

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

**Інженерно-технологічний факультет**

Кафедра харчових технологій

**П о я с н ю в а л ь н а   з а п и с к а**

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

**Обґрунтування технології рублених м'ясних  
напівфабрикатів з використанням  
антиоксидантних речовин**

**Виконав:** здобувач вищої освіти 2 курсу,  
групи МГХТ-3-22  
освітньо-професійної програми «Харчові технології»  
зі спеціальності 181 «Харчові технології»

\_\_\_\_\_ **Юрій ПУГАЧ**

**Керівник:** \_\_\_\_\_ **Олег ТЕРТИШНИЙ**

**Рецензент:** \_\_\_\_\_

Дніпро 2023

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

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

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

В.о. завідувача кафедри  
харчових технологій,  
кандидат технічних наук, доцент  
\_\_\_\_\_ Віталій КОШУЛЬКО

(підпис)

«09» листопада 2023 р.

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

Пугачу Юрію Володимировичу

1. Тема роботи: «Обґрунтування технології рублених м'ясних напівфабрикатів з використанням антиоксидантних речовин».  
Керівник роботи: Тертишний Олег Олександрович, кандидат технічних наук, доцент, затверджені наказом закладу вищої освіти від «09» листопада 2023 року № 3423.
2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 08 грудня 2023 року
3. Вихідні дані до роботи: 1. Технологія виробництва м'ясних рублених напівфабрикатів. 2. Наукова, нормативна, технологічна, технічна та патентна документація.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Аналітичний огляд. 2 Характеристика об'єктів та методів досліджень. 3 Експериментальна частина. 4 Охорона праці та захист навколишнього середовища. 5 Організаційно-економічна частина. Загальні висновки. Бібліографія.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1. Проблематика дослідження. 2 Мета і завдання роботи. 3 Об'єкти дослідження. 4 Результати досліджень. 5 Кошторис витрат на проведення досліджень. 6 Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

| Розділ | Посада, прізвище та ім'я консультанта | Підпис, дата   |                  |
|--------|---------------------------------------|----------------|------------------|
|        |                                       | завдання видав | завдання прийняв |
| 1 – 3  | доцент ТЕРТИШНИЙ Олег                 | 09.11.2023     | 08.12.2023       |
| 4      | доцент ТЕРТИШНИЙ Олег                 | 09.11.2023     | 08.12.2023       |
| 5      | доцент ТЕРТИШНИЙ Олег                 | 09.11.2023     | 08.12.2023       |

7. Дата видачі завдання 09 листопада 2023 року.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

| № з/п | Назва етапів кваліфікаційної роботи               | Строк виконання етапів роботи | Примітка |
|-------|---|-------------------------------|----------|
| 1     | Вступ   | 09.11-10.11.23                | виконано |
| 2     | Аналітичний огляд                                 | 13.11-15.11.23                | виконано |
| 3     | Характеристика об'єктів та методів досліджень     | 16.11-17.11.23                | виконано |
| 4     | Експериментальна частина                          | 20.11-28.11.23                | виконано |
| 5     | Охорона праці та захист навколишнього середовища  | 29.11-30.11.23                | виконано |
| 6     | Організаційно-економічна частина                  | 01.12-04.12.23                | виконано |
| 7     | Загальні висновки та бібліографія                 | 05.12-06.12.23                | виконано |
| 8     | Розробка та підготовка демонстраційного матеріалу | 07.12.2023                    | виконано |

**Здобувач вищої освіти**

\_\_\_\_\_ Юрій ПУГАЧ  
( підпис )

**Керівник роботи**

\_\_\_\_\_ Олег ТЕРТИШНИЙ  
( підпис )

## РЕФЕРАТ

Тема: «Обґрунтування технології рублених м'ясних напівфабрикатів з використанням антиоксидантних речовин»

**Дипломна робота магістра:** 77 с., 5 рис., 17 табл., 63 літературних джерела.

**Об'єкт дослідження:** м'ясні рублені напівфабрикати, екстракт розмарину, екстракт зеленого чаю

**Метою роботи** є обґрунтування технології рублених м'ясних напівфабрикатів з використанням антиоксидантних речовин.

**Методи дослідження:**

- масову частку вологи – за ДСТУ ISO 1442:2005 «М'ясо та м'ясні продукти. Метод визначення масової частки вологи» [13];
- масову частку білка – методом К'ельдаля за ГОСТ 25011 «М'ясо та м'ясні продукти. Методи визначення білка»[19];
- масову частку жиру – екстракцією ефіром в апараті Сокслета за ДСТУ ISO 1443:2005 «М'ясо та м'ясні продукти. Методи визначення жиру» [19];
- масову частку хлористого натрію – за ДСТУ ISO 1841-2:2004 «М'ясні продукти. Методи визначення хлористого натрію» [13].

В роботі проведено дослідження хімічного складу м'ясних рублених напівфабрикатів; визначено зміни якості напівфабрикатів в процесі зберігання; проведено дослідження активності води у м'ясних рублених напівфабрикатах; досліджено антиоксидантні властивості екстракту розмарину та зеленого чаю на зразках свинячого шпику. Визначено, що за ефективністю стабілізації ліпідів встановлено, що екстракт розмарину вітчизняного виробництва (Extractive) не поступається зарубіжним аналогам.

На підставі дослідження антиокислювального ефекту екстракту зеленого чаю в охолоджених напівфабрикатах, рекомендується внесення при приготуванні м'ясних рублених напівфабрикатів екстракту зеленого чаю в кількості 0,05% до маси фаршу.

## КЛЮЧОВІ СЛОВА

*М'ясні рублені напівфабрикати, котлети, екстракт розмарину, екстракт зеленого чаю, антиоксиданти.*

## ЗМІСТ

|   |    |
|---|----|
| ВСТУП .....   | 6  |
| 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД .....   | 8  |
| 1.1 Стан виробництва м'ясних напівфабрикатів на вітчизняному ринку ..   | 8  |
| 1.2 Загальна характеристика м'ясних напівфабрикатів.....  | 12 |
| 1.3 Безпека та якість при виробництві м'ясних напівфабрикатів .....   | 15 |
| 1.4 Перспективи використання антиоксидантів в технології м'ясних напівфабрикатів.....                             | 20 |
| 1.4.1 Використання натуральних антиоксидантів в м'ясному виробництві.....   | 24 |
| 1.4.2 Екстракт зеленого чаю як антиоксидант .....   | 27 |
| 1.4.3 Екстракт розмарину як антиоксидант .....  | 30 |
| 1.5 Мета і завдання досліджень .....  | 33 |
| 2 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТІВ ТА МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕНЬ .....   | 35 |
| 2.1 Об'єкти дослідження .....   | 35 |
| 2.2 Методи дослідження .....  | 37 |
| 3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА .....  | 40 |
| 3.1 Дослідження хімічного складу м'ясних рублених напівфабрикатів ..  | 40 |
| 3.2 Визначення зміни якості напівфабрикатів в процесі зберігання.....   | 42 |
| 3.3 Дослідження активності води у м'ясних рублених напівфабрикатах....  | 44 |
| 3.4 Дослідження антиоксидантних властивостей екстракту розмарину та зеленого чаю на зразках свинячого шпиків..... | 47 |
| 3.4.1 Екстракт розмарину .....  | 47 |
| 3.4.2 Екстракт зеленого чаю.....  | 51 |

|  |    |
|--|----|
| 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА...                  | 55 |
| 4.1 Розробка картки безпеки праці .....                                | 55 |
| 4.2 Утилізація відходів виробництва м'ясних рублених напівфабрикатів . | 57 |
| 5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....                                | 59 |
| 5.1 Організація досліджень .....                                       | 59 |
| 5.1.1. План проведення дослідження.....                                | 59 |
| 5.1.2 Побудова сітьового графіка .....                                 | 60 |
| 5.1.3 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження.....                | 63 |
| 5.2 Розрахунок ціни дослідження .....                                  | 66 |
| ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ .....  | 68 |
| БІБЛІОГРАФІЯ .....   | 70 |

## ВСТУП

Негативний вплив екологічної обстановки та харчових звичок призводить до активації окислювальних процесів в організмі людини, що сприяє порушенню функцій клітин, збільшенню ризику серцевосудинних, онкологічних та інших хронічних захворювань. Для поліпшення здоров'я населення важливо виробляти продукти, які містять природні інгредієнти з антиоксидантними властивостями.

Необхідність збільшення виробництва таких продуктів, зокрема тих, що містять натуральні інгредієнти, відповідає вимогам державної політики України в сфері здорового харчування населення.

Окислення, яке відбувається в харчових продуктах під час їх отримання, обробки та зберігання, призводить до накопичення перекисних з'єднань. Ці речовини, потрапляючи в організм разом із їжею, сприяють прискоренню процесів окислення, що може призвести до розвитку хвороб «оксидативного стресу», таких як серцево-судинні, бронхолегеневі та онкологічні захворювання. Крім того, перекиси з поступом часу перетворюються на вторинні продукти окислення, такі як альдегіди, кетони та кислоти, які є високотоксичними речовинами і можуть викликати важкі інтоксикації. Таким чином, запобігання та уповільнення процесів окислення ліпідів у продуктах харчування є вельми важливими з медичної точки зору.

Щодо асортименту м'ясних продуктів, які виробляються у світі, він надзвичайно широкий і різноманітний. Звичайно, кількість споживаного м'яса традиційно вважається показником рівня добробуту населення країни. Вітчизняний ринок м'яса та м'ясних продуктів є найбільшим сектором продовольчого ринку, переважаючи зерновий та молочний сектори. Його роль визначається не лише зростаючими обсягами виробництва, попиту та споживання м'ясних продуктів, але і їхньою значущістю як основного джерела тваринного білка в раціоні людини.

Виробництво м'ясних напівфабрикатів є найбільш динамічним сектором у м'ясній промисловості. «У 2021 році обсяг виробництва м'ясних напівфабрикатів на внутрішньому ринку збільшився в 7,8 рази порівняно з 2010 роком і досягнув 1552,8 тис. тон» [1]. Основною частиною є заморожені напівфабрикати (ЗНФ), завдяки їхній зручності використання та тривалому терміну зберігання.

Процеси, які відбуваються під час зберігання рублених м'ясних напівфабрикатів, супроводжуються накопиченням продуктів розпаду білків і ліпідів, що призводить до зменшення харчової цінності та погіршення органолептичних властивостей продукції. Накопичення продуктів окислення ліпідів негативно впливає на безпеку заморожених продуктів.

Перспектива вдосконалення технології заморожених напівфабрикатів є належною та актуальною. Пошук ефективних біопрепаратів природного походження, які мають біологічну і антиоксидантну активність у відношенні окислювальних процесів у ліпідах заморожених м'ясних продуктів тривалого зберігання, стає важливою виробничою соціальною задачею.



## 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

### 1.1 Стан виробництва м'ясних напівфабрикатів на вітчизняному ринку

М'ясна промисловість є однією з найважливіших галузей агропромислового комплексу України, що забезпечує населення основними продуктами харчування. «Недарма показник споживання м'яса та м'ясних виробів, що містять повноцінні білки тваринного походження, загально визнаний у світі як один з основних критеріїв добробуту народу» [1-4].

«М'ясо та м'ясопродукти – один з основних у раціоні людини продуктів тваринного походження незамінне джерело повноцінного білка, жирів, вітамінів, мінеральних речовин, інших життєво важливих речовин» [2].

Сьогодні близько 70% населення України є споживачами м'ясних напівфабрикатів. «За попередніми оцінками аналітиків, цей ринок продовжить зростати із середніми річними темпами від 6 до 8%, а частка активних покупців (з частотою споживання кілька разів на місяць та частіше) у період з 2009 по 2011 р. зросте з 49 до 53%» [3-4].

Аналіз даних у період 2010-2021 рр. «показує стрімке зростання обсяги виробництва м'ясних напівфабрикатів» [3]. «Так, обсяг випуску м'ясних напівфабрикатів у 2021 р. зріс по відношенню до 2010 р. у 7,8 разів» [3].

Перевага заморожених напівфабрикатів перед іншими видами продуктів швидкого приготування полягає у можливості їх тривалого зберігання. Під рукою в морозильній камері завжди є продукт, який всього за кілька хвилин можна перетворити на повноцінну страву, тому не дивно, що все більша кількість компаній включають до свого асортименту різні категорії цих продуктів: від звичних всім котлет до таких страв, як зрази, котлети по-київськи, люля-кебаб та кордонблю. Цей сегмент відкриває можливість для створення та просування нових брендів.

Напівфабрикати це вироби з різних видів м'яса, що надходять в реалізацію максимально підготовленими для термічної обробки. За видом «розрізняють напівфабрикати яловичі, баранячі, свинячі та з м'яса свійської птиці; за способом обробки натуральні, паніровані, рубані, пельмені, м'ясний фарш та інші, а за термічним станом охолоджені і заморожені» [5].

В даний час асортимент м'ясопродуктів, у тому числі напівфабрикатів, розширюється за рахунок виробництва комбінованих виробів, що виготовляються за технічними умовами, з використанням в «рецептурі інгредієнтів з сировинних джерел різного походження – м'яса птиці механічного обвалу та колагеновмісної сировини значних кількостей, а також великої різноманітності харчових добавок та прянощів» [5-10].

Напівфабрикати класифікуються за сировинним складом (вміст м'ясних інгредієнтів) і за якістю використовуваних м'ясних інгредієнтів (масова частка м'язової тканини) відповідно до ДСТУ 4437- 2005: Напівфабрикати м'ясні та м'ясо-рослинні посічені. Технічні умови [40]:

- «від масової частки м'ясних інгредієнтів — на групи м'ясні (вміст м'ясних інгредієнтів понад 60 %) та м'ясомісткі (вміст м'ясних інгредієнтів від 5 до 60% включно);
- від масової частки м'язової тканини:
  - м'ясний напівфабрикат категорії А: м'ясний рубаний або кусковий; напівфабрикат з масовою часткою м'язової тканини в рецептурі 80,0% і більше;
  - м'ясний напівфабрикат категорії Б: м'ясний або кусковий підлозі фабрикат з масовою часткою м'язової тканини в рецептурі від 60,0 до \* 80; 0% включно;
  - м'ясний (м'ясомісткий) напівфабрикат категорії В: м'ясний (м'ясомісткий) рубаний або кусковий напівфабрикат з масовою часткою м'язової тканини в рецептурі від 40,0 до 60 0% включно;

- м'ясний (м'ясомісткий) напівфабрикат категорії Г: м'ясний, м'ясний (м'ясомісткий) рубаний або кусковий напівфабрикат з масовою часткою м'язової тканини в рецептурі від 20,0 до 40; 0% включно;
- м'ясний (м'ясомісткий) напівфабрикат категорії Д: м'ясний, м'ясний (м'ясомісткий) рубаний або кусковий напівфабрикат з масовою часткою м'язової тканини в рецептурі менше 20,0%» [11].

Таким чином, вказівка групи (м'ясні або м'ясомісткі) і категорії (А, Б, В; Г або Д) на упаковці напівфабрикату позначає якість напівфабрикату і допомагає споживачеві, зробити, вибір. «При маркуванні найменування напівфабрикату має бути наведено не тільки його товарне найменування, а й зазначена приналежність до групи; виду, підвиду, категорії та термічний стан (охолоджений, підморожений, заморожений)» [10].

В даний час продукти швидкого приготування стають більш якісними, поступово відходячи від "ненатуральності", їх смак удосконалюється. Щоб виграти в боротьбі за потенційного споживача, сучасний продукт швидкого приготування повинен володіти властивостями домашньої їжі, але при цьому перевершувати її за швидкістю приготування та зручністю використання. Тому основне зусилля керівництва та працівників харчового виробництва має спрямовуватись «на забезпечення високої якості продукції, здатної задовольняти найвимогливішим вимогам покупців, на використання вітчизняної м'ясної сировини та зниження залежності від імпорту» [8].

При виборі напівфабрикатів та ухваленні рішення про купівлю головним критерієм є якість продукту, що асоціюється у споживачів з тією чи іншою маркою, тим чи іншим найменуванням виробника. Закономірно, що в кожному регіоні найбільш сильні позиції належать місцевим компаніям і продукції їх марок цьому сприяють популярність виробника в регіоні, його місцезнаходження, умови зберігання заморожених напівфабрикатів.

Зокрема, специфікою виробленої в Дніпропетровській області продукції та спрямованості місцевих підприємств є їх орієнтація, перш за все, на

український місцевий ринок. Близько 80% продукції м'ясних підприємств Дніпропетровщини реалізується на українському ринку.

Основною сировиною для виробництва напівфабрикатів є заморожене м'ясо птиці, яловичина, свинина. Американські та європейські постачальники м'ясної сировини пропонують оброблене безкісткове м'ясо, заморожене в блоках. Така сировина має тривалий термін використання (не менше 12 місяців) при низьких температурних режимах зберігання та транспортування.

Але в процесі тривалого зберігання в сировині відбуваються рекристалізація і сублімація льоду, розвиток окисних реакцій, конформаційні та агрегаційні зміни білків, зниження вмісту водорозчинних (тіаміну, рибофлавіну, пантотенової та нікотинової кислот) і до значних втрат жиророзчин харчової та біологічної цінності продукту. На підставі цього є дуже актуальним перехід на використання свіжого, охолодженого м'яса, що дозволяє отримувати продукти вищої харчової цінності, з більш щільною консистенцією, з підвищеними смаковими якостями. Тому «розвиток тваринництва та скотарських господарств має важливе економічне та соціальне значення для українського ринку м'яса» [9, 12].

Дослідження механізму процесів, що відбуваються при зберіганні, дозволило встановити, що накопичення продуктів розпаду білків і ліпідів у напівфабрикатах призводить до зниження їх харчової цінності, погіршення органолептичних властивостей. «Швидкість накопичення продуктів гідролізу та окислення ліпідів і, відповідно, поява згірклого смаку обмежує тривалість зберігання м'ясних продуктів в замороженому стані» [7, 12].

Таким чином, для прогнозування термінів придатності заморожених напівфабрикатів слід проводити вивчення процесів, що відбуваються в ліпідній фракції, швидкості накопичення продуктів гідролітичного розпаду та окислення ліпідів.

## 1.2 Загальна характеристика м'ясних напівфабрикатів

М'ясні напівфабрикати поділяють такі основні групи:

- «фасоване м'ясо та субпродукти;
- крупнокускові напівфабрикати (безкісткові та м'ясо-кісні);
- порційні та дрібнокускові напівфабрикати; (м'якотні, безкісткові, м'ясо-кісткові);
- рубані напівфабрикати;
- фарші;
- напівфабрикати у тесті;
- швидкозаморожені готові страви та продукти кулінарні;
- м'ясні напівфабрикати спеціального призначення: для дитячого, дієтичного, лікувально-профілактичного харчування тощо» [13].

«Асортимент м'ясних напівфабрикатів включає величезну кількість виробів, і продовжує розширюватися» [13].

Рубані м'ясні напівфабрикати – продукти, які користуються широким попитом у споживачів. «Традиційний асортимент цих виробів складають котлети, біфштекси, шніцелі, ромштекси, биточки, фрикадельки, тефтелі, зрази і т.п., що випускаються в охолодженому та замороженому вигляді» [13, 14].

В даний час для виробництва м'ясних напівфабрикатів, поряд з охолодженою широко використовується заморожена сировина: яловичина і свинина (переважно обріз), свинячий шпик, жир яловичий, шкіра куряча, м'ясо птиці безкісткове. Таким чином, заморожені м'ясні напівфабрикати є продуктами повторного заморожування.

Заморожене м'ясо розморожують у дефростерних камерах безпосередньо перед його використанням і направляють у виробництво. Як допоміжні матеріали, використовуються смако-ароматичні, добавки (сіль, прянощі, ароматизатори, підсилювачі смаку та аромату і т.д.), вологоутримуючі агенти (фосфати, соєві білки ізольовані, концентровані та

текстуровані), цибуля свіжа або заморожена. «Використання текстурованого соєвого білка дозволяє надати продукту більш щільну консистенцію, «кусаємість». Перед внесенням у фарш соєвий, текстурований білок необхідно гідратувати протягом 20-30 хвилин» [14].

Текстуровані соєві білки широко використовуються при виробництві напівкопчених, сирокочених ковбас і особливо напівфабрикатів. Соєві білки характеризуються високими функціонально-технологічними властивостями: «водозв'язувальною, жиропоглинаючою та емульгуючою здатністю, здатні утворювати гелі, структуровані матриці, стабілізувати емульсії, знижувати втрати при тепловій обробці» [15].

Вітчизняні підприємства, в основному, змушені працювати на «замороженій іноземній сировині, що не має характеристик якості до заморожування, т.ч. м'ясо з пороками PSE, RSE і DFD становить не менше 40% від надходить на переробку» [16]. Тому при виробництві рублених напівфабрикатів необхідне використання додаткових прийомів, що підвищують функціонально-технологічні властивості сировини: внесення фосфатів, білкових добавок рослинного та тваринного походження.

Фосфати підвищують здатність м'язових білків зв'язувати воду і жир, тим самим покращують соковитість, ніжність і підвищують вихід продукту, покращують емульгуючу здатність, регулюють рН, збільшують окислювальну стійкість ліпідної складової, тобто є антиокислювачами; можуть мати слабку антимікробну дію. Крім того, «встановлено, що фосфати вступають у взаємодію з вільними радикалами, уповільнюючи тим самим розвиток окисних процесів у жирах та гемових пігментах. Виконують вони цю функцію і живому організмі» [13, 16-18].

У практиці виробництва м'ясних продуктів для стабілізації кольору застосування знайшли солі аскорбінової кислоти (аскорбати) і редуруючі цукру. Аскорбінова, кислота, ізоаскорбінова кислота, аскорбат та ізоаскорбат натрію – сильні відновники, прискорюють процес розвитку реакцій кольороутворення та стабілізують забарвлення м'ясопродуктів. «Аскорбінова

кислота легко взаємодіє з киснем повітря і цим захищає пігменти м'яса від окиснення; стабілізує забарвлення» [15].

Під час виробництва м'ясних напівфабрикатів широко застосовуються підсилювачі (модифікатори) смаку та аромату з метою:

- відновлення смаку та аромату, втрачених у процесі переробки та/або зберігання (продукти із замороженого м'яса);
- пом'якшення небажаних складових смаку та аромату.

Основним підсилювачем смаку і аромату є глутамінова кислота та її сіль глутамат натрію Е 621. «Глутамінова кислота ( $\alpha$ -аміноглутарова кислота) і глутамат натрію посилюють і освіжають природний смак і запах, пом'якшують солонуватий і гіркий присмак» [13].

Крім описаних вище допоміжних компонентів при виробництві рублених м'ясних напівфабрикатів «можливе використання харчових волокон, у тому числі з гороху, рослинних порошоків яблучного і яблучно-морквяного, тваринних білків, тощо» [13].

Використання у виробництві рублених напівфабрикатів нестандартної сировини м'яса птиці, конини та м'яса качок, баранини, м'яса птиці механічного обвалу, а також «тваринних та рослинних білків, харчових волокон тощо. дає підставу для розробки технологій виробництва комбінованих напівфабрикатів і розширення асортименту» [9, 13].

Рублені напівфабрикати відносяться до м'ясопродуктів, що виготовляються з грубоподрібненої сировини, з частково збереженою морфологічною (клітинною) структурою м'яса, малим ступенем диспергування жиру та невеликим вмістом жиру та води в системі. Характерною зовнішньою особливістю емульсій з грубоподрібненої сировини «є наявність видимих на розрізі структурних елементів м'яса, а також деяка пухкість, що забезпечує формування необхідних органолептичних показників продукції» [13].

Заморожування напівфабрикатів доцільніше проводити в скороморозильних апаратах при температурі повітря мінус 36-40°C. При

дослідженні за впливом шокової заморозки на якість натуральних і рублених м'ясних напівфабрикатів встановлені більш високі значення «у напівфабрикатах шокової заморозки, після теплової обробки такі вироби, відрізняються більш вираженим смаком і ароматом і більшою соковитістю. Таким чином, забезпечується висока якість натуральних та рубаних м'ясних напівфабрикатів» [13, 18].

Фінальна стабілізація структури формованих напівфабрикатів відбувається при їх термообробці (доведенні продукту до стану кулінарної готовності) вже самим споживачем. Нагрів супроводжується денатурацією розчинних білкових речовин, втратою ними розчинності, збільшенням ступеня гідрофобності; відбувається агрегування частинок за рахунок міжмолекулярних сил та коагуляції білка. Жир під впливом високої температури плавиться, диспергується і приєднується до гідрофобних угруповань білка.

В результаті таких взаємодій «частки м'ясної емульсії зв'язуються в суцільну єдину структуру, що в результаті забезпечує отримання готової продукції високої якості та тривалого зберігання» [13].

### 1.3 Безпека та якість при виробництві м'ясних напівфабрикатів

«Серед причин, що призводять до псування продукту, можна виділити три основні:

мікробіологічні;  
ферментативні;  
хімічні» [19].

При зниженні температури м'яса уповільнюється розвиток мікроорганізмів. «Зберігання м'яса при негативних температурах супроводжується подальшим зниженням концентрації мікроорганізмів та відмирання до 90-99% загальної кількості мікроорганізмів» [19-23]. Тому



ймовірність мікробіологічної псування замороженої продукції, до якої належать розглянуті рубані м'ясні напівфабрикати, дуже низька.

Швидкість біохімічних реакцій також уповільнюється під час заморожування. Але слід враховувати, що вивільнення ферментів внаслідок порушення структурних клітинних утворень при подрібненні м'яса, яке піддається стиску, та розриву, призводить до прискорення гідролітичних, окислювальних та протеолітичних процесів.

До хімічних реакцій, які значно впливають на якість заморожених м'ясних напівфабрикатів, відноситься окислення ліпідів. «Утворення продуктів окислення призводить не тільки до погіршення показників якості харчових продуктів, зниження харчової цінності, але й накопичення речовин, що становлять небезпеку для здоров'я людини» [20].

«Окислення жирового компонента м'ясних продуктів – одна з важливих проблем технологічного процесу, включаючи етапи подрібнення жирової сировини та м'язової тканини, перемішування, гомогенізації, теплової обробки та подальшого зберігання виробу в охолодженому чи замороженому вигляді» [21].

При окисленні утворюються речовини, не тільки погіршують якісні характеристики продукту, але і здатні заподіяти шкоду здоров'ю людини. «На швидкість окислювального псування жирів впливають світло, особливо в ультрафіолетовій ділянці, температура, тиск кисню, метали змінної валентності – залізо, мідь та ін. Сильними каталізаторами окислення є міоглобін і гемоглобін, ферменти мікроорганізмів» [19, 22].

Залежно від рівня і характеру розвитку процесу окислювальні перетворення можуть супроводжуватися зниженням біологічно цінності продукту завдяки зниженню вмісту поліненасичених жирних кислот і жиророзчинних вітамінів, міграції подвійних зв'язків, погіршенням органолептичних показників. «Окислення жирів, що входять до складу м'ясопродуктів, сприяє руйнуванню вітамінів групи В» [19]. Продукти окислення жирів при взаємодії з білками можуть утворювати комплекси, які

стійкі до гідролізу протеолітичними ферментами. В результаті окислення жирів можуть виникати речовини, які мають токсичну та канцерогенну дію.

Стійкість жиру в процесі зберігання визначається співвідношенням у ньому насичених, мононенасичених та поліненасичених жирних кислот. Чим більше в жирі граничних (насичених) кислот, тим жир твердіший і тим нижча його засвоюваність. «Жири служать джерелом есенціальних ненасичених жирних кислот: арахідонової, лінолевої та ліноленової» [23].

Співвідношення тригліцеридів, ліпоїдів та вільних жирних кислот у складі м'ясних продуктів залежить від сировинного джерела (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Масова частка ліпідів у м'ясі різних тварин, г на 100 г їстівної частини [19]

| М'ясо     | Тригліцериди | Фосфоліпіди | Холестерин | Поліненасичені жирні кислоти |            |             |
|-----------|--------------|-------------|------------|------------------------------|------------|-------------|
|           |              |             |            | лінолева                     | ліноленова | арахідонова |
| Яловичина | 13,10        | 0,80        | 0,07       | 0,5                          | 0,12       | 0,017       |
| Баранина  | 15,30        | 0,88        | 0,07       | 0,33                         | 0,14       | 0,016       |
| Свинина   | 32,00        | 0,84        | 0,07       | 3,28                         | 0,22       | 0,14        |

Таблиця 1.2 – Жирнокислотний склад тваринних жирів [19]

| Жирна кислота | Вміст, % до суми жирних кислот, у жирах |            |         |          |
|---------------|---|------------|---------|----------|
|               | яловичому                               | баранячому | свиному | курячому |
| Пальмітінова  | 27-29                                   | 25-27      | 25-35   | 24-37    |
| Стеаринова,   | 24-29                                   | 25-31      | 12-16   | 4,0-7,0  |
| Міристинова   | 2,0-2,5                                 | 2,0-4,0    | 1,0     | 0,1      |
| Олеїнова      | 43-44                                   | 36-43      | 41-51   | 37-43    |
| Лінолева      | 2,0-5,0                                 | 3,0-4,0    | 3,0-12  | 18-23    |
| Ліноленова    | 0,3-0,7                                 | 0,4-0,9    | 0,3-0,6 | -        |
| Арахідонова   | 0,09-0,2                                | 0,27-0,28  | до 2,0  | 0,3      |

«Найменш стійкий свинячий жир, оскільки в ньому міститься значно більша кількість ненасичених кислот (табл. 1.2); дуже мало природних антиокислювачів: каротиноїдів, токоферолів. Індукційний період у свинячого жиру значно коротший, ніж у яловичого» [24].

«Вміст  $\beta$ -каротину обумовлює жовте забарвлення яловичого жиру і підвищує стійкість до зберігання» [25].

Швидкість окислення ліпідів м'яса прискорюється присутністю в ньому каталізаторів – металів заліза та міді (табл. 1.3).

Таблиця 1.3 – Вміст заліза та міді у м'ясі тварин

| Мікроелементи, мкг % | Свинина | Яловичина | Баранина |
|----------------------|---------|-----------|----------|
| Залізо               | 1940    | 2900      | 2090     |
| Мідь                 | 96,0    | 182       | 238      |

«Вміст заліза у складі гемових пігментів більше у яловичині, що збільшує у ній швидкість окислювальних процесів» [26].

Рублені м'ясні напівфабрикати відносяться до продуктів, що виготовляються з грубоподрібненої сировини. Особливості складу та стану таких емульсій:

- «частково чи повністю збережена клітинна структура м'яса;
- мала ступінь диспергування жиру;
- обмежений вміст жиру та води в системі» [26].

Характерною зовнішньою особливістю є наявність у них візуально на структурних елементів м'яса, що спостерігаються на розрізі, а також виражена «в тій чи іншій мірі пухкість, що забезпечує формування необхідних органолептичних показників (рублені напівфабрикати)» [27].

Наявність повітря в продукті прискорює процес окислення, сприяючи утворення вільних радикалів.

М'ясна сировина нестійка у зберіганні, тому питання підвищення антиокислювальної, стійкості її жирів у процесі зберігання становлять

практичний інтерес. «Нестійкість жирів при зберіганні викликаються процесами самі гідролітичними (під дією ферменту ліпаза і накопиченням ВЖК) і окислювальними (прогоркання та осолювання), що веде до зниження якості! та безпеки продукту» [19, 23].

«Прогірклі жири викликають розлад травлення, печію, подразнення слизової оболонки травного тракту людини» [28].

Окисне псування ліпідів розвивається і «активізується під дією ферментів, кисню повітря і світла і скорочує терміни придатності готових напівфабрикатів» [28]. Поріг сприйняття, (мінімальна концентрація, що відчувається органами почуттів людини) у продуктів окислення ліпідів досить низький. «Це є лімітуючим чинником при зберіганні заморожених м'ясних продуктів, зокрема напівфабрикатів» [29].

Окислення ліпідів відноситься до хімічних реакцій, що обмежують термін зберігання багатьох харчових продуктів. «При виробництві напівфабрикатів жировмісна сировина додається як рецептурні компоненти: м'яса зі свинини, яловичини, птиці, свинячий шпик і т.д. Саме ці компоненти є джерелом виникнення «окислювальних» сторонніх присмаків у готовому продукті» [29].

У жировій тканини при зберіганні, навіть при низькій температурі, значного -розвитку досягають автолітичні «процеси, що відбуваються під дією ліпази жирової тканини і призводять до розщеплення жиру на гліцерин і жирні кислоти» [30].

Процес гідролізу ліпідів характеризується розщепленням їх молекул та накопиченням вільних жирних кислот. «Наявність моно- та діацилгліцеринів свідчить про ступінчастість процесу гідролізу триацилгліцеринів, при якому жирні кислоти відщеплюються послідовно. При гідролізі фосфоліпідів поряд із зазначеними речовинами утворюються фосфорна кислота та аміноспирт» [31].

Гідролітичний розпад ліпідів у тканинах може бути не тільки наслідком автолізу, але і результатом дії інших факторів: кислот, лугів, оксидів металів,

та інших неорганічних каталізаторів, а також ферментів-мікроорганізмів. «Основним прискорювачем, гідролізу є ферменти, а саме – ліпази, що містяться в м'язовій і жировій тканині риб і ссавців. Швидкість гідролізу залежить від ступеня контакту ліпідів з водою, величини рН, температури [31-33].

Поява в жирі «при гідролітичному розпаді невеликої кількості високомолекулярних жирних кислот не викликає зміни смаку та запаху продукту, проте може вплинути на розвиток окисних процесів» [34]. Але якщо у складі триацилгліцеринів є низькомолекулярні кислоти, то при гідролізі з'являться капронова та масляна кислоти, «що характеризуються неприємним запахом і специфічним смаком, що різко погіршують органолептичні властивості продукту» [35].

#### 1.4 Перспективи використання антиоксидантів в технології м'ясних напівфабрикатів

Окислення жирових компонентів м'ясних продуктів є однією з найважливіших проблем м'ясопереробної промисловості. «Окислювальні процеси знижують харчову цінність м'ясних продуктів головним чином за рахунок зміни хімічного складу жирів (вивільнення жирних кислот, утворення перекисів і вторинних продуктів окислення) і зниження вмісту жиророзчинних вітамінів (А, Д, Е, біотин, каротиноїди)» [19]. Вільні жирні кислоти, карбонільні сполуки, спирти та інші вторинні продукти окислення також надають небажаних присмаків і запахів, негативно впливаючи на якість готового продукту та скорочуючи термін його придатності.

Сьогодні перелік антиокислювачів та їх синергістів, допустимих для використання у м'ясній промисловості, значно розширено і налічує 42 одиниці в Е-індексах. Однак безпосереднє технологічне значення мають тільки 23 харчові добавки.

Антиокислювачі уповільнюють процес окислення шляхом взаємодії з киснем повітря (не допускаючи його реакції з продуктом), перериваючи реакцію окислення (дезактивуючи активні радикали) або руйнуючи перекиси, що вже утворилися.

У цьому витрачаються самі антиоксиданти. Виходячи з цього, антиокислювачі умовно можна розділити на дві групи: так звані фактичні та вторинні антиокислювачі.

«Фактичні антиокислювачі уповільнюють процес окислення шляхом взаємодії з киснем повітря (не допускаючи, його реакції з продуктом), перериваючи реакцію окислення (дезактивуючи активні радикали) або руйнуючи перекиси, що вже утворилися» [19].

Вторинні антиокислювачі впливають на окислювально-відновний потенціал, активність, води продукту. Залежно від дозування вторинні антиокислювачі можуть чинити як анти-, так і проокислювальну дію. Наприклад, «аскорбінова кислота у невеликих кількостях (до 200 мг/кг) уповільнює окислення, а збільшення її вмісту до 5000 мг/кг має проокисню дію» [19]. Нескінченне збільшення дозувань фактичних антиоксидантів не призводить до збільшення часу захисту продукту. На практиці «для більшості антиоксидантів існує гранична концентрація, вище за який термін зберігання продукту вже не збільшується» [19].

Застосування антиокислювачів важливо-м'ясної промисловості з двох позицій:

- «захист гемових пігментів, від окислення та стабілізація щита;
- захист жирової частини продуктів від окислення (осолювання, прогоркання), особливо в продуктах із вмістом жиру вище 15%» [36].

«Для вирішення першої задачі найбільш підходящими є водорозчинні форми антиокислювачів, для другої – підходять тільки жиророзчинні» [37].

Переваги природних антиоксидантів у порівнянні з синтетичними незаперечні: їх антиоксидантна активність не менша, вони безпечні для здоров'я людини, мають біологічну цінність.

Для харчових продуктів даних про допустимі граничні концентрації пероксидів і гідропероксидів мало. Особливе практичне значення має «використання антиоксидантів для запобігання окислювальній порчи жиромістких продуктів, оскільки при отриманні, переробці та зберіганні про них, найбільшою мірою-схильні до окислювальної деструкції» [38].

Закордоном, активно застосовують у великих кількостях інші антиоксиданти як синтетичного, так і природного походження. Антиоксидантна активність сполук залежить від природи продукту та цілого ряду факторів; тому «необхідні наукові дослідження для обґрунтування використання антиоксидантів або їх комплексів щодо конкретних продуктів харчування» [38].

До природних антиоксидантів, що містяться в харчових продуктах, рослинах, відносяться:

- «флавоноїди (флаволи, флавоноли, флавонони, ізофлаволи, флаваноноли, флавані, халькони, дигідрохалькони, флавонол-3,4-діоли, антоціанідини);
- похідні бензойної кислоти (галова, протокатехінова; ванілінова, бузкова кислоти);
- похідні коричної кислоти (ферулова, п- та о-кумарові, кавова, синанова кислоти);
- похідні кумарину;
- фітоестрогени (лігнани, естрогени, лактони та ін);
- вітаміни: вітамін Е (а, [3, у, 8 - токоферолі та а, р, у, 8 - токотрієноли), вітамін С;
- каротиноїди (лікопін, а, р - каротини, лютеїн та ін)» [39].

Як природні антиоксиданти використовують спеції, чай, олії, насіння, злаки, оболонка насіння дерева какао, фрукти, овочі. Доведена антиоксидантна активність «аскорбінової кислоти, токоферолів, каротиноїдів, а також рослинних екстрактів, що містять різні індивідуальні антиоксиданти - флавоноїди (кверцетин, кемпферол; мірицитин), катехіни або феноли

(карнозол, розманол, -розаміридофенол розмаринова)» [39]. Зокрема, виявлено, що ефірні олії з анісу, кмину, м'яти перцевої, індійського базиліку «виявляють сильнішу антиокислювальну дію в соняшниковій олії, ніж синтетичний антиоксидант – бутилокситолуол (БОТ), а олія айована ефективніша за БОТ майже в 2 рази» [39].

Карнозинова кислота як індивідуальна речовина не є дозволеною харчовою добавкою, але у складі натуральних екстрактів розмарину, орегано та шавлії виявляє свої антиокислювальні властивості і дозволяє оберігати харчові продукти від окислення. «Екстракти розмарину і шавлії запобігають псуванню рафінованої, знебарвленої дезодорованої пальмової олії при обсмажуванні скибочок картоплі, у фритюрі» [40]. Екстракти розмарину надзвичайно важливі «для продуктів переробки м'яса, оскільки не чутливі до кухонної солі та харчових фосфатів» [40].

Токоферолі Е 306-309 являють собою групу природних жиророзчинних антиоксидантів, що містяться в рослинах і переходять у рослинні олії при їх витягуванні з олійних рослин. Всі токоферолі, крім екстракту натуральних токоферолів (Е 306), в промисловості отримують синтетично. «Ці речовини різною мірою мають Е-вітамінну активність, але найбільшою антиокислювальною активністю серед них володіє 5-токоферол Е 309» [41].

Застосування індивідуальних антиокислювачів не завжди дозволяє запобігти продуктам від окислювального псування. Тому доцільніше використовувати кілька антиокислювачів одночасно. При цьому проявляється явище синергізму — взаємне посилення антиокислювальної здатності при змішуванні кількох (зазвичай двох) антиоксидантів. Наприклад, «при виробництві м'ясних продуктів ефективність застосування суміші токоферолів значно зростає при додаванні аскорбінової кислоти» [42].

Посилення антиокислювальної дії можна досягти, використовуючи антиокислювачі або їх суміші в комбінації з речовинами, які самі або не володіють антиокислювальною дією, або є слабкими антиоксидантами. «До таких речовин (їх називають синергістами) відносяться деякі основні органічні



оксикислоти (лимонна Е 330), ряд амінокислот, по ліфосфати, ЕДТА та інші сполуки» [43]. Токсикологічними дослідженнями Комітету з харчових добавок ФАО/ВООЗ встановлено допустиме добове надходження антиокислювачів в організм людини.

Жири та олії розрізняються за природною окислювальною стійкістю, яка залежить від складу і будови жирних кислот, а також від присутності природних антиоксидантів – токоферолів, токотрієнолів, каротиноїдів, фосфоліпідів. Природна стійкість до окислення розраховується множенням вмісту (у вигляді десяткового дробу) кожної присутньої в жирі ненасиченої кислоти на її відносну швидкість окислення і подальшим складанням цих швидкостей.

#### 1.4.1 Використання натуральних антиоксидантів в м'ясному виробництві

В якості природних антиоксидантів використовуються, «дигідрокверцетин, стартові культури, СО<sub>2</sub>-екстракти з рослинної сировини: шавлія, розмарин, ромашка, калина, зелений чай, шипшина, горобина, обліпиха, і т.д., сухі водорозчинні екстра пижма, розторопші, курільського чаю, яблуні лісової, шавлії і т.д.» [1-4, 19, 34, 38, 43-48].

Є досвід застосування ефірних і жирних олій прянощів як антиокислювальні добавки, м'ясопереробної галузі. Вивчено вплив добавок, «на основі ефірних і жирних олій, на окислювальні процеси, що протікають у ліпідах при зберіганні варених ковбасних виробів» [43]. Використані композиції на основі жирної шавлієвої олії та ефірних масел чебрецю, чабери, лаванди, фенхелю та часнику, що затримують окислення ліпідів. «Антиоксидантна ефективність композицій пояснюється високим вмістом тимолу, що має яскраво виражені антиокислювальні властивості. Наприклад, в ефірному маслі чабера до 37,0% тимолу, чебреца – 12-15%» [44-50].

Дослідження щодо застосування як натурального антиоксиданту «дигідрокверцетину (ДГК), що отримується з деревини модрини, показали

його ефективність» [45]. Введення до складу м'ясного фаршу, збагаченого білково-жировою емульсією, препарату ДГК сприяє гальмування процесу окиснення жирової фракції. «У свинячому шпику, що містить ДГК, гідролітичні та окислювальні зміни менш інтенсивні порівняно з контрольним зразком» [45].

Цікавим є використання у виробництві рубаних м'ясних напівфабрикатів (котлет «Селянських» зі зниженим вмістом жиру) водного екстракту з обліпихи крушиноподібної (зелень, листя, пагони). «Готові котлети характеризуються присутністю флавоноїдів та дубильних речовин, підвищеним вмістом вітаміну С, кальцію та магнію» [46].

Розроблено технологію смако-ароматичних емульсій CO<sub>2</sub>-екстрактів прянощів на основі застосування ультразвуку. Встановлено, що «використання смако-ароматичних емульсій CO<sub>2</sub>-екстрактів, оброблених ультразвуком, сприяє збільшенню якості копчено-варених виробів м'яса за рахунок поліпшення, органолептичних характеристик та прояву антиокислювального та антибактеріального ефекту» [47].

Для стабілізації ліпідів м'яса птиці механічної обвалки запропоновано «використання стартових культур *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Staphylococcus* замість штучних антиоксидантів і розроблений бактеріальний препарат «Лактомікс» для інактивування активних форм кисню» [48]. Попередня, ферментація м'яса птиці механічної обвалки даним препаратом і «внесення отриманого композиту при виробництві рубаних напівфабрикатів (купати «З птиці» і котлети «По-домашньому») уповільнює розвиток реакцій окислення і позитивно впливає на смакоароматичні показники» [48].

Збагачення рибо-рослинних продуктів CO<sub>2</sub>-екстрактами лікарських та пряно-ароматичних рослин дозволило «розробити широкий асортимент продукції, що має гарний смак, приємний аромат і більш тривалі терміни зберігання порівняно з традиційною продукцією» [49].

CO<sub>2</sub>-екстракти – це «екологічно. мікробіологічно чисті компоненти, що мають бактеріостатичні та бактерицидні властивості, що продовжують терміни зберігання продукції» [49].

Антиокислювальна здатність антиоксидантів, що переривають ланцюгові реакції, визначається швидкістю, з якою вони пов'язують вільні радикали, «легкістю перенесення водню антиоксиданту до вільного радикалу та різницею в стандартних одноелектронних відновлювальних потенціалах» [48].

Антиоксиданти вводять у жир у вигляді концентрованого розчину в невеликій частині продукту. Деякі продукти обробляють напиленням розбавленого розчину у воді або маслі, або зануренням їх у концентрований розчин антиокислювача. «Іноді антиокислювачі вносять безпосередньо в продукт, але в цьому випадку велика ймовірність його нерівномірного розподілу» [50].

Необхідною умовою застосування антиоксидантів є їхнє повне розчинення або диспергування в продукті. Оскільки кількість антиоксидантів, що додаються, дуже мала, ефективність їх застосування залежить від методів внесення в продукт.

Можна було б очікувати, що будь-яке підвищення вмісту антиокислювача призводить до збільшення часу захисту продукту, але це не так. «На практиці для більшості антиоксидантів існує гранична концентрація, вище якої термін зберігання продукту вже не збільшується. Як правило, вона відповідає гігієнічним вимогам до допустимого вмісту та антиокислювачів у продуктах харчування» [19].

Антиоксидантні композиції, можна готувати безпосередньо з рослинної сировини, що містить їх, але при цьому складно домогтися оптимальної з технологічної та економічної, точки зору складу, суміші. Тому в даний час у всьому світі виробники харчових продуктів вважають за краще користуватися готовими сумішами, отриманими в промислових умовах.

Для зручності користування і з метою продовження власного терміну зберігання вони часто випускаються у формі розчинів у рослинних оліях або харчовому пропіленгліколі.

#### 1.4.2 Екстракт зеленого чаю як антиоксидант

У листі зеленого чаю (*Camellia sinensis* L.) переважає така група з поліфенолів, як катехіни. «Катехіни чаю мають значну здатність утилізувати вільні радикали, проявляючи більш високу активність, ніж вітамін Е та аскорбінова кислота, а також можуть утворювати хелатні комплекси з металами» [19].

Антиоксидантна активність зеленого чаю проявляється, «у лінійній залежності від вмісту фенольних сполук. Зелений чай містить характерні поліфеноли, епігалокатехін-3-галлат (EGCG), 3-епігаллокатехін (EGC), катехін-3-галлат (ECG) та епікатехін (EC)» [50].

У технології виробництва зеленого чаю основна мета – не допустити окислення катехінів та інших хімічних змін у чайному листі. Тому при виробництві зеленого чаю «передбачений процес підсмажування (китайський -спосіб) або пропарювання (японський спосіб) чайного листа, що забезпечує руйнування ферментів, що містяться в листі, тобто. фіксацію зеленого чайного листа» [51].

Простим і ефективним способом отримання екстракту зеленого чаю є «водна екстракція і наступна сублімаційна або розпилювальна сушка, при цьому кількість поліфенолів в отриманому екстракті становить 15-95%, з яких більше 80% зберігається протягом 12 місяців» [39, 51]. При цьому на вміст катехінів впливає «як процес ферментації чайного листа (ферментовані, частково ферментовані та неферментовані сорти чаю), так і місце проростання чаю, тривалість процесу екстракції» [51].

Також встановлено, «що при гарячому способі заварюванням екстракт має більш високу антиокислювальну активність, проте екстракт, отриманий

холодним способом, має більш високу активність зв'язування вільних радикалів, а також здатність формувати, хелати з іонами Fe» [19].

Зелений чай, що входить до складу препаратів спільно з олією розмарину, екстрактами з насіння винограду і кори сосни, має синергетичний ефект щодо антиоксидантної активності вітаміну Е. «Даний препарат призначають при лікуванні серцево-судинних захворювань, раку, хвороб очей і шкіри» [23]. Флавоноїдні сполуки зеленого чаю мають «Е-вітамінну активність, яка проявляється у зміцненні стінок кровоносних капілярів, збільшенні їх пружності, нормалізації порушеної проникності судин» [23].

Прояв антиоксидантної активності екстракту зеленого чаю встановлено при використанні його в різних харчових продуктах [51]. «Введення в спреді (60% жирності) 0,1% екстракту зеленого чаю дозволяє більш ніж 3 рази знизити накопичення перекисів у продукті при зберіганні» [52]. «Ефективне застосування екстракту зеленого чаю для стабілізації жирової фракції майонезів, дресингів і кулінарного жиру» [52].

Показана можливість застосування екстрактів чаю при приготуванні збагачених хлібобулочних і борошняних кондитерських виробів. Внесення «екстракту зеленого чаю впливає на газоутворюючу та газотримуючу здатність тістових заготовок, тому обмежені гранично-допустимі кількості екстракту, що дозволяють зберегти задовільний якість хліба за різними показниками (колір, клейкість, твердість та ін.)» [19, 42, 51, 52].

Відоме використання екстракту при вирощуванні культур хлібопекарських дріжджів, при цьому, підвищується ферментативна активність, що виражається у «підвищенні мальтазної активності дріжджових клітин (на 5-7 хв) і інтенсифікації процесу виділення діоксиду вуглецю у період бродіння борошняних напівфабрикатів» [52]. Додавання 1% настою зеленого чаю істотно збільшує стійкість окислення ліпідів бісквіту. «Утворення гідроперекисів знижується на 47-73%, а вторинних продуктів окислення – на 3,5%» [52].

Катехіни чаю ефективно всмоктуються у плазму крові людини, а потім включення зеленого чаю до корму курчат поліфенольні сполуки абсорбуються і потрапляють у систему кровообігу великого кола, акумулюючись в тканинах.

Крім того, катехіни чаю здатні проникати крізь ліпідну добавку до «раціону бройлерів 200 і 300 мг катехінів чаю/1 кг корму протягом 6 тижнів перед убоєм суттєво затримує, окислення ліпідів у сирому рубленому м'ясі з грудної та стегнової частин курей, що зберігалось при 4°C до 10 діб» [53].

У процесі низькотемпературного зберігання (мінус 20°C протягом 3 міс.) антиокислювальна активність катехінів чаю була такою ж, як у токоферолацетату (додавання останнього в корм у тій же кількості). «Антиокислювальний потенціал катехінів чаю при внесенні їх (300 мг/кг) у сирий м'ясний (свинячий, курячий; страусиний) і рибний (мерланг і скумбрія) фарші виявився в 2-4 рази вище, ніж у а-токоферолу, що додавався в тій же концентрації» [53].

Найважливішим компонентом чаю є комплекс фенольних сполук (чайний танін); що складається з катехінів та галових ефірів. Найбільш багатий ними зелений байховий чай, що містить не менше 90% катехінів від їх кількості в сировину, для порівняння – в чорному байховому чаї їх вміст становить 20-40%.

Фенольні сполуки та продукти їхньої конденсації надають чаю спрагозаспокійливі властивості, терпкий, приємний смак і гарний колір. Танін має високу Р-вітамінну активність, сприяє кращому сприйняттю організмом вітаміну С, посилює його опірність інфекційним захворюванням. Катехіни попереджають крововилив, тому що зміцнюють стінки кровоносних судин, мають антиокислювальні властивості і протипроменевою дією.

«Найбільш стабільні, у процесі переробки алкалоїди чаю: кофеїн, теобромін, теofilін, аденін, ксантин, гіпоксантин та інші. У чаї найбільше міститься кофеїн – від 2 до 4 %. сухої маси» [53].

### 1.4.3 Екстракт розмарину як антиоксидант

Потужним антиоксидантом в деяких харчових продуктах, особливо в продуктах, що містять тваринні жири та олії, є екстракт розмарину. «Його антиоксидантні властивості обумовлені фенольними з'єднаннями, що утилізують гідрокси- і пероксильні радикали ліпідів, а також здатністю утворювати хелатні комплекси з іонами металів, наприклад із Fe<sup>2+</sup>» [54].

Розмарин лікарський, або Розмарин звичайний (лат. *Rosmarinus officinalis*) – вид напівчагарникових і чагарникових вічно зелених рослин роду Розмарин (*Rosmarinus*) сімейства Ясноткові (*Lamiaceae*).

У складі екстракту розмарину антиокислювачами є природні фенольні дитерпени, в основному карнозол та карнозолова кислота. «При звичайних методах екстракції відбувається розпад карнозолової кислоти з утворенням карнозолу, причиною чого є самоокислювальне гідроксилування карнозолової кислоти в С7-позиції та утворення ефіру, що призводить до формування більш стабільної лактонової молекули карнозолу, який теж має властивості антиокислювача» [19].

Особливістю «карнозолової кислоти як антиоксиданту є те, що всі проміжні форми в процесі її трансформації зберігають здатність пов'язувати вільні радикали» [54]. Екстракт розмарину має каскадну здатність оновлювати вітамін Е, а також бере участь у розкладі карнозолової кислоти. Як тільки антиоксидантна молекула карнозолової кислоти «вловила» вільний радикал, вона змінює свою структуру і перетворюється на карнозол. Карнозол також «уловлює» вільний радикал і змінюється знову, перетворюючись на подальші похідні, які продовжують «ловити» радикали, реалізуючи каскадний безперервний процес.

«Карнозолова кислота та карнозол є найважливішими активними компонентами розмаринових екстрактів, які відповідають за 90% антиоксидантних властивостей, а також є потужними інгібіторами ліпідної, пероксидної в мікросомній та ліпосомній системах, а також поглиначами пероксильних радикалів та супероксидного аніону» [55].

«Екстракти розмарину інгібують окислення ліпідів у реструктурованому курячому м'ясі, у свинячому жирі, у свіжому та підданому кулінарній обробці свинячому фарші при зберіганні в охолодженому та замороженому вигляді, а також у замороженому м'ясі індички механічної обвалки» [55]. Поєднання атокоферолу, що додається в корми, і екстракту розмарину, що додається в процесі переробки яловичини, має більш сильну захисну дію, ніж будь-який окремо взятий антиоксидант. Передбачається, що «екстракт розмарину при відновленні а-токоферолу має синергічний ефект, забезпечуючи атомами водню токофероксильні радикали» [56].

Це натуральний і нетоксичний продукт, що «не володіє побічними ефектами подібно до інших синтетичних антиоксидантів, таких як бутилгідроксипропіл, бутилгідрокситолуол, трибутилгідрокінон, антиоксидантна здатність натуральних продуктів у 2-4 рази сильніша» [56]. Екстракт «розмарину перевищив інол за потужністю взаємодії з перекисними радикалами в 10 разів» [56].

«Екстракт розмарину виявляє ліпотропну активність, що зумовлено природою речовин, що входять до їх складу, у тому числі й отриманий методом надкритичної екстракції зрідженим діоксидом вуглецю» [19].

Екстракти розмарину як нове покоління антиоксидантів користується попитом серед виробників як рослинні функціональні добавок.

Екстракт розмарину широко використовується для збільшення стійкості до термоокислення рослинних олій. Дослідження показали, що після 10 годин прогрівання екстракт розмарину «збільшує стійкість соєвого рафінованого масла до окислення з 7,52 до 13,5 годин і знижує рівень, утворення полімерів і продуктів руйнування ліпідів» [35].

Оптимально використання антиоксидантів: «0,059% ефірної олії розмарину, 0,063%.екстракту шавлії і 0,028% лимонної кислоти при додаванні в рафіноване пальмове масло при 5-денному циклі використання, як фритюр» [38].



Екстракт розмарину має синергетичні властивості в комбінації з сумішшю токоферолів з аскорбілпальмітатом і лецитином при зберіганні риб'ячого жиру [45].

Позитивний ефект спостерігається при комбінуванні екстракту розмарину з хітозаном та  $\alpha$ -токоферолом. «Колірна, стабільність та уповільнення окислення ліпідів, у 100% яловичих котлетах вивчалася протягом 180 діб. Хітозан, що комбінується, з розмарином, надавав значний вплив зовнішній вигляд виробів, так як сприяв збереженню, червоного забарвлення протягом набагато більшого часу в порівнянні з контролем» [57].

При порівнянні властивостей екстракту розмарину та традиційних антиокислювачів, що застосовуються в м'ясній промисловості – аскорбату натрію і ізоаскорбату натрію, для приготування сирокопченого стегенця за допомогою тесту TRARS і Ranzimat приладу на початку і через 23 і 45 днів зберігання при температурі 4°C виявилось, «що введення в посолочний розсіл екстракту розмарину істотно покращує стабільність при окисленні жирової фракції стегенця» [58].

Додавання екстракту розмарину як природного антиоксиданту до пастеризованої паприки підтримує рівень кольору паприки (ступінь забарвлення) та м'ясних продуктів протягом усього зберігання. «Відмінності в кольорі м'ясних партій, що вироблялися при додаванні паприки з різною фарбувальною здатністю, що детектуються споживачами в гедоністичному тесті, які в цілому оцінювали колір позитивно» [59].

Закордонні вчені провели дослідження, що підтверджують ефективність «використання антиокислювачів з екстрактом розмарину фірми DSM Nutritional Products Europe Ltd. (Швейцарія) при виробництві сирокопчених ковбас у нарізці, упакованих під вакуумом» [60].

Результати зарубіжних досліджень показують, що «екстракт розмарину ефективно пригнічує зростання грамнегативних бактерій *S. aureus*, *L. monocytogenes*, *L. mesenteroides*, *S. mutants* та ін. при його концентрації 0,06% і високій температурі зберігання – 30°C» [60].

### 1.5 Мета і завдання досліджень

Метою наукових досліджень є обґрунтування технології рублених м'ясних напівфабрикатів з використанням антиоксидантних речовин.

Об'єкт досліджень – м'ясні напівфабрикати, екстракт зеленого чаю, екстракт розмарину.

Предмет досліджень – технологія виробництва рублених м'ясних напівфабрикатів.

Відповідно до поставленої мети дослідження необхідно виконати наступні завдання:

- 1) дослідити хімічний склад м'ясних рублених напівфабрикатів;
- 2) визначити зміни якості напівфабрикатів в процесі зберігання;
- 3) провести дослідження активності води у м'ясних рублених напівфабрикатах;
- 4) дослідити антиоксидантні властивості екстракту розмарину та зеленого чаю на зразках свинячого шпику.

Висновки по розділу.

Встановлено, що використання фітоекстрактів є перспективним напрямом у харчовій промисловості, в тому числі і в м'ясній галузі. Натуральні екстракти рослин застосовуються з метою збагачення продукту природними сполуками: флавоноїдами, вітамінами, мікроелементами і т.д.

Застосування фітопрепаратів дозволяє забезпечити уповільнення процесу окислення, що відбувається за участю вільних радикалів. Розвиток окислювального псування можна запобігти або уповільнити за допомогою антиоксидантів, механізм дії яких полягає в обриві реакційних молекулярних ланцюгів.

Індивідуальні антиоксиданти, що містяться в рослинах: флавоноїди, катехіни і феноли, фенольні кислоти дозволяють уповільнити окислення ліпідів у продуктах.

Отримані з рослинної сировини сполуки призначені для додавання в якості антиоксидантів в харчові продукти для стабілізації рослинних або тваринних олій з високим вмістом поліненасичених жирних кислот, зокрема  $\omega$ -3 або  $\omega$ -6.

Екстракт зеленого чаю широко застосовується у технології напоїв, так як є водорозчинним екстрактом та отримується методом водної екстракції з подальшим сушінням. Введення 0,1% екстракту зеленого чаю як антиоксидант у спреди дозволяє більш ніж у 3 рази знизити накопичення перекисів у продукті при зберіганні.

Дані щодо використання екстракту зеленого чаю з метою стабілізації якості м'ясних продуктів у доступній літературі нечисленні. Тому більш докладний розгляд механізму дії зеленого чаю на ліпіди м'яса, зокрема на заморожені рублені м'ясні напівфабрикати, дозволять судити про його ефективність і, можливо, рекомендувати до застосування в технології м'ясних продуктів тривалого зберігання.

Екстракт розмарину, мабуть, є найбільш вивченим натуральним антиоксидантом для продуктів з м'яса свинини, птиці, яловичини при виробництві варених ковбасних виробів, копчено-варених виробів, охолоджених рубаних напівфабрикатів. Крім антиокислювального ефекту він має бактеріостатичну дію і запобігає росту цвілевих грибів.

Використання екстракту розмарину та зеленого чаю при виробництві рубаних м'ясних напівфабрикатів тривалого зберігання при низьких температурах у доступній літературі не зустрічалося.

## 2 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТІВ ТА МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 2.1 Об'єкти дослідження

Відповідно до поставленої мети та завдань роботи та на основі проведеного аналізу патентно-інформаційної літератури в якості об'єктів дослідження були обрані: м'ясна сировина – свинина, яловичина, шпик свинячий, соєві білки, смакові та технологічні добавки, допоміжні матеріали, рублені м'ясні напівфабрикати, виготовлені з даної сировини та рослинні екстракти, що мають антиоксидантні властивості.

З м'яса яловичини, свинини, свинячого шпику з використанням соєвого білка, смакових та технологічних добавок, виготовляли експериментальні зразки – рублені м'ясні напівфабрикати котлетної групи з додаванням фітоекстрактів для стабілізації ліпідів і без фітоекстрактів (контроль). Дозування фітоекстрактів становили від 0,012 до 0,2% маси сировини.

Для виготовлення котлет використовували наступну сировину та матеріали відповідно до чинної нормативно-технічної документації:

- яловичина жилована 2-го сорту – м'язова тканина з вмістом з сполучних і жирових тканин не більше 20%;
- свинина жилована напівжирна – м'язова тканина із вмістом жирових тканин 30-50%;
- шпик свинячий;
- ізолят соєвого білка (без ГМО);
- борошно соєве текстуроване (без ГМО);
- сухарі панірувальні;
- сіль кухонна харчова;
- суміш харчових фосфатів E 450/451;
- підсилювач смаку та аромату глутамат натрію E 621;
- перець чорний мелений;
- цибуля ріпчаста свіжа;
- вода питна.

При обґрунтуванні вибору фітоекстрактів для стабілізації ліпідної системи м'ясних напівфабрикатів проводилися дослідження антиоксидантної активності 3 екстрактів рослин вітчизняного та імпортного виробництва:

- екстракт розмарину, Danisco (Данія);
- екстракт зеленого чаю, Danisco (Данія);
- CO<sub>2</sub>-екстракт розмарину, Extractive (Україна).

Під час дослідження антиоксидантної активності фітоекстрактів водорозчинні та жиророзчинні компоненти, що входили до складу екстрактів, піддавалися аналізу. На основі результатів дослідження антиоксидантної активності обирався вибір фітопрепаратів із найвищими показниками. Одержані екстракти використовувалися в подальших експериментах з вивчення м'ясних продуктів.

У ході експериментальних робіт заморожену м'ясну сировину розмірковували після розморожування на м'ясорубці з отворами діаметром 5 мм. Свинячий шпик, який був охолоджений або заморожений, використовувався для приготування білково-жирової емульсії (БЖЕ) за співвідношенням 4:4:1 (шпик:вода:соєвий ізольований білок). Фітоекстракти додавалися в білково-жирову емульсію під час її приготування на високошвидкісному подрібнювачі для кращого розподілу продукту. Текстурований соєвий білок гідратували водою у співвідношенні білок:вода 1:2,5.

Розтерте м'ясо, емульсію, гідратований соєвий білок і всі вказані компоненти змішували відповідно до рецептури (табл. 1.2). Досліджувані фітопрепарати додавалися в різних дозах від 0,012% до 0,2% до маси фаршу. Контрольний зразок не містив додаткового екстракту.

Температура готового фаршу підтримувалася на рівні 0-1°C. З отриманого фаршу формували котлети масою 80-90 г, з рівною поверхнею, без розірваних або ламаних країв. Сформовані котлети упаковували в пакети з полімерної плівки та заморожували до температури не вище мінус 18°C у центрі продукту.

Таблиця 2.1 – Рецептúra рублених м'ясних напівфабрикатів (котлети)

| Найменування компонента    | Кількість, кг / 100 кг |
|----------------------------|------------------------|
| Яловичина 2с               | 25,0                   |
| Свинина н/ж                | 25,0                   |
| Шпик свинячий              | 8,0                    |
| Вода                       | 23,5                   |
| Соевий білок ізольований   | 2,0                    |
| Соевий білок текстурований | 6,0                    |
| Сухарі паніровочні         | 5,0                    |
| Цибуля                     | 3,7                    |
| Сіль                       | 1,0                    |
| Перець чорний мелений      | 0,3                    |
| Глутамат натрію E621       | 0,2                    |
| Суміш фосфатів E450/E451   | 0,3                    |

Залежно від умов експерименту зберігання зразків здійснювали за температури не вище мінус 18°C протягом 180 діб або при температурі 4±2°C протягом 7-14 діб.

Виявлення ефективності антиоксидантів проводили з використанням як модельної системи свинячого шпику охолодженого або замороженого. Для цього свинячий шпик подрібнювали на високошвидкісному подрібнювачі, додаючи фітоекстракти розмарину і зеленого чаю в дозуваннях від 0,012 до 0,2% до маси шпику. Для інтенсифікації біохімічних процесів зберігання зразків проводили при температурі 4±2°C тривалістю до 14 діб.

## 2.2 Методи дослідження

При виконанні досліджень використовувалися стандартні та загальноприйняті фізико-хімічні та мікробіологічні методи досліджень.

Для характеристики м'ясної сировини, напівфабрикатів у процесі зберігання та антиоксидантних екстрактів визначали хімічний склад стандартними методами:

- масову частку вологи – за ДСТУ ISO 1442:2005 «М'ясо та м'ясні продукти. Метод визначення масової частки вологи» [13];
- масову частку білка – методом К'ельдаля за ГОСТ 25011 «М'ясо та м'ясні продукти. Методи визначення білка»[19];
- масову частку жиру – екстракцією ефіром в апараті Сокслета за ДСТУ ISO 1443:2005 «М'ясо та м'ясні продукти. Методи визначення жиру» [19];
- масову частку хлористого натрію – за ДСТУ ISO 1841-2:2004 «М'ясні продукти. Методи визначення хлористого натрію» [13];
- масову частку мінеральних речовин [19];
- вміст вуглеводів визначали розрахунковим шляхом по різниці;
- рН визначали у водній витяжці за допомогою рН-метра HANNA [13];
- кислотність – за ДСТУ 4437:2005 «Напівфабрикати м'ясні та м'ясорослинні січені. Технічні умови. Зі змінами та поправками» [13];
- активність води для заморожених зразків після їх розморожування визначалася на приладі HQS-2 «Nagyness system» відповідно до ISO 21807:2004 «Мікробіологія харчових продуктів та кормів для тварин. Визначення активності води» [13].

Органолептичний аналіз рублених м'ясних напівфабрикатів проводився після термічної обробки зразків за такими показниками: зовнішній вигляд, колір, запах, консистенція, смак та соковитість [13].

Показники оцінювалися за п'ятибальною шкалою згідно ДСТУ 4823.2:2007 «Продукти м'ясні. Органолептичне оцінювання показників якості. Частина 2. Загальні вимоги. З поправкою» [19]: 5 - відмінне якість ; 4 - гарне; 3 - задовільний; 2 – погане; 1 – дуже погане.

Під час проведення дегустації особлива увага приділялася виявленню ознак окислювального псування, які з'являлися під час зберігання. Виявлення цих ознак слугувало сигналом для припинення експерименту.

Динаміка окислювального псування ліпідів зразків визначалася за показниками кислотних і перекисних чисел [13, 19]. Залежно від тривалості експерименту та умов зберігання, ці показники вимірювалися відразу після 24 годин (щоденно) до 30 діб.

Методика визначення кислотних і перекисних чисел була змінена щодо проведення вимірювань безпосередньо на місці. Зразки висушувалися безводним сульфатом натрію  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , і ліпіди екстрагувалися хлороформом. Кислотні та перекисні числа визначалися безпосередньо на місці, визначаючи вміст жиру в них. Визначення маси жиру на місці проводили після видалення хлороформу. Далі вимірювання здійснювалися за стандартними методиками.

Висновки по розділу.

В розділі надано характеристику використаної сировини для виробництва м'ясних рублених напівфабрикатів. Також визначені збагачувальні компоненти, що вносяться до складу м'ясних рублених напівфабрикатів – екстракти зеленого чаю та розмарину. Описано рецептуру, яку використовували за основу при виробництві м'ясних рублених напівфабрикатів.

Описано та надано посилання на методи, що використовувались при виконанні досліджень – стандартні та загальноприйняті фізико-хімічні та мікробіологічні методи досліджень. Під час проведення дегустації особлива увага приділялася виявленню ознак окислювального псування, які з'являлися під час зберігання. Динаміка окислювального псування ліпідів зразків визначалася за показниками кислотних і перекисних чисел



### 3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

#### 3.1 Дослідження хімічного складу м'ясних рублених напівфабрикатів

До складу м'ясної сировини, що використовується при виробництві рублених напівфабрикатів, крім м'язової тканини, що є необхідним його компонентом, в різних кількостях можуть входити різновиди сполучної тканини: пухка, щільна, жирова, хрящова.

У табл. 3.1 наведені дані, «що характеризують основний хімічний склад м'яса тварин і птахів різного ступеня відгодівлі (склад свинини дано без шпику)» [13].

Таблиця 3.1 – Хімічний склад м'ясної сировини

| Вид м'яса | Хімічний склад, % |          |         |           |
|-----------|-------------------|----------|---------|-----------|
|           | білок             | жир      | зола    | вода      |
| Яловичина | 15,6-21,1         | 3,8-22,9 | 0,8-1,1 | 58,5-74,0 |
| Свинина   | 15,1-20,1         | 6,3-35,0 | 0,8-0,9 | 49,0-72,3 |
| Курятина  | 18,5-21,5         | 9,3-22,5 | 0,9-1,1 | 58,4-68,3 |
| Індички   | 20,6-22,5         | 4,8-22,9 | 1,0-1,1 | 55,5-73,5 |

Як видно з табл. 3.1, м'ясна сировина є неоднорідним за складом, особливо за вмістом жиру. Сировина, що надходить на підприємства, для виготовлення рублених напівфабрикатів являє собою яловичину і свинину (обріз) з вмістом 80-70% м'язової та 20-30% жиркової та сполучної тканини. Як жировмісна сировина для надання соковитості готовому продукту, використовується свинячий шпик (хребтовий або бічний).

Виготовлення напівфабрикатів проводили з м'ясної сировини – свинини, яловичини, свинячого шпику з додаванням технологічних та ароматичних інгредієнтів. Вміст м'ясної сировини становив 60%, що дозволяє віднести ці

напівфабрикати до групи м'ясних напівфабрикатів, вміст м'язової тканини становив 40%, що відповідає напівфабрикатам категорії В.

Відповідно до ДСТУ 4437:2005 «Напівфабрикати м'ясні та м'ясо-рослинні посічені. Технічні умови» м'ясні напівфабрикати, що належать до групи м'ясних напівфабрикатів категорії В, повинні характеризуватись наступними показниками: вміст білка не менше 10%, вміст жиру не більше 50%. При виробництві такої жиромісткої продукції природно очікувати інтенсивного розвитку в продукті гідролітичних і окислювальних процесів зі зростанням кількостей вільних жирних кислот, перекисів і карбонільних сполук за схемою розгалужених ланцюгових реакцій.

При проведенні експериментальних робіт напівфабрикати (котлети) мали наступний хімічний склад (табл. 3.2): вміст води від 57 до 63%, білка від 12 до 19%, жиру від 13 до 26%. Кількісний вміст жиру насамперед визначається хімічним складом сировини, що використовується на виробництво напівфабрикатів.

Таблиця 3.2 – Хімічний, склад рублених м'ясних напівфабрикатів

| Номери зразків | Вміст, % |          |           |            |                     |
|----------------|----------|----------|-----------|------------|---------------------|
|                | води     | білка    | жиру      | вуглеводів | мінеральних речовин |
| 1              | 62,9±1,3 | 18,8±1,1 | 13,2±0,9  | 2,9±0,5    | 2,2±0,2             |
| 2              | 59,1±3,4 | 17,0±2,6 | 17,2±4,6  | 2,8±0,5    | 3,8±0,6             |
| 3              | 57,3±2,4 | 12,7±0,8 | 25,5±1,2  | 1,8±0,5    | 2,6±0,2             |
| 4              | 60,2±1,2 | 14,3±0,7 | 19; 5±1,1 | 3,2±0,5    | 2,9±0,2             |

Традиційно у виробництві напівфабрикатів як недорогого продукту широкого споживання використовується сировина не найвищої категорії: м'ясний обріз (свинина, яловичина) з підвищеним вмістом жиру, а так само інша сировина, що містить жири (шпик свинячий, жир-сирець, жир яловичий).

В результаті у складі сировини виявляється високий вміст жирової тканини, а в продукті багато жиру.

Хоча в тваринних жирах переважають насичені жирні кислоти, відсутність природних антиокислювачів у свинячому шпику і жирі і присутність гемових пігментів у яловичині і свинині роблять жирову фракцію напівфабрикатів нестійкою при холодильному зберіганні.

### 3.2 Визначення зміни якості напівфабрикатів в процесі зберігання

Не можна уникнути погіршення якості та псування харчових продуктів, але можна сповільнити ці процеси. Для цього необхідно правильно підбирати рецептури, методи технологічної обробки, упаковки, зберігання та транспортування харчових продуктів.

Зміни фізичної природи в м'ясних продуктах включають міграцію вологи або масообмін його компонентів. Втрата вологи може стати проблемою навіть для харчових продуктів глибокого заморожування. Фізичне псування харчових продуктів також може виникнути через руйнування емульсії.

Хімічні реакції або деградаційні реакції їх хімічних компонентів, таких як білки (протеїни), жири (ліпіди) та вуглеводи, є ще однією причиною псування харчових продуктів. Швидкість цих реакцій залежить від багатьох чинників: активності води, температури зберігання, рН, освітлення чи наявності кисню. Продукти хімічних реакцій впливають на колір, смак, аромат та/або текстуру харчового продукту. Багато різних ферментів мають різну каталітичну активність.

Реакції окислення, спричинені політичними ферментами або ферментативним гідролізом, є причиною псування жирів. Основне серед них - окислення ліпідів (окислювальне прогоркання), яке відбувається в багатьох ліпідсодержащих продуктах.

Активний кисень, що взаємодіє з ненасиченими жирами, може розчинятися у жирі, перебувати у вільному просторі тари або проникати крізь

упаковку під час зберігання. Крім того, світло та тепло активізують процеси окислення.

Для запобігання окисленню харчові продукти іноді доповнюють антиоксидантами. М'ясні напівфабрикати містять всі компоненти, необхідні для здійснення фізичних, хімічних та мікробіологічних перетворень. Активність води, подібно більшості свіжих харчових продуктів, досягає рівня 0,95. Ліпідоксидази значно прискорюють ферментативне окиснення ненасичених жирів у ділянці значень активності води вище 0,3. Рівень рН у м'ясних напівфабрикатах знаходиться в межах 6,0-6,5, що також сприяє розвитку мікроорганізмів та дії їх ферментів.

При тривалому зберіганні заморожених м'ясних напівфабрикатів, основним мітуючим фактором є окислення ліпідів та накопичення перекисів, гідроперекисів і вторинних продуктів окислення, таких як спирти, альдегіди, кетони і інші. Поріг сприйняття (мінімальна концентрація, що відчувається органами почуттів людини) у цих сполук досить низький. Для запобігання окисленню в харчові продукти іноді додають антиоксиданти.

Результати дослідження показників псування ліпідів при зберіганні м'ясних рублених напівфабрикатів наведено в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Динаміка показників псування ліпідів м'ясних напівфабрикатів

| Показник  | Температура зберігання, °С |       |                                    |         |
|---|----------------------------|-------|------------------------------------|---------|
|   | Охолоджені,<br>4±2°С       |       | Заморожені,<br>не вище мінус 18 °С |         |
|   | 0 діб                      | 7 діб | 0 діб                              | 180 діб |
| Кислотне число, мг КОН на 1 г жиру                  | 2,73                       | 3,14  | 2,29                               | 3,85    |
| Перекисне число, ммоль активного кисню на 1 кг жиру | 3,63                       | 5,52  | 0                                  | 51,2    |

Дослідження якості м'ясних напівфабрикатів (котлетної групи) в процесі зберігання при температурі  $4\pm 2^{\circ}\text{C}$  (оходжених) і температурі не вище мінус  $18^{\circ}\text{C}$  (заморожених) виявили інтенсивне протікання в ліпідах гідролітичних і окисних процесів, що супроводжуються зміною кислотного і перекисного чисел, при рівнях вмісту ліпідів у продукті не вище 25,5%.

Для охолоджених напівфабрикатів важливу роль у процесі зберігання грають мікрофлора і рівні ферментів, що виділяються нею. Тому на окислення ліпідів охолоджених напівфабрикатів поряд з ферментами сировини впливають ферменти мікроорганізмів. У заморожених напівфабрикатах у процесі зберігання значного зростання мікрофлори не відбувається.

Відразу після заморожування зразків, тобто на початковому етапі зберігання, в них не було зафіксовано перекисів. Проте, після 180 діб зберігання перекисне число досягло 51,2 ммоль активного кисню на кілограм, що значно перевищує допустимі межі для харчової продукції (не більше 10 ммоль активного кисню на кілограм). Інтенсивне накопичення в заморожених напівфабрикатах вільних жирних кислот, перекисів і карбонільних з'єднань внаслідок зміни ліпідної фракції супроводжується появою небажаного смаку та запаху прогоркання жиру у продукті.

Органолептична оцінка якості заморожених напівфабрикатів вже після 90 діб зберігання виявила наявність у них смаку та запаху "старого жиру". Усе це свідчить про те, що саме окислення ліпідів після їх гідролізу є обмежуючим фактором при зберіганні заморожених м'ясних продуктів, включаючи рублені м'ясні напівфабрикати.

### 3.3 Дослідження активності води у м'ясних рублених напівфабрикатах

Для характеристики можливої здатності до зберігання рублених заморожених м'ясних напівфабрикатів при експериментах було проведено дослідження активності води як для контрольних, так і для вироблених з екстрактами розмарину і зеленого чаю (дозування відповідно 0,1% і 0,05% до

маси фаршу. Результати наведено в табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Активність води у м'ясних напівфабрикатах

| Зразок  | Активність води,<br>ум.од. |
|---|----------------------------|
| Контроль (без фітоекстракту)                    | 0,983                      |
| З екстрактом розмарину (виробництво Danisco)    | 0,982                      |
| З екстрактом зеленого чаю (виробництво Danisco) | 0,984                      |
| З екстрактом розмарину (виробництво Extractive) | 0,984                      |

Отримані результати показують, що у всіх зразках м'ясних рублених напівфабрикатів активність води навіть вище 0,95, тобто рівня, характерного для всіх свіжих продуктів. Ліпідоксидази ж, як було сказано, раніше значно прискорюють ферментативне окислення ненасичених жирів в області значень активності води вище 0,3.

Відмінностей між контрольним зразком та зразками з екстрактами не встановлено. Внесення антиоксидантних екстрактів не вплинуло на активність води, тобто практично не має підстав очікувати припинення або гальмування розвитку мікрофлори в рублених м'ясних напівфабрикатах при створенні певних температурних умов.

Дослідження вмісту мікробіологічного обсіменіння заморожених м'ясних напівфабрикатів у процесі зберігання наведено в табл. 3.5.

Таблиця 3.5 – Зміна мікробіологічної обсіменіння заморожених м'ясних напівфабрикатів у процесі зберігання

| Зразок заморожених напівфабрикатів | Тривалість зберігання зразків,<br>доба |                  |
|------------------------------------|--|------------------|
|                                    | 0                                      | 180              |
| Контроль без антиоксидантів        | $6,8 \cdot 10^4$                       | $5,8 \cdot 10^3$ |

Продовження табл. 3.5

| Зразок заморожених напівфабрикатів | Тривалість зберігання зразків, доба |                  |
|------------------------------------|-------------------------------------|------------------|
|                                    | 0                                   | 180              |
| З екстрактом розмарину (0,1%)      | $6,7 \cdot 10^4$                    | $5,0 \cdot 10^3$ |
| З екстрактом зеленого чаю (0,05%)  | $4,6 \cdot 10^4$                    | $8,5 \cdot 10^3$ |

Як видно з табл. 3.5, у заморожених зразках до 6 місяців зберігання, як показали дослідження, КМАФАнМ значно нижче допустимої межі  $(5,8-8,5) \cdot 10^3$  при допустимому рівні не вище  $5 \cdot 10^6$  КУО/г.

У ході дослідження встановлено, що фізико-хімічні зміни у заморожених м'ясних напівфабрикатах при стабільному температурному режимі зберігання відбуваються повільно (табл. 3.6).

Таблиця 3.6 – Зміна вмісту води у заморожених м'ясних напівфабрикатах у процесі зберігання

| Зразок заморожених напівфабрикатів | Тривалість зберігання зразків, місяців |      |      |      |      |      |      |
|------------------------------------|--|------|------|------|------|------|------|
|                                    | 0                                      | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    |
| Контроль без антиоксидантів        | 62,2                                   | 60,0 | 59,4 | 60,1 | 60,2 | 60,4 | 59,9 |
| З екстрактом розмарину (0,1%)      | 61,1                                   | 60,8 | 60,4 | 60,0 | 60,0 | 60,2 | 60,6 |
| З екстрактом зеленого чаю (0,05%)  | 60,3                                   | 60,4 | 61,4 | 61,2 | 61,2 | 61,0 | 59,9 |

Так, вміст води за 6 місяців зберігання у контрольному зразку знизився на 3,7%, а у зразках з екстрактами розмарину – на 1,5%, з екстрактом зеленого чаю – на 0,7-1,0% від первісного значення (табл. 3.6). Вода, що випаровується, у вигляді снігу збирається на внутрішній стороні полімерної

упаковки. Таким чином для зберігання якості заморожених напівфабрикатів у процесі їх зберігання, основним завданням є стабілізація ліпідів, якій може сприяти введення в їх склад антиоксидантів.

Найбільш перспективним і доцільним напрямком є використання для цих цілей рослинних екстрактів з антиоксидантними властивостями.

3.4 Дослідження антиоксидантних властивостей екстракту розмарину та зеленого чаю на зразках свинячого шпику

#### 3.4.1 Екстракт розмарину

З вибраних екстрактів два зразки є екстрактами розмарину різних виробників (Danisco, Extractive). Для порівняння ефективності було проведено дослідження впливу цих фітодобавок на швидкість окислення ліпідів. Як модельну систему використовували свинячий шпик (масова частка жиру -  $82,6 \pm 0,5\%$ , білка -  $1,4 \pm 0,1\%$ ). Експеримент був поставлений з метою виключення впливу білкових та інших компонентів продукції на протікання процесів гідролізу та окислення ліпідів.

Фіксували зміни кислотного числа (КЧ), що характеризує гідролітичний розпад ліпідів, та перекисного числа (ПЧ), що характеризує накопичення первинних продуктів розпаду ліпідів.

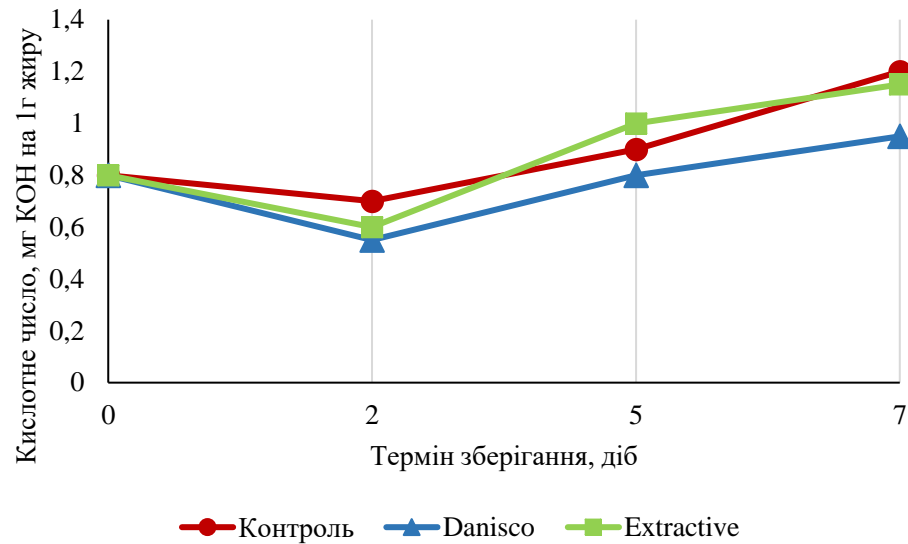
У охолоджений свинячий шпик при подрібненні на кутері вносили екстракти розмарину виробництва Danisco, Extractive у кількостях 0,2 та 0,01% до маси сировини відповідно.

Контрольним служив зразок без додавання екстракту розмарину. З метою прискорення окисних процесів температурний режим було прийнято  $4 \pm 2^\circ\text{C}$ . Окисні процеси в шпику оцінювали протягом 7-ми діб.

Отримані результати дослідження зміни кислотного числа та перекисного числа наведено на рис 3.1.



а



б

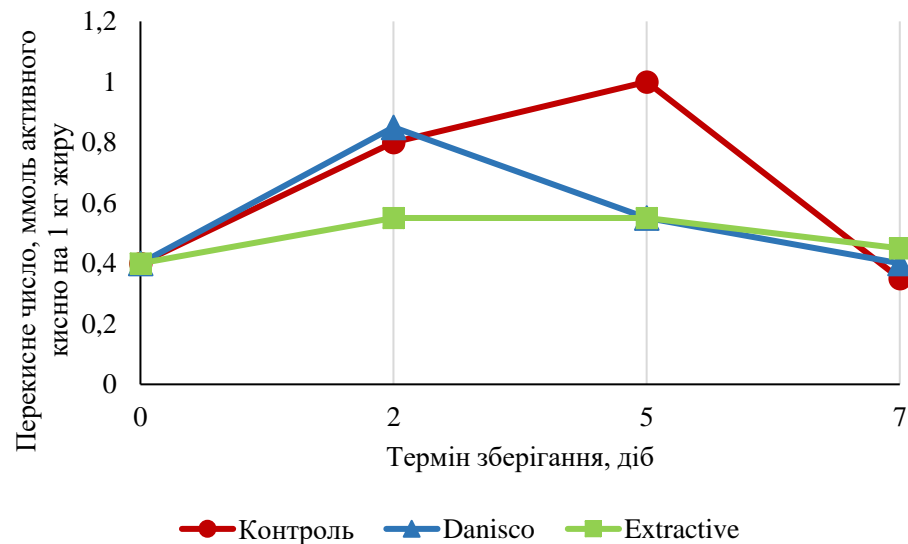


Рисунок 3.1 – Зміна при холодильному зберіганні при  $4\pm 2^{\circ}\text{C}$  кислотного (а) та перекисного (б) чисел у ліпідах свіжого свинячого шпику

Експерименти не виявили значних відмінностей у змінах кислотного та перекисного числа. Щоправда, у контрольному зразку фіксується зростання перекисного числа на 5 добу при деякому зниженні у цей термін кислотного числа з допомогою витрачання вільних жирних кислот на утворення пероксидів. Збільшення рівня пероксидів на другу добу у зразку з розмарином фірми Danisco також поєднується з мінімальним значенням кислотного числа в цей період.

Результати подібного експерименту, але з використанням того ж замороженого шпику, що попередньо зберігався протягом 30 діб, представлені на рис. 3.2.

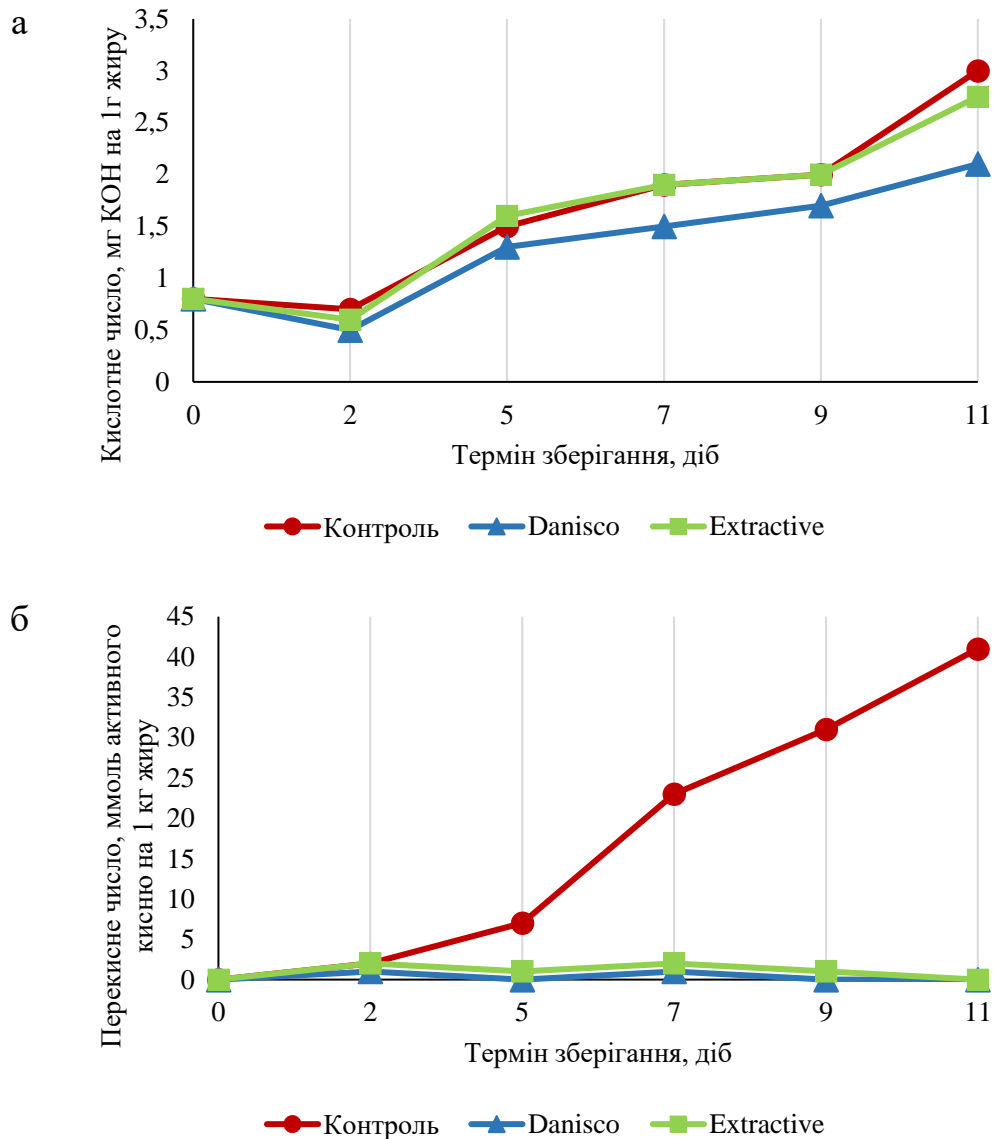


Рисунок 3.2 – Зміна при холодильному зберіганні при  $4\pm 2^{\circ}\text{C}$  кислотного (а) та перекисного (б) чисел у ліпідах у замороженого свинячого шпику

У замороженому шпику, як впливає з даних рис. 3.2, (а), гідролітичні зміни жирової складової протікали приблизно з рівними швидкостями у всіх зразках. Але з накопичення перекисних сполук картина різко відрізняється (рис. 3.2, б). На п'яту добу вміст перекисів у контрольному зразку значно

вищий, ніж у зразках з антиокислювальними екстрактами. Різким зростанням перекисних чисел може бути пояснено і деяке уповільнення накопичення продуктів гідролізу ліпідів у контрольному зразку.

Як правило, накопичення продуктів гідролізу жирів, у тому числі вільних жирних кислот, не впливає на органолептичні показники продукту. Однак гідроліз є небажаним, оскільки вільні жирні кислоти окислюються швидше, ніж нейтральні ліпіди. На відміну від гідролізу, окислення ліпідів супроводжується зниженням біологічної цінності продукту через зниження вмісту поліненасичених жирних кислот, жиророзчинних вітамінів; погіршенням органолептичних показників.

Окислювальні процеси, про які свідчить накопичення пероксидів та гідропероксидів (рис. 3.2, б) найбільш інтенсивні в контрольному 1 зразку (без додавання екстрактів). На 11 добу зберігання, перекисне число ліпідів цього зразка перевищує 41,25 ммоль активного кисню, в той час як у зразках з антиокислювачами, ця величина не перевищує значення 0,65 ммоль активного кисню. У контрольному зразку шпика дуже чітко фіксується запах старого жиру, який зовсім відсутній в експериментальних зразках.

Обидва екстракти розмарину в обраних дозуваннях практично однаково ефективні – у всіх зразках протягом 11-ї доби не виявлено інтенсивного зростання кількості перекисів.

Таким чином, отримані результати свідчать про активні окислювальні процеси в свинячому шпику та ефективність і доцільність використання для запобігання гідролітичних і окислювальних процесів у рублених м'ясних продуктах, призначених для тривалого холодильного зберігання, екстрактів розмарину, що мають виражені антиокислювальні властивості.

Екстракти розмарину різних виробників демонструють подібну ефективність. За ефективністю стабілізації ліпідів встановлено, що екстракт розмарину вітчизняного виробництва (Extractive) не поступається зарубіжним аналогам, а використання при його виробництві CO<sub>2</sub>-екстракції дозволяє отримати препарат, дозування якого може бути значно нижче.

### 3.4.2 Екстракт зеленого чаю

Для визначення ефективного дозування екстракту зеленого чаю були виготовлені зразки напівфабрикатів із дозуваннями 0,05 та 0,1%. Зразки зберігали при температурі  $4\pm 2$  протягом 5 діб.

Порівняння показників гідролітичного та окислювального псування ліпідів цих зразків представлено на рис. 3.3.

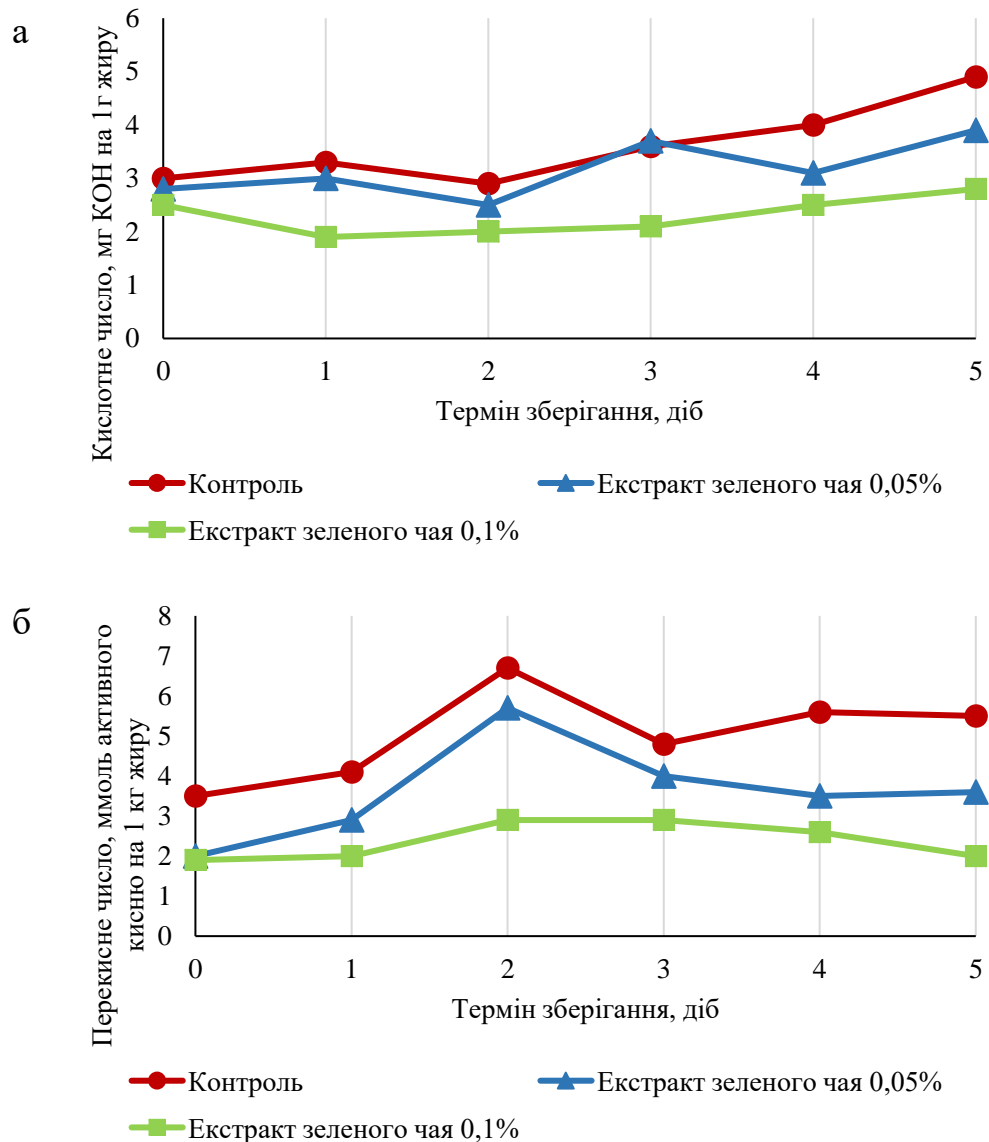


Рисунок 3.3 – Динаміка кислотного (а) та перекисