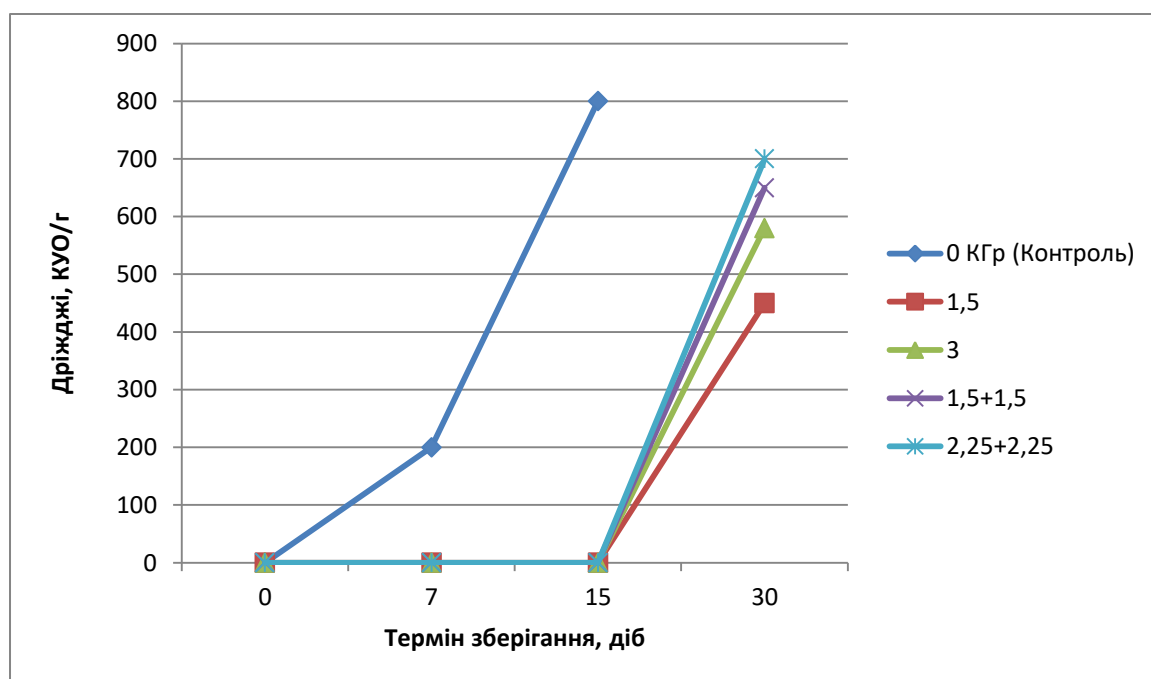
Динаміка зміни сукупної кількості мікроорганізмів у зразках фаршу, які зазнали різного дозування та способів опромінення протягом періоду зберігання, представлена у Таблиці 4.

Таблиця 4

Динаміка зміни загальної кількості мікроорганізмів у зразках фаршу, підданих різним дозам та способам опромінення, у процесі зберігання

Зразок	Кількість МАФАНМ, КУО/г у процесі зберігання				Норма
	0 доба	7 доба	15 добу	30 добу	
0 кГр (контроль)	4,48±0,19	5,97±0,23	7,23±0,15	8,23±0,11	не більше 6,67 КУО/г
1.5 кГр	2,88±0,20	3,01±	4,36±0,06	5,88±0,15	
3.0 кГр	2,29±0,11	2,42±0,16	3,92±0,28	5,64±0,14	
1.5+1.5 кГр	2,91±0,14	3,14±0,21	4,84±0,38	6,38±0,06	
2.25+2.25 кГр	2,32±0,26	2,55±0,23	3,82±0,09	6,07±0,09	

Динаміка розмноження дріжджів і пліснявих грибів у м'ясному фарші протягом зберігання представлена на рис. 11.



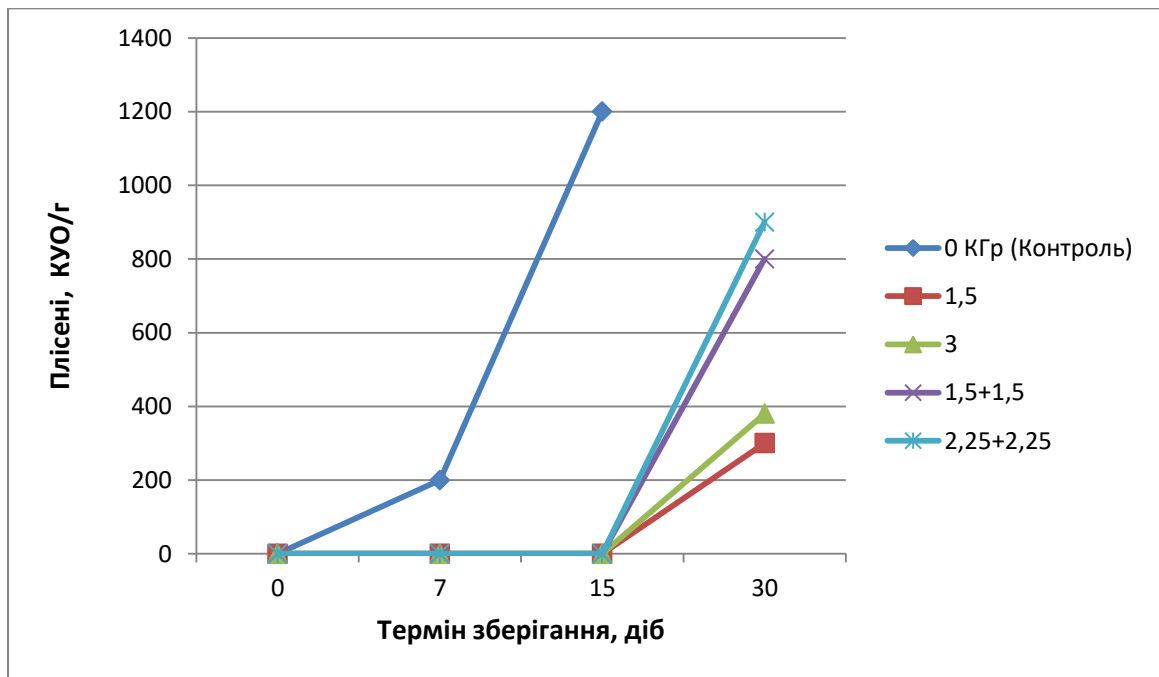


Рис. 11. Динаміка росту дріжджів (А) і плісені (Б) у м'ясному фарші в процесі зберігання.

У всіх опромінених зразках, незалежно від методу та дозування опромінення, була зафіксована відсутність росту дріжджів до 15 діб зберігання. Водночас у контрольному зразку кількість дріжджів зросла вже до 7 доби. До 15 доби зберігання у контрольного зразка спостерігалось інтенсивне розмноження дріжджів. Зростання дріжджів в опромінених зразках було відзначено лише на 30 добу зберігання. При цьому чисельність дріжджів у зразках, оброблених дворазовим способом, була суттєво вищою, ніж у зразках, оброблених одноразово. Крім того, цей показник безпосередньо залежав від величини опромінення.

Значне збільшення чисельності пліснявих грибів ($p < 0,05$) у контрольному зразку відмічалось вже на 7 добу. До 15 доби відбулося інтенсивне зростання, і кількість пліснів зросла до 1200 КУО/г. Характер розмноження плісняв у дослідних зразках фаршу протягом зберігання більшою мірою залежав від величини поглиненої дози, ніж від способу радіаційного оброблення. До 15 доби зберігання не було виявлено значних змін ($p > 0,05$) у всіх досліджуваних зразках. Інтенсивне зростання плісняв було зафіксовано на 30 добу у зразках 1,5 кГр та 1,5 + 1,5 кГр. При цьому у зразка, обробленого кратним способом, чисельність плісняв була значно вищою, ніж у зразка, обробленого дозою 3 кГр.

У зразків 3,0 кГр та 2,25 + 2,25 кГр із сумарною поглиненою дозою 4,5 кГр кількість пліснявих грибів зросла значно менше. Це свідчить про залежність росту плісняв від сумарної величини опромінення.

3.3.2. Дослідження рівня амінного азоту та накопичення продуктів окислення ліпідів у м'ясному протягом зберігання.

Результати органолептичного аналізу фаршу після радіаційного оброблення показали, що споживчі характеристики дослідних зразків, оброблених кратною поглиненою дозою 1,5 + 1,5 кГр та 2,25 + 2,25 кГр, були помітно погіршені. Була відзначена зміна кольору фаршу: ліпіди набули сірого, тьмяного відтінку. При цьому у дослідного зразка з кратною поглиненою дозою 2,25 + 2,25 кГр до 15 доби зберігання з'явився виразний сторонній аромат. У зразків з кратною дозою 1,5 + 1,5 кГр різкий сторонній запах виник на 30 добу зберігання. Ця тенденція зберігалася до завершення встановленого терміну зберігання.

На противагу цьому, у зразків з одноразовою поглиненою дозою 1,5 та 3,0 кГр жир після обробки мав білий колір, а сторонній запах був відсутній. Зміна забарвлення ліпідів у цих зразках спостерігалася лише на 30 добу зберігання. У контрольного зразка зміна кольору жиру та поява різкого кислого запаху були зафіксовані на 15 добу зберігання.

