

Міністерство освіти і науки України
Одеський національний технологічний університет

ННІ Навчально-науковий інститут харчових технологій ім. М.О. Грішина

Кафедра Технології м'яса, риби і морепродуктів

Ступінь вищої освіти магістр

Спеціальність 181 «Харчові технології»

Освітня програма «Технології м'ясних і рибних продуктів»



КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

на тему: Розробка ресурсозберігаючої технології при виробництві
реструктурованих м'ясних виробів
(назва кваліфікаційної роботи згідно наказу ОНТУ)

Здобувача (ки) Романюк А.І.
(прізвище, ініціали)

II курсу ТМЗ-71 групи

Керівник доц. Шлапак Г.В.
(посада, прізвище та ініціали)

Консультанти: проф. Дідух С.М.
(посада, прізвище та ініціали)

Кваліфікаційна робота допускається до захисту

Рішення кафедри від 05 грудня 2024 р., протокол № 7

Завідувач(ка) кафедри ТМРiМП /ПІДПИСАНО/ Оксана САВІНОК
(назва кафедри) (підпис) (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Одеса - 2024 рік

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ННІ	<u>Навчально-науковий інститут харчових технологій ім. М.О. Грішина</u>
Кафедра	<u>Технології м'яса, риби і морепродуктів</u>
Ступінь вищої освіти	<u>магістр</u>
Спеціальність	<u>181 «Харчові технології»</u>
Освітня програма	<u>Освітня програма «Технології м'ясних і рибних продуктів»</u>

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри /ПІДПИСАНО/

к.т.н., доц. Оксана САВІНОК

« 11 » грудня 2024 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Романюк Анастасія Ігорівна

1. Тема роботи Розробка ресурсозберігаючої технології при виробництві реструктурованих м'ясних виробів

Затверджена наказом академії від 22.10.2023 наказ № 805-03

2. Термін здачі здобувачем закінченої роботи 02.12.2024

3. Вихідні дані роботи об'єкт дослідження – технологія реструктурованих виробів з електроактивованою водою, предмет дослідження – модельні зразки фаршу свинини з ознаками PSE, реструктуровані вироби зі свинини з додаванням фракцій електроактивованої води у різних співвідношеннях.

4. Перелік питань, які потрібно розробити: провести аналіз літературних джерел та визначити доцільність використання електроактивованої води в технології виробництва продуктів з м'яса свинини з ознаками PSE; визначити параметри електроактивованої води та їх вплив на функціонально-технологічні властивості фаршевих систем із м'яса свинини з ознаками PSE; дослідити вплив електроактивованої води на мікробіологічні показники; встановити можливість застосування електроактивованої води в технології реструктурованих виробів з м'яса свинини з ознаками PSE; розрахувати економічну ефективність.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначення обов'язкових креслень) 5 листів: технологічна схема виробництва, техніко-економічні показники, 3 листи результатів досліджень.

6. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи, що стосуються їх

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Розділ 3. Обґрунтування проєкту та визначення його інвестиційної привабливості	Дідух С.М.	/ПІДПИСАНО/	/ПІДПИСАНО/

7. Дата видачі завдання 4 березня 2024

Керівник

/ПІДПИСАНО/ Шлапак Г.В.

Завдання прийняв до виконання

/ПІДПИСАНО/ Романюк А.І.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Аналітичний огляд літературних і патентних джерел	27.10.-21.11.2023	виконано
2.	Об'єкти і методи дослідження	22.11-29.12.2024	виконано
3.	Результати досліджень	21.03-05.08.2024	виконано
4.	Технологічна частина реалізації кваліфікаційної роботи	06.01-01.10.2024	виконано
5.	Обґрунтування проєкту та визначення його інвестиційної привабливості	04.03-01.12.2024	виконано
6.	Охорона праці при виробництві розробленого продукту	04.10-20.11.2024	виконано
7.	Висновки	21.11-28.11.2024	виконано

Здобувач – дипломник /ПІДПИСАНО/ Романюк А.І.

Керівник роботи

/ПІДПИСАНО/ Шлапак Г.В.

Несу відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів кваліфікаційної роботи, даю згоду на обробку персональних даних та не заперечую проти розміщення кваліфікаційної роботи на офіційних web-ресурсах ОНТУ.

Підтверджую, що в кваліфікаційній роботі відсутні порушення норм академічної доброти.

Здобувач – дипломник /ПІДПИСАНО/ Романюк А.І.

Реферат

Робота безпосередньо присвячена розробленню ресурсозберігаючої технології при виробництві реструктурованих м'ясних виробів шляхом використання електроактивованої води.

У кваліфікаційній роботі наведений аналітичний огляд літературних і патентних даних, щодо способів активації води та застосування активованої води в харчовій промисловості, а також висвітлені причини та надана характеристика м'яса з порушеним ходом автолізу.

На сучасних м'ясопереробних підприємствах часто доводиться мати справу з м'ясною сировиною, яка отримується від тварин, у яких після забою в м'язовій тканині відбуваються біохімічні процеси, що істотно відрізняються від нормального розвитку автолізу. Для свинини найбільш характерний порок автолізу PSE (pale - бліде, soft – м'яке, exudative - водянисте). Використання великої кількості м'ясної сировини з пороком PSE у виробництві м'ясних продуктах призводить до зниження виходу, нерівномірного та блілого забарвлення, кислого присмаку в готовому виробі.

Одним із можливих шляхів вирішення цієї проблеми є використання у технології виробництва продукції зі свинини електроактивованої води, описане в даній роботі. Технологія отримання електроактивованої води заснована на наступному: об'єм води між електродами піддається впливу електричного поля високої напруженості та через воду протікає електричний струм. В результаті такої обробки вода очищується від домішок, набуває бактерицидних властивостей.

Використання електроактивованої дає можливість спрямованого регулювання рН м'ясних систем, що дозволяє поліпшити вологозв'язувальну здатність м'яса і підвищує вихід готового продукту без використання хімічних добавок.

Мікробіологічні дослідження показали, що використання електроактивованої води пригнічує розвиток мікрофлори та позитивно впливає термін зберігання готових виробів без використання консервантів.

В результаті проведених досліджень було встановлено раціональне співвідношення католіту та аноліту м'яса в технології виробництва реструктурованих м'ясних виробів зі свинини з ознаками PSE.

Проведено оцінку економічної ефективності впровадження електроактивованої води у технологічний процес виготовлення реструктурованих виробів зі свинини.

Наведено перелік заходів з охорони праці при виробництві реструктурованих виробів з використання електроактивованої води.

Загальний обсяг кваліфікаційної роботи – 93 сторінки.

Ключові слова: електроактивована вода, католіт, аноліт, м'ясо PSE, функціонально-технологічні властивості, реструктуровані м'ясні вироби.

Abstract

The work is directly devoted to the development of resource-saving technology in the production of restructured meat products by using electro-activated water.

The qualification work provides an analytical review of literature and patent data on methods of water activation and the use of activated water in the food industry, as well as highlights the causes and characterisation of meat with impaired autolysis.

Modern meat processing enterprises often have to deal with meat raw materials obtained from animals that undergo biochemical processes in the muscle tissue after slaughter that differ significantly from the normal development of autolysis. The most common autolysis defect in pork is PSE (pale, soft, exudative). The use of large quantities of meat raw materials with PSE defects in the production of meat products leads to a decrease in yield, uneven and pale colour, and a sour taste in the finished product.

One of the possible solutions to this problem is the use of electroactivated water in the pork production process, as described in this paper. The technology for producing electro-activated water is based on the following: a volume of water

between electrodes is exposed to a high-intensity electric field and an electric current flows through the water. As a result of this treatment, the water is purified impurities and acquires bactericidal properties.

The use of electro-activated water makes it possible to adjust the pH of meat systems in a targeted manner, which improves the moisture-binding capacity of meat and increases the yield of the finished product without the use of chemical additives.

Microbiological studies have shown that the use of electro-activated water inhibits the development of microflora and positively affects the shelf life of finished products without the use of preservatives.

As a result of the research, a rational ratio of meat catholyte and anolyte was established in the technology of production of restructured pork products with PSE characteristics.

The economic efficiency of the introduction of electroactivated water into the technological process of manufacturing restructured pork products has been assessed.

The list of labour protection measures in the production of restructured products using electroactivated water is present.

The total volume of the qualification work is 93 pages.

Keywords: electroactivated water, catholyte, anolyte, PSE meat, functional and technological properties, restructured meat products.

ЗМІСТ

Перелік скорочень, термінів та умовних позначень.....	9
Вступ.....	10
Розділ 1. Науково-дослідна частина.....	13
1.1. Аналітичний огляд літературних і патентних джерел...	13
1.1.1. Аналіз ринку виробництва та споживання м'яса ...	13
1.1.2. Характеристика м'яса з порушеним ходом автолізу	16
1.1.3. Способи активації води.....	21
1.1.4. Застосування активованої води в харчовій промисловості.....	24
1.2. Об'єкти і методи дослідження.....	28
1. 3. Результати досліджень.....	34
1.3.1. Вплив електроактивованої води на функціонально-технологічні властивості м'яса свинини PSE.....	34
1.3.2. Дослідження впливу електроактивованої води на реструктуровані вироби із свинини PSE.....	41
Висновки до Розділу 1.....	49
Розділ 2. Технологічна частина реалізації кваліфікаційної роботи..	50
2.1. Обґрунтування і вибір технологічних рішень виробництва продукції.....	50
2.1.1 Обґрунтування вибору прийнятих технологічних рішень	51
2.1.2 Технологічні схеми виробництва.....	52
2.2. Продуктові розрахунки	54
2.3. Підбір технологічного обладнання.....	61
2.3.1. Обґрунтування вибору та характеристика основного технологічного обладнання.....	61
2.3.2. Підбір технологічного обладнання.....	64
2.4. Опис технологічних процесів виробництва.....	66

					КРМ.ТМРiМП.1.805-03.П.1			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розрахунково-пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Аркуші
Розроб.		Романюк А.І.	/ПІДПИСАНО/	11.12.2024				7
Керівник		Шлапак Г.В.	/ПІДПИСАНО/	11.12.2024		ОНТУ, гр ТМз -71		
Зав. каф		Савінок О.М	/ПІДПИСАНО/	11.12.2024				

2.5. Організація контролю якості та безпечності виробництва.....	68
2.5.1. Вимоги до якості сировини та допоміжних матеріалів.....	69
2.5.2. Вимоги до якості та безпечності готової продукції	75
2.5.3. Аналізу небезпечних факторів	77
Розділ 3. Обґрунтування проєкту та визначення його інвестиційної привабливості	80
3.1. Економічна та соціальна актуальність проєкту.....	80
3.2 Визначення інноваційного бюджету та інвестицій у виробництво.....	83
Висновки до Розділу 3.....	88
Розділ 4. Охорона праці при виробництві розробленого продукту..	89
Висновки та пропозиції	93
Перелік використаних джерел	

Перелік скорочень, термінів та умовних позначень

A	- аноліт;
B33	- вологозв'язуюча здатність;
EAB	- електроактивована вода;
K	- католіт;
КМАФАНМ	- кількість мезофільних аеробних і факультативно- анаеробних мікроорганізмів;
KУО	- колоніє утворююча одиниця;
ФТВ	-функціонально-технологічні властивості;
DFD	- dark, firm, dry (темне, жорстке, сухе);
PSE	- pale, soft, exudative (бліде, м'яке, водянисте).

Вступ

Розвиток ринкових відносин, підвищення темпів виробництва та обсягів випуску продукції м'ясної промисловості нерозривно пов'язано з удосконаленням і створенням принципово нових ресурсозберігаючих технологій і вирішенням проблеми забезпечення населення екологічно чистими продуктами харчування.

Актуальність теми. Автолітичні процеси, які відбуваються у м'ясі після забою, є визначальним чинником формування якості готових м'ясних продуктів. На сьогоднішній день широке поширення на ринку м'ясної сировини набуло м'яса з порушеним характером автолізу. Відмінності в характері автолізу між м'ясом NOR та PSE зумовлюють відмінності в їх органолептичних, фізико-хімічних, хіміко-технологічних та структурно-механічних характеристиках, що зумовлює складності у використанні м'яса з ознаками PSE при виробництві м'ясних виробів.

Одним із найменш вивчених способів спрямованого регулювання властивостей сировини в процесі його технологічної обробки та отримання високоякісних готових виробів на сьогоднішній день є використання електроактивованої води, отриманої з питної води, що пройшла спеціальну електрохімічну уніполярну обробку в діафрагмових електроактиваторах.

Однак широке застосування електроактивованої води у технології м'ясопродуктів стримується недоліком існуючих наукових та практичних розробок, подолання яких можливе лише на основі методології системного підходу до вирішення проблем.

Мета і завдання дослідження. Метою представленої роботи є дослідження впливу різних співвідношень фракцій електроактивованої води на функціонально-технологічні властивості м'яса свинини з ознаками PSE.

Для досягнення поставленої мети вирішуються наступні задачі:

- провести аналіз літературних джерел та визначити доцільність використання електроактивованої води в технології виробництва продуктів з м'яса свинини з ознаками PSE ;

- визначити параметри електроактивованої води та їх вплив на функціонально-технологічні властивості фаршевих систем із м'яса свинини з ознаками PSE;
- дослідити вплив електроактивованої води на мікробіологічні показники;
- встановити можливість застосування електроактивованої води в технології реструктурованих виробів з м'яса свинини з ознаками PSE;
- дослідити вплив електроактивованої води на вихід, мікробіологічні та органолептичні показники готових реструктурованих виробів.
- розрахувати економічну ефективність від впровадження електроактивованої води у технологічний процес виготовлення реструктурованих виробів зі свинини.

Об'єкт дослідження – технологія реструктурованих виробів з електроактивованою водою.

Предмет дослідження – модельні зразки фаршу свинини з ознаками PSE, реструктуровані вироби зі свинини з додаванням фракцій електрoактивованої води у різних співвідношеннях.

Наукова новизна отриманих результатів. Виявлено позитивний вплив електроактивованої води на функціонально-технологічні властивості м'яса свинини з ознаками PSE та встановлено можливість спрямованого регулювання властивостей свинини з вадою автолізу PSE за рахунок зрушенням рН м'язових білків від ізoeлектричної точки. Обґрунтовано використання електроактивованої води для покращення виходу та органолептичних властивостей реструктурованих виробів із свинини з ознаками PSE.

Практичне значення. На підставі теоретичних та експериментальних досліджень надано рекомендації щодо використання електроактивованої води в технології реструктурованих виробів.

Апробація результатів кваліфікаційної роботи. Основні результати роботи представлені на наукових та науково-практичних конференціях: Міжнародній науково-практичній конференції «Технології харчових продуктів і

комбікормів» (Одеса, 2024); XVII Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих учених та студентів з міжнародною участю «Проблеми формування здорового способу життя у молоді» (Одеса 2024).

Публікації. За матеріалами кваліфікаційної роботи опубліковано тези 2 доповідей наукових та науково-практичних конференціях на теми: «Вплив електроактивованої води на функціональні властивості м'яса з порушеним ходом автолізу», «Особливості використання м'яса з пороками автолізу».

РОЗДІЛ 1. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

1.1. Аналітичний огляд літературних і патентних джерел

1.1.1. Аналіз ринку виробництва та споживання м'яса

Показники обсягів споживання цінних продуктів харчування, до яких належать м'ясопродукти, були й залишаються одними з ключових індикаторів рівня життя населення країни [1, 2].

Рівень споживання м'яса та м'ясопродуктів має сильний вплив на соціально-медичну та економічну сфери життєдіяльності людини [3].

За даними Фонду народонаселення ООН (2023), у 2022 році населення світу становило 8 мільярдів осіб. З 1960-х років XX століття рівень споживання м'яса на душу населення зріс на 21 кг. У середньому одна людина у світі з'їдає 43 кг м'яса на рік. Показник відрізняється залежно від країни. В Австралії, наприклад, він становить 116 кг на людину, це найвище значення у світі. У Європі та США - 80 і 110 кг відповідно. У країнах із високим рівнем розвитку економіки - США, Новій Зеландії, Німеччині та Великій Британії - традиційно їдять більше м'яса, ніж у країнах, що розвиваються. Менше м'яса їдять у країнах Африки, але тут значення дуже відрізняються залежно від регіону. В особливо бідних країнах показник не перевищує 10 кг на душу населення [4].

У зв'язку з великою кількістю людей та постійним зростанням населення постає питання забезпечення продуктами харчування, зокрема м'ясом та м'ясними продуктами. Повноцінний раціон харчування безпосередньо залежить від споживання тваринного білка. Виробництво м'яса та продуктів з нього також залежить від можливості виробляти та готувати корми для тварин, кількості фермерських господарств, виділення земельних ресурсів для вирощування худоби тощо.

Teixeira та Rodriguez виявили, що потенційний споживач погано поінформований про переваги м'ясних продуктів, зокрема продуктів для здоров'я, які представлені на ринку. Споживач не завжди знає, як виробляється та переробляється м'ясо, не звертає уваги на фізико-хімічний склад та поживну

цінність, а використовує лише сенсорну оцінку. Потенційний ринок здорових м'ясних продуктів може запропонувати переваги як для охорони здоров'я, так і для м'ясної промисловості, якщо споживачі свідомо сприйматимуть ці продукти [5].

За обсягами споживання м'яса лідерами є ті самі країни, що й у його виробництві. Загалом, це багаті країни або країни з великою кількістю населення. Найбільшими споживачами свинини та м'яса птиці у світі є Китай, Європейський Союз, США, В'єтнам.

Сполучені Штати Америки посідають провідне місце у світі серед найбільших виробників курятини, тоді як Європа, щоб покращити свої показники, повинна оптимізувати наявні потужності та нарощувати виробництво за рахунок модернізації обладнання та вдосконалення існуючих технологій, оскільки використала наявний резерв земельних ресурсів для будівництва нових виробничих потужностей [6].

Існує взаємозв'язок між тваринництвом та харчовою промисловістю. Так, перша зазнає певного, а в деяких випадках значного, впливу через скорочення поголів'я худоби, ферм та інших підприємств з утримання тварин. Водночас переробні підприємства та виробники готової продукції нарощують свої потужності за рахунок отримання сировини від забою тварин внаслідок ліквідації господарств. Переробники імпортують значну кількість сировини, що негативно впливає на економічну ефективність вітчизняних виробників. Відсутність дотацій та інших форм державної підтримки також негативно впливає на виробників у м'ясній галузі.

З переходом України до ринкових відносин значно змінилися рівень і структура споживання продовольства населенням, на які впливає низка чинників:

- національні особливості харчування;
- географічне положення;
- клімат території;
- віковий склад населення;

- організаційно-економічні чинники, що визначають обсяги власного виробництва продовольства, його доведення до споживачів, можливості ввезення дефіцитних видів продовольства та сировини для його виробництва, близькість до споживачів [7].

Пропозицію на ринку м'яса України формують такі його види: яловичина і телятина, свинина, м'ясо птиці та, в незначній кількості, баранина і козлятина.

Споживання м'яса з розрахунку на одну особу на рік у 2020 р. становило 52,8 кг, що менше за раціональну норму на 27,2 кг. Порівняно з 2010 р., рівень споживання зріс на 1,5 % і на 2,1 % - порівняно з 2019 р.

Більше, ніж у середньому по Україні, споживають м'яса на душу населення в Херсонській - 53,5 кг, Волинській - 54,4, Миколаївській - 54,6, Запорізькій - 54,9, Вінницькій - 55,2, Кіровоградській - 55,8, Київській - 64,0 кг і Дніпропетровській - 65,9 кг областях. Менше 45 кг на одну особу споживають у Чернівецькій області (44,0 кг) [8].

На думку дослідників Н.Г. Копитець та В.М. Волошина, м'ясо птиці є найбільш рентабельним в Україні завдяки постійним інвестиціям у цю галузь та швидкій окупності коштів, збільшенню виробничих площ та попиту населення країни [9].

Головна причина низького споживання свинини в Україні полягає у високій ціні на продукт і невиробництві цього виду м'яса. Не всі споживачі можуть купувати свинину за високими цінами. Споживачі віддають перевагу обов'язковим витратам (житлово-комунальні послуги, одяг), пошуку альтернативної м'ясної продукції або продукції нижчого рівня якості. Водночас, попит на свинину в Україні є традиційно високим, а це й надалі призводитиме до зростання цін на неї, що своєю чергою, разом із відносно недовгим циклом виробництва, стимулює крупних виробників до нарощування темпів виробництва свинини [10].

Дослідники з Індії розглянули питання технологій виробництва м'яса сільськогосподарських тварин та виклики, які чекають на населення світу від споживання в майбутньому. На думку авторів, через зростаючий попит на м'ясо

серед населення планети не виключено, що в майбутньому не вдасться задовольнити попит на м'ясо в натуральному вигляді. З огляду на це, вони шукали альтернативні джерела для заміни білків, що містяться в м'ясі. Однією з пропозицій була заміна традиційного м'яса тварин на чисте м'ясо. Це можливість отримувати м'ясо з тварин без забою - шляхом ізоляції клітин тварини і вирощування їх у контрольованих умовах росту і середовищах, що імітують стан *in vivo*. М'ясо та м'ясні продукти, вироблені за цією технологією, вже є на ринку і продаються протягом останніх 5 років. Хоча відгуки споживачів про такий продукт неоднозначні і для можливості повноцінного виробництва ще необхідно врахувати ряд факторів, а саме: поживні властивості, смак, форму та структуру м'яса [11].

Враховуючи можливості виробництва м'яса, попит населення на окремі види м'яса та експортні можливості України, постає питання раціональної та ресурсозберігаючої переробки м'яса для отримання максимальної користі та економічного ефекту.

1.1.2. Характеристика м'яса з порушеним ходом автолізу

Сучасні технології годівлі великої рогатої худоби та свиней дозволяють забезпечити реалізацію генетичного потенціалу м'ясної продуктивності. Але при інтенсифікації тваринництва виникають проблеми, пов'язані з утворенням м'ясної сировини з нехарактерним перебігом автолізу, зокрема, з низьким значенням pH (менше 5,2). Таке м'ясо бліде, в'яле і водянисте (Pale, Soft, Exudative (PSE) з пухкою консистенцією, виділенням м'ясного соку і кислим запахом. М'ясо з високим кінцевим pH (більше 6,2) темне, жорстке і сухе (Dark, Firm, Dry (DFD) [12].

Реалізація блідої, м'якої та ексудативної свинини призводить до щорічних втрат для свинарства в розмірі \$100 млн.

Характеристика, причини утворення та раціональне використання м'ясної сировини з властивостями PSE та DFD. Важливим ідентифікаційним

показником м'яса з нехарактерним перебігом автолізу є колір, який суттєво впливає на інші характеристики та кулінарно-технологічні властивості. Темний колір характерний для м'яса DFD, і споживачі за візуальним спостереженням вважають його неякісним [13].

Показник світлого м'яса залежить від вмісту загальних пігментів і стану поверхні, а жовтизна і почервоніння м'яса залежать від співвідношення похідних міоглобіну. Міоглобін при контакті з киснем повітря перетворюється на оксиміоглобін (MbO), який надає м'ясу яскраво-рожевого кольору [14].

Метміоглобін (MetMb) утворюється під впливом світла та повітря і м'ясо набуває коричнево-сірого кольору, що свідчить про наявність ознак DFD. Встановлено, що колір м'яса є більш стабільним параметром, менш схильним до дії зовнішніх факторів. Отже, він є більш об'єктивним при віднесенні м'ясної сировини до певної групи якості [13].

У роботі [15] для визначення групи якості яловичини запропоновано шкалу «світло та pH 24». Для ідентифікації м'яса використовується коефіцієнт відбиття, який показує реальні відмінності між м'ясом PSE та DFD.

Суттєвим недоліком м'яса з властивостями DFD, поряд з темним кольором, є те, що воно схильне до псування через високе значення pH та водозв'язуючу здатність м'яса. Під час зберігання м'яса з високим значенням pH збільшується вміст високомолекулярних фракцій, при цьому не відбувається суттєвих змін актино-міозинової фракції, яка підтримує відносно високий і стабільний рівень гідрофільності такого м'яса під час зберігання. Це зумовлює високе значення показника водозв'язуючої здатності м'яса DFD [16].

У м'ясі з властивостями PSE у перші години після забою відбувається швидке розщеплення глікогену та підвищене накопичення молочної кислоти. Це призводить до зсуву pH у кислий бік і створення сприятливого фону для мікробіологічного обсіменіння, але низька водозв'язуюча здатність і насиченість кольору ускладнюють технологічну переробку і знижують вихід готової продукції [17].

У роботі [18] зазначено, що вироби з м'яса PSE мають погану текстуру та погану водозв'язуючу здатність. Тому для покращення якості необхідно дослідити текстуру та водозв'язуючу здатність. Тоді кількість свинини PSE, що входить до складу продукту, може бути змінена.

Зниження якості м'яса відбувається неоднаково в різних частинах туші: найбільше страждають м'язи спини та філейної частини, які складають найбільш цінні м'ясні частини туші.

М'язові волокна зазвичай поділяють на три групи залежно від їх біохімічних та функціональних властивостей:

- 13% STO (повільно скорочуються і окислюються) червоні волокна;
- 17% FTO (швидко скорочуються і окислюються), це можуть бути як білі, так і червоні волокна;
- 70% FTG (швидка зміна гліколізу) білі волокна.

Причини формування нетрадиційної якості м'яса різноманітні: вплив стресових факторів, навантаження, транспортування, вивантаження тварин на забій, спільне утримання худоби різної статі для забою, порушення рекомендованої тривалості витримки перед забоєм, недотримання параметрів ураження електричним струмом, незбалансоване харчування, зміна раціону, генетична схильність та інші [19].

Бельгійські дослідники [18] виявили тенденцію до збільшення м'яса з властивостями PSE у весняні, літні та осінні місяці (квітень-вересень) порівняно із зимовим періодом (грудень-березень) на основі змін рН м'яса, електропровідність та водозв'язуючу здатності через 30 хвилин та 24 години після забою. Утримання тварин для забою влітку протягом 2 і 4 годин, а взимку протягом 2 годин зменшує частку PSE свинини.

У роботі [19] зазначається, що склад раціону, його збалансованість за основними харчовими та біологічними показниками є важливим фактором формування якості м'яса. Незбалансованість раціону за білками впливає на якість м'яса, порушується швидкість автолізу, змінюється рН, з'являються дефекти PSE або DFD.

Стрес має значний вплив на якість м'яса забійних тварин. Транспортування тварин на великі відстані для забою без годівлі сприяє погіршенню якості м'яса. Дослідження проведені в Іспанії показали, що для зняття втоми від стресового транспортування достатньо 3 годин відпочинку. На основі результатів досліджень [20] можна стверджувати, що навіть місце в причепі під час транспортування може вплинути на якість м'яса свиней.

Встановлено, що поява PSE м'яса пов'язана зі сприйнятливістю тварини та її реакцією на стресову ситуацію, а специфіка біохімічних процесів у свинині обумовлена розвитком стресового синдрому PSS (Porcine Stress Syndrome), синдрому поганої адаптації.

Передзабійний стрес призводить до підвищеного прижиттєвого розпаду глікогену та незначного зниження значення рН у м'язовій тканині під час автолізу, тоді як рівень рН темного сухого м'яса знаходиться в межах 6,4-6,8 [21].

Забій тварин є одним з найбільш відповідальних етапів виробництва м'яса, і від тривалості оглушення залежить поява дефектів PSE та DFD.

Порода худоби впливає на якість м'яса, наприклад, гібридні свині за технологічними властивостями та м'ясною продуктивністю перевершують чистопородних. М'ясо свиней великої білої породи, ландрас, дюрок відноситься до м'яса NOR, що робить його більш цінним [22].

Оскільки чутливість свиней до стресу успадковується як один рецесивний ген, свиней поділяють на дві генотипові групи: чутливі до стресу та стійкі до стресу. До першого генотипу належать такі породи, як пертена, шведська та йоркширська, а до другого - велика біла, дюрок, честер [23].

Селекція свиней, яка забезпечує інтенсивне виробництво м'яса призводить до збільшення блілого, м'якого, водянистого м'яса PSE з низькою водозв'язуючою здатністю.

М'ясні свині мають генетично виражену недостатність метаболізму в м'язах, що є основою для PSE свинини.

Генетична схильність є не менш значущою причиною PSE та DFD м'яса, оскільки особливості посмертних біохімічних процесів у м'язовій тканині на 20-40% визначаються генетичними факторами, розведенням та селекцією [22].

Під час виробництва м'яса технологічним рішенням для раціонального використання м'ясної сировини з відхиленнями в процесі автолізу можуть бути режими температурної обробки та використання харчових добавок.

Деструктивні зміни білків відбуваються більш інтенсивно в м'ясі групи PSE. Для цього м'яса необхідно знайти спосіб зниження кінцевої точки температурної обробки.

У роботі [24] запропоновано регулювати режим термічної обробки для зниження денатураційних змін білків і, як наслідок, зменшення втрат маси, а також підвищення ніжності та соковитості виробів зі свинини PSE. Акцент слід зробити на критичній температурі - 55°C з точки зору денатурації та якісних змін білків. Наприклад, використовувати режими термічної обробки свинини з дефектами автолізу «Low temperature - longtime (LT - LT)» - це тривала термічна обробка м'ясної сировини при низьких температурах.

Крім відповідної термічної обробки, технологічним рішенням для раціонального використання сировини з властивостями PSE і DFD може бути застосування камеді та інших гідроколоїдів, рослинних білків.

Оскільки білки володіють підвищеними функціональними характеристиками (утворення та стабілізація емульсій, утворення гелів), використання рослинного білка для вирішення проблем м'ясної сировини з PSE та DFD є також досить ефективним [14]. Під час переробки м'яса з властивостями DFD рекомендується застосовувати низькомолекулярні регулятори рН середовища (фосфати, ГДЛ та інші) та молочну сироватку.

Але в той же час фосфатні суміші сприяють підвищенню рН і водозв'язуючої здатності фаршу, але не вирішують проблем, пов'язаних з іншими властивостями сировини, а саме: емульгуючою здатністю та інтенсивним кольором. Більше того, вони додають нові проблеми (погіршення структури м'язової тканини, поверхня стає слизькою).

1.1.3. Способи активації води

Вода - одна з найбільш аномальних речовин у природі. Порівняно з іншими твердими і рідкими тілами вона має винятково високу теплоємність. На відміну від інших речовин, вода при замерзанні не стискається, а розширюється майже на 10 %. Аномально також змінюється щільність води при підвищенні температури: від 0 до 4 °C щільність зростає, при 4°C досягає максимуму і починає зменшуватися. Дуже важливою аномальною властивістю води є надзвичайно високий, максимальний серед поширених рідин поверхневий натяг - 72, 86 Н/м² (при 20°C) [25].

Висока здатність води, що розчиняє, так само, як і всі інші її аномальні властивості, пояснюється в першу чергу специфічною структурою води, наявністю в ній водневих зв'язків між окремими молекулами. Структура рідкої води дуже нестійка, тому різні зовнішні впливи часто призводять до зміни структури і, отже, фізико-хімічних властивостей води. Найчастіше такий стан метастабільний, оскільки після усунення причин, що його викликали, вода з тією чи іншою швидкістю релаксує до свого колишнього стану.

Вода активується, тобто набуває особливої регулярної структури при впливі багатьох структуруючих факторів, наприклад, при заморожуванні-розморожуванні води (вважається, що в такій воді зберігаються "крижані" кластери), вплив постійного магнітного або електромагнітного поля, при поляризації молекул води та ін.

До факторів, що призводять до активації (зміни структури та властивостей) води, належать різні випромінювання і поля (електричні, магнітні, гравітаційні і, можливо, ряд інших, ще не відомих, зокрема, пов'язаних з біоенергетичним впливом людини), механічні впливи (перемішування різної інтенсивності, струшування, перебіг у різних режимах і т.д.), а також їх усілякі поєднання [26].

Водопровідна вода або вода з інших джерел зазвичай складається з кластерів із 10 - 15 молекул. Активація води приблизно вдвічі зменшує розміри кластерів щодо початкового розміру – до 6 молекул води на кластер. Вода

перетворюється на мікрокластерну воду. В результаті досліджень [27] було виявлено, що бактерії синьогнійної палички, які характеризуються особливою живучістю та значною природною стійкістю до більшості антимікробних препаратів, гинуть при попаданні в активовану воду.

Одним з найбільш поширених через свою простоту способів активації води є електроактивація. Термін «електрохімічна активація» було запропоновано В.М. Бахіром у 1975 році для визначення процесу отримання та технології застосування електрохімічно активованих розчинів. З 1985 електрохімічна активація офіційно була визнана самостійним науково-технічним напрямом.

Основою процесів електрохімічної активації рідин є електродний процес електролізу, основою якого є механізм переміщення іонів у просторі між електродами.

Зміна властивостей та складу розчинів (хімічного складу, концентрації іонів водню – рН, окислювально-відновного потенціалу (ОВП), мікрокластерної структури) відбувається під дією електричного поля. В результаті електрохімічних перетворень розчини солей переходять в активований стан і виявляють при цьому протягом декількох десятків годин підвищену реакційну здатність і поряд з цим відбувається утворення нових речовин і змінюється вся система міжмолекулярних взаємодій і структура розчину [28].

У анода відбувається збільшення кислотності розчину за рахунок утворення стійких і нестабільних кислот, пероксиду водню, кисневмісних сполук хлору, що призводить до зниження рН та збільшення ОВП. Розчин, що отримується в анодній камері, називають анолітом. Даний розчин містить продукти окислення, у тому числі хлорну кислоту, синтезовану з розчиненого у воді натрію хлориду, кисень і хлор. Аноліт характеризується зниженою активністю електронів і виявляє властивості окислювача в результаті елементарного або активного хлору, що утворився [29].

Після закінчення процесу релаксації концентрація сполук активного хлору в аноліті може зберігатися на високому рівні, але найбільш значущим показником є біоцидна активність.

У катодній зоні відбувається виділення газоподібного водню та утворення луку. Крім того, в католіті утворюється надмірна кількість гідроксиліонів, які є стимуляторами росту та розвитку тварин та рослини.

В результаті катодних взаємодій, що відбуваються в електрохімічній системі, розчин набуває лужну реакцію за рахунок перетворення частини розчинених солей гідроксидів, відбувається збільшення рН і зниження ОВП. Високоактивний розчин, який отримується в катодній камері, називають католітом. Католіт має підвищену активність електронів, має яскраво виражені властивості відновника [30].

І католіту, і аноліту властива висока фізико-хімічна активність, пов'язана з тим, що продуктами електрохімічних реакцій у католіті та аноліті є луки та кислоти. Вони можуть замінювати традиційні хімічні реагенти, тому що більш високу ефективність даних розчинів забезпечує наявність високоактивних нестійких продуктів електрохімічних реакцій (вільні радикали). Активовані структури вільні іони, молекули, атоми та радикали, саме вони і наділяють католіт та аноліт надзвичайними каталітичними здібностями, дозволяючи їм змінювати взаємини між компонентами найрізноманітніших, у тому числі й біохімічних, реакцій.

Залежно від режиму електрохімічної дії та вмісту у вихідному розчині хлористого натрію рН католіту зазвичай коливається від 7 до 12, рН аноліту від 2 до 7, натрію гіпохлориту – рН 7,4-8,2. Окислювально-відновний потенціал, що характеризує окиснювально-відновні здібності компонентів активованих розчинів, змінюється в досить широких межах (у католіту - від 200 до 850 мВ, а у аноліту - від 400 до 1200 мВ [31].

Отримати високоактивні нестійкі продукти за допомогою розчинення у воді реагентів практично неможливо. Такі речовини можна отримати лише за використання електрохімічного синтезу.

1.1.4. Застосування активованої води в харчовій промисловості

Ряд робіт було проведено по дослідженню впливу електроактивованої води в рибопереробній промисловості.

Застосування електрохімічно активованих розчинів дозволяє інтенсифікувати процес гідролізу рибної сировини, причому в лужному середовищі (католіті) його швидкість вища, ніж у кислому [32].

Застосування розчинів кухонної солі в кислих анолітах для посолу рибної сировини у виробництві в'яленої рибопродукції дозволяє знизити значення вологоутримуючої здатності білків м'язової тканини і значно прискорити процес сушіння [33]. Унікальна здатність анолітів до осадження білка розчинів була використана для обробки тузлуків при посолі азовської хамси. Внаслідок осадження анолітами з тузлука було виділено комплекс активних протеаз для стимулювання процесів дозрівання солоної рибопродукції [34].

Застосування аноліту, зважаючи на його високу асептичну активність для виробництва промитих білкових мас типу «сурімі» є досить ефективним. Це дозволяє вирішити проблему підвищеної мікробіологічної обсіменіння токсичними елементами [35].

Виробничі випробування ефективності використання католіту при випоюванні та годівлі телят проведені у весняний період на комплексі з відгодівлі ВРХ. Католіт розводили теплою водопровідною водою у співвідношенні 2:1 і випаювали дослідній групі №1 вранці один раз на тиждень по 3...5 мл на 1 кг живої маси теляти, а дослідній групі №2 без розведення по 5...7 мл на 1 кг живої ваги. У процесі випробування сінаж із злакових трав, що подається в годівниці, обробляли електрохімічно активованим водним розчином - католітом ($\text{pH} = 9$) з розрахунку 5 ... 7 мл на 1 кг живої маси тварини. Годування телят дослідної групи, обробленим сінажем, здійснювали один раз на тиждень, а випоювання проводили теплою водопровідною водою без використання католіту. Тварини були підібрані аналогами за породою, віком, масою. Середня жива маса тварин у контрольній групі становила 188,4

кг, у дослідній – 151,5 кг. Виробничі випробування підтвердили ефективність застосування електрохімічно активованої води у певних дозах та режимах для напування та годування молодняку тварин; застосування католіту для випоювання та приготування корму сприяє поліпшенню його поїдання та перетравності, що забезпечує підвищення середньодобового приросту живої маси телят на 18-20% порівняно з контролем [36].

Проведені дослідження підтверджують ефективність застосування активованої води для покращення якості та виходу хліба (вага хліба збільшилася на 3-4%, об'ємний вихід – на 11%. Доцільно рекомендувати використання активованої води для проведення водотеплової обробки зерна та в процесі замісу тіста із сортового борошна [37].

Використання активованої води, зокрема католіту, дозволяє підвищити якість хлібобулочних виробів, чого неможливо досягти під час використання їх хімічних аналогів. Відбувається інтенсифікація процесів замісу та дозрівання тіста, що призводить до збільшення пористості та питомого обсягу хлібобулочних виробів [38].

За результатами проведених досліджень запропоновано використовувати електроактивовану воду при переробці м'яса птиці: католіт з параметрами рН 10 і вище, ОВП -700 мВ і нижче для миття технологічного обладнання та виробничих приміщень за режимом дворазового зрошення оброблюваних об'єктів з інтервалом у 5 хвилин та загальною експозицією не менше 12,5 хв.; нейтральний аноліт з ОВП +800 мВ та Са.х. не менше 150 мг/л - для дезінфекції технологічного обладнання та виробничих приміщень, для поверхневої обробки шкаралупи харчових яєць методом занурення їх у розчин та витримкою в ньому протягом 6 хв., для обробки тушок бройлерів перед зберіганням у холодильних камерах методом занурення з експозицією витримки протягом 15-20 хв., для використання замість питної води у приготуванні фаршу з м'яса птиці для напівфабрикатів. Економічно використовувати активовану воду, як дезінфікуючий розчин у десятки разів ефективніше, ніж інші засоби [40].

Використання активованих рідких середовищ при посолі м'ясних продуктів дозволяє прогнозувати можливості регулювання процесів кольороутворення. ОВП розсолів на основі таких середовищ знаходиться в області негативних значень або близько до нуля, що ініціюватиме ймовірно перебіг відновлювальних реакцій і сприятиме стабілізації забарвлення м'ясних продуктів [28].

Використання електрохімічних безреагентних способів обробки харчових рідких систем відкриває широкі можливості для вдосконалення технологічних процесів, скорочення їх тривалості та підвищення якості продукції. Застосування білоквмісних препаратів рослинного та тваринного походження дозволяє в м'ясній галузі отримувати продукти з великим виходом, високими смаковими властивостями та харчовою цінністю. Більшість білкових добавок, що використовуються, вимагають попереднього регідратування для отримання стійких емульсій, суспензій, багатокомпонентних рідких систем [13].

Експериментально доведено, що при спільному використанні нітритної солі та комплексної суміші «Пекель-Екстра» у складі активованого розсолу залишкова кількість нітриту натрію знижується в 2,5 рази від встановлених норм за рахунок повнішої трансформації нітриту в нітрозосполуки [28].

В результаті серії експериментів [41] теоретично та експериментально визначено масові співвідношення активованих середовищ та нативного білка для інтенсифікації гідролізу свинячої шкурки: при використанні католіту – 28:1; аноліту - 112:1; розроблено, теоретично та експериментально обґрунтований спосіб отримання за допомогою кавітаційної дезінтеграції стабільних наноструктурованих водо-жирових емульсій на основі католіту з масовою часткою жирової фази 60-70%, доведено доцільність їх використання при виробництві емульгованих м'ясопродуктів; встановлено денітрифікуючу дію розсолів на основі католіту при посолі м'яса; розроблено та оптимізовано рецептури кольорорегулюючих розсольних композицій на основі католіту зі зниженим вмістом кухонної солі та нітриту натрію (в середньому на 14 та 20 % відповідно).

Таким чином, можна зробити висновок про те, що використання активованої води та її окремих фракцій, католіту та аноліту відкриває нові можливості у багатьох галузях промисловості, і зокрема для виробництва м'ясних продуктів.

В даний час застосування електроактивованої води, отриманої в результаті уніполярного електрохімічного впливу в діафрагмових електроактиваторах, є одним з найперспективніших способів безреагентного регулювання властивостей різних систем і знаходить все більше застосування в різних галузях народного господарства, у тому числі у м'ясній промисловості.

Підвищений енергетичний рівень та аномальна реакційна здатність електроактивованих середовищ є важливою перевагою при їх використанні для м'ясопродуктів, оскільки з їх допомогою можливе спрямоване регулювання функціонально-технологічних властивостей м'ясних систем без внесення різних добавок. Це особливо важливо для підвищення рівня екологічності, нешкідливості, безпеки продуктів харчування та розроблення ресурсозберігаючої технології.

Проведений аналіз накопичених у літературі даних показав, що в останні роки спостерігається зростання інтересу до різних властивостей активованої води, і зокрема, до електроактивації води.

На сьогоднішній день вивчено хімічний склад фракцій електроактивованої води, її вплив на різні живі системи та харчові продукти, на окремі види санітарно-показових мікроорганізмів.

Разом з тим, залишаються невивченими такі питання як регулювання властивостей м'ясної сировини з порушених ходом автолізу за допомогою активованої води, оптимізація параметрів різних співвідношень католіту та аноліту, що вносяться до м'ясних систем та їх вплив на показники м'ясної сировини та якість готових м'ясних продуктів, у тому числі реструктурованих виробів зі свинини.

1.2. Об'єкти і методи дослідження

Для досягнення поставлених цілей та завдань нами було здійснено вибір об'єктів дослідження, умов проведення експерименту та розроблено схему організації досліджень, наведено характеристику методів досліджень, що використовувалися для розроблення ресурсозберігаючої технології при виробництві реструктурованих м'ясних виробів.

Усі дослідження проводились на базі кафедр технології м'яса, риби та морепродуктів Одеського національного технологічного університету (ОНТУ).

Матеріалами досліджень у роботі були:

- м'ясо свинини жиловане (ДСТУ 4668:2006);
- вода питна (ДСТУ 7525:2014);
- кухонна сіль (ДСТУ 3583:2015)
- перець чорний мелений та духмяний (ДСТУ ISO 959-1:2008);
- цукор білий (ДСТУ 4623:2006);
- часник (ДСТУ 3233-95);
- нітрит натрію (ГОСТ 32781-2014);

Об'єкт дослідження – технологія виробництва реструктурованих м'ясних виробів.

Предмет дослідження – м'ясо свинини PSE, модельні зразки шинки виготовлені з використанням електроактивованої води.

На основі мети та завдань дослідження розроблено схему експериментальних досліджень (Рис. 1.1.) та встановлені основні напрямки роботи.

На початку роботи був проведений детальний аналіз джерел літератури. Огляд та аналіз літератури дав змогу визначити напрямки проведення досліджень.

На другому етапі були проведені дослідження впливу фракцій електроактивованої води на функціонально-технологічні та мікробіологічні показники свинини PSE.



Рис.1.1. Схема аналітичних та експериментальних робіт

При вивченні функціонально-технологічних властивостей м'яса використовували електроактивовану воду: кислу фракцію води - аноліт ($\text{pH}=2,3-3,0$) та лужну фракцію води - католіт ($\text{pH}=10,5-11,0$) у різних співвідношеннях.

Електроактивовану воду отримано на установці «Ековод - 6» рис. 1.2



Рис.1.2 Установка електроактивації води «Ековод - 6»

Електроактивована вода готувалась на основі водопровідної. В ході електроактивації води було отримано 2 фракції: аноліт та католіт, які відстоювали протягом 2 годин з метою осадження продуктів реакції. Після відстоювання фракції змішували в таких співвідношеннях католіт:аноліт: 50:50, 60:40, 70:30, 80:20 90:10. До контрольного зразка фаршу вносили водопровідну воду.

При виготовленні модельних фаршів свинину подрібнювали на вовчку з діаметром решітки 2-3 мм, після чого її зважували і поміщали у склянки. Далі у кожен зразок вносили відповідне співвідношення католіту і аноліту в кількості 15% від маси фаршу. До контрольного зразка вносили питну водопровідну воду. Теплову обробку зразків проводили на паровій бані до досягнення температури в центрі 72°C .

На третьому етапі визначали вплив електроактивованої води на показники якості та безпечності реструктурованих виробів зі свинини PSE типу шинка.

При виготовленні зразків шинки використовували жиловану свинину PSE. Зразки реструктурованих виробів з електроактивованою водою виготовляли за наступною схемою: попередньо підготовлені зразки розсолів вносили в зразки свинини шляхом ін'єктування і масажування в лабораторному масажері протягом 35 хв. Далі проводили теплову обробку в термокамері до досягнення температури в центру 68...72 °С.

Після виготовлення реструктурованих контрольних та дослідних виробів, їх охолоджували та протягом 7 діб зберігали у холодильнику за температури 2...4°С.

На останньому етапі визначили економічну ефективність та рекомендації для впровадження використання електроактивованої води в технологічний процес виготовлення реструктурованих виробів.

Під час проведення експериментальних досліджень були використані такі методи визначення:

Вміст вологи визначали прискореним методом висушування зразку до постійної маси при температурі 150°С протягом 1 години. Наважку зразка масою 5 г поміщали в бюкс і перемішували з 6-8 г попередньо підготовленим прожареним піском, далі бюкси зважували і поміщали в сушильний шафа. Після висушування бюкси поміщали в ексикатор до повного остигання. Після бюкси зважували. Розрахунок масової частки вологи проводили за такою формулою 1.1:

$$W = \frac{(a-b) \cdot 100}{m}, \% \quad (1.1)$$

де а та b – маса бюкси з наважкою відповідно до та після висушування, г;

m – маса зразку, г[41].

Визначення активної кислотності. Величину рН визначали потенціометричним методом на рН-метрі. Для цього наважку фаршу масою 10 г поміщали у хімічну склянку на 250 мл, додавали 100 мл дистильованої води. Вміст склянки ретельно перемішували скляною паличкою і відстоюючи протягом 30 хв, періодично перемішуючи. Після цього фільтрували через

складчастий фільтр у склянку ємністю 100 мл. рН фільтрату вимірювали на рН-метрі [42].

Визначення водозв'язувальної здатності (ВЗЗ) зразків визначали методом пресування за Грау та Хамму. Зразки подрібнювали, пропускаючи через м'ясорубку з діаметром решітки отворів 2-3 мм. Після цього зважували наважку фаршу масою 0,3 г на поліетиленовому кружечку та поміщали на невелике скло. Зверху наважку накривали бензольним фільтром, нагору ще одне скло і на все це ставили груз 1 кг. Після 10 хв пресування груз знімали, обводили контури м'яса, і за допомогою планіметра вимірювали площу вологої плями та площу м'яса. Масову частку міцно пов'язаної води у зразку розраховували за такою формулою 1.2:

$$X = \frac{(A - (8,4 \cdot F)) \cdot 100}{A}, \% \quad (1.2)$$

де X - масова частка пов'язаної води у зразку, відсоток до загальної води, %;

8,4 – кількість води, поглиненої 1 см² фільтрувального паперу;

F – площа вологої плями, см²;

A – загальний вміст води у зразку, мг;

100 – множник для перерахунку %[42].

Визначення мікробіологічної обсіменіння проводили за загальноприйнятими методами мікробіологічного дослідження м'яса та м'ясопродуктів [43].

Органолептичну оцінку модельних та готових зразків виробів зі свинини проводили за дев'ятибальною системою[41].

Визначення виходу готової продукції проводили методом зважування зразків до та після термообробки. Вихід розраховували за формулою 1.3:

$$B = \frac{A_1 \cdot 100}{A}, \% \quad (1.3)$$

де A_1 - маса готового продукту після теплової обробки, г;

A – маса несолоної сировини, г;

100 – множник для перерахунку %[42].

При визначенні вологоутримуючої здатності (ВУС) наважку ретельно подрібненого зразку масою 4-6 г наносили рівномірно скляною паличкою на внутрішню поверхню широкої частини молочного жироміра. Жиромір щільно закривали пробкою і поміщали у водяну баню при температурі кипіння вузькою частиною вниз на 15 хв, після цього визначають масу води, що виділилася з числа поділів на шкалі жироміра. Вологоутримуюча здатність м'яса (ВУС, %) визначали за формулою 1.4.

$$\text{ВУЗ} = \text{В} - \text{ВВЗ}, \text{ де} \quad (1.4)$$

В – загальна масова частка води у навішуванні;

ВВЗ - вологовидільна здатність (%)

$$\text{ВВЗ} = a * n * m^{-1} * 100, \text{ де} \quad (1.5)$$

a - ціна поділу жироміра; $a = 0,01 \text{ см}^3$;

n – кількість поділів жироміру;

m – маса наважки, г [41].

1.3 Результати досліджень

1.3.1 Вплив електроактивованої води на функціонально-технологічні властивості м'яса свинини PSE

Під час вивчення функціональних та технологічних властивостей м'яса використовувалась електроактивована вода: кислотна частка води – аноліт ($\text{pH} = 2,3-3,0$) та лужна фракція води – католіт ($\text{pH} = 10,5-11,0$) у різних співвідношеннях. Електроактивована вода, отримана за допомогою установки "Есcovod - 6".

У ході дослідження здійснювали підбір оптимального співвідношення фракцій католіт та аноліт. Розчин 1 містив однакову кількість католіту та аноліту.

Розчин 2 – 60% католіт 40% аноліт;

Розчин 3 – 70% католіт 30% аноліт;

Розчин 4 – 80% католіт 20% аноліт;

Розчин 5 – 90% католіт 10% аноліт.

Враховуючи, що в результаті електроактивації отримуються фракції води з різним pH , після отримання та змішування фракцій визначили pH отриманих розчинів. Дані наведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Вплив різних співвідношень католіту та аноліту на pH електроактивованої води

Зразки розчинів	pH
Контроль (водопровідна вода)	7,62
Розчин 1	6,47
Розчин 2	7,08
Розчин 3	7,96
Розчин 4	8,64
Розчин 5	9,72

Далі воду з вищезгаданими співвідношеннями додавали у подрібнене на вовчку м'ясо свинини. У зразки фаршу вводили електроактивовану воду в кількості 15% маси фаршу. До контрольного зразка внесли водопровідну воду. Нативне м'ясо мало ознаки пороку PSE, а його рН сягав 5,58 одиниць.

Зразок 1 містив розчин з 50% католіту та 50% аноліту.

Зразок 2 – 60% католіт 40% аноліт;

Зразок 3 – 70% католіт 30% аноліт;

Зразок 4 – 80% католіт 20% аноліт;

Зразок 5 – 90% католіт 10% аноліт.

Після додавання води у фарш проводили дослідження по визначенню рН фаршу, його вологозв'язуючої та вологоутримуючої здатностей. Результати наведені на графіках рис. 1.3-1.5.

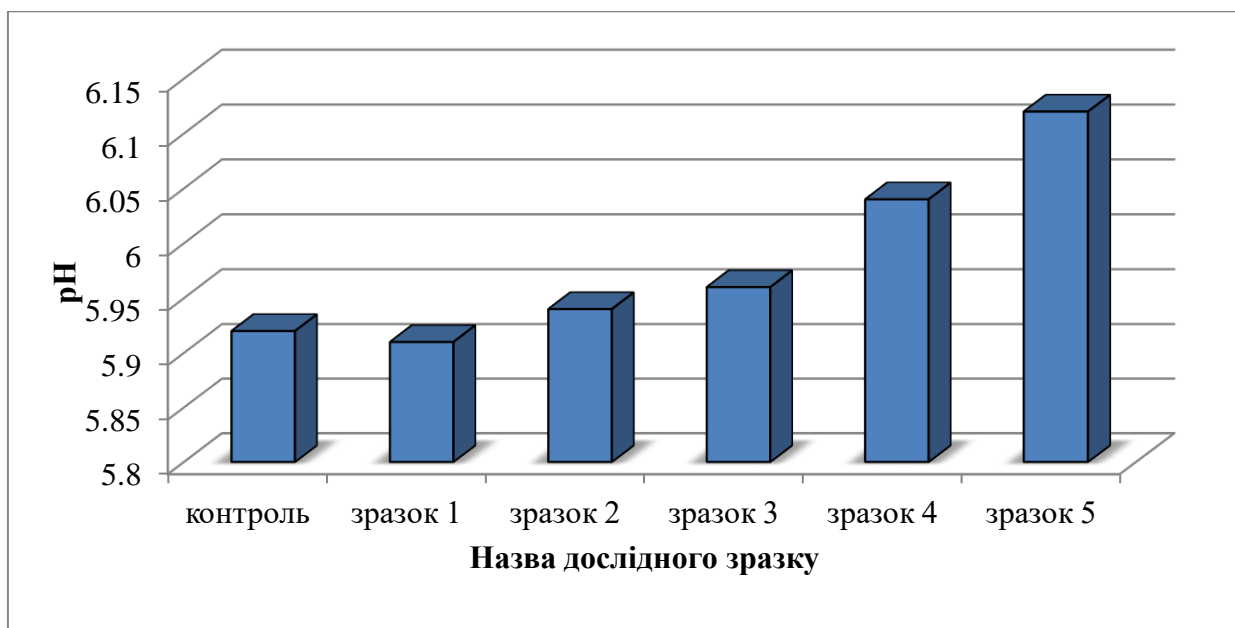


Рис 1.3 Вплив електроактивованої води на рН фаршу

Аналіз отриманих даних свідчить, що внесення співвідношення католіт:аноліт 50:50 зміщує рН модельного фаршу на 0,33 одиниць у лужну сторону; 60:40 на 0,36 одиниць у порівнянні з контрольним зразком; 70:30 та 80:20 змістили рН фаршу у лужну сторону на 0,38 та 0,46 одиниці відповідно. У зразку із співвідношенням 10:90 зміщення в лужну сторону склало 0,54 одиниць у порівнянні з контрольним зразком.

Оскільки контрольний зразок вносили звичайну воду з рН 7,62, то зміщення рН м'ясної системи відбулося в лужний бік на 0,34 одиниць.

Порівнюючи дослідні зразки та контрольний фарш, можна зробити висновок, що використання співвідношення католіт:аноліт 50:50 менше зміщує рН м'яса у порівнянні з водопровідною водою. Додавання електроактивованої води з більшою часткою католіту більш ефективно зрушує рН фаршу у лужну сторону. У порівнянні з контрольним зразком католіт:аноліт 70:30 зрушує рН на 0,04 одиниць у порівнянні з контрольним зразком; 80:20 на 0,12 одиниць. Найбільша різниця у зразку з фракціями 90:10 та контрольним – 0,2 одиниці.

Отримані результати свідчать про реальну можливість спрямованого регулювання рН м'ясних систем шляхом введення в систему електроактивованої фракцій води.

Регулювання рН особливо важливе під час використання м'яса з нетрадиційним характером автолізу. Використання електроактивованої води дозволяє спрямовано регулювати фізико-хімічні властивості вихідної м'ясної сировини за рахунок зсуву показника активної кислотності від ізоелектричної точки м'язових білків.

Вологозв'язуюча та вологоутримуюча здатності м'яса показують, скільки м'ясна система може зв'язати та утримати внесеної до неї води. М'ясо з ознаками PSE нездатне зв'язувати велику кількість вологи через рН, близьке до ізоелектричної точки білків. Враховуючи той факт, що електроактивована вода дозволяє коригувати рН м'ясних систем, то можливі зміни у ВЗЗ та ВУЗ.

Нативне м'ясо мало вологозв'язуючу здатність 52,1%, а вологоутримуючу- 43,5%.

З графіків на рис. 3.2 та 3.3 видно, що у зразків фаршу з електроактивованою водою вологозв'язуюча здатність вища, ніж у нативного м'яса та контрольного зразка. Найбільше значення ВЗЗ та ВУЗ спостерігається при внесенні до зразків модельного фаршу співвідношення католіт: аноліт 90:10 – при такому співвідношенні ВЗЗ модельного фаршу збільшується на 11,95% порівняно з нативним мясом, а ВУЗ на 11,6%.



Рис. 1.4. Вплив електроактивованої води на ВЗЗ фаршу

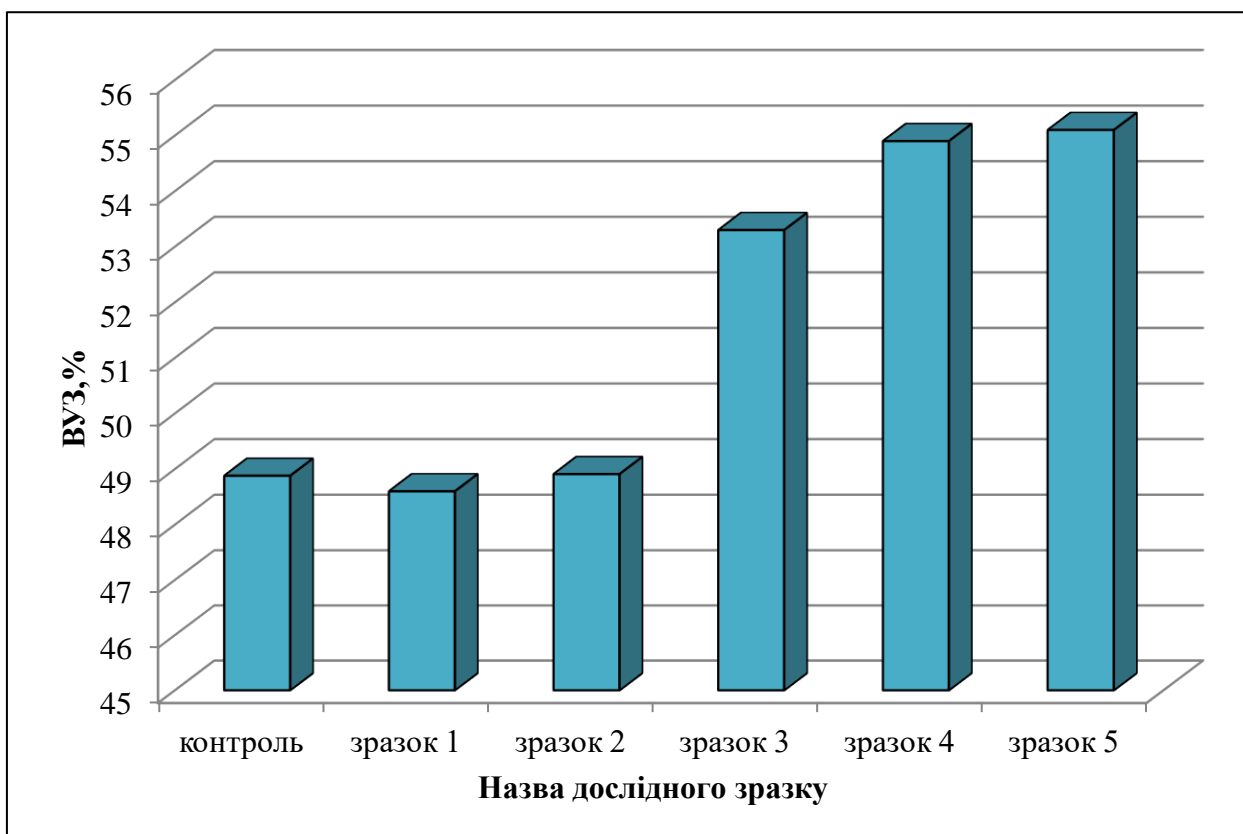


Рис. 1.5. Вплив електроактивованої води на ВУЗ фаршу

Внесення до фаршу співвідношення католіт: аноліт 50:50 та 60:40 мало ефективно, оскільки суттєвої різниці у ВУЗ та ВЗЗ у порівнянні з контрольним зразком не має.

Підвищення ВЗЗ та ВУЗ відбулося внаслідок зміщення рН у лужний бік, що призвело до виникнення ще більшої кількості гідрофільних груп. За рахунок активації молекул води відбувається збільшення гідроксид-іонів (ОН⁻), вони з більшою швидкістю приєднуються до вільних груп білкової молекули, тому займають більше позитивних іонів, а отже, підвищують водозв'язувальну здатність фаршу. З цього можна дійти висновку про можливість підвищення вологосв'язуючої здатності м'яса без використання вологосв'язуючих добавок.

Як відомо, вихід готової продукції – це показник, який цікавить виробника найбільше. Основний вплив на вихід готової продукції має вологосв'язуюча та вологоутримуюча здатності м'ясних систем. Підвищення ВЗЗ та ВУЗ зразків фаршу з електроактивованою водою говорить про те, що досліджуваний фарш здатний зв'язати більше води, і таким чином збільшиться вихід готової продукції.

Після нагріву та доведення зразків до температури в центрі 68...72°C було проведено визначення втрати маси після термооброблення. Результати представлені на рис.1.6. Втрати маси м'яса без додавання води склали 29,8%.

З графіка видно, що втрати при термообробці знижуються обернено пропорційно кількості внесеної лужної фракції електроактивованої води (католіту).

Найменші втрати спостерігаються при співвідношенні католіту та аноліту 90:10 і складають 24,55%.

При збільшенні кислої фракції (аноліту) у внесених співвідношеннях втрати води зростають: при співвідношенні католіт:аноліт 50:50 втрати води склали 28,9%.

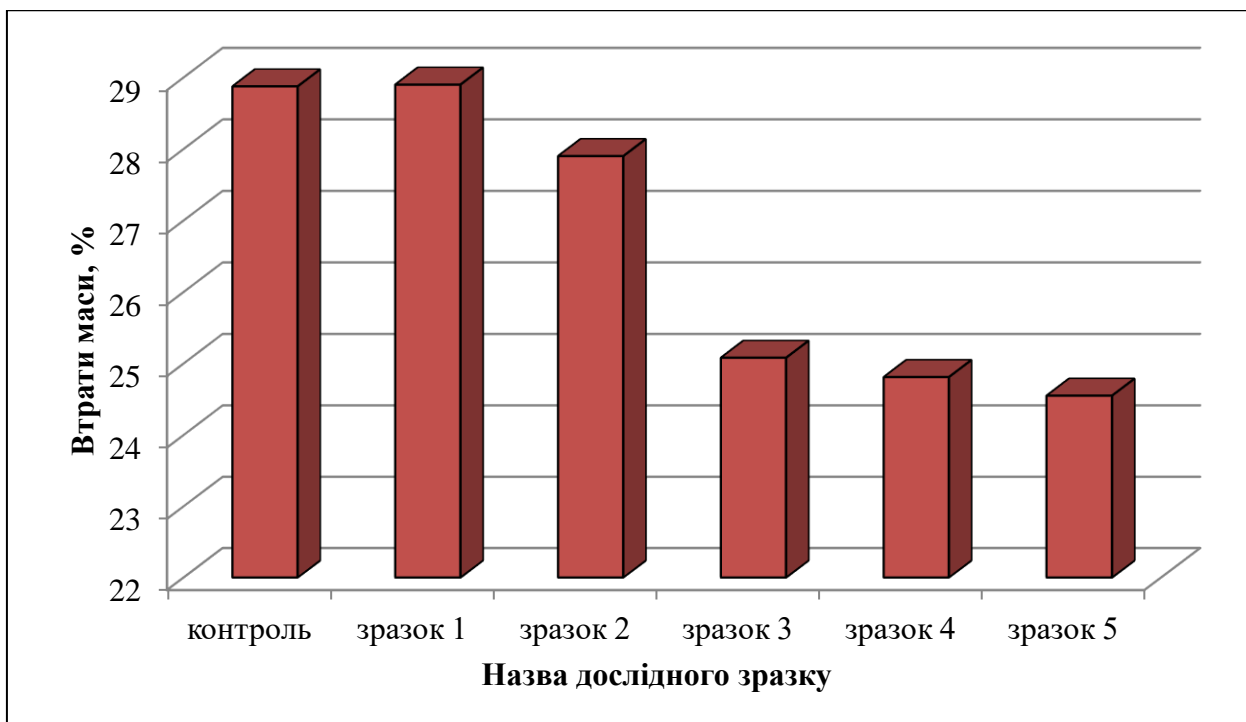


Рис. 1.6. Вплив електроактивованої води на втрату маси при термообробці фаршу

Це пояснюється утворенням міцніших зв'язків білків із молекулами електроактивованої води, внаслідок чого збільшується частка міцно пов'язаної вологи та зменшуються втрати маси.

У зв'язку з наявними даними про бактерицидну дію кислої та лужної фракції було вирішено провести мікробіологічні дослідження зразків.

Для дослідження було взято зразки модельного фаршу із внесеними фракціями електроактивованої води у співвідношеннях католіт:аноліт 50:50; 60:40; 70:30; 80:20; 90:10.

Було проведено визначення кількості мезофільно-аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів у зразках. Результати представлені на графіку рис. 1.7. Мікробіологічні дослідження були проведені через 4 години після внесення води у фарш.

Відповідно до нормативної документації, загальна бактеріальна забрудненість не повинна перевищувати межу в 1×10^3 колоній утворюючих одиниці на 1 грам. Кожен зразок відповідає допустимій нормі.

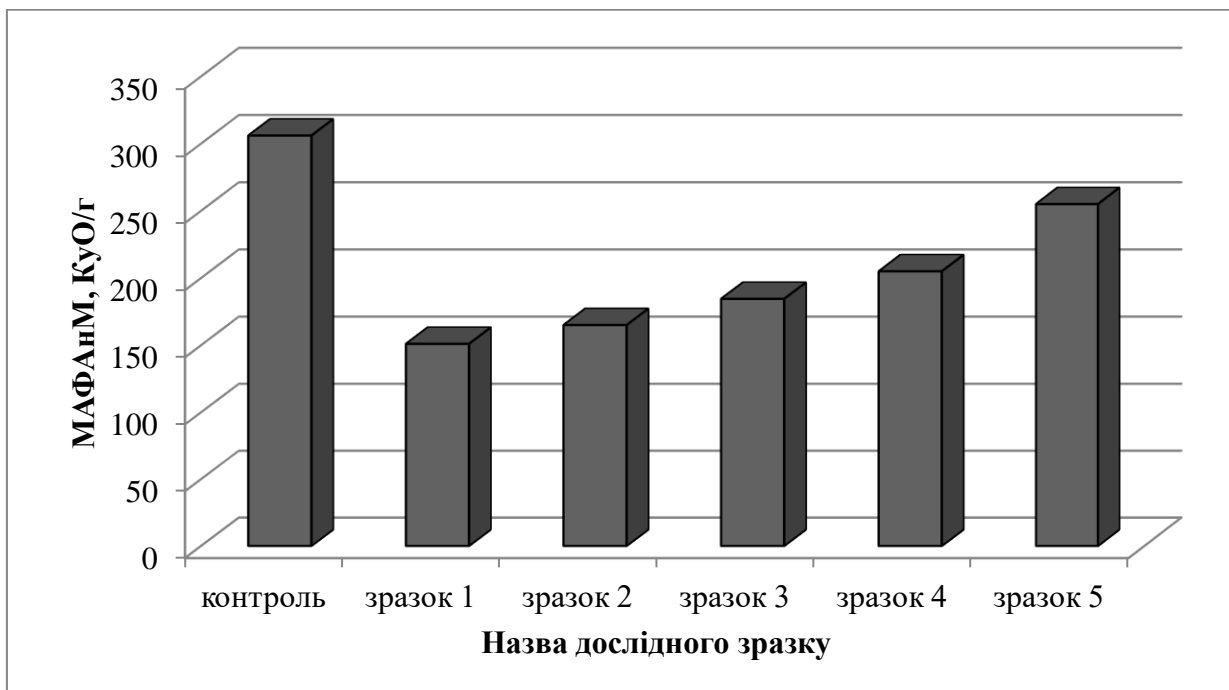


Рис. 1.7. Вплив електроактивованої води на кількість мезофільно-аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів у фарші

На підтвердження теорії про те, що аноліт виявляє антисептичні властивості, чітко проглядається тенденція зниження кількості мікроорганізмів зі збільшенням анолітної фракції у співвідношеннях католіту і аноліту, що вносяться у виробі.

У контрольному зразку відзначається найбільший вміст мікроорганізмів.

Враховуючи проведені дослідження можна дійти висновку про можливість коригування функціонально-технологічних властивостей модельних фаршів PSE за допомогою різних співвідношень фракцій електроактивованої води. Показано збільшення рН у разі підвищення масової частки католіту. Найкраще значення встановлено при співвідношенні католіт: аноліт 90:10. Встановлено підвищення ВЗЗ та ВУЗ модельного фаршу зі збільшенням масової частки лужної фракції в електроактивованій воді та її кореляція з рН. Показано можливість зниження втрат маси при термічній обробці модельного фаршу. Найменші втрати встановлені при співвідношенні фракцій електроактивованої води католіт: аноліт 90:10.

Мікробіологічні дослідження фаршу з електроактивованою водою показали зниження кількості мікроорганізмів у дослідних зразках порівняно з контрольним. Найбільший ефект встановлений при співвідношенні католіт:аноліт 50:50.

1.3.2 Дослідження впливу електроактивованої води на реструктуровані вироби із свинини PSE

Реструктуровані вироби зі свинини є популярним м'ясним продуктом, поряд із ковбасними виробами. На сьогоднішній день м'ясо з ознаками PSE у технології виробництва шинок рекомендується використовувати в парному стані з введенням хлористого натрію, у поєднанні з м'ясом DFD, спільно з соєвими ізолятами або фосфатами, що ускладнює перебіг технологічного процесу виробництва цих виробів.

Враховуючи результати досліджень дослідних зразків фаршу з електроактивованою водою, нами було прийнято рішення використовувати електроактивовану воду в технології виробництва руструктурованих виробів зі свинини.

Технологія виробництва шинки передбачає внесення води в продукт у вигляді розсолу. Враховуючи це, для модельних зразків були приготовлені розсоли на основі електроактивованої води згідно з наступною рецептурою:

Вода – 89%

Нітрит натрію (розчин 2,5%) – 1%

Поварена сіль - 10%

Дослідні зразки розсолів складені на основі електроактивованої води із співвідношеннями католіт:аноліт - 70:30, 80:20 та 90:10. Розсіл контрольного зразка виготовлений на основі питної водопровідної води. Розсіл вводили в м'ясо в кількості 25% маси м'ясної сировини.

Жиловане м'ясо подрібнювали на шматки масою від 50 до 70 г і шприцювали розсолом. Далі проводили масажування при частоті обертання 16

об/хв протягом 18-24 години за циклом: обертання - 20 хв, відпочинок - 40 хв. Після закінчення масажування сировину витримували 1 добу для дозрівання.

Підготовлену сировину піддавали формуванню та термообробці за стандартним режимом. Закінчення варіння визначали після досягнення в центрі продукту температури $70 \pm 2^{\circ}\text{C}$.

Одним із найважливіших аспектів виробництва реструктурованих продуктів зі свинини є вихід готового продукту. Також вихід готового продукту одна із головних критеріїв економічної оцінки виробництва м'ясних виробів. Через процеси, що відбуваються при термообробці, вихід готових виробів значно зменшується за рахунок втрат маси. На підставі даних, отриманих при дослідженні втрат маси у зразків модельного фаршу, було вирішено перевірити їх на прикладі реструктурованих виробів.

У модельні зразки при шприцуванні вносили лужну та кислу фракції активованої води в наступних співвідношеннях:

Зразок 2.1. католіт:аноліт 70:30;

Зразок 2.2. католіт:аноліт 80:20;

Зразок 2.3. католіт:аноліт 90:10.

Кількість внесеної електроактивованої води дорівнювала 25% від маси м'ясної сировини. Контролем стала водопровідна вода.

Результати втрат маси та виходу після термооброблення наведені на графіку рис.1.8 та 1.9 відповідно.

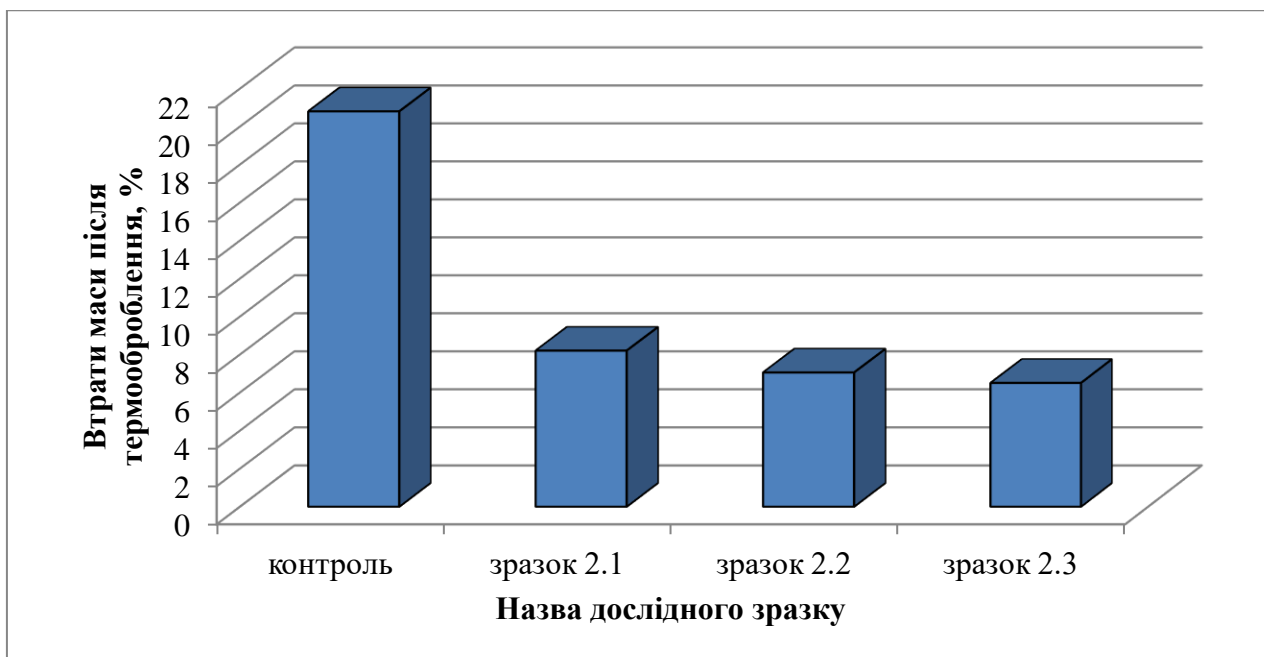


Рис. 1.8. Вплив електроактивованої води на втрати маси при термообробці зразків реструктурованих виробів зі свинини

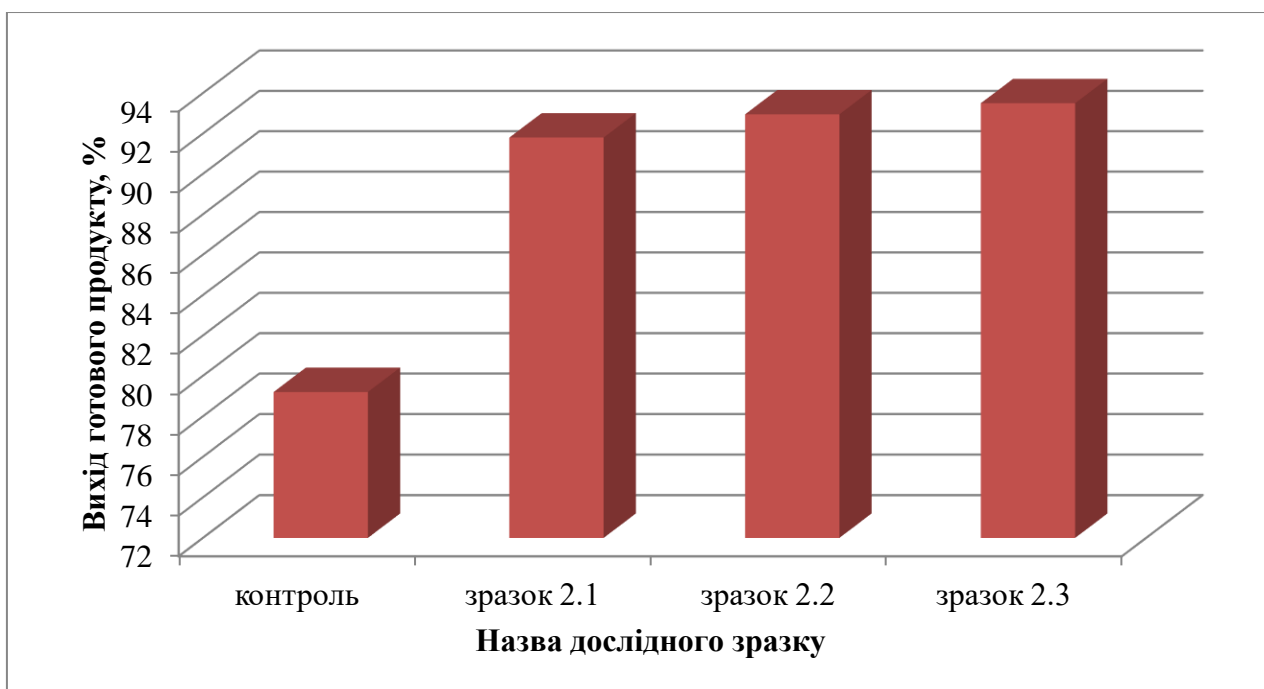


Рис. 1.9. Вплив електроактивованої води на вихід після термооброблення зразків реструктурованих виробів зі свинини

Як видно з графіків втрати маси та вихід готових виробів знижуються зі збільшенням вмісту католіту у зразку, що підтверджує результати попередніх експериментів. При внесенні в модельні зразки розсолів на основі співвідношення католіт:аноліт 70:30 втрати скорочуються на 12,6 % порівняно з контрольним зразком; за 80:20 – на 13,75 %, за 90:10 – на 14,3%.

Найбільший вихід готового продукту у зразку з католіт:аноліт 90:10 і складає 93,5%, у той час як вихід контрольного зразку 79,2%. Це можна пояснити утворенням міцніших зв'язків активних центрів білкових молекул з молекулами електроактивованої води, внаслідок чого збільшується частка міцно зв'язаної вологи.

У процесі виробництва та зберігання реструктурованих виробів зі свинини мікробіологічні показники відіграють першорядну роль. Саме загальне бактеріальне обсіменіння визначає стабільність їх властивостей при зберіганні.

Відомо, що аноліт виявляє бактерицидні властивості. Було вирішено простежити тенденцію розвитку мікроорганізмів залежно від тривалості зберігання зразків.

Зразки контрольних та дослідних зразків після термічного оброблення, охолоджували та зберігалися при $T=0...+4$ °C протягом 7 діб. Мікробіологічні дослідження проводили після виготовлення та на 3 і 7 добу зберігання. Результати експерименту представлені на рис.1.10.

Кількість мезофільних аеробних та факультативно анаеробних мікроорганізмів у готових виробах не повинно перевищувати 1000 КуО/г. Як видно із рис. 3, у зразках контрольному та зразку із співвідношенням католіт:аноліт 90:10 на 7 добу зберігання спостерігається перевищення загального бактеріального обсіменіння у порівнянні з нормами. Це говорить про те, що вироби не підлягають тривалому зберіганню. У зразках з більш високим вмістом аноліту виявлено набагато менше колонійутворюючих одиниць, що говорить про їхню придатність до зберігання.

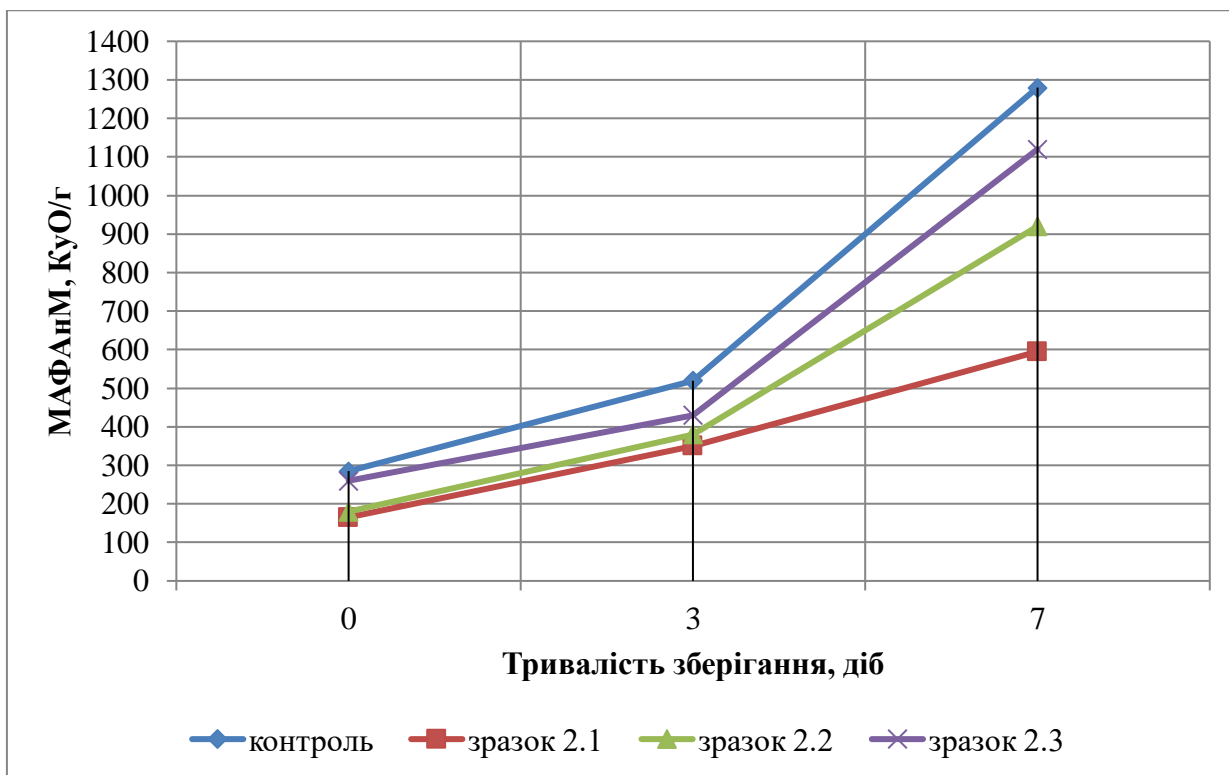


Рис. 1.10. Вплив електроактивованої води на кількість мезофільно-аеробних та факультативно анаеробних мікроорганізмів у зразків реструктурованих виробів зі свинини

В цілому аналіз отриманих результатів свідчить про стабільний сприятливий вплив лужної та кислої фракцій електроактивованої води, які пригнічують мікрофлору не тільки за рахунок зміни рН, а й за рахунок особливих властивостей, що набувають у процесі електроактивування. Можна сказати, що кисла фракція (аноліт) надає вирішальний вплив на характер розвитку мікроорганізмів у продукті.

Для споживача найважливішим показником якості продукції є її органолептичні показники. При дослідженні термінів зберігання готових зразків проводилася органолептична оцінка зразків. Результати представлені у таблиці 1.2.

Зовнішній вигляд свіжоприготовлених зразків з внесеними співвідношеннями фракцій електроактивованої води відрізнявся від контрольного зразка з водопровідною, що було зазначено відповідними оцінками.

Таблиця 1.2 – Оцінка органолептичних показників
зразків залежно від термінів зберігання

Зразки	Показники					Загальна оцінка
	Зовнішній вигляд	Вид на розрізі	Смак	Колір	Аромат	
0 діб зберігання						
Контроль	8	8	8	8	8	8
Зразок 2.1	9	9	9	9	9	9
Зразок 2.2	9	9	9	9	8	8,8
Зразок 2.3.	9	9	6	7	7	7,6
3 діб зберігання						
Контроль	8	8	7	8	7	7,6
Зразок 2.1	9	9	9	8	8	8,4
Зразок 2.2	9	9	8	8	8	8,2
Зразок 2.3.	8	7	6	7	7	7
7 діб зберігання						
Контроль	6	6	5	4	7	5,8
Зразок 2.1	9	9	8	8	8	8,4
Зразок 2.2	9	9	8	8	8	8,2
Зразок 2.3.	8	7	5	6	7	6,6

Протягом зберігання зразків їх зовнішній вигляд залишався практично незмінним. Однак на 7 добу було відзначено ослизнення поверхні контрольного зразка, а також погіршення зовнішнього вигляду виробів із часткою лужної та кислої фракцій електроактивованої води 90:10.

Вигляд на розрізі виробів з електроактивованою водою був задовільний. У процесі зберігання значного погіршення цього показника дослідні зразки не мали. Консистенція виробів залишалася соковитою протягом усього терміну зберігання у зразків із співвідношенням католіт:аноліт 70:30 та 80:20.

Смак зразку 2.3 із співвідношенням католіту та аноліту 90 до 10 мав злегка лужний присмак. У процесі зберігання цього зразку ця характеристика залишилася незмінною. Варто відмітити, що у всіх зразках з досліджуваною водою приємний смак вареного м'яса. Але контрольний зразок, попри досить

високі смакові характеристики, у процесі зберігання втрачав виразність смаку у порівнянні з дослідними зразками 2.1. та 2.2.

Протягом всього терміну зберігання смак контрольного зразка погіршився, імовірно, це пов'язано з початковими стадіями псування зразка, що було зазначено відповідною оцінкою.

Колір виробів спостерігався рожевий, властивий цьому виду продукції. Контрольний зразок мав колір більш блідий, порівняно з кольором експериментальних зразків, як і у зразка 2.3. із співвідношенням католіт:аноліт 90:10. Імовірно, це сталося через зміщення рН у лужний бік, що погіршує процеси кольороутворення. Слід зазначити яскравішу окраску експериментальних зразків 2.1 та 2.2. Це можливо пов'язано з позитивним впливом електроактивованої води на процеси кольороутворення.

Аромат виробів приємний, що відповідає вареному м'ясу. Протягом усього терміну зберігання аромат зразків з електроактивованою водою залишався стабільним, проте у зразку 2.3 з високим вмістом католіту (К:А 90:10) слід відзначити легкий лужний аромат. При зберіганні аромат поступово погіршувався у всіх зразків, що було відзначено відповідними оцінками. Найбільш сильне погіршення аромату спостерігалось у контрольного зразка.

Таким чином, найкращими органолептичними показниками володіє зразок із співвідношенням католіт:аноліт 70:30. У зразка із співвідношенням К:А 90:10 спостерігається лужний присмак, аромат і колір не так яскраво виражений. Зразки зі співвідношеннями католіт: аноліт 80:20 лише трохи поступаються кращому зразку.

Органолептична оцінка експериментальних підтвердила доцільність використання електроактивної води в технології виробництва продукції цього виду. Погіршення характеристик готових зразків протягом усього терміну зберігання багато в чому пов'язане з відсутністю оболонки, а також з особливостями перебігу фізико-хімічних та мікробіологічних процесів псування у виробках.

Враховуючи усі проведені дослідження, дійшли висновку, що найкраще співвідношення електроактивованої води для покращення функціонально-технологічних властивостей свинини PSE, збільшення виходу реструктурованих виробів без погіршення органолептичних показників та безпеки є використання католіт:аноліт 80:20.

Висновок до Розділу 1

1. Досліджено можливість застосування електроактивованої води у технології виробництва реструктурованих виробів зі свинини. Доведено позитивний вплив католіту та аноліту на функціонально-технологічні, мікробіологічні та органолептичні показники виробів.

2. Доведено можливість коригування функціонально-технологічних властивостей свинини PSE за допомогою різних співвідношень фракцій електроактивованої води.

3. Досліджено вплив електроактивованої води на органолептичні характеристики готових реструктурованих виробів зі свинини. Відзначено покращення всіх показників у експериментальних зразків порівняно з контрольним. Найкращими органолептичними характеристиками має зразок із розсолем на основі співвідношення католіт:аноліт 70:30.

6. Експериментально доведено доцільність використання електроактивованої води у технології виробництва реструктурованих варених виробів зі свинини у співвідношенні католіт:аноліт 80:20.

Розділ 2. Технологічна частина реалізації кваліфікаційної роботи

У роботі планується впровадження та виробництво розроблених варених реструктурованих виробів зі свинини «Шинка особлива» та цільном'язових варених, варено-копчених та копчених продуктів зі свинини загальною потужністю 7 т/зм.

У роботі передбачено розрахунок основної та допоміжної сировини, обґрунтовано виборі технологічного обладнання та надана його характеристики, наведені основні технологічні схеми виробництва і детально описано технологічний процес.

2.1. Обґрунтування і вибір технологічних рішень виробництва продукції

При виборі асортименту врахували місцеві умови та вподобання споживачів. Співвідношення між окремими видами готової продукції приймаємо згідно відомчих норм технологічного проектування та з урахуванням того, що вироби зі свинини мають високий попит у населення.

Таблиця 2.1 – Асортимент продукції

Найменування	Гатунок
Шинка особлива	вищий
Рулет смачний	перший
Грудинка по домашньому	вищий
Окорок запашний	перший
Грудинка	вищий
Корейка	вищий
Сало копчене	-

2.1.1 Обґрунтування вибору прийнятих технологічних рішень

При виробництві реструктурованих виробів зі свинини передбачено використання електроактивованої води у співвідношенні католіт:аноліт 80:20

для покращення органолептичних характеристик готового продукту та збільшення виходу без додавання функціонально-технологічних добавок.

Розробка технологічних схем для виробництва реструктурованих та цільном'язових продуктів зі свинини вимагає вдосконалення та використання сучасного обладнання, яке забезпечує високі санітарні показники та дотримання правил гігієни в процесі виробництва.

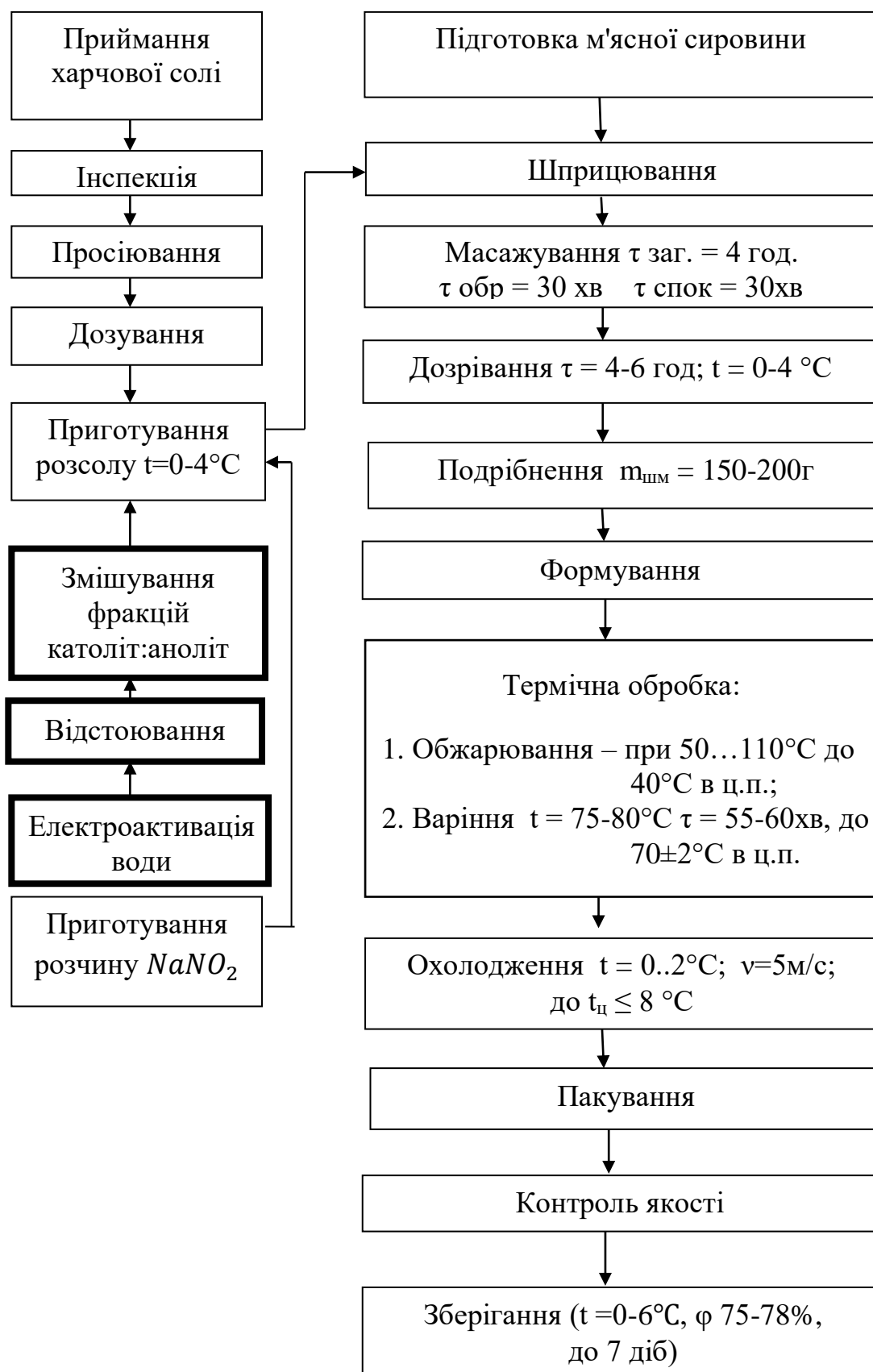
Для переробки сировини для даних видів продуктів передбачено встановлення високопродуктивного модернізованого обладнання, яке забезпечує підвищення продуктивності та якості продукції при дотриманні санітарних вимог.

Технологічні схеми виробництва вибираємо з урахуванням кількості сировини і виду сировини, та наступних основних вимог, що висуваються до проекрованої схеми:

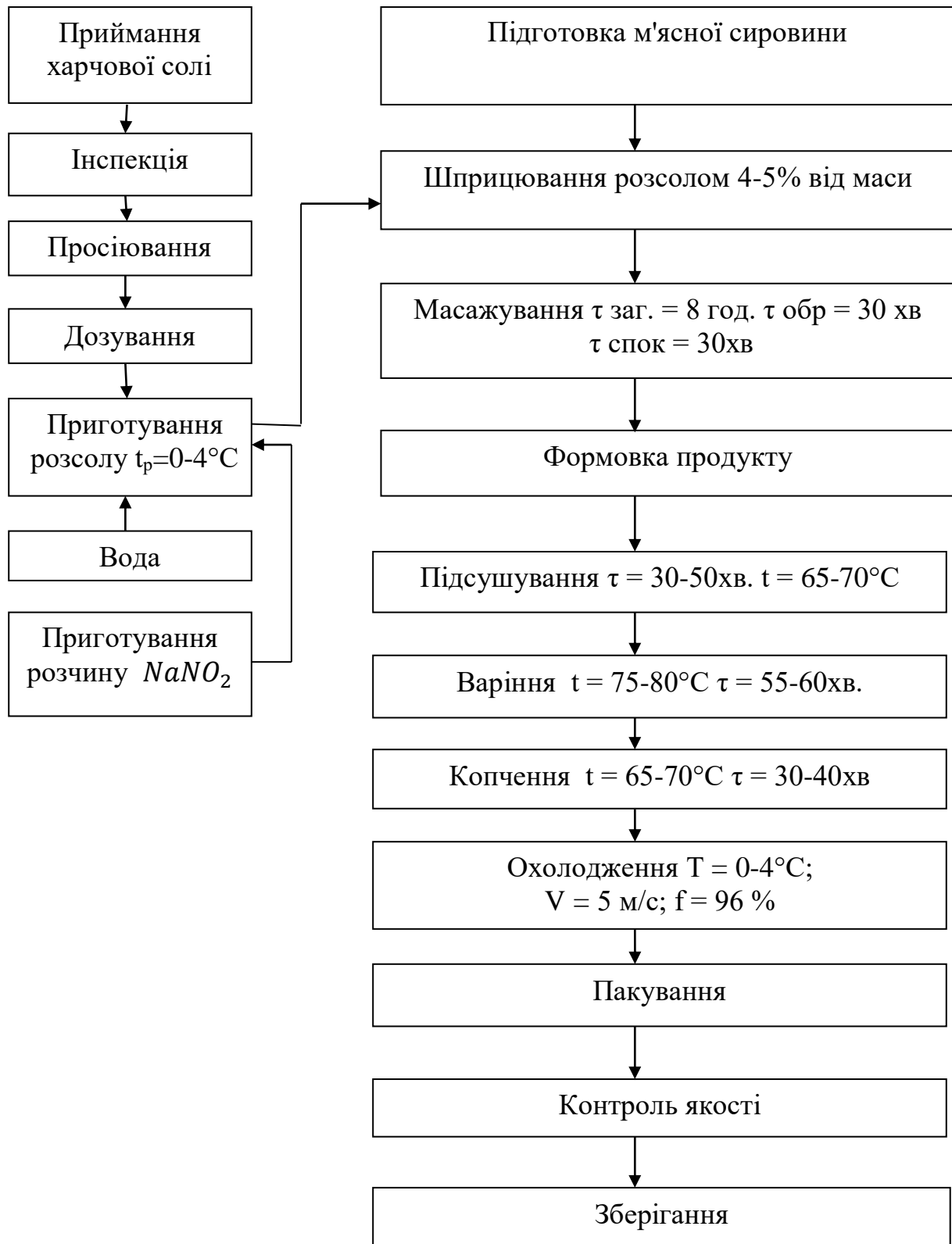
- забезпечення комплексної переробки всіх видів сировини;
- максимальне використання сировини;
- забезпечення покращення якості готової продукції;
- використання високопродуктивного обладнання;
- скорочення числа допоміжних і транспортних операцій;
- мінімальні витрати на виробництво;
- максимальна механізація транспортних операцій.

2.1.2 Технологічні схеми виробництва

Технологічна схема виробництва шинки з використанням електроактивованої води



Технологічна схема виробництва варено-копчених продуктів



2.2. Продуктові розрахунки

Метою сировинного розрахунку є встановлення маси сировини і кількості допоміжних матеріалів, необхідних для виробництва заданого об'єму і асортименту готової продукції.

Передбачено виробництво продукції з 5 т м'ясної та 2 т беконної свинини.

Таблиця 2.2 – Асортимент і виходи продуктів з беконної свинини

Найменування продукції	Сировина	Вихід готової продукції, %
Варені вироби		
Шинка особлива	Свинина жилована	161
Рулет смачний	Окорок передній	112
Грудинка по домашньому	Грудинка	102
Варено-копчені вироби		
Окорок запашний	Окорок задній	102
Грудинка	Грудинка	103
Корейка	Корейка	104
Копчені вироби		
Сало копчене	-	85

Розрахунок кількості продукції проводимо за формулою 2.1:

$$A = \frac{M \cdot B}{100\%} \quad (2.1)$$

де А – маса готової продукції, кг;

М – маса сировини, кг;

В – вихід готової продукції до маси сировини.

Таблиця 2.3 – Витрати сировини і вихід продукції з беконної свинини

Найменування відрубу	Найменування продукту	Кількість сировини, кг	Вихід продукції, кг
Огорока задні	Окорок запашний	541,41	552,24
Огорока передні	Рулет смачний	393,88	441,15
Корейка	Корейка	280,91	292,15

Продовження табл. 2.3.

Найменування відрубу	Найменування продукту	Кількість сировини, кг	Вихід продукції, кг
Грудинка	Грудинка по домашньому	131,2	135,14
	Грудинка варено-копчена	160,81	165,64
Свинина жилована	Шинка особлива	238,97	384,75
Шпик	Сало копчене	32,8	27,88
Разом		1779,9	2000

Знаючи що вихід при розбиранні однієї півтуші беконної свинини 81,2%, розраховуємо загальну масу півтуш за формулою 2.2:

$$M_{\text{півтуш}} = \frac{M_{\text{заг}} \cdot 100\%}{81,2\%} \quad (2.2)$$

де $M_{\text{півтуш}}$ загальна маса півтуш;

$M_{\text{заг}}$ загальна маса сировини.

Таблиця 2.4 – Виходи відрубів і частин туш при розбиранні

Сировина	Вихід з беконних півтуш, кг	Вихід, %
Окорока задні	541,41	22,0%
Окорока передні	393,88	19,7%
Корейка	280,91	13,0%
Грудинка	293,01	13,5%
Свинина жилована	238,97	11,5%
Шпик хребтовий	15,3	0,7%
Шпик боковий	17,49	0,8%
Шпик разом	32,8	
Усього:	1779,9	81,2%

Таблиця 2.5 – Асортимент і виходи продуктів з м'ясної свинини

Найменування продукції	Сировина	Вихід готової продукції, %
Варені вироби		
Шинка особлива	Свинина жилована	168
Рулет смачний	Окорок передній	118
Грудинка по домашньому	Грудинка	107

Найменування продукції	Сировина	Вихід готової продукції, %
Варено-копчені вироби		
Окорок запашний	Окорок задній	108
Грудинка	Грудинка	105
Корейка	Корейка	108
Копчені вироби		
Сало копчене	-	85

Розрахунок кількості продукції проводимо за формулою 2.1.

Таблиця 2.6 – Витрати сировини і вихід продукції з м'ясної свинини

Найменування відрубу	Найменування продукту	Кількість сировини, кг	Вихід продукції, кг
Окороча задні	Окорок запашний	1484,62	1603,4
Окороча передні	Рулет смачний	922,22	1088,22
Корейка	Корейка	684,35	739,1
Грудинка	Грудинка по домашньому	259,8	278,0
	Грудинка варено-копчена	270,9	284,4
Свинина жилована	Шинка особлива	566,84	952,3
Шпик	Сало копчене	64,2	54,6
Разом		4252,93	5000,0

Знаючи що вихід при розбиранні однієї півтуші беконної свинини 79,3%, розраховуємо загальну масу півтуш за формулою 2.3:

$$M_{\text{півтуш}} = \frac{M_{\text{заг}} \cdot 100\%}{79,3\%} \quad (2.3)$$

де $M_{\text{півтуш}}$ загальна маса півтуш;

$M_{\text{заг}}$ загальна маса сировини.

Таблиця 2.7 – Виходи відрубів і частин туш при розбиранні

Сировина	Вихід з м'ясних півтуш, кг	Вихід, %
Окорока задні	1484,62	24,1%
Окорока передні	922,22	19,2%
Корейка	684,35	12,3%
Грудинка	530,7	11,2%
Свинина жилована	566,84	11,5%
Шпик хребтовий	32,1	0,5%
Шпик боковий	32,1	0,5%
Шпик разом	64,2	1,0%
Усього:	4252,93	79,3%

Знаючи загальну масу півтуш і масу однієї півтуші розраховуємо кількість півтуш за формулою 2.4:

$$K = \frac{M_{\text{півтуш}}}{M_{\text{одн}}} \quad (2.4)$$

де $M_{\text{півтуш}}$ – загальна маса півтуш;

$M_{\text{одн}}$ – маса однієї півтуші.

Загальна вага свинини І категорія (беконна) становить 2186,8 кг, а II категорія (м'ясна) 5346,7 кг.

Табл. 2.8 – Розрахунок кількості півтуш

Вид м'яса	Загальна вага, кг	Середня маса півтуші, кг	Кількість півтуш
Беконна	2186,8	36	61
М'ясна	5346,7	41	131
Разом:	7533,5		192

Для формування і пакування продукції використовують допоміжні матеріали, їх розрахунок приведений у таблиці.

Табл. 2.9 – Розрахунок кількості допоміжних матеріалів

Матеріал	Норма витрат, кг\т	Кількість, кг
Шпагат	2.6	18,2
Полімерні пакети	2.8	19,6
Ящик	0,58	4,06
Етикетка	4,82	33,74

Розрахунок кількості розсолу та посолочних сумішей

Розсоли готують при інтенсивному перемішуванні вручну або за допомогою механічних пристроїв при послідовному введенні інгредієнтів.

У ємність наливають холодну воду (80-85% від кількості, зазначеної в рецептурі) і розчиняють у ній цукор, фосфати, потім карагенан (якщо він включений в рецептуру) і вводять ізольований соєвий білок. Після повного розчинення вищеперелічених компонентів в ємність додають кухонну сіль і продовжують перемішування. У самому кінці процесу приготування розсолу вносять нітрит натрію і аскорбінову кислоту або її похідні. Залишок рецептурної вологи (15-20%) додають у вигляді льоду для зниження температури розсолу. Температура розсолу не повинна перевищувати 4 °С.

Приготований розсіл перед ін'єктуванням рекомендується витримувати протягом 20-30 хв. Готові розсоли стабільні протягом доби при температурі 0-4 °С.

Розрахунок кількості розсолу, витрат посолочних сумішей приведений у таблицях 2.10 і 2.11.

Таблиця 2.10 – Розрахунок витрат посолочних сумішей для виготовлення виробів з беконної свинини

Найменування продукції	Вихід готової продукції, %	Вихід готової продукції без шприцювання, %	Відсоток розсолу у готовій продукції %	Відсоток інектування розсолом з урахуванням втрат, %	Маса м'ясної сировини, кг	Маса розсолу, кг	Щільність розсолу, кг/л	Об'єм розсолу, л	Витрати суміші для приготування розсолу, кг на 100 л	Загальна кількість суміші або солі, кг
Варені вироби							1,987			
Шинка особлива	161%	82%	79%	107%	238,97	116,6		231,7	4,3	9,96
Рулет смачний	112%	96%	57%	77%	393,88	92,5		183,89	4,3	7,90
Грудинка по домашньому	102%	96%	57%	77%	131,2	100,9		200,61	4,3	8,62
Варено-копчені										
Окорок запашний	102%	76%	26%	35%	541,41	46,05		91,5	3,7	3,38
Грудинка	103%	82%	20%	27%	160,81	47,23		93,8	3,7	3,47
Корейка	104%	82%	21%	28%	280,91	49,59		98,54	3,7	3,64
Сало копчене	85%				32,8				13%	4,26
Усього:								1274,89		60,29

Таблиця 2.11 – Розрахунок витрат посолочних сумішей для виготовлення виробів з м'ясної свинини

Найменування продукції	Вихід готової продукції, %	Вихід готової продукції без шприцювання, %	Відсоток розсолу у готовій продукції, %	Відсоток інектування розсолом з урахуванням втрат, %	Маса м'ясної сировини, кг	Маса розсолу, кг	Щільність розсолу, кг/л	Об'єм розсолу, л	Витрати суміші для приготування розсолу, кг на 100 л	Кількість суміші для розсолу, кг
Варені вироби							1,99			
Шинка особлива	168%	82%	86%	116%	566,84	452,91		899,92	4,30	38,70
Рулет смачний	118%	96%	60%	81%	922,22	234,25		465,46	4,30	20,01
Грудинка по домашньому	107%	96%	60%	81%	259,8	260,25		517,12	4,30	22,24
Варено-копчені										
Окорок запашний	108%	76%	29%	39%	1484,62	113,57		225,67	3,70	8,35
Грудинка	105%	82%	23%	31%	270,9	149,91		297,87	3,70	11,02
Корейка	108%	82%	23%	31%	684,35	129,98		258,26	3,70	9,56
Сало копчене	85%				64,2	32,10			0,13	8,35
Усього:								3653,66		144,77

2.3. Підбір технологічного обладнання

2.3.1. Обґрунтування вибору та характеристика основного технологічного обладнання

Метою даного розділу є вибір такого обладнання, що забезпечить випуск продукції високої якості при мінімальних відходах і втратах сировини у виробництві.

Основою для вибору обладнання є технологічна схема виробництва продукції, кількість сировини, що переробляється в зміну, а також технічний рівень обладнання. Переважно вибираємо машини й апарати, нескладні по конструкції, що легко піддаються обслуговуванню, регулюванню, очищенню й ремонту, що ощадливо витрачають електроенергію, пар, холод, воду.

Для впровадження результатів дослідження на підприємстві необхідно встановити електроактиватор для води, де відбудеться розділення води на аноліт та католіт.

Електроактиватор призначений для приготування в розчинів аноліту (кислотної або "мертвої" води) та католіту (лужної або "живої води") - екологічно чистих розчинів універсального призначення.

Для приготування активної води апарат наповнюється звичайною водою водопровідною водою крана. У бічних (катодних) камерах рівень води має бути на 2 см нижче від верхньої планки мембрани. Середня (анодна) камера заповнюється до верхнього рівня планки. Коли процес електроактивації закінчений-фільтр автоматично вимкнеться. Час приготування води триває від 20 хв до 1 години в залежності від об'єму води та її хімічного складу.

Ступінь очищення:

від солей жорсткості — не менш ніж 70%,

від заліза, цинку, свинцю, нітратів (католіт) — 97%,

з нітритів - 98,5%,

від мікроорганізмів – 100%.

Електроактивована воду при виробництві реструктурованих продуктів використовують при посолі м'ясної сировини.

Для приготування розсолу використовуємо мішалку для розсолу UNITY Food Machinery. Мішалка для розсолу це ємкістю, до зливної частини якої приєднаний відцентровий насос, з лійкою для сипучих компонентів, з'єднаних між собою трубопроводом. Ємність заповнюється водою. Сипучі компоненти розсолу подаються у воронку, і перемішуються при циркуляції розсолу по замкнутому циклу, за допомогою центробіжного насоса, який перекачує розсол по трубопроводу, забезпечує його однорідне змішування. Цикл змішування становить від 7 до 20 хвилин в залежності від кількості, концентрації та температури розчину.

Установка забезпечує швидке і якісне перемішування рідких і сухих компонентів розсолу. Всі трубопроводи і крани легко від'єднуються для очищення та миття. Мішалка для розсолу призначена для перемішування розсолів і маринадів з можливістю доставки розсолу на висоту до 20 м.

При виробництві реструктурованих виробів зі свинини для шприцювання розсолу використовуємо ін'єктор для шприцювання Inject Star BI-54. Країна виробник Австрія. Призначений для безперервного шприцювання м'яса та птиці.

Зварна конструкція з нержавіючої сталі, поверхня чисто відшліфована та відполірована.

Переваги :

- робоча швидкість, тиск і кількість розсолу, що впорскується, - точно регулюються;
- закрите машинне відділення – внутрішня частина ін'єктора не забруднюється;
- відкидний кожух максимально полегшує очищення;
- 3 зворотні фільтри, 1 всмоктуючий фільтр;
- робочі інструменти забезпечені системою швидкої зміни голок.

Для прискорення процесу посолу використовуємо масажер STvega Vacuum Tumblers H 600.

Масажер призначений для вакуумної обробки різних видів у виробництві м'яса і копченостей. Багатокамерні барабани забезпечують масажування різних продуктів в одній машині. Завдяки використанню охолодження барабана можна скоротити час масажування при одночасному підвищенні якості продукції, що випускається.

Мікропроцесорний контролер, дозволяє програмувати такі функції як: автозапуск, швидкість барабана, робочий час, час відключення, загальний час масування, ступінь вакууму для кожної фази масажування, температура для масажерів з охолоджувальною сорочкою. Запатентована система охолодження барабана і багатокамерні масажери.

Принцип дії: м'ясо, призначене для соління і масування, завантажується в резервуар разом з розсолем. Після викачування з резервуара повітря і програмування параметрів технологічного процесу починається процес масування. Після масажування м'ясо під своєю вагою потрапляє з резервуара в підставлену ємність.

Для доведення продукту до кулінарної готовності використовували варильну термокамеру. Варильна камера застосовуються при такій термічній обробці, як варіння, де енергоносієм є водяна пара.

Для даної цілі підходить варильна термокамера фірми «Jugeta». Процеси в камері протікають автоматично. Вся установка управляється за допомогою мікропроцесорного командоконтролера фірми «Aditec». Він, зокрема, надає можливість роботи з відстрочкою старту, а також повну реєстрацію параметрів процесу. Що дозволяє уявити процес термооброблення у вигляді роздрукованого графіка, що гарантує правильне протікання процесу термічної обробки.

Для збільшення терміну придатності готових м'ясних виробів із яловичини, упаковуємо їх у вакуумну упаковку. Відсутність кисню запобігає розвитку і розмноження грибків, бактерій та інших мікроорганізмів.

Для пакування виробів використовуємо пакувальну машину TPS-2000, яка була розроблена спеціально для пакування харчових продуктів у ваккум. Доступною ціною і високою якістю виконання, простим програмуванням і легкої адаптацією пояснюють популярність цієї машини.

TPS-2000 може упакувати контейнери з різних матеріалів, придатних для самих різних розмірів і форм. Матриці для контейнерів можуть легко і швидко бути замінені на інший розмір завдяки унікальній системі монтажу. TPS-2000 обладнаний 2-ма матрицями для контейнерів, які можуть працювати незалежно, що робить можливим одночасне використання двох різних типорозмірів контейнера. Повний автоматичний контроль тиску з високою точністю забезпечує ступінь вакуумування.

2.3.2. Підбір технологічного обладнання

Таблиця 2.13 – Характеристика технологічного обладнання

Технологічна операція	Найменування обладнання	Технічна характеристика обладнання
Приймання і огляд сировини	Підвісний шлях	Нав. 200 кг/п.м.
	Ваги монорельсові	Max-200 кг. Min-2 кг.
Розбирання півтуш на відруба, надання виробам форми обвалювання, жилування	Конвеєр РЗ-ФЖ2В-01	Q=2 т/год; N=10,6 кВт;
Подрібнення жилованого м'яса	Вовчок К7-ФВП-82	Q=200 кг/год; N=2 кВт; 610x450x870
Накопичення жилованого м'яса	Тележка-чан ТВС-200	Q=200 кг; 692x640x746
Накопичення шпику	Тележка-чан ТВС-200	Q=200 кг; 692x640x746
Підтримання необхідної температури	Моноблок ММ-24В	N=2,4 кВт; Хладагент R-22

Технологічна операція	Найменування обладнання	Технічна характеристика обладнання
Приготування розсолу	Електроактиватор	Q=30л/ч; N=1,1 кВт
	Мішалка UNITY. Food Machinery	V=1 м ³ N=3 кВт; 1600x1250x1505
	Льодогенератор ЛВЛЧ 800	Q=800 кг; N=5,3 кВт; 800x750x1100
Шприцювання м'яса	Ін'єктор для посолу Inject Star BI-54	Q=1000 кг/год; N=1,1 кВт; 1270x500x1600
Масажування і витримка м'яса	Масажер STvega Vacuum Tumblers H 600	Q=1400 кг; N=4,74 кВт; 2800x1450x2200
Зважування добавок	Ваги	Max-50 кг
	Стіл	570x450x900
Складання фаршу	Фаршмішалка UM - 160	Q=100 кг; N=2,2 кВт; 1100x720x1140
	Завантажувач ФГЦ	N=1,5 кВт; 1100x1590x3150
Формування	Стіл технологічний	4070x1450x900
Перев'язування		
Наповнення в оболонки	Завантажувач фаршу в бункер ФГЦ	N=1,5 кВт; 1100x1590x3150
	Шприц U - 159 Ідеал	Q=400 кг/год; N=1,5-2,2 кВт; 1260x920x1810
	Стіл технологічний	4070x1450x900
Перев'язування	Рама пересувна	5 ярусів 1200x1000x2000
Навішування виробів на рами		
Осадження	Моноблок ММ-24В	N=2,4 кВт; Хладагент R-22
Термооброблення	Термокамера «Jugema»	Q=1800 кг/год; N=25 кВт; 7335x5180x3800
Охолодження	Моноблок ММ-24В	N=2,4 кВт; Хладагент R-22

Технологічна операція	Найменування обладнання	Технічна характеристика обладнання
Пакування	Пакувальна машина TPS-2000	Q=430кг/год; N=6 кВт; 4070x1100x1500
Етикерування	Автоматична машина нанесення етикетки Etimeca	Q = 3000 шт/год N = 3,7 кВт 1540x705x2050
Зберігання	Моноблок ММ-24В	N=2,4 кВт; Хладагент R-22

2.4. Опис технологічних процесів виробництва

Технологічний процес виробництва виробів зі свинини, у тому числі реструктурованих з електроактивованої водою починається з приймання сировини, яке складається з перевірки зовнішнього вигляду, температури, наявності клейм, супровідних документів.

Напівтуші зважують та накопичують в камері накопичення сировини при температурі від 0°C до 4°C, після чого відправляють на обвалювальне відділення та піддають додатковому зачищенню, зрізають клейма та штампи. Обрізки попадають в конвеєр для обрізків, які ідуть в цех технічних фабрикатів.

Туші розділяють на 5 частин, після чого передають розділені шматки напівтуші на горизонтальне обвалювання. Кістки, після відділення м'яса поступають на подальшу обробку.

На етапі жилювання виділяють сировину для виробництва делікатесних продуктів. Жили та малоцінні тканини попадають в конвеєр, після чого їх переробляють в цеху технічних фабрикатів.

Підготовлене м'ясо накопичують у візках, зважують та подають на ін'єктування.

Сіль та інші спеції перед використанням просіюють через сита з магнітними уловлювачами. Масова частка металевих домішок (часток не більше ніж 0,3 мм) в мелених прянощах не повинна перевищувати 0,001%.

Прянощі зберігаємо в складських приміщеннях, просіюємо, попередньо зважуємо на приготування розсолу згідно з рецептурою для даного виду продукту.

Приготування розсолу проводять в апаратах для приготування розсолу з розрахунку 30% розсолу на 100 кг сировини згідно з рецептурою. При цьому контролюють інтенсивність перемішування розсолу та температуру, яка підтримується на заданому рівні за рахунок наявності системи охолодження розсолу.

В апарат для приготування розсолу подається вода (електроактивована або водопровідна), після цього у розсіл вносять сіль та інші прянощі згідно з рецептурою. Після повного розчинення або розподілу добавок для подальшого охолодження розсолу додають лід. Температура готового розсолу не повинна перевищувати 0-2°C.

Контроль концентрації розсолу проводять за допомогою вимірювача густини (ареометра) для розсолів. Вимірювання концентрації розсолу проводять лише після охолодження.

Після перемішування розсіл подають до апарату для ін'єктування сировини через систему. М'ясну сировину ін'єктують розсолом, при цьому здійснюють уколи в м'язову тканину з відсотком ін'єктування 30% до маси сировини, з тиском 1,5-2 бар. Застосування ін'єктування дозволяє прискорити посол м'яса, забезпечити рівномірний розподіл солі, точне її дозування.

Для поліпшення якості м'ясних виробів, скорочення тривалості посолу застосовують прискорений метод обробки, до якої належить масування сировини та вакуумна обробка.

Підготовлену сировину направляють на масування в масажерах з наступними параметрами: 4 об/хв., 25 хв роботи, 15 хв пауза, тривалість – 12-14 год. При масуванні контролюють температуру в масажері, яка повинна бути від 0°C до 4°C. Застосування глибокого вакууму при масуванні сприятливо позначається на готовому продукті.

Після масування сировину вивантажують з масажера та направляють на підготування до термічної обробки .

Термічну обробку продукту проводять в термокамерах, які складається з кількох послідовно здійснюваних операцій: високотемпературне копчення (обжарка), варіння, охолодження.

Першим етапом термічної обробки є обжарюванню за температури 50...110°C з подальшим варінням за температури гріючого середовища 75...85°C до досягнення температури в середині продукту 68...72°C.

Після закінчення варіння проводять повітряне охолодження при температурі 2°C до температури 8°C в центрі продукту.

Після термічної обробки охолоджені вироби контролюють на якість, а саме проводять органолептичну оцінку, перевіряють фізико-хімічні та мікробіологічні показники.

Готову продукцію направляють у відділення експедиції, де відбувається пакування, маркування та реалізація продукції.

2.5. Організація контролю якості та безпечності виробництва

Випуск м'ясних продуктів залежить від дотримання встановлених санітарних умов і технологічних режимів на всіх етапах виробництва. Виконання цих умов забезпечується високою санітарною культурою, суворою виробничою дисципліною, наявністю ветеринарного – санітарного технологічного й лабораторного контролю, окремі ланки, якого на підприємстві об'єднані у відділ виробничого – ветеринарного контролю.

2.5.1. Вимоги до якості сировини та допоміжних матеріалів

Виготовлені продукти зі свинини повинні відповідати вимогам ДСТУ 7158:2010. Цей стандарт поширюється на свинину в тушах і півтушах, яка призначена для промислового перероблення на харчові потреби.

Відповідно стандарту свинину виготовляють за технологічною інструкцією з дотриманням «Правил передзабійного ветеринарного огляду тварин і ветеринарно-санітарної експертизи м'яса та м'ясних продуктів», «Санітарних правил для підприємств м'ясної промисловості» та «Інструкції з миття та профілактичної дезінфекції на підприємствах м'ясної та птахопереробної промисловості», затверджених у встановленому порядку.

М'ясо свиней у тушах і півтушах має бути свіжим за органолептичними, хімічними, мікроскопічними та гістологічними показниками, без ослизнювання та стороннього запаху. М'язова тканина в місцях розділення — від світло-рожевого до червоного кольору; сало — від білого до блідо-рожевого.

На тушах не повинно бути залишків щетини, внутрішніх органів, згустків крові, бахромок м'язової чи жирової тканини, забруднень, синців і побитостей.

Вміст токсичних елементів не повинен перевищувати рівнів, передбачених М5В № 5061.

Вміст афлатоксину В, нітрозамінів, гормональних препаратів і пестицидів у свинині не повинен перевищувати допустимих рівнів, встановлених МБВ № 5061 та ДСанПІН 8.8.1.2.3.4-000.

Вміст радіонуклідів у свинині не повинен перевищувати допустимих рівнів, встановлених ГН — 6.6.1.1-130 .

За мікробіологічними показниками свинина має відповідати вимогам, наведеним у таблиці 2.14

Таблиця 2.14 – Мікробіологічні показники

Назва показника	Свинина:			
	остигла	охолоджена	приморожена	заморожена
МАФАМ, КУО в 1г, не більше	10	1-10 ³	1-10 ³	1-10 ⁴
БГКП (коліформи) в 0,01 г	-	-	-	Не дозволено
БГКП (коліформи) в 0,1 г	Не дозволено	Не дозволено	Не дозволено	Не дозволено
<i>L. monocytogenes</i> в 25 г	Не дозволено			
Патогенні мікро-організми, зокрема бактерії роду <i>Salmonella</i> в 25 г	Не дозволено			

Не дозволено для реалізації, але можна використовувати для промислового перероблення на харчові потреби свинину:

- з пожовтілим салом;
- четвертої категорії;
- шостої категорії та свинину, отриману від кнурів;
- з неправильним діленням по хребту (із залишенням цілих або подрібнених хребців);
- заморожену більше одного разу.

Вода, що використовується при виготовленні м'ясних виробів повинна відповідати ДСТУ 7525: 2014 та нормам ДСанПіН 2.2.4-171.

За мікробіологічними, вірусологічними й паразитологічними показниками питна вода має відповідати вимогам, наведеним у таблицях 2.15-2.17 і нормам ДСанПіН 2.2.4-171.

Таблиця 2.15 – Мікробіологічні показники якості питної води

Назва показника	Одиниці вимірювання	Норматив, не більше ніж	
		Вода систем централізованого питного водопостачання	Вода не централізованого питного водопостачання (нефасована, фасована)
Число бактерій в 1 см ³ води, що досліджують (ЗМЧ) за 37 °С	КУО/см ³	100	20
Число бактерій в 1 см ³ води, що досліджують (ЗМЧ) за 22 °С	КУО/см ³	Не визначають	20
Число бактерій групи кишкових паличок (коліформних мікроорганізмів) в 1 дм ³ води, що досліджують (індекс БГКП)	КУО/дм ³	3	Відсутність
Число термостабільних кишкових паличок (фекальних колі-форм — індекс ФК) у 100 см ³ води, що досліджують	КУО/100 см ³	Відсутність	Відсутність
Число патогенних мікроорганізмів в 1 дм ³ води, що досліджують	КУО/дм ³	Відсутність	Відсутність
Число коліфагів в 1 дм ³ води, що досліджують	КУО/дм ³	Відсутність	Відсутність
Спори сульфиторедуквальних клостридій	Наявність (чисельність)/20 см ³	Відсутність	Відсутність
Синьогнійна паличка (<i>seudomonas aeruginosa</i>)	КУО/дм ³	Не визначають	Відсутність

Таблиця 2.16 – Вірусологічні показники якості питної води

Назва показника	Одиниці вимірювання	Норматив	
		Вода систем централізованого питного водопостачання	Вода нецентралізованого питного водопостачання (нефасована, фасована)
Ентеровіруси, аденовіруси, ротавіруси, реовіруси та антиген вірусу гепатиту А	БУО/дм ³	Відсутність	Відсутність

Таблиця 2.17– Паразитологічні показники якості питної води

Назва показника	Одиниці вимірювання	Норматив	
		Вода систем централізованого питного водопостачання	Вода систем не централізованого питного водопостачання
Число патогенних кишкових найпростіших у 50 дм ³ води, що досліджують	(Клітини, цисти)/50 дм ³	Відсутність	Відсутність
Число кишкових гельмінтів у 50 дм ³ води, що досліджують	(Клітини, яйця, личинки)/50 дм ³	Відсутність	Відсутність

За органолептичними показниками і хімічними показниками якості, що впливають на органолептичні властивості, питна вода має відповідати нормативам, наведеним у таблицях 2.18-2.19 і нормам ДСанПіН 2.2.4-171.

Таблиця 2.18 – Органолептичні показники питної води

Назва показника	Одиниці вимірювання	Вода систем централізованого питного водопостачання	Вода нецентралізованого питного водопостачання (нефасована. фасована)
Запах	Бали	2	0
Запах під час нагрівання до 60 °С	Бали	2	1
Смак і присмак	Бали	2	0
Кольоровість	Градуси	20 (35)	5
Каламутність	НОК	1,0 (3,5) 2.6 (3,5)	0,5

Таблиця 2.19 – Хімічні показники питної води

Назва показника	Одиниці вимірювання	Норматив, не більше ніж	
		Вода систем централізованого питного водопостачання	Вода систем централізованого питного водопостачання
Неорганічні компоненти			
Водневий показник (рН), у межах	Одиниці рН	6,5—8,5	6,5—8,5
Сухий залишок (мінералізація загальна) оптимальний вміст, у межах	мг/дм3	1000 (1500)1)	1000 200—500
Жорсткість загальна оптимальна величина, у межах	ммоль/дм3	7 (10)1)	7 1,5-7
Лужність загальна оптимальна величина, у межах	ммоль/дм3	Не визначають	6,5 0,5—6,5
Сульфати	мг/дм3	250 (500)1)	150
Хлориди	мг/дм3	250 (350)1'	150
Залізо загальне	мг/дм3	0.2 (1.0)1)	Відсутність
Марганець	мг/дм3	0,05 (0,5)1>	Відсутність

Назва показника	Одиниці вимірювання	Норматив, не більше ніж	
		Вода систем централізованого питного водопостачання	Вода систем централізованого питного водопостачання
Мідь	мг/дм ³	1	Відсутність
Цинк	мг/дм ³	1	Відсутність
Кальцій оптимальний вміст, у межах	мг/дм ³	Не визначають	130 25—75
Магній оптимальний вміст, у межах	мг/дм ³	Не визначають	80 10—50
Натрій оптимальний вміст, у межах	мг/дм ³	200	200 2—20
Калій оптимальний вміст, у межах	мг/дм ³	Не визначають	20 2—20
Органічні компоненти			
Нафтопродукти	мг/дм ³	0,1	Відсутність
Феноли леткі	мг/дм ³	0,001	Відсутність
Хлорфеноли	мг/дм ³	0,0003	Відсутність

Виробниче контролювання якості води систем централізованого питного водопостачання здійснюють відповідно до технологічного регламенту підприємства централізованого питного водопостачання:

- у місцях водозабору;
- у процесі обробляння води у водоочисних спорудах;
- перед надходженням води до розподільної мережі;
- у точках водорозбору в розподільній мережі.

Виробниче контролювання якості води систем централізованого питного водопостачання в кожному конкретному випадку встановлює технологічний регламент і виконують лабораторії, атестовані на цей вид діяльності, у встановленому чинним законодавством порядку

2.5.2. Вимоги до якості та безпечності готової продукції

Готові вироби зі свинини, у тому числі шинка повинні відповідати вимогам ДСТУ 4668:2006.

Згідно нормативу виготовлені шинки повинні відповідати органолептичним показникам наведеним в таблиці 2.20.

Таблиця 2.20 – Органолептичні показники

Назва показника	Характеристика шинки із свинини вищого сорту варена, копчено-варена
Зовнішній вигляд	Батони з чистою сухою поверхнею, без пошкодження оболонки, в або без сітки, перев'язані шпагатом (нитками) хрестоподібно — у міхурах або уздовж і кожні (5—8) см впоперек — в інших оболонках, з або без перев'язування, з або без петлі для підвішування
Консистенція	Щільна
Форма	Циліндрична, овальна, кругла, у формах — овальна, прямокутна, циліндрична або іншої форми
Вигляд на розрізі	М'язова тканина рожево-червоного кольору без сірих плям, колір жиру (сала) білий або світло-рожевим відтінком
Запах і смак	Запах шинковий, приємний, смак солонуватий, без сторонніх присмаку запаху

Готові вироби зі свинини, у тому числі шинки повинні відповідати наступним мікробіологічним (табл. 2.21.) та токсикологічним (табл. 2.22.) показникам.

Таблиця 2.21 – Мікробіологічні показники продуктів зі свинини

Назва показника	Норма	Метод контролю
МАФАМ, КУО в 1 г, не більше	$1 \cdot 10^3$	Згідно з ГОСТ 9958
Патогенні мікроорганізми, зокрема бактерії роду <i>Salmonella</i> в 25 г	Не дозволено	Згідно з ДСТУ EN 12824
БГКП (коліформи) в 1 г. продукту	Не дозволено	Згідно з ГОСТ 9958 ГОСТ 29185 або ГОСТ 30518
Сульфитредукуючі клостридії:		
- в 0,1 г. продукту	Не дозволено	
- в 0,01 г. продукту	Не дозволено	
- в 1 г. продукту під вакуумом	Не дозволено	

Продовження таблиці 2.21.

Назва показника	Норма	Метод контролю
L. monocytogenes в 25 г	Не дозволено	Згідно з ДСТУ ISO 11290-1 ДСТУ ISO 11290-2 або ГОСТ 21237
Staphylococcus aureus в 1 г. продукту	Не дозволено	Згідно з ДСТУ ISO 6888-1 ДСТУ ISO 6888-2 або ГОСТ 10444

Таблиця 2.22 – Гранично допустимі рівні вмісту токсичних елементів

Токсичні елементи, мг/кг, не більше:	Допустимі рівні	Метод контролювання
свинець	0,50	Згідно з ГОСТ 26932
кадмій	0,05	Згідно з ГОСТ 26933
миш'як (арсен)	0,10	Згідно з ГОСТ 26930
ртуть	0,03	Згідно з ГОСТ 26927

Вміст афлатоксину В1, нітрозамінів, гормональних препаратів і пестицидів у свинині не повинен перевищувати допустимих рівнів, встановлених МБВ № 5061 та ДСанПіН 8.8.1.2.3.4-000.

Вміст радіонуклідів у свинині не повинен перевищувати допустимих рівнів, встановлених ГН - 6.6.1.1-130 Cs137 - 200 Бк/кг; Sr90 - 20 Бк/кг.

2.5.3. Аналізу небезпечних факторів

Таблиця 2.23 – Карта аналізу небезпечних факторів

Етап виробництва	Небезпечний фактор	Причина виникнення	Вагомість фактору та обґрунтування рішення	Заходи управління	ГДР (гранично допустимий рівень)	Обґрунтування ГДР
1. Приймання сировини	Біологічний - наявність патогенних мікроорганізмів, личинок гельмінтів Фізичний – ні Хімічний – ні	Недотримання режимів холодильного зберігання м'ясної сировини. Проведення вхідного контролю (органолептичний контроль, температури і звичайного терміну придатності вхідної сировини, перевірка документації).	Вагомий - ймовірність середня (потенційна небезпека виникнення інфекційних і інвазійних захворювань у споживача)	Працівник в присутності ветеринарного лікаря перевіряють: - візуально наявність і правильність заповнення супровідної документації, а також термін придатності на кожну інформацію, що надходить партію сировини; - температуру в товщі стегна туш щупів термометром методом щупа в товщу м'яза.	Наявність ветеринарного свідоцтва Ф-2, Висновок державної санітарно-епідеміологічної експертизи МОЗ України (одноразово при першій поставці), Посвідчення про якість на кожну партію сировини. Температура в товщі стегової частини туші не вище + 6 ° С	ДСТУ 7158: 2010

Продовження табл. 2.23

Етап виробництва	Небезпечний фактор	Причина виникнення	Вагомість фактору та обґрунтування рішення	Заходи управління	ГДР (гранично допустимий рівень)	Обґрунтування ГДР
2. Термічна обробка	<p><i>Біологічний</i> – ріст мікроорганізмів.</p> <p><i>Хімічний</i> – ні</p> <p><i>Фізичний</i> – ні</p>	<p>Недотримання режимів температурного оброблення.</p> <p>Недотримання графіка ремонту термічного обладнання.</p>	<p><i>Вагомий.</i></p> <p>Імовірність висока (небезпека виникнення інфекційних захворювань у споживача). При підвищенні або зниженні температури в термокамерах оператор термоустановки сповіщає диспетчера заводу та інженера з ремонту технологічних установок для корекції параметрів.</p>	<p>Контроль параметрів термообробки виробляє оператор термокамер на кожну партію продукції.</p> <p>Контроль внутрішньої температури продукції щупів термометром проводиться автоматично. При досягненні заданої температури в товщі продукції термічна камера вимкнеться автоматично і дасть сигнал оператору термічної установці про кінець процесу.</p> <p>Результати моніторингу реєструються.</p>	<p>Температура в товщі готового продукту не нижче + 68°C</p>	ДСТУ 4668: 2006

Продовження табл. 2.23

Етап виробництва	Небезпечний фактор	Причина виникнення	Вагомість фактору та обґрунтування рішення	Заходи управління	ГДР (гранично допустимий рівень)	Обґрунтування ГДР
3. Зберігання готової продукції	<i>Біологічний</i> – розвиток патогенних мікроорганізмів на поверхні продукту <i>Хімічний</i> – ні <i>Фізичний</i> – ні	Недотримання режимів холодильного зберігання готової продукції. Недотримання графіка ремонту холодильного обладнання.	<i>Вагомий.</i> Імовірність висока (потенційна небезпека механічних пошкоджень)	Контроль температури в холодильній камері за встановленими приладами протягом робочої зміни. Контроль внутрішньої температури кожної партії ділянки підготовки продукції.	Температура в товщі продукту не вище +6° С	ДСТУ 4668: 2006

Розділ 3. Обґрунтування проєкту та визначення його інвестиційної привабливості

3.1. Економічна та соціальна актуальність проєкту

Розробка ресурсозберігаючої технології при виробництві реструктурованих м'ясних виробів шляхом використання електроактивованої води є економічно та соціально актуальною з кількох ключових причин, що стосуються як ефективності використання ресурсів, так і потенціалу для поліпшення якості продукції та її доступності для споживачів.

З економічної точки зору, впровадження такої технології дозволяє знизити витрати на виробничі процеси, зокрема, за рахунок зменшення потреби у хімічних добавках та підвищення ефективності використання сировини. Вода є основним ресурсом у харчовій промисловості, і її електроактивація дозволяє значно підвищити її функціональні властивості, що дає змогу значно скоротити витрати на консерванти, стабілізатори та інші хімічні добавки, які часто використовуються для покращення якості м'ясних виробів. Зниження витрат на ці інгредієнти може суттєво підвищити економічну ефективність виробництва, а також дозволити знизити вартість кінцевої продукції, роблячи її більш доступною для широкого кола споживачів.

Ще одним важливим економічним аспектом є можливість збільшення терміну зберігання продукції без використання додаткових хімічних речовин, що відповідає сучасним вимогам до екологічної безпеки та природоохоронної діяльності. Завдяки застосуванню електроактивованої води, яка змінює рН м'ясної сировини, можна значно покращити її структуру та властивості, що дозволяє виготовляти більш стійку до псування продукцію без додаткового навантаження на навколишнє середовище.

Соціальна значущість цієї технології полягає в тому, що вона відповідає вимогам до безпеки харчових продуктів, зокрема у контексті зменшення використання синтетичних добавок, що мають потенційно шкідливий вплив на здоров'я людини. Урахування екологічних та орієнтованих на здоров'я тенденцій є важливим чинником для споживачів, що надають перевагу

натуральним продуктам, а також для ринку, що орієнтується на новітні технології харчової безпеки. Використання електроактивованої води також дає змогу покращити якість м'ясних виробів, що є важливим аспектом соціальної відповідальності виробників.

Враховуючи світові тенденції щодо економії ресурсів та екологічної безпеки, а також зростаючий попит на натуральні та здорові продукти, розробка технології, яка дозволяє зменшити використання хімічних речовин, значно сприятиме як економічному, так і соціальному розвитку харчової промисловості.

Розширюючи економічну та соціальну актуальність запропонованої технології, слід звернути увагу на ще один важливий аспект – значне зменшення втрат маси м'ясної сировини під час обробки. Використання електроактивованої води за рахунок зміни рН м'ясної сировини дозволяє скоротити втрати маси на 12,5%, що має прямий вплив на економічні показники виробництва.

З економічної точки зору, зменшення втрат маси є важливим фактором підвищення ефективності виробництва. Втрата навіть невеликої кількості сировини на кожному етапі виробництва може призводити до значних фінансових витрат, особливо при великих обсягах виробництва. У результаті зниження втрат маси на 12,5% підприємства отримують більше кінцевої продукції з тієї ж кількості сировини, що, у свою чергу, дозволяє збільшити обсяги випуску готової продукції без потреби збільшувати витрати на сировину. Це безпосередньо сприяє зниженню собівартості продукції та підвищенню рентабельності виробництва.

Додатково варто зазначити, що зменшення втрат маси також має позитивний вплив на ефективність використання інших ресурсів, таких як енергія та вода, оскільки зменшення кількості відходів сприяє зменшенню необхідних затрат на подальшу обробку і транспортування. Урахування цієї економії ресурсів може значно покращити загальний екологічний баланс виробництва, що є важливою складовою сучасних вимог до сталого розвитку.

Соціально значущим є й той факт, що застосування технології з електроактивованою водою дає можливість підвищити якість та безпеку готової продукції, оскільки зменшення втрат маси зазвичай супроводжується поліпшенням консистенції м'ясних виробів, їх більшою соковитістю та приємним смаковим профілем. Для споживачів це означає отримання продукції, яка має кращі органолептичні властивості, а також є більш вигідною за ціною, оскільки зберігається більше м'яса при обробці. Це, в свою чергу, сприяє підвищенню задоволення потреб споживачів і зміцненню їх довіри до виробників, які використовують інноваційні та безпечні технології.

Скорочення втрат маси при використанні електроактивованої води не лише підвищує економічну ефективність виробництва, але й сприяє збереженню природних ресурсів, поліпшенню якості продукції та зменшенню екологічного навантаження на навколишнє середовище, що є важливим аспектом у контексті сучасних тенденцій сталого розвитку харчової промисловості.

Мета і робоча гіпотеза проектування, результати, які очікуються

Зміст запропонованого в роботі проекту: розробка ресурсозберігаючої технології при виробництві реструктурованих м'ясних виробів, що дасть змогу покращити якість і споживчу цінність продукції, а відповідно і фінансові показники.

Економічна мета проекту: збільшення прибутку підприємства шляхом впровадження ресурсозберігаючої технології при виробництві реструктурованих м'ясних виробів, що дасть змогу збільшити чистий дохід та прибуток через підвищення ціни на продукцію, зменшення втрат маси.

3.2 Визначення інноваційного бюджету та інвестицій у виробництво

Розмір інвестицій на реалізацію проекту визначається за формулою

$$I = I_{\text{ін}} + I_{\text{вир}}, \quad (3.2.1)$$

де $I_{\text{ін}}$ – інноваційний бюджет (інвестиції на проведення науково-дослідних робіт – НДР);

$I_{\text{вир}}$ – інвестиції у виробництво для впровадження результатів НДР.

Інноваційний бюджет визначається за формулою:

$$I_{\text{ін}} = V_{\text{кон}} + C_{\text{ндр}} + V_{\text{пкр}} + V_{\text{екс}} + V_{\text{дор}} + V_{\text{сер}} + V_{\text{пат}}, \quad (3.2.2)$$

де $V_{\text{кон}}$, $V_{\text{пкр}}$, $V_{\text{екс}}$, $V_{\text{дор}}$, $V_{\text{сер}}$, $V_{\text{пат}}$ – витрати на формування концепції, виконання проектно-конструкторської розробки пробного зразка; експериментальні дослідження; доробку пробного зразка; сертифікацію продукції; патентування новації (нової технології, нового засобу тощо).

$C_{\text{ндр}}$ – ціна НДР (вартість проведення прикладних науково-дослідних робіт);

$V_{\text{кон}}$ – 50 % від $C_{\text{ндр}}$; $V_{\text{пкр}}$ – 50-100 % від $C_{\text{ндр}}$; $V_{\text{екс}}$ – 50-100 % від $C_{\text{ндр}}$; $V_{\text{дор}}$ – 10 % від $C_{\text{ндр}}$; $V_{\text{сер}}$ – 20 % від $C_{\text{ндр}}$; $V_{\text{пат}}$ – 10-20 % від $C_{\text{ндр}}$.

Ціна НДР визначається за формулою

$$C_{\text{ндр}} = V_{\text{ндр}} + П + ПДВ, \quad (3.2.3)$$

де $V_{\text{ндр}}$ – витрати на проведення прикладних НДР;

$П$ – прибуток від НДР (приймаємо рентабельність 20%);

$ПДВ$ – податок на додану вартість.

1. Витрати на сировину

Відповідно до потреб дослідження заплановано придбання сировини на суму 56 тис. грн.

2. Допоміжні витрати

Витрати на реактиви для проведення НДР визначало у розмірі 20% від вартості сировини:

$$V_{\text{мат}} = 56000 \times 0,2 = 11200,0 \text{ грн}$$

3. Витрати на електроенергію

$$B_{\text{ел}} = \sum t \times N \times T, \quad (3.2.4)$$

де, t – кількість годин роботи приладу;

N – потужність приладу;

T – тариф на електроенергію (9,2 грн/кВт/год).

$$B_{\text{ел}} = 94,5 \times 8,4 \times 9,2 = 7302,96 \text{ грн}$$

3. Витрати на заробітну плату та єдиного соціального внеску.

Відрахування на соціальні заходи складають 22 % від величини заробітної плати відповідно до законодавства.

Таблиця 3.2.1 – Розрахунок заробітної плати

Учасник НДР	Місячна заробітна плата, грн	Тривалість роботи, міс	Ступінь участі, %	Оплата праці за НДР, грн
Студент-дослідник	10500	3	100	31500
Науковий керівник технологічної кафедри	18000	3	10	5400
Науковий керівник з економічної частини	18000	1	20	3600
Лаборант	12000	3	20	7200
Всього:				47700
Відрахування на соціальні заходи				10494
Всього:				58194

4. Амортизаційні відрахування

Амортизаційні відрахування становлять 20 % від вартості устаткування, яке використовують при проведенні НДР (устаткування основного та додаткового) і 5 % від вартості орендованих приміщень відповідно.

Оскільки обладнання використовується лише 3 місяці, то враховуємо це:

$$B_{\text{а об}} = B_y \times 0,20/4, \quad (3.2.5)$$

Балансова вартість обладнання, яке буде використовуватись при проведенні дослідницьких робіт, складає 810 тис. грн. Таким чином, амортизаційні відрахування від вартості обладнання складають:

$$B_{\text{а об}} = 810000 \times 0,20 / 4 = 40500 \text{ грн}$$

5. Інші витрати

Інші витрати беремо у розмірі 10 % від суми витрат по статтях 1-5:

$$V_{\text{інш}} = (67200,0 + 7302,96 + 47700 + 10494 + 40500) \times 0,1 = 17319,70 \text{ грн.}$$

6. Накладні витрати

Накладні витрати беремо у розмірі 30% від суми витрат по статтях 1-6:

$$V_{\text{накл}} = (67200,0 + 7302,96 + 47700 + 10494 + 40500 + 17319,70) \times 0,3 = 57155,0 \text{ грн.}$$

Таблиця 3.2.2 – Кошторис витрат на проведення прикладних НДР

№ з/п	Найменування статей витрат	Сума витрат, грн
1	Матеріали	67200,0
2	Паливо та енергія	7302,96
3	Заробітна плата (основна та допоміжна)	47700
4	Відрахування на соціальні заходи	10494
5	Амортизаційні відрахування	40500
6	Інші витрати	17319,70
7	Накладні витрати	57155,0
Всього:		247671,7

Відповідно інвестиції на науково-дослідні роботи складають

$$Ц_{\text{НДР}} = (247671,7 + 247671,7 \times 0,2 + 247671,7 \times 0,2) / 1000 = 346,74 \text{ тис. грн.}$$

$$I_{\text{ін}} = 346,74 \times 0,5 + 346,74 + 346,74 \times 0,5 + 346,74 \times 0,5 + 346,74 \times 0,1 + 346,74 \times 0,2 + 346,74 \times 0,1 = 1352,29 \text{ тис. грн.}$$

Інвестиції при впровадженні результатів наукових досліджень визначаються за формулою

$$I_{\text{вир}} = I_{\text{овф}} + I_{\text{ок}}, \quad (3.2.6)$$

де $I_{\text{овф}}$, $I_{\text{ок}}$ – інвестиції, відповідно, у ОВФ, ОК.

Для впровадження результатів дослідження необхідно встановити установку для електроактивації води. Вартість установки BSV Electronics Evo basic+ складає 83,416 тис. грн.

Транспортно-заготівельні витрати (Т) розраховуємо в розмірі 3% від вартості придбання обладнання:

$$T = 83\,416 \times 0,03 = 2502 \text{ грн}$$

Вартість монтажу (М) обладнання приймаємо в розмірі 10% від вартості придбання обладнання:

$$M = 83\,416 \times 0,10 = 8342 \text{ грн}$$

Інші невраховані витрати (Нз) розраховуємо в розмірі 10% від вартості придбання обладнання:

$$H_z = 83\,416 \times 0,10 = 8342 \text{ грн}$$

Всього витрати на обладнання дорівнюватимуть:

$$K_{об} = 83\,416 + 2502 + 8342 + 8342 = 102602 \text{ грн}$$

Не заплановано інвестицій у приріст оборотних коштів, оскільки проект не передбачає збільшення обсягів випуску продукції.

Проектом передбачено рекламну підтримку виходу на ринок нового виду продукції у розмірі 2 % від вартості виробленої продукції:

$$I_{\text{рекл}} = 4320,00 \times 0,02 = 86,40 \text{ тис. грн.}$$

Загальна величина інвестицій на розробку та впровадження технології

$$I = 1352,29 + 102,60 + 86,40 = 1541,29 \text{ тис. грн.}$$

Розрахунок економічного ефекту

Економічний ефект від впровадження запропонованої технології полягає у такому:

1. Вища якість продукції дасть змогу підвищити ціну на 20% без зниження обсягів виробництва.

2. Зменшення втрат маси на 12,5 % при впровадженні доплати для робітників через обслуговування додаткового обладнання призведе у сукупності до зниження собівартості продукції на 3 %.

Розрахунок ефективності проведемо на прикладі виробництва 100 кг продукції на добу при 250 змінах на рік.

Розрахунок змін представимо у таблиці 3.2.3.

Таблиця 3.2.3 – Розрахунок економічного ефекту від впровадження запропонованого заходу

Показники	Значення		Відхи- лення	Відхи- лення, %
	До реалізації проекту	Після реалізації проекту		
Обсяг виробництва на добу, кг	100	100		
Обсяг виробництва, т на рік	16,5	16,5		
Ціна 1 кг, грн	180,0	216,0	36,00	20,0
Дохід від реалізації продукції, тис. грн	2970,00	3564,00	594,00	20,0
Собівартість виробництва 1 кг продукції, грн	128,57	124,71	-3,86	-3,0
Собівартість продукції, тис. грн	2121,43	2057,79	-63,64	-3,0
Прибуток від реалізації продукції, тис. грн	848,57	1506,21	657,64	77,5
Чистий прибуток, тис. грн	695,83	1235,10	539,27	77,5

Розрахунок прибутку здійснюють за формулою:

$$\Delta\P = \Delta\P\P - \Delta Вд, \quad (3.2.7)$$

де $\Delta\P\P$ – приріст обсягу реалізованої продукції, тис. грн;

$\Delta Вд$ – додаткові витрати, тис. грн.

Відповідно приріст прибутку підприємства становить:

$$\Delta\P = 594,00 + 63,64 = 657,64 \text{ тис. грн.}$$

Чистий прибуток розраховуємо за формулою:

$$\text{ЧП} = \Pi - (\Pi * 0,18) \quad (3.2.8)$$

де, ЧП – чистий прибуток, тис. грн.

0,18 – ставка податку на прибуток

$$\text{ЧП} = 657,64 - (657,64 * 0,18) = 539,27 \text{ тис. грн.}$$

Розрахунок терміну окупності проекту

$$T = I / \Delta\text{ЧП} \quad (3.2.9)$$

$$T = 1541,29 / 539,27 = 2,9 \text{ роки}$$

Термін окупності проекту становить менше трьох років, що підтверджує його високу економічну ефективність та інвестиційну привабливість. Це свідчить про доцільність проведення науково-дослідних робіт та економічну вигідність удосконалення технології виробництва реструктурованих м'ясних виробів.

Таблиця 3.2.6 – Основні техніко-економічні показники проекту

Найменування показників	Значення показників
Інвестиції, тис.грн	1541,29
у тому числі:	
інвестиції на проведення прикладних науково-дослідних робіт (НДР), тис. грн.	1352,29
інвестиції у виробництво для впровадження результатів НДР, тис. грн.	102,60
інвестиції у маркетинг, тис. грн.	86,40
Приріст доходів у результаті реалізації проекту, тис.грн	594,00
Приріст витрат, тис. грн.	-63,64
Приріст прибутку, тис. грн.	657,64
Чистий прибуток від реалізації проекту, тис. грн.	539,27
Термін окупності проекту, років	2,9

Висновки до Розділу 3

Проведені розрахунки засвідчили економічну ефективність впровадження ресурсозберігаючої технології при виробництві реструктурованих м'ясних виробів шляхом використання електроактивованої води.

Додатковий чистий прибуток, отриманий в результаті реалізації 16,5 т продукції на рік замість продукції стандартної рецептури в сумі 539,27 тис. грн. дозволить окупити необхідні для проведення прикладних науково-дослідних робіт та на впровадження у виробництво результатів досліджень інвестиції у сумі 1541,29 тис. грн. за 2,9 роки.

Розділ 4. Охорона праці при виробництві розробленого продукту

До роботи по виробництву реструктурованих м'ясних виробів допускаються особи не молодше 18 років, які пройшли медичний огляд. Їм проведені вступний інструктаж з охорони праці, а також інструктаж з охорони праці на робочому місці та здійснено навчання безпечним прийомам праці на робочому місці по виконуваний роботі.

Робітник повинен:

- виконувати правила внутрішнього трудового розпорядку;
- виконувати вимоги інструкцій з охорони праці;
- мати при собі посвідчення про перевірку знань безпечних методів та прийомів виконання робіт з основної та суміжних професій. Періодично не рідше 1 разу на рік проходити чергову перевірку знань з охорони праці згідно із затвердженим графіком;
- знати пристрій та умови безпечної експлуатації верстатів та обладнання, на якому йому доводиться працювати;
- повідомляти керівника робіт про несправності, при яких неможливе безпечне виконання робіт;
- користуватися спеціальним одягом та індивідуальними засобами захисту, передбаченими нормами, затвердженими керівником підприємства.
- не допускати присутності на робочому місці сторонніх осіб;
- вміти надавати першу медичну допомогу та при необхідності надавати її постраждалим при нещасних випадках на виробництві, по можливості зберігши обстановку на місці події без зміни та повідомивши про те, що сталося керівнику;
- виконувати вимоги протипожежної безпеки не розводити відкритий вогонь без спеціального дозволу керівника робіт;
- періодично проходити медичний огляд у терміни, передбачені для цієї професії [44].

Робочий повинен знати небезпечні та шкідливі виробничі фактори, присутні на даному робочому місці.

При експлуатації м'ясопереробних організацій роботодавцем мають бути передбачені заходи, що виключають вплив на працівників наступних небезпечних та шкідливих виробничих факторів:

- машин та механізмів, що перебувають у русі;
- неогороджених рухомих елементів виробничого устаткування;
- пересувних виробів, заготовок та матеріалів;
- підвищеної запиленості та загазованості повітря робочої зони;
- підвищеної чи зниженої температури, вологості, швидкості руху повітря робочої зони;
- підвищеної та зниженої температури сировини, готової продукції, поверхонь обладнання, комунікацій;
- підвищеного рівня шуму;
- підвищеного рівня вібрації;
- недостатнього природного та штучного освітлення робочих місць та робочих зон;
- підвищеного значення напруги в електричному ланцюзі, замикання якого може статися через тіло людини;
- підвищеного рівня статичної електрики;
- підвищеного рівня ультрафіолетової радіації;
- підвищеного рівня інфрачервоної радіації;
- розташування робочого місця на значній висоті щодо поверхні землі (підлоги);
- токсичних та дратівливих хімічних речовин, патогенних мікроорганізмів та продуктів їх життєдіяльності, а також паразитів – збудників інфекційних та інвазійних хвороб, загальних для тварин та людини;
- фізичних, нервово-психічних перевантажень [45].

Перед початком роботи працівник зобов'язаний:

- отримати від керівника робіт інструктаж про безпечні методи, прийоми та послідовність виконання виробничого завдання;
- одягнути спецодяг, передбачений нормами, привести його до ладу, застібнути на всі гудзики, щоб не було звисаючих кінців;
- привести робоче місце у безпечний стан;
- перевірити справність приладів та установок.

При будь-яких несправностях і відхиленнях від нормальної роботи обладнання, роботи не приступати, доповісти майстру.

У разі виникнення небезпеки травмування працівників, а також при появі диму, запаху гару, незвичайного шуму негайно зупиніть роботу та повідомте завідувача струму. Вимкнення машин здійснюйте з пульта керування або найближчою "Кнопкою аварійного відключення".

Будьте обережні при виявленні вибухонебезпечних предметів (гранат, снарядів, мін тощо). При виявленні цих предметів роботу припиніть, позначте місце та повідомте керівника робіт про їх виявлення.

У разі виникнення пожежі на стаціонарних об'єктах викличте пожежну команду, повідомте керівника робіт та вживіть заходів до ліквідації вогнища загоряння [44].

При ураженні працівника електричним струмом якнайшвидше звільніть потерпілого від його дії (тривалість дії струму визначає тяжкість травмування), для цього швидко відключіть рубильник або інший пристрій.

У разі неможливості швидкого відключення електроустановки вживіть заходів щодо звільнення постраждалого від струмопровідних частин.

При виникненні пожежі на електроустановках перший, хто помітив загоряння, повинен повідомити про це пожежну охорону, відповідальну за електрогосподарство, начальника цеху.

У разі виникнення пожежі в самій електроустановці або поблизу неї, в першу чергу, до прибуття пожежних, відключіть електроустановку від мережі.

Якщо це неможливо, спробуйте перерізати дроти (послідовно, по одному) інструментом із ізольованими ручками [46].

При гасінні пожежі під напругою користуйтеся ручними вуглекислотними вогнегасниками типу ОУ-2, ОУ-5, ОУ-8 або стаціонарним типу ОСУ-5, а також вуглекислотноброметиловими ОУБ-3, ОУБ-7, при цьому не торкайтеся проводів і кабелів, корпусів електроустанов. Можна використовувати для гасіння сухий чистий пісок. При користуванні вогнегасниками ОП-1 та ОП-2 не спрямовуйте струмінь порошку на розпечені предмети: можливий вибух.

Не застосовуйте для гасіння пожежі в електроустановці під напругою хімічно пінні або хімічно повітряно-пінні вогнегасники [47].

По закінченні роботи працівник зобов'язаний виконати таке:

- упорядкувати робоче місце;
- прибрати інструмент та пристрої у спеціально відведені для нього місця зберігання;
- про всі помічені несправності та відхилення від нормального стану повідомити керівника робіт;
- привести робоче місце у відповідність до вимог пожежної безпеки;
- спецодяг і спец взуття залишити в "брудній" роздягальні, помитися і переодягнутися.

Висновки та пропозиції

1. Показано можливість регулювання властивостей м'яса з вадами автолізу (PSE) за допомогою електроактивованої води.

2. Встановлено можливість зміни рН фаршів зі свинини з пороком PSE при співвідношеннях католіт:аноліт від 50:50 до 90:10 відповідно.

3. Показана можливість підвищення вологосв'язуючої здатності м'яса з пороком PSE при введенні електроактивованої води у співвідношеннях католіт:аноліт 70:30 та 80:20 на 7,3 та 9,2 % відповідно.

4. Показано, що при співвідношенні католіт:аноліт 70:30 та 80:20 спостерігається зниження втрат вологи на 3,5 та 4,2 % відповідно.

5. Показано антибактеріальну дію електроактивованої води. При співвідношенні католіт:аноліт 50:50 спостерігається зниження кількості мезофільних аеробних та факультативно анаеробних мікроорганізмів на 51,2 %.

6. Досліджено вплив електроактивованої води на органолептичні характеристики готових реструктурованих виробів зі свинини. Відзначено покращення всіх показників у експериментальних зразків порівняно з контрольним. Найкращі органолептичні характеристики має зразок із розсолон на основі співвідношення католіт:аноліт 70:30.

7. Експериментально доведено доцільність використання електроактивованої води у технології виробництва реструктурованих варених виробів зі свинини у співвідношенні католіт:аноліт 80:20.

8. Економічними розрахунками підтверджено доцільність використання електроактивованої води у технології виробництва реструктурованих варених виробів зі свинини. Розрахунковий ефект від впровадження становить 539,27 тис.грн чистого прибутку, а термін окупності 2,9 роки.

Перелік використаних джерел

1. Копитець Н.Г., Волошин В.М. Сучасний стан та тенденції ринку м'яса // Економіка АПК. 2020. № 6. С. 59–68.
2. Мудрак Р. П., Музика Б. Б. Споживання м'яса та м'ясопродуктів в Україні: сучасний стан і перспективи // Економічний часопис-XXI. 2015. № 3-4. С. 25-28.
3. Association of the consumption of common food groups and beverages with mortality from cancer, ischaemic heart disease and diabetes mellitus in Serbia, 1991-2010: an ecological study / Ilic M. et al. // BMJ Open . 2016. № 6.
4. Parlasca M. C., Qaim M. Meat consumption and sustainability // Annual Review of Resource Economics. 2022. Vol. 14. №. 1. P. 17-41.
5. Teixeira A., Rodrigues S. Consumer perceptions towards healthier meat products // Current Opinion in Food Science. 2021. № 38. P. 147-154.
6. Sakhatsky, M.I., Abdullaieva E.S. Broiler meat production in the world: volumes, technologies, status and prospects// Animal Science and Food Technology. 2014. № 202. P.148-158.
7. Шишлюк В. Р., Самокиш В. П. Правове забезпечення продовольчої безпеки України: сучасний стан та перспективи // Legal assurance of Ukraine's food security: current status and prospects. 2020. №1. С. 133-138.
8. Большакова Є. Л. Тенденції споживання м'яса в Україні: реалії та проблеми розвитку // Комунальне господарство міст. 2023. №. 5. С. 179.
9. Копитець Н.Г. Розвиток ринку м'яса свиней // Економіка АПК. 2020. №1. С. 56-65.
10. Сахно А. А., Салькова І. Ю. Дослідження сталого розвитку м'ясопродуктового підкомплексу та ринку м'яса в Україні // Вісник Хмельницького національного університету. Серія: Економічні науки. 2021. № 3. С. 256-261.
11. Srutee R., Sowmya R.S., Uday Annapure S. Clean meat: techniques for meat production and its upcoming challenges // Animal Biotechnology. 2022. Vol. 33. № 7. P. 1721-1729.

12. Винникова Л.Г. Технология мясных продуктов. Теоретические основы и практические рекомендации: учебник. Киев: Освіта України, 2017. 364 с.
13. Віннікова Л. Г.Безпечність і якість м'ясних продуктів в сучасних та майбутніх технологіях: монографія. Київ: Освіта України, 2021. 148 с.
14. Янчева М.О., Пешук Л.В., Дроменко О.Б. Фізико-хімічні та біохімічні основи технології м'яса та м'ясопро-дукті: навч. пос. Київ: Центр учбової літератури, 2009. 304 с.
15. Gurinovich G.V., Teoreticheskoe i eksperimental'noe obosnovanie pritsipov ispol'zovaniya netraditsionnyh vidov syr'ya i tehnologii produktov. Diss. dokt. tekhn. nauk (Theoretical and experimental foundation of principles of using the alternative raw materials and technology of products. Dr. tech. sci. diss.). 2006, 474 p.
16. Gerhard von Lengerken, Steffen Maak, and Michael Wicke. Muscle metabolism and meat quality of pigs and poultry // Veterinariya ir zootechnika. 2002. Vol. 20. P. 42
17. Технологія м'ясопродуктів із нетрадиційної м'ясної сировини :підручник/ Л. В. Пешук, М. О. Янчева, О. І. Гащук, С. Г. Кириченко. Київ : ЦУЛ, 2017. 296 с.
18. Van de PerreV., Ceustermans A., Leyten J., and Geers R., The prevalence of PSE characteristics in pork and cooked ham - Effects of season and lairage time // Meat science. 2010. P.391-397.
19. Клименко М. М., Віннікова Л. Г., Береза І. Г. Технологія м'яса та м'ясних продуктів: Підручник. Київ.: Вища освіта, 2006. 640 с.
20. Jorge A. Correa., Gonyou Harold, Torrey Stephanie, Widowski Tina, Bergeron Renee, Crowe Trever, Laforest JeanPaul, Faucitano Luigi, Welfare of Pigs Being Transported over Long Distances. Using a Pot-Belly Trailer during Winter and Summer // Animals. 2014. №. 4. P. 200-213.
21. Kudryashov L.S., and Kudryashova O.A., Vliyanie stressa zhivotnyh na kachestvo myasa (The effects of animal stress on the meat quality) // Meat Industry. 2012, №. 1. P. 18-21.

22. Komarova Yu.V., Kovalev O.A., Produktivnost' i myasnye kachestva svinei v zavisimosti ot ratsionov kormleniya (Productivity and meat quality of pigs depending on feeding) // Meat Industry. 2014. №. 8. P. 56-57.

23. Tatulov Yu.V., Kosacheva T.V., Kuznetsova S.A., Antonova E.N., and Voskresenskiy S.B., Vliyanie stressa svinei na kachestvo myasnogo syr'ya (The effect of pig stress on the quality of meat raw materials) // Meat Industry. 2009. №. 7. P. 54-56.

24. Zhao X., Xu X., Zhou G. Temperature-dependent in vitro digestion properties of isoelectric solubilization/precipitation (ISP)-isolated PSE-like chicken protein //Food Chemistry. 2021. Vol. 343. P. 128501.

25. Бурмістров О. М., Анастасія К. Аномальні властивості води та спроба пояснення фізико-хімічних причин їх формування //The 5 th International scientific and practical conference—Actual trends of modern scientific research (November 8-10, 2020) MDPC Publishing, Munich, Germany. 2020. С. 68.

26. Вплив механічної і магнітної обробки на фізико-хімічні показники води / Остапенко В. В. Та ін. // Харчова промисловість. 2007. №5. С. 45-47.

27. The antimicrobial efficacy of plasma-activated water against *Listeria* and *E. coli* is modulated by reactor design and water composition / Rothwell J. G. et al. //Journal of Applied Microbiology. 2022. Vol 132. №. 4. P. 2490-2500.

28. Пронькіна, К. В. Вдосконалення технології м'ясних продуктів шляхом використання електроактивованої води: автореф. дис. ... канд. техн. наук : спец. 05.18.04 "Технологія м'ясних, молочних продуктів і продуктів з гідробіонтів" / Пронькіна Ксенія Володимирівна ; наук. кер. Л. Г. Віннікова ; Одес. нац. акад. харч. технологій. -Одеса : ОНАХТ, 2016. 20 с.

29. Preparation of electrochemically activated water solutions (catholyte/anolyte) and studying their physical-chemical properties / Ignatov I. et al. //Journal of Medicine, Physiology and Biophysics. 2015. Vol. 11. P. 1-21.

30. Nam J. Y., Logan B. E. Optimization of catholyte concentration and anolyte pHs in two chamber microbial electrolysis cells //International journal of hydrogen energy. 2012. Vol. 37. №. 24. P. 18622-18628.

31. Electrochemical Aqueous Sodium Chloride Solutions (Anolyte and Catholyte) as Types of Water. Mathematical Models. Study of the Effects of Anolyte on the Virus of Classical Swine Fever Virus / Ignatov I. et al. //Journal of Health, Medicine and Nursing. 2014. Vol. T. 8. P. 1-28.

32. Українець А. І., Большак Ю. В., Маринін А. І. Застосування безреагентно модифікованої води для підвищення ефективності харчового виробництва і поліпшення якості продукції //Наукові праці Національного університету харчових технологій. 2017. №. 23, № 5 (1). С. 186-199.

33. Использование ЭХА систем для подготовки соленого полуфабриката в производстве рыбной продукции пониженной влажности/ Виннов, А.С. та ін. //Наукові праці ОНАХТ. 2011. Т.2. № 40.С.127-129.

34. Виннов А. Получение протеолитических ферментных препаратов-созревателей из отработанных тузлуков // Продовольча індустрія. АПК. 2011 .№2. С.20-23.

35. Маевская Т.Н., Виннов А.С., Бабков Н.И. Использование электроактивированной воды в технологии рыбных белковых масс // Харчова наука і технологія, 2012.№1(18).С.99-101.

36. Роль білків трансферинової фракції сироватки крові у формуванні колострального імунітету у новонароджених телят / Голопура С. І. та ін. //Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Ветеринарна медицина, якість і безпека продукції тваринництва. 2015. №. 221. С. 51-57.

37. Колесниченко С.П., Батт А.В., Кузьмиан Е.В., Гаджий Е.И.. Влияние активированной воды при проведении водотепловой обработки зерна // Зернові продукти і комбікорми. 2011 -№ 2(42).С. 19-21

38. Нилова Л., Науменко Н.. Возможности использования активированной воды и ее химических аналогов для производства хлебобулочных изделий // Хлібопекарська і кондитерська промисловість Україну 2012.№10(95). С.9-11.

39. Застосування фізично зміненої (активованої) води для підвищення ефективності технологій харчового виробництва та поліпшення якості продукції / Українець А. І. та ін.//Наукові праці Національного університету харчових технологій. 2018. Т. 24. № 5. С. 218-224.

40. Поливода А. М. Сравнительная оценка качества мяса свиней разных пород // Свиноводство. Киев, 1980. №. 32. С. 37-46.

41. Гарбуз В.Г., Агунова Л.Г., Шлапак Г.В. Лабораторний практикум з технології м'яса для студентів спеціальності 7.091707 «Технологія зберігання, консервування та переробки м'яса. Одеса: ОНАХТ, 2010. 285 с.

42. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт за дисципліною "Наукові основи вторинної переробки м'ясної сировини" / Віннікова Л. Г., Шлапак Г. В., Кишеня А. В., Синиця О. В. // Одеса : ОНАХТ, 2019. 78 с.

43. Технічна мікробіологія. Ч. 2. Лабораторний практикум: для бакалаврів галузі знань 18 "Виробництво та технології" спец. 181 "Харчові технології" ден. та заоч. форм навчання / Капрельянц Л.В. та ін. // Одеса: ОНАХТ, 2019. 81 с.

44. Войналович О. В., Марчиниша Є. І. Охорона праці в галузі. Харчові технології: підручник для студентів спец. "Харчові технології" спеціалізації "Технології зберігання та переробки водних біоресурсів. Нац. ун-т біоресурсів і природокористування України. Київ : ЦУЛ, 2019. 582 с.

45. Зеркалов Д.В. Основи охорони праці. К.: Наука світ, 200 с.

46. Чаплинський В. В., Лопушан В. М. Долікарська медична допомога при травмах. Київ : Здоров'я, 1983. 48 с.

47. Правила пожежної безпеки в Україні (НАПБ А. 01.00.-95). Київ. Основа, 2002. 176 с.