Було встановлено, що кількість амінного азоту (АА) у дослідних зразках протягом зберігання перебуває у прямій залежності від величини поглинання та тривалості зберігання фаршу. При цьому застосування дворазового оброблення спричинило збільшення значення цього показника. У контрольному зразку вміст АА був нижчим, ніж у дослідних зразках. Це свідчить про вплив радіаційної обробки на процеси деструкції білків (рис. 12).

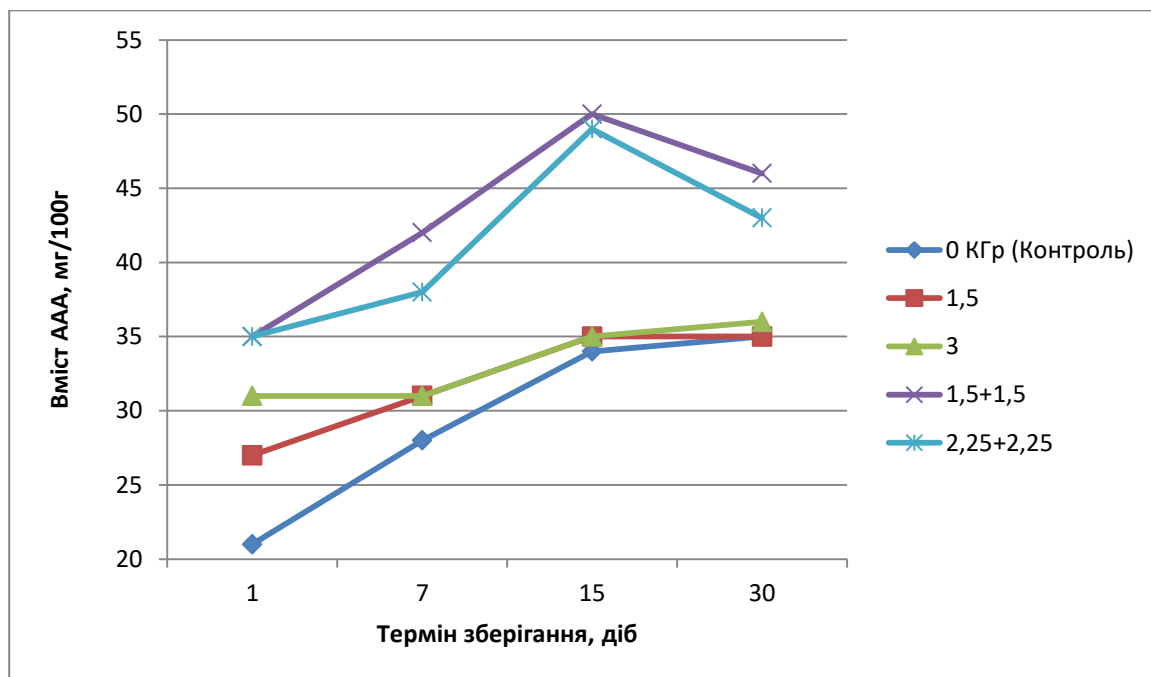


Рис. 12. Динаміка зміни АА у м'ясному фарші з різною поглиненою дозою.

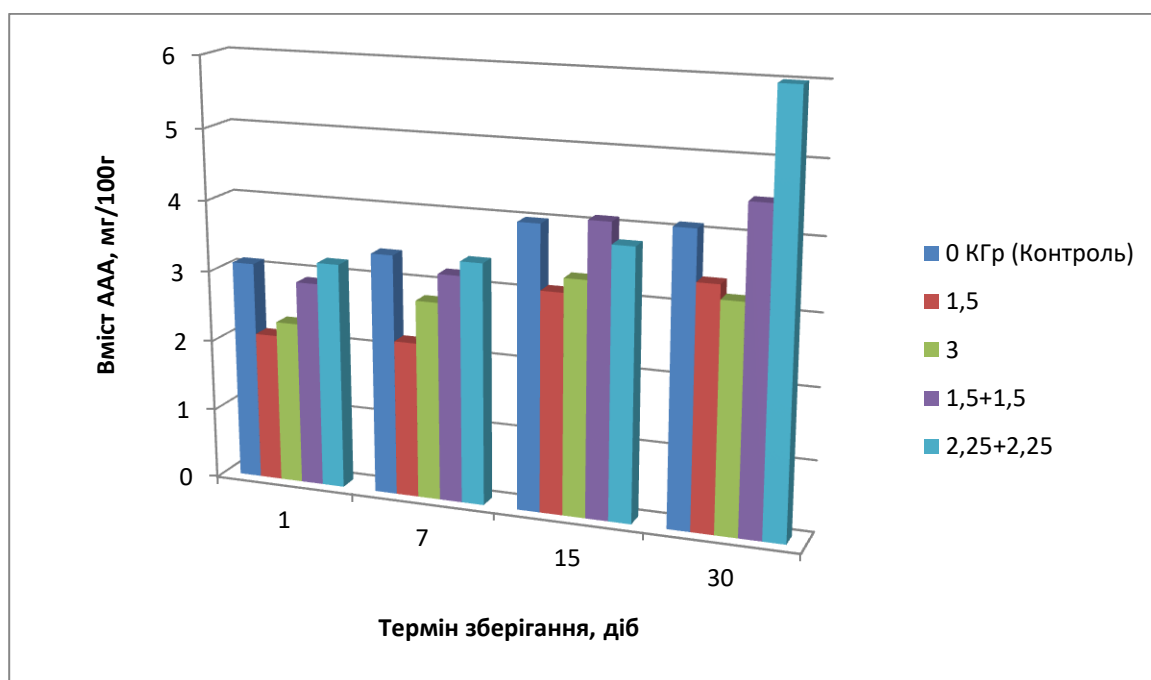


Рис. 13. Зміна перекисного числа м'ясного фаршу з різною поглиненою дозою.

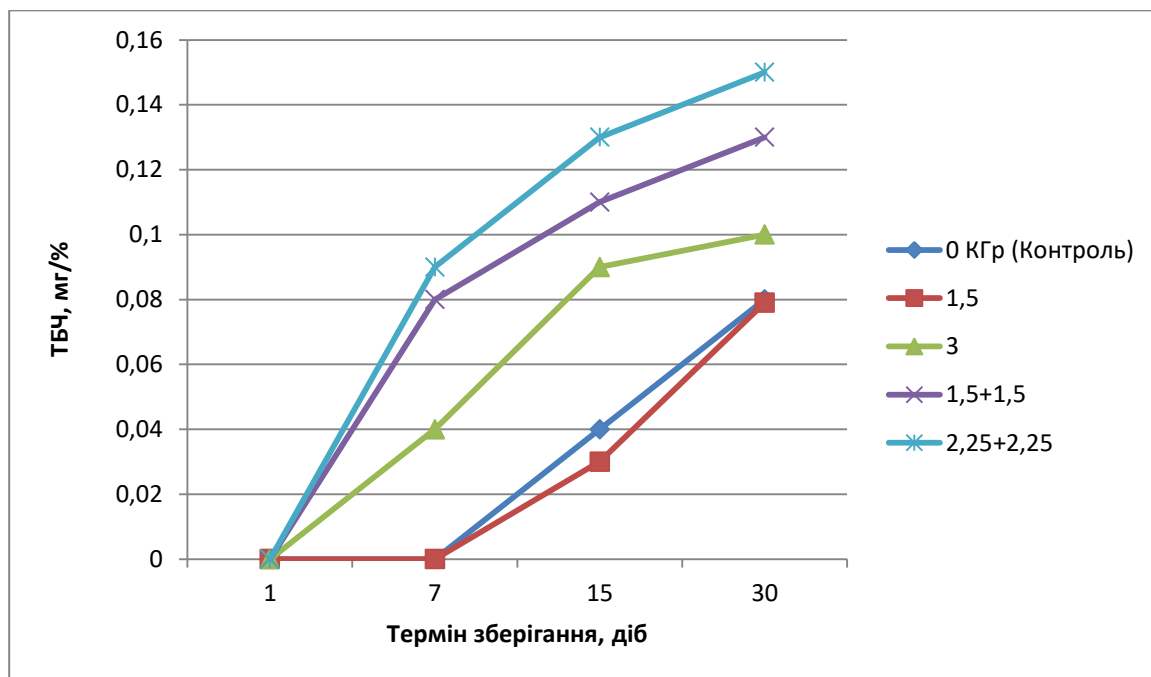


Рис. 14. Динаміка зміни ТБЧ м'ясного фаршу з різною поглиненою дозою

Окиснення ліпідів протягом періоду зберігання є одним із чинників, які негативно впливають на якість м'ясного фаршу. Згідно з позицією низки дослідників [28, 30], після застосування іонізуючого випромінювання у м'ясі посилюється формування перекисних продуктів окиснення. Ці сполуки утворюються частково внаслідок руйнування жирів, а частково за рахунок деструкції інших речовин, розчинних у водному середовищі.

Отримані результати досліджень також підтвердили цю закономірність. Вони свідчили про збільшення значень перекисного числа ПЧ та тіобарбітурового числа ТБЧ зі зростанням дози опромінення. Характер зміни пероксидного числа ПЧ залежно від дози опромінення залишався незмінним протягом усього періоду зберігання. Подібна закономірність спостерігалася для зміни тіобарбітурового числа ТБЧ як у контрольному зразку, так і в дослідних зразках, залежно від дози опромінення, протягом усього терміну зберігання.

3.4. Обґрунтування використання електрохімічної активації води

Сутність електрохімічної активації (ЕХА). Електрохімічна активація дозволяє цілеспрямовано змінювати склад розчинених газів, а також кислотно-основні та окисно-відновні властивості води. Ці зміни відбуваються у

межах, які значно перевищують ті, що досягаються при еквівалентному хімічному регулюванні. Метод дає можливість синтезувати з води та розчинених речовин хімічні реагенти (окислювачі або відновники) у метастабільному стані. Цей принцип використовується у процесах очищення та знезараження води. Крім того, він застосовується для перетворення води або розбавлених розчинів електролітів на екологічно чисті антимікробні, миючі, екстрагуючі та інші функціонально корисні розчини, включно з лікувальними [24].

Відмінності фізико-хімічних властивостей активованих та неактивованих розчинів ілюструються результатами дослідження взаємозв'язку між:

- ступенем відхилення фізико-хімічних параметрів активованого розчину від стану рівноваги.
- інтенсивністю та глибиною електрохімічного впливу.
- мінералізацією вихідного розчину.

Початкові параметри розчину NaCl: $pH = 7,02$; ОВП = +270 мВ; концентрація NaCl у дистильованій воді – 0,25 г/л.

Активовані середовища з низьким, у тому числі негативним, значенням окисно-відновного потенціалу (ОВП) підвищують відновні властивості харчових продуктів. Це супроводжується зростанням лужності міжклітинної рідини. Вважається, що лужне середовище, на відміну від кислого, служить однією з основних перешкод для пошкодження тканин, розвитку процесів старіння та розмноження хвороботворних організмів.

Позитивні значення ОВП вказують на відсутність електронів та перебіг деструктивних процесів окиснення.

Негативні значення ОВП свідчать про наявність електронів та перебіг процесу відновлення.

Електронно-активовані середовища постачають велику кількість електронів і, відповідно, надають антиоксидантні властивості раціону харчування людини. За цим показником вони, безумовно, перевершують у десятки та сотні разів найвідоміші сучасні антиоксиданти [25].

ОВП (окисно-відновний потенціал) – це здатність води вступати у біохімічні реакції. Він характеризує ступінь активності електронів в

окисно-відновних реакціях, тобто реакціях, пов'язаних з приєднанням або передачею електронів.

Дослідження електроактивованої води (католіту), одержаної за різних режимів.

Перший етап досліджень був спрямований на вибір оптимальних параметрів для оброблення води. Для цього були отримані 3 зразки католіту (лужна фракція електроактивованої води). Контрольним зразком слугувала вода, що не піддавалася обробці.

Після отримання зразків електроактивованої води за різних показників сили струму та напруги (Таблиця 5), були проведені вимірювання їхніх фізико-хімічних показників рН та ОВП (Таблиця 6)

Таблиця 5

Параметри обробки води

Зразки	Сила струму, А	Напруга,
№1	0,2	1,6
№2	0,5	36,3
№3	1,0	54,5

Таблиця 6

Показники рН та ОВП електроактивованої води (католіт) після активації

Зразок №1		Зразок №2		Зразок №3		Контроль	
рН	ОВП	рН	ОВП	рН	ОВП	рН	ОВП
8,2±0,5	-73	8,4±0,	-125	8,7±0,5	-150	6,3±0,3	200

Найбільш прийнятні показники рН і ОВП були зафіксовані у зразків №2 і №3. Оскільки ОВП є нестабільним для електроактивованої води, подальші дослідження було вирішено проводити лише зі зразками, отриманими при силі струму 0,5А (зразок №2) та 1 А (зразок №3).

З метою вивчення динаміки зміни фізико-хімічних показників електроактивованої води протягом часу (зберігання), були здійснені вимірювання рН та ОВП безпосередньо після її отримання (точка 1). Далі вимірювання повторювалися щогодини протягом 6 годин (Таблиця 7).

Зміна рН та ОВП

Час, хв	Зразок №2		Зразок №3		Контроль	
	рН	ОВП, мВ	рН	ОВП, мВ	рН	ОВП, мВ
0	8,4±0,4	-125	8,8±0,4	-150	6,3±0,4	200
60	8,3±0,5	-120	8,7±0,5	-135	6,2±0,4	197
120	8,1±0,4	-99	8,6±0,4	-100	6,2±0,3	195
180	8,1±0,3	-96	8,6±0,4	-110	6,2±0,3	195
240	8,1±0,2	-94	8,6±,3	-113	6,2±0,4	195
300	8,1±0,3	-90	8,6±0,3	-111	6,2±0,3	195
360	8,1±0,2	-89	8,6±,4	- 110	6,2±0,2	195

З аналізу результатів, представлених у вигляді графіка, випливає, що вода після електроактивації характеризується аномальними значеннями фізико-хімічних показників рН та ОВП, які мимовільно змінюються з часом.

У перші години після електроактивації спостерігалось зниження окисно-відновного потенціалу ОВП. Згодом цей показник наближався до рівноважних значень. Як продемонстрували дослідження, через 6 годин наставав період релаксації, і електронна нестабільність води досягала рівноважних показників.

Показник рН порівняно з початковим значенням змінювався незначно. Це підтверджує дані про те, що одне значення рН електроактивованої води може відповідати різним показникам ОВП [27].

3.5 Технологічні показники м'ясної сировини, обробленої електроактивованою водою

На наступному етапі досліджень вивчалися технологічні характеристики зразків м'яса після процесу посолу. Дослідження проводилися для м'яса у шматках (методом ін'єктування).

В обох випадках використовувалася електроактивована вода (католіт). Для

експерименту була взята яловичина вищого ґатунку.

М'ясну сировину нарізали на шматки масою 300 г і шприцювали розсолем. Об'єм ін'єктованого розсолу становив 15% від маси м'ясної сировини. Шматки м'яса шприцювали розсалом із концентрацією 16% та направляли на посол, який тривав 6 годин при температурі від 0 до 6 °С.

Склад розсолу: лужна фракція електроактивованої води (католіт) та харчова сіль.

Контрольні зразки: використовувався аналогічний розсіл, що містив водопровідну воду та харчову сіль.

Дослідний №1: католіт, отриманий при силі струму 0,5 А. Дослідний №2: католіт, отриманий при силі струму 1 А. Час від початку активації води до її використання при приготуванні розсолу не перевищував 2 годин. Результати експерименту наведені у таблиці 8.

Таблиця 8

Технологічні показники м'ясної сировини, посоленої у шматках

Зразки	Значення показників для зразків після посолу		
	ВЗЗ, % до загальної вологи	ОВП, мВ	pH
Контрольний	62,98±1,9	60±1,9	5,88±0,4
Дослідний №1	66,28±2,1	42±1,2	6,25±0,5
Дослідний №2	67,24±2,0	47±1,3*	6,33±0,5

Згідно з отриманими даними (табл. 8), після посолу вологозв'язувальна здатність ВЗЗ у зразках №1 і №2 була вищою на 5,2% та 6,8% відповідно, порівняно з контрольним зразком. Це, очевидно, є результатом зсуву рН м'яса у процесі посолу до значень 6,25 і 6,33. При цьому статистично достовірні відмінності були виявлені між контрольним і зразком №2

Для посолу у дрібному подрібненні м'ясо попередньо пропускали через вовчок із діаметром отворів решітки 6 мм. У подрібнену м'ясну сировину вносили харчову сіль із розрахунку 2,5% маси несолоної сировини та перемішували протягом 4-5 хвилин. Додатково вводили 5 % електроактивованої

води від маси сировини. Після цього масу витримували протягом 6 годин, а потім проводили дослідження.

Результати дослідження (таблиця 9) продемонстрували, що дослідні зразки №1 і №2 після посолу з використанням електроактивованої води мали вищу ВЗЗ порівняно з контрольним зразком – на 10% і на 11,25% відповідно.

Таблиця 9.

Технологічні показники м'ясної сировини, посоленої у дрібному

Зразки	Значення показників для зразків після посолу			
	ВЗЗ, % до загальної вологи	ОВП, мВ	pH	Волога, %
Контрольний	65,33±2,0	51±1,7	5,90±0,4	70,45±2,1
Дослід №1	71,72±2,1	42±1,5	6,22±0,5	70,98±2,2
Дослід №2	72,68±2,1*	47±1,6*	6,37±0,5*	71,80±2,2*

Аналіз отриманих даних показав, що ВЗЗ м'яса, посоленого у дрібному подрібненні, у дослідних зразках була вищою, ніж у контрольному. Це свідчить про зростання кількості гідрофільних груп у молекулах білків та сприяло їхній гідратації.

Додавання лужної фракції активованої води для посолу фаршу дозволило змістити pH в область більш високих значень (6,22 та 6,37). У ковбасному виробництві такий ефект зазвичай досягається шляхом введення різних фосфатів.

Окисно-відновний потенціал у тестованих зразках знаходився практично на одному рівні. Різкої зміни ОВП не спостерігалось. Ймовірно, це пояснюється тим, що м'ясо є потужним буфером донорно-акцепторного обміну електронами. Однак, порівняно з контрольним зразком, у зразку №1 відзначалася статистично помітна тенденція його зсуву до негативних значень.

3.6 Технологія м'ясних посічених напівфабрикатів для функціонального харчування.

Цукровий діабет продовжує залишатися однією з найбільш значущих медико-соціальних проблем світової охорони здоров'я, щорічно кількість хворих збільшується на 5-7%, подвоюючи за 15-17 років. Головним принципом дієтичного харчування при цукровому діабеті є спрямованість на нормалізацію метаболічних порушень. При легкій формі діабету за допомогою однієї лише корекції харчування можна нормалізувати стан пацієнта. Основними показниками, що свідчать про стан компенсації при цукровому діабеті, є нормальні величини глюкози крові натще і протягом доби, а також відсутність глюкози в сечі [30, 31].

М'ясні продукти, що характеризуються високим вмістом тваринного білка з повним спектром незамінних і замінних амінокислот, жиророзчинних вітамінів і L-карнітину та відсутністю вуглеводів, повинні бути присутніми в раціоні людей з порушеннями вуглеводного обміну. У зв'язку з цим, була розроблена технологія м'ясних посічених напівфабрикатів для функціонального харчування людей, які страждають на діабет (рис. 15).

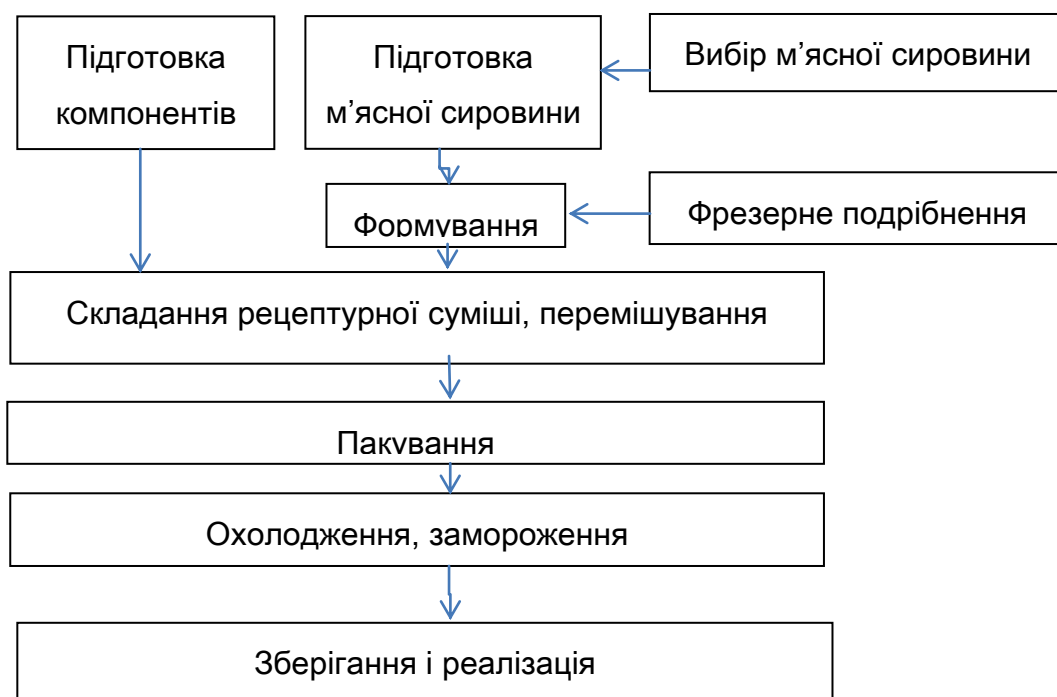


Рис. 15. Технологічна схема посічених м'ясних напівфабрикатів для функціонального харчування.

Як недоліки споживання м'ясних продуктів відзначають високий вміст жиру з переважанням насичених жирних кислот і холестерину, а також значну калорійність. Вказані недоліки можуть призводити до підвищення вмісту ліпідів у крові та прогресування діабету [8]. Для вибору сировини з метою виробництва посічених м'ясних напівфабрикатів для функціонального харчування при діабеті була застосована методологія виявлення відмітних ознак, розроблена в рамках цієї кваліфікаційної роботи.

На підставі аналізу різних видів м'ясного сировини було обґрунтовано використання яловичини з відмітними ознаками, представленими в табл. 10.

Таблиця 10

Відмітні ознаки яловичини, обраної як м'ясної сировини

Найменування показника	Фактичний вміст	Добова норма	% від добов. норми	Відмінний ознака	Коефіцієнт нутрієнтного потенціалу
Вітамін В12, мкг/100г	3,8±0,3	1	350	Високий вміст	2,0
Залізо, мг/100г	4,2±0,4	15	30	Джерело	0,2
Цинк, мг/100г	6,9±1,20	16	45	Високий вміст	0,3
Білок, г/100 г	21,3±1,4	78	30	Високий вміст	
Жир, г/100 г	1,6±0,12	82	2	Низький вміст	

Рецептура напівфабрикатів включала:

- яловичину - вміст у рецептурі 70%;
- комплекс рослинних компонентів (білок соєвий ізольований, вівсяні пластівці, олія амаранту, орегано) та сіль – вміст у рецептурі 10 %;
- воду з модифікованим ізотопним складом з пониженням вмістом дейтерію (40 ppm) – вміст у рецептурі 20 %.

Дані про вплив води з модифікованим ізотопним складом з зниженим вмістом дейтерію на нормалізацію процесів обміну, у тому числі у людей, які страждають на цукровий діабет [31], а також наукове дані, отримання в цій кваліфікаційній роботі, дозволили обґрунтувати її застосування. Позитивний

ефект від застосування легкої води полягає в нормалізації вуглеводного і ліпідного обміну, проникності клітинних і лізосомальних мембран за рахунок поліпшення робіт різних ферментних систем, у тому числі відповідальних за транспорт іонів, глюкози і інсуліну в клітину. Легка вода дозволяє поліпшити роботу клітинних рецепторів і транспортувати глюкози у клітину за рахунок розблокування частини рецепторів та збільшення проникності клітинних мембран для глюкози. Це призводить до поліпшення роботи енергетичних ланцюгів у клітині, у тому числі збільшення рівня АТФ у мітохондріях, наслідком чого є зниження рівня цукру в крові, зменшення глюкозурії, поліпшення обмінних процесів [16, 22].

Полегшена за дейтерієм вода в умовах формування в організмі окислювального стресу здатна призводити до зменшення інтоксикації і підвищення антиоксидантного потенціалу органів і тканин. Введення в харчовий раціон легкої води може прискорювати реакції ізотопного обміну, стимулюючи, тим самим, органи функціональної системи детоксикації (печінка, нирки) за рахунок впливу на термодинамічні та термодинамічні показники макромолекул (передусім, білків, нуклеїнових кислот), змінюючи швидкість біологічних процесів [2].

Для подрібнення м'ясної сировини використовували новий спосіб фрезерного подрібнення. Подрібнення виробляли на подрібнювачі, укомплектованім фрезою циліндричною типу 1, виконання 1 (з дрібним зубом), із зовнішнім діаметром 100 мм, з внутрішнім діаметром 40 мм, довжиною 125 мм, з числом зубів 18. Температура блоків, що направляються на подрібнення, склад 8. Блоки поміщали в робочу камеру подрібнювача, рух блоків здійснювався впливом штока механізму подачі із заданою швидкістю по напрямних площинах. Температура м'яса після подрібнення становила від мінус 3,5 до мінус 2,5 °С. Був підібраний спеціальний режим різання (швидкість подачі блоків м'ясного сировини та частоти обертання фрези), які забезпечували розмір частинок подрібненого м'яса не більше 2000 мкм (2 мм).

Кулінарна обробка напівфабрикатів (маса нетто 1-го виробу 100 г) проводилася запіканням у пароконвектоматі при температурі 180 °С протягом 15 хвилин до досягнення температури в центрі продукту 90 °С. Показники харчової

та біологічної цінності кулінарних виробів, виготовлених з розроблених напівфабрикатів, наведено в табл. 11.

Таблиця 11

Показники харчової цінності розроблених напівфабрикатів, вироблених шляхом доведення готовності

Показники	Фактичне значення
Харчова цінність	
Масова частка білка, г/100 г продукту	22,4±1,1
Масова частка жиру, г/100 г продукту	7,1±0,3
Масова частка вуглеводів, г/100 г продукту	5,5±0,3
Вміст вітаміну В12, мкг/100г	1,6±0,24
Вміст заліза, мг/100г	2,2±0,35
Вміст цинку, мг/100г	3,6±0,39

Таким чином, у розроблених напівфабрикатах: був знижений рівень насичених жирних кислот порівняно з традиційними січеними напівфабрикатами.

За рахунок включення рослинних олій підвищено рівень мононенасичених жирних кислот, які уповільнюють процес всмоктування цукру з кишечника, та поліненасичених, які виявляють гіполіпідемічну дію, а також покращено амінокислотний склад (відповідно до стандартів ФАО/ВООЗ).

Доведений до кулінарної готовності продукт мав високий вміст білка (50% від енергетичної цінності продукту), що, як відомо, сприяє зниженню швидкості підйому рівня глюкози в крові.

3.7 Технологія функціональних м'ясо-рослинних напівфабрикатів

Технологічна схема виробництва консервованих функціональних продуктів представлена на рисунку 16.



Рис. 16. Технологічна схема функціональних м'ясо-рослинних напівфабрикатів.

Першим етапом були формалізовані вимоги до нутрієнтного профілю функціональних продуктів, які включають вміст і співвідношення основних макро- та мікронутрієнтів (Таблиця 12).

Розроблені продукти є частиною добового раціону і можуть входити, залежно від виду, в обідній прийом їжі як перша або м'ясна частина другої страви. Значення вмісту білка, жиру та вуглеводів розраховані з урахуванням інтеграції в денний раціон.

Найменування розроблених функціональних продуктів: «Суп-пюре з броколі з фрикадельками з курки»; «Суп-пюре з цвітної капусти з фрикадельками з індички»; «Французький курячий суп із кабачками»; «Овочі з

індичкою та базиліком»; «Тефтелі з курки в овочевому соусі з прованськими травами»; «Тефтелі з індички в овочевому соусі».

Таблиця 12

Формалізовані вимоги до м'ясо-рослинних консервів для функціонального харчування

Показники 100 г консервів	Формалізовані вимоги	% задоволення добової потреби при споживанні 100г продукту *
Білок, м	3,5-5,0	4,1-6,5
Жир, г	3,5-5,5	3,9-6,2
ω3: ω6	1:5	-
Сіль, г, не більше	1,0	20,0
Харчові волокна, г	3,0-3,5	15-30
D3, мкг	0,75-1,5	15-30
B6 мг	0,3-0,6	15-30
Mg, мг	60-120	15-30
Ca, мг	150-300	15-30

Відповідно до визначених вимог, білковий склад функціональних м'ясо-рослинних напівфабрикатів формується за рахунок компонентів тваринного та рослинного походження. В якості тваринних білків було використано м'ясо птиці (куряча грудка, грудка індички).

Аналіз характерних ознак м'яса птиці дозволив встановити, що дана сировина містить мінімальну кількість жиру (не більше 2 %). Розрахунки адекватності нутрієнтного складу показали, що їхні показники не перевищують значення 0,15. Отже, нутрієнти м'ясної сировини не розглядалися серед заявлених відмінних ознак фінального продукту.

Білки рослинного походження представлені овочами. Вони сприяють виведенню продуктів обміну з організму, покращуючи при цьому моторику шлунково-кишкового тракту та функцію жовчних шляхів.

Для підвищення функціональних властивостей функціональних

м'ясо-рослинних НФ передбачене використання вітамінів та мінеральних речовин. Це зумовлено тим, що ознаки дефіциту цих елементів є широко поширеними та фактично виявленими.

Для більшості населення західного регіону, зокрема Львівської області, критичними мікронутрієнтами є вітаміни групи В, D3, кальцій та магній [20-25]. Тому для надання функціональних властивостей м'ясо-рослинним консервам із м'яса птиці заплановано введення функціональних добавок – харчових волокон, вітамінів В, D3, а також кальцію.

Вибір комбінацій вітамінів та мінеральних речовин базується на сумісності введених інгредієнтів. Це спрямовано на збільшення їхньої біологічної ефективності:

Магній Mg - Вітамін B6 забезпечує регуляцію клітинного метаболізму та оптимізує діяльність нервової системи.

Кальцій Ca - Вітамін D3: зміцнює захисну функцію імунної системи та підтримує баланс кальцію.

З метою забезпечення збалансованого жирнокислотного профілю та зниження вмісту холестерину у фінальному продукті передбачене додавання рослинних олій. Ці олії містять ω -3 жирні кислоти.

Фізіологічна цінність інуліну полягає в тому, що він є пребіотиком і служить поживним субстратом для пробіотичних мікроорганізмів, зокрема, біфідобактерій.

В якості ароматичних добавок у консервах рекомендовано застосування запашного перцю, мускатного горіха, прованських трав і базиліка, які формують відповідний ароматичний профіль продукту.

Харчова цінність та функціональні ознаки, апробовані на діючому підприємстві розроблених продуктів, представлена в табл. 13.

Харчова цінність та функціональні ознаки продуктів

Консерви	Показник	Вміст на 100 г продукту	Відмітна ознака для вказівки про маркування
1	2	3	4
«Суп-пюре з броколі з фрикадельками з курки»	Білок, м	4,1	Джерело вітаміну B6 Джерело магнію
	Жир, г	3,85	
	B6, мг	0,3	
	Mg, мг	81,3	
	Сіль, г	0,52	
«Суп-пюре із кольорової капусти з фрикадельками з індички»	Білок, м	4,5	Джерело вітаміну B6 Джерело магнію
	Жир, г	4,0	
	B6, мг	0,32	
	Mg, мг	83,4	
	Сіль, г	0,59	
«Французький курячий суп з кабачками»	Білок, м	5,2	Джерело Ca Джерело вітаміну D3
	Жир, г	3,8	
	Ca, мг	180,4	
	D3, мкг	0,94	
	Сіль, г		
«Тефтелі з курок у овочевому соусі з прованськими травами»	Білок, м	4,7	Джерело харчових волокон
	Жир, г	3,9	
	Харчові волокна, г	3,0	
	Сіль, г	0,56	
«Тефтелі із індички в овочевому соусі»	Білок, м	4,5	Джерело харчових волокон
	Жир, г	3,8	
	Харчові волокна, г	0,58	
	Сіль, г	3,0	

«Овочі з індичкою та базиліком»	Білок, м	4,8	Джерело Са Джерело вітаміну D3
	Жир, г	3,7	
	Са,мг	180,4	
	D3, мкг	0,96	
	Сіль, г	0,63	

Технологія функціональних м'ясо-рослинних напівфабрикатів на м'ясній основі для лікувального ентерального харчування.

Ентеральне харчування виступає однією з базових форм нутритивної підтримки пацієнтів в умовах стаціонару. Застосування такого харчування є найбільш актуальним для хірургічних, гастроентерологічних контингентів хворих та при різних патологічних станах. Це необхідно у випадках, коли потреба пацієнта в нутрієнтах не може бути забезпечена природним шляхом.

Асортимент спеціалізованих харчових продуктів для ентерального харчування донедавна був переважно представлений закордонними сумішами. Ці суміші базувалися на молочних та рослинних білках, містили жировий, вуглеводний компонент, а також вітамінно-мінеральний комплекс.

Як правило, ентеральне зондове харчування, призначене на етапі госпіталізації, продовжується в домашніх умовах. Для домашнього ентерального харчування через гастростому використовують широкий асортимент протертих харчових продуктів. Вони виступають альтернативою сумішам або застосовуються у поєднанні з ними, з додаванням м'яса.

До недоліків використання протертого ентерального харчування, приготовленого вдома, належить:

- Підвищений ризик бактеріального зараження.
- Часта закупорка гастростоми.
- Велика трудомісткість при підготовці до годування.
- Ризик незбалансованості харчування за макро-, мікронутрієнтами та енергією.

Вказані особливості організації лікувального харчування та обґрунтування медичними фахівцями необхідності введення в клінічну практику сумішей на

основі м'ясного білка визначили актуальність розробки стерилізованого збалансованого продукту з м'яса. Цей продукт має бути збагачений вітамінами та мінеральними речовинами для ентерального зондового харчування. Використання м'яса як основи ентеральних сумішей нівелює проблему набридання та розширює асортимент пропонованих продуктів для ентерального харчування.

На підставі проведених досліджень була розроблена технологія продукту на основі м'яса «ЕнергоФіт» з яловичини. Він призначений для харчування людей у післяопераційний період, а також у станах, пов'язаних із втратою апетиту, щелепно-лицьовими, черепно-мозковими, опіковими травмами, з порушеннями функції ковтання та жування (Рис. 17). Загальна принципова технологічна схема виробництва спеціалізованих стандартних сумішей на м'ясній основі для інтимального харчування.

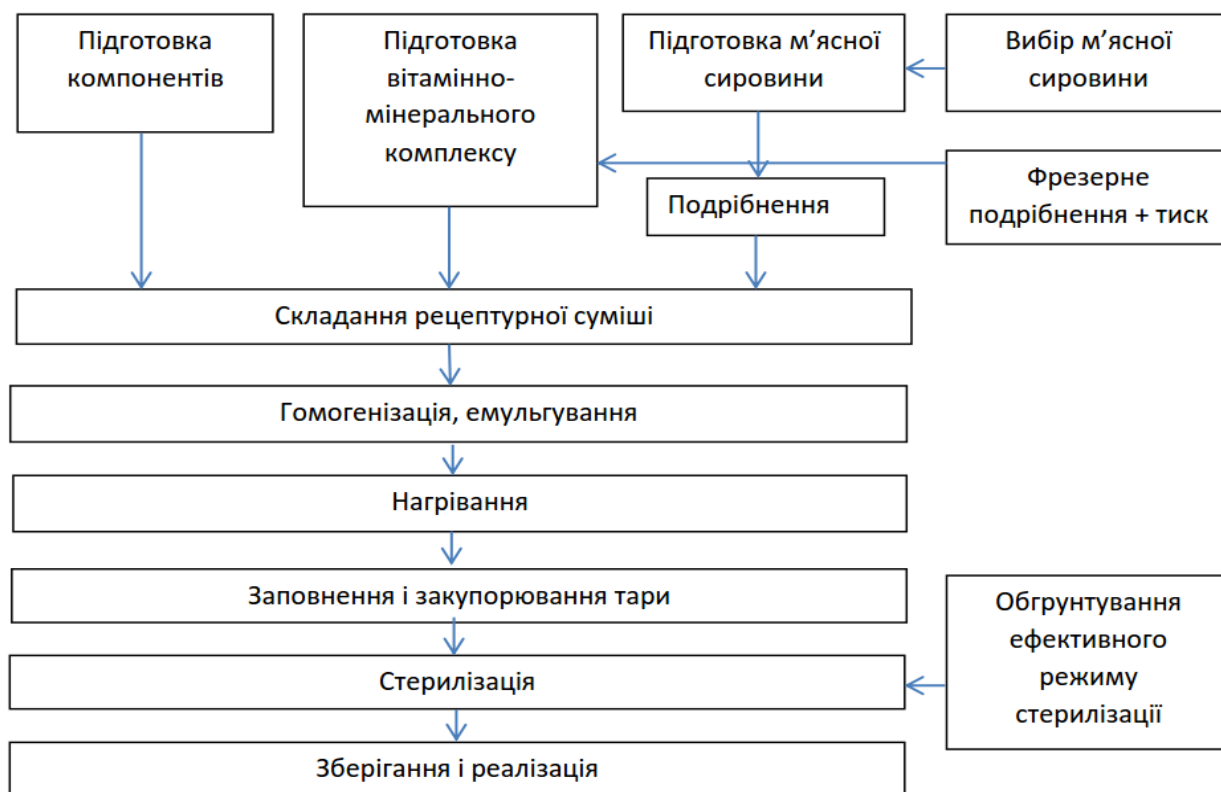


Рис. 17. Технологічна схема виробництва лікувальних продуктів на м'ясній основі для ентерального харчування.

Продукти призначені для використання при патологічних станах, що супроводжуються недостатністю харчування. При цьому важливою умовою є відсутність значних розладів системи травлення та виражених метаболічних

особливостей.

Для розробки складу нутрієнтної підтримки, насамперед, була оцінена потреба організму в білку. Після цього визначено необхідну кількість небілкових калорій (вуглеводів, жирів) для його адекватного засвоєння організмом, а також вітамінів та мікроелементів. Біологічна цінність яловичини вищого сорту як сировини для продуктів ентерального харчування визначалася високим вмістом повноцінного білка та незначною кількістю жиру.

Був розроблений стерилізований продукт на основі яловичини «ЕнергоФіт-яловичина», що представляє собою збалансовану ізокалорійну суміш. Продукт призначений для заповнення добової потреби організму в основних харчових речовинах, не містить лактозу та глютен. До його складу увійшли наступні компоненти: вода, яловичина, мальтодекстрин, олія ріпакова, сахароза, олія соєва, білок соєвий ізольований, соєвий лецитин, стабілізатор, β -каротин, йодказеїн, вітаміни B1, B2, PP, пантотенова кислота, B1, B6, C, A, D3, E, натрію хлорид, магнію (хлорид), залізо, цинк та мідь (сульфат), селен (селеніт натрію), марганець (хлорид), калій (фосфат), кальцій (карбонат), натрій і калій (цитрати). У табл. 14 наведено органолептичні та фізико-хімічні показники продукту «ЕнергоФіт-яловичина».

Таблиця 14

Органолептичні та фізико-хімічні показники продукту

Показник	Характеристика чи значення показника
Зовнішній вигляд	Однорідна гомогенна маса. Допускається відшаровування рідини при зберіганні
Колір	Колір світло-коричневий
Смак, запах	Смак солодкуватий, запах приємний, властивий даному виду продукту, без сторонніх присмаків і запаху
Консистенція	В'язко-текуча, однорідна
Енергетична цінність, ккал/100 г продукту	106,0

Масова частка білка, г/100 г продукту	4,0
Масова частка жиру, г/100г продукту	4,0
Масова частка вуглеводів, г/100 г продукту	14,0

Для поліпшення функціонально-технологічних властивостей харчової системи на м'ясній основі була застосована електроактивована вода. Електроактивацію води проводили за наступним режимом: сила струму становила 1 Ампер, а напруга – 54,5 міліВольт мВ. Для виробництва продукту використовували катод з рН не нижче 8 та окисно-відновним потенціалом від мінус 120 до мінус 140 мВ.

Рецептури розроблені із застосуванням принципів проектування та комп'ютерної оптимізації, що забезпечує відповідність складу продукту медико-біологічним вимогам. При моделюванні білкового компонента білок яловичини (жилована яловичина з масовою часткою жирової та сполучної тканини не більше 3%) комбінували з ізольованим соєвим білком (з вмістом білка не менше 90); вибір яловичини обґрунтований, зокрема, з урахуванням відмінної ознаки «низький вміст жиру». Це забезпечило високі показники біологічної цінності білка: мінімальний швидкісний коефіцієнт – 0,99 од., коефіцієнт утилітарності – 0,83 од. (по відношенню до еталону ФАО/ВООЗ). У зв'язку з цим, при розробці жирового компонента провели комбінування жирів для забезпечення їхнього збалансованого співвідношення. Жировий модуль представляв комбінацію жиру з м'ясної сировини та суміші рапсової і соєвої олій. Співвідношення жирів (3,5% рапсової та 1,0% соєвої) комбінували таким чином, щоб забезпечити надходження ПНЖК сімейства ω -6 та ω -3 у співвідношенні, що не перевищує 5:1. Вміст насичених жирних кислот становив 0,64 г на 100 г продукту, що забезпечувало менше 10% від загальної калорійності. Вуглеводний компонент представлений мальтодекстрином і сахарозою, які легко перетравлюються та швидко всмоктуються.

При проектуванні вітамінної композиції використовували розроблені принципи створення збагачувальних комплексів, враховуючи дослідження, спрямовані на визначення ступеня руйнування вітамінів в ході стерилізації. Об'єм продукту 1500–2000 мл повністю забезпечує добову потребу організму хворого у вітамінах, основних макро- та мікроелементах.

Для забезпечення тонкодисперсної консистенції продукту була використана технологія фрезерного подрібнення з подальшою гомогенізацією всієї рецептурної суміші, що забезпечило розмір частинок продукту менше 0,3 мм. Для досягнення високих гігієнічних показників продукту використовувалася м'ясна сировина, отримана від молодих здорових тварин, вирощених без застосування стимуляторів росту, гормональних препаратів, кормових антибіотиків та інших видів нетрадиційних кормових засобів. Аналогічний підхід використовується у технології дитячих м'ясних продуктів, що гарантувало нормовану безпеку готового продукту. Показники безпеки продукту для ентерального харчування наведено у Таблиці 15.

Таблиця 15

Показники безпеки продукту для ентерального харчування

Найменування показника	Результати випробувань	Допустимі рівні вмісту, не більше
Мікробіологічні показники:		
Мезофільні аеробні та факультативно-анаеробні м/о в 1,0 г	Не виявлено	Не допускається
Мезофільні анаеробні м/о 1,0 г	Не виявлено	Не допускається
Термофільні азробні та факультативно-аназробні м/о в 5,0 г	Не виявлено	Не допускається
Термофільні анаеробні м/о 2,0 г	Не виявлено	Не допускається

Розроблена технологія продуктів на м'ясній основі для ентерального харчування, була адаптована до фактичних умов підприємств з виробництва м'ясних продуктів для дітей раннього віку.

3.8 Дослідження впливу високих температур на процес стерилізації продуктів на м'ясній основі.

Розроблена технологія продуктів харчування на м'ясній основі, що включає стерилізацію, має забезпечувати високі гігієнічні показники готових до вживання сумішей. Одночасно критично важливим є максимальне зниження ризиків, пов'язаних з утворенням ендогенних ксенобіотиків.

У процесі впливу високих температур при тепловій стерилізації харчових продуктів відбувається безліч різноманітних хімічних реакцій. Ці реакції призводять до зміни їхнього складу та утворення нових сполук.

Найпоширенішою з реакцій, що відбуваються, є реакція Майяра (або реакція меланоїдиноутворення). Вона протікає у широкому діапазоні температур, вологості, а також за наявності або відсутності кисню [31].

Одним із критично значущих продуктів, що утворюються в результаті реакції Майяра, є акриламід. Акриламід утворюється в харчових продуктах у процесі термічної обробки при температурі 120°C і вище внаслідок взаємодії вуглеводів та білків. При цьому головним джерелом азоту при формуванні молекули акриламідру є амінокислота аспарагін. Аспарагін вступає в реакцію з редукуючими цукрами у процесі нагрівання. В результаті реакції Майяра відбувається розкладання як вихідної амінокислоти, так і цукру, що з нею реагує.

У зв'язку з цим, було вивчено вплив параметрів теплової обробки на вміст редукуючих цукрів, амінокислот та акриламідру в м'ясній моделі. Це проведено в залежності від режиму теплової обробки з метою обґрунтування безпечних режимів теплової консервації. Для дослідження рівня утворення акриламідру була розроблена модельна м'ясо-рослинна система.

Модельна система розроблялася з урахуванням критичних обмежень окремих харчових компонентів, що використовуються при виготовленні консервів для дітей раннього віку. Отримані наукові дані будуть використані надалі як для цієї групи продукції, так і для продукції на м'ясній основі ентерального призначення, у зв'язку з подібністю технологій, що включає рецептурні співвідношення інгредієнтів та теплове навантаження. Режим

теплової обробки також враховували ризик-орієнтований підхід. Критичні екстремуми були прийняті на основі аналізу діючих режимів стерилізації підприємств-виробників консервів для дитячого харчування, зі збільшенням часу і температури фактичного експозиційного нагріву.

Модельна система мала такі параметри: Дисперсність композиції: гомогенізована маса розміром частинок не більше 0,3 мм.

Інгредієнтний склад: яловичина (41%); ізольований соєвий білок (4%); борошно пшеничне (5%); вода (50%). Фасування: скляні банки місткістю 100 мл.

Режими теплового впливу: Нагрівання до температури 85°C. Стерилізація за такими режимами:

20-30-20/120 (Контроль);

20-50-20/120 (Зразок 1);

20-30-20/130 (Зразок 2).

У знаменнику вказано температуру стерилізації, а в чисельнику – час, розділений на етапи: нагрівання – фактична стерилізація – охолодження.

В якості контрольного використовували виробничий режим стерилізації, що застосовується в технології м'ясних консервів дитячого харчування. Режими стерилізації дослідних зразків відрізнялися від контрольного зразка збільшеними значеннями: тривалості стерилізації для зразка 1; температури для зразка 2.

Нагрівання цукрів при температурах, що перевищують 100°C у слабкокислому середовищі призводить до утворення складної суміші продуктів. Властивості і склад цієї суміші змінюються залежно від ступеня впливу середовища, виду і концентрації цукру, а також умов нагрівання.

Результати зміни вмісту редукуючих цукрів у модельній системі представлені. При аналізі отриманих даних встановлено зниження загальної кількості цукрів внаслідок реакції утворення акриламід у за участі аспарагінової кислоти після високотемпературної теплової обробки (стерилізації). У Зразку 1 (збільшена тривалість обробки) та Зразку 2 (підвищена температура обробки) зниження склало 93,2% і 94,7% відповідно, порівняно зі зразком до стерилізації, підданим нагріванню до 85°C. При цьому в контрольному зразку зниження

становило 31,6%, що пояснюється, ймовірно, особливостями режиму.

Таблиця 16

Вміст цукрів (редуючих) у модельній рецептурній композиції

Найменування цукрів	Вміст % (г/100 г) від зразка			
	Модельна композиція після нагрівання до 85°C	Контроль	Зразок 1	Зразок 2
1	2	3	4	5
Арабіноза	0,13	0,09	0,015	0,014
Галактоза	0,06	0,03	0,013	0,009
Глюкоза	0,14	0,34	0,24	0,13
Ксилоза	0,006	0,008	0,005	0,002
Фруктоза + сахароза	5,9	3,8	0,001	0,12
Рибоза	0	0	0,14	0,031
Разом	6,236	4,268	0,414	0,306

У зразку, виготовленому з використанням стандартного режиму стерилізації (контрольний), концентрація акриламід у становила 27,64 мкг/кг. Дослідження показало, що при незмінній температурі (120 °C) та зростанні тривалості термічної дії до 50 хвилин концентрація акриламід у зростає у 1,6 рази. При збільшенні температури впливу до 130°C при фіксованому часі кількісний показник акриламід у підвищується у 1,5 рази. Таким чином, пролонгована термічна дія чинила дещо більший вплив на рівень утворення акриламід у досліджуваній композиції. Отримані результати корелюють з даними [24], де підтверджується, що редукція температури та часу кулінарного оброблення харчового продукту призводить до мінімізації синтезу акриламід у.

Отже, аналіз впливу реакції меланоїдиноутворення на концентрацію амінокислот та редуючих цукрів за різних параметрів теплового впливу дозволив встановити зменшення загального вмісту амінокислот. Це зниження становило 7 % при стандартному режимі стерилізації, та досягало 11% як при підвищенні температурного рівня, так і при збільшенні періоду термічної обробки. Визначено, що при незмінній температурі збільшення експозиції до 50 хвилин спричиняє зростання рівня акриламід у 1,6 рази (виправлено помилку

16 на 1,6). Тривала витримка дослідних зразків до 50 хвилин при температурі 120°C демонструє найбільш істотний вплив на інтенсивність накопичення акриламідів. Цей показник перевищує значення як традиційного режиму стерилізації консервів, так і режиму з підвищеною температурою до 130°C. Наведені дані слугуватимуть основою при формулюванні нових технологічних рішень для м'ясних продуктів, призначених для дієтичного харчування дітей раннього віку та ентерального застосування, забезпечуючи максимальне збереження їхнього первинного хімічного складу, поживної та біологічної цінності.

На основі отриманих експериментальних відомостей було сформовано оптимальний режим теплової стерилізації створених продуктів на м'ясній основі. Цей режим застосовується для ентерального харчування, розфасованого у полімерну тару об'ємом 250 г. Він передбачає наступні етапи: 20 - 35 - 20 хвилин при 121,5°C (температура стерилізації), із застосуванням протитиску у межах 0,18 - 0,25 МПа. Фактично досягнутий стерилізуючий ефект (F-величина) склав 18 умовних хвилин.

Визначення необхідної летальності (FT) здійснювалося з урахуванням термостійкості мікроорганізму *Bacillus stearothermophilus*. Величина термостійкості (D) для *Bacillus stearothermophilus* обчислювалася за емпіричною формулою: $\log D = 1,1 \text{ pH} - 7,5$. Початкова концентрація спор тест-культури була прийнята на рівні $\log C_0 = 5$ (10^5 КУО/г). Фактичну летальність (ΣL_T) фіксували, використовуючи температурні показники, отримані за допомогою двох безпроводних сенсорів. Ці сенсори, що належать до приладу Логгер що, розміщувалися у центральній зоні банки для моніторингу процесу стерилізації. Фактичну летальність детермінували з врахуванням згубного впливу температур, які реєструвалися приладами усередині продукту під час стерилізації, приймаючи залежність летальності від температури (z-значення) $z=12^\circ\text{C}$. Фактичний стерилізуючий ефект (F_0) був визначений шляхом підсумовування коефіцієнтів летальності (ΣL_T) відповідно до температури у центрі банки, що фіксувалася у процесі вимірювань. Отриману суму множили на часовий інтервал між послідовними вимірами, що дорівнював 1 хвилині.

ВИСНОВКИ

1. Узагальнено та систематизовано ключові вимоги до функціональних та спеціалізованих м'ясних продуктів із врахуванням їхньої сучасної класифікації.

2. Створено методологію розробки функціональних м'ясних продуктів. Вона ґрунтується на оцінці нутрієнтного потенціалу основної сировини з пороговим значенням для присвоєння відмінної ознаки – не менше 15% від добової норми вмісту основних харчових речовин.

3. Розроблено алгоритм визначення відмінних ознак м'ясної сировини з метою її використання у складі функціональних м'ясних продуктів. Запропоновано коефіцієнт нутрієнтного потенціалу м'яса. Показано, що м'ясна сировина (яловичина), залежно від виду анатомо-морфологічного виділення, має наступні відмінні ознаки та потенціал натурального функціонального продукту: високий вміст білка, низький вміст жиру, джерело або високий вміст вітамінів В6, В12 (для м'яса птиці характерний високий вміст вітаміну РР, джерело або високий вміст мінеральних речовин (заліза, цинку) (для м'яса птиці характерний високий вміст селену, В1, В2, РР, заліза, цинку).

4. Розроблено технологічні способи коригування властивостей м'ясної сировини для підвищення адаптації м'ясної продукції до вимог функціональності: Тонка дисперсія: дозволяє знизити розмір частинок продукту у 3 рази. Ферментативна обробка: дозволяє знизити сенсibiliзуюче навантаження для осіб, які страждають на алергію до білків м'яса, у 9 разів. Науково обґрунтовано технологію «холодної пастеризації», що дозволяє пролонгувати терміни придатності обробленої м'ясної продукції без застосування харчових добавок у 2 рази. Вона також забезпечує стабілізацію високих санітарних показників протягом цього терміну з метою подальшого виготовлення спеціалізованих продуктів для окремих груп споживачів.

5. Розроблено принцип створення харчових комплексів інгредієнтів для функціональних та спеціалізованих м'ясних продуктів. Експериментально встановлено, що застосування органічної форми йоду підвищує ефективність функціональних та спеціалізованих м'ясних продуктів. За результатами

досліджень впроваджено у промисловість 120 комплексних функціонально-технологічних та функціональних сумішей інгредієнтів.

6. Науково та експериментально обґрунтовано два способи безреагентної спеціальної водопідготовки у технології функціональних та спеціалізованих м'ясних продуктів. Це здійснено з метою підвищення їхніх функціонально-технологічних характеристик та біологічної цінності.

7. Розроблено та впроваджено у технологічну практику підприємств м'ясної галузі нові технології функціональних та спеціалізованих м'ясних продуктів. Кількість підприємств, які освоїли розроблені технології за 10 років виконання роботи, збільшилася втричі і становить понад 150.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Білецька Я.О., Бадигіна Г.С., Семенюк А.О. Розробка інтегрованого методу впровадження харчових раціонів у лікувально-оздоровчі установи. *Technology audit and production reserves*. 2020. Vol. 2, No. 4 (52). P. 32–34.
2. Визначення бактеріальної якості продуктів тваринного походження / С. Г. Даниленко, І. В. Панасюк, К. В. Копилова, Т. А. Крижська, // Продовольчі ресурси. 2017. Вип. (8). С. 36-41.
3. Віннікова, Л.Г. Вплив електроактивованої води на мікробіологічні показники м'ясної сировини. [Текст]/ Л.Г. Віннікова, К.В. Пронькіна //Наукові праці ОНАХТ. Випуск 48, 2015. С. 110-114.
4. Віннікова, Л.Г. Вплив електроактивованої води на розвиток поверхневої мікрофлори м'яса. [Текст]/ Л.Г. Віннікова, К.В. Пронькіна // Технологічний аудит та резерви виробництва. № 3/3(29), 2016. С.8-12.
5. Гавриленко О. С. Експертні дослідження м'яса та м'ясних продуктів / О. С. Гавриленко, О. А. Хоміцька, О. В. Загорулько // Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2017. №. 1-2. С.74-77.
6. ДСТУ 4437:2005 Напівфабрикати м'ясні та м'ясорослинні посічені. К.:Держстандарт України, 2006. 21 с.
7. ДСТУ 4589:2006 Напівфабрикати м'ясні натуральні від комплексного ділення яловичини за кулінарним призначенням. К.: Держстандарт України, 2006. 21 с.
8. Іщук С. О. Проблеми і перспективи розвитку м'ясопереробних виробництв в Україні. Соціально-економічні проблеми сучасного періоду України: зб. наук. пр. 2019. Вип. 6(140). С. 3-7. DOI: <https://doi.org/10.36818/2071-4653-2019-6-1>.
9. Пешук Л.В. Технологія м'ясопродуктів із нетрадиційної м'ясної сировини підручник. К. : «Центр учбової літератури», 2018. 366 с.
10. Технологія оздоровчих харчових продуктів : навч. пос. \М. О. Янчева, В.А. Большакова, Т. С. Желєва. Х. : ДБТУ. 2021. 110 с.
11. Cardinali F, Milanović V, Osimani A, Aquilanti L, Taccari M, Garofalo C, Polverigiani S, Clementi F, Franciosi E, Tuohy K, Mercuri ML, Altissimi MS,

- Haouet MN. Microbial dynamics of model Fabriano-like fermented sausages as affected by starter cultures, nitrates and nitrites. *Int J Food Microbiol*. 2018 Aug 2;278:61-72. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2018.04.032.
- 12.Chikwanha OC, Vahmani P, Muchenje V, Dugan MER, Mapiye C. Nutritional enhancement of sheep meat fatty acid profile for human health and wellbeing. *Food Res Int*. 2018 Feb;104:25-38. doi: 10.1016/j.foodres.2017.05.005.
- 13.Cichosz G, Cieczot H. Deuterium-depleted water as a beneficial tool in the food industry and medicine: A review. *Food Chem*. 2019 May 15;281:280-286. doi: 10.1016/j.foodchem.2019.01.002.
- 14.Costa-Catala J, Toro-Funes N, Comas-Basté O, Hernández-Macias S, Sánchez-Pérez S, Latorre-Moratalla ML, Veciana-Nogués MT, Castell-Garralda V, Vidal-Carou MC. Comparative Assessment of the Nutritional Profile of Meat Products and Their Plant-Based Analogues. *Nutrients*. 2023 Jun 19;15(12):2807. doi: 10.3390/nu15122807.
- 15.De Smet S, Vossen E. Meat: The balance between nutrition and health. A review. *Meat Sci*. 2016 Oct;120:145-156. doi: 10.1016/j.meatsci.2016.04.008.
- 16.Domínguez R, De la Fuente J, Pérez-Palacios T, Bueno M, Lúcia T, Campagnoli C, Lorenzo JM. Amino acid profile and nutritional quality of meat from different animal species: A comprehensive review. *Nutrients*. 2022 Jun 15;14(12):2445. doi: 10.3390/nu14122445.
- 17.Grasso S, Estévez M, Lorenzo JM, Pateiro M, Ponnampalam EN. The utilisation of agricultural by-products in processed meat products: Effects on physicochemical, nutritional and sensory quality - Invited Review. *Meat Sci*. 2024 May;211:109451. doi: 10.1016/j.meatsci.2024.109451.
- 18.Illippangama AU, Jayasena DD, Jo C, Mudannayake DC. Inulin as a functional ingredient and their applications in meat products. *Carbohydr Polym*. 2022 Jan 1;275:118706. doi: 10.1016/j.carbpol.2021.118706.
- 19.Katidi A, Xypolitaki K, Vlassopoulos A, Kapsokefalou M. Nutritional Quality of Plant-Based Meat and Dairy Imitation Products and Comparison with Animal-Based Counterparts. *Nutrients*. 2023 Jan 12;15(2):401. doi: 10.3390/nu15020401.

- 20.Kausar T, Hanan E, Ayob O, Praween B, Azad Z. A review on functional ingredients in red meat products. *Bioinformation*. 2019 May 15;15(5):358-363. doi: 10.6026/97320630015358.
- 21.Mediani A, Hamezah HS, Jam FA, Mahadi NF, Chan SXY, Rohani ER, Che Lah NH, Azlan UK, Khairul Annuar NA, Azman NAF, Bunawan H, Sarian MN, Kamal N, Abas F. A comprehensive review of drying meat products and the associated effects and changes. *Front Nutr*. 2022 Nov 28;9:1057366. doi: 10.3389/fnut.2022.1057366.
- 22.Munekata PES, Pateiro M, Tomasevic I, Domínguez R, da Silva Barretto AC, Santos EM, Lorenzo JM. Functional fermented meat products with probiotics-A review. *J Appl Microbiol*. 2022 Jul;133(1):91-103. doi: 10.1111/jam.15337.
- 23.Nicoletti G, Giacometti J, Cologna MP, Zampieri D. Water activity and preservation of meat products: A review of control strategies and implications for safety and quality. *J Food Sci*. 2020 Nov; 85(11):3500-3510. doi: 10.1111/1750-3841.15437.
- 24.Şanlıer N, Gökçen BB, Sezgin AC. Health benefits of fermented foods. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2019;59(3):506-527. doi: 10.1080/10408398.2017.1383355.
- 25.Sayas-Barberá E, Valero-Asencio MM, Navarro Rodríguez-Vera C, Fernández-López J, Haros CM, Pérez-Álvarez JÁ, Viuda-Martos M. Effect of Different Black Quinoa Fractions (Seed, Flour and Wet-Milling Coproducts) upon Quality of Meat Patties during Freezing Storage. *Foods*. 2021 Dec 10;10(12):3080. doi:10.3390/foods10123080.
- 26.Smetana S, Cais-Sokolińska D, Szulc J, Janick B, Kruszyński A, Grześ B. Technological and Quality Attributes of Marinated and Non-Marinated Deer Meat and Their Use in Minced Meat Products. *Molecules*. 2020 Nov 20;25(22):5424.
- 27.Stachniuk A, Trzpil A, Montowska M, Fornal E. Heat-stable peptide markers specific to rabbit and chicken liver tissue for meat product authentication testing. *Food Chem*. 2023 Oct 30;424:136432. doi: 10.1016/j.foodchem.2023.136432.
- 28.Stadnik J. Nutritional Value of Meat and Meat Products and Their Role in Human Health. *Nutrients*. 2024 May 11;16(10):1446. doi: 10.3390/nu16101446. PMID: 38794684;

29. Teixeira A, Silva S, Guedes C, Rodrigues S. Sheep and Goat Meat Processed Products Quality: A Review. *Foods*. 2020 Jul 20;9(7):960. doi: 10.3390/foods9070960.
30. Tyszkiewicz I, Kijowski J. Influence of different levels of collagen and pectin on physicochemical, sensory and storage properties of wild boar meat batters. *Meat Sci*. 2015 Aug;106:15-20. doi: 10.1016/j.meatsci.2015.03.003.
31. Wang Z, Wang Z, Ji L, Zhang J, Zhao Z, Zhang R, Bai T, Hou B, Zhang Y, Liu D, Wang W, Chen L. A Review: Microbial Diversity and Function of Fermented Meat Products in China. *Front Microbiol*. 2021 Jun 7;12:645435. doi: 10.3389/fmicb.2021.645435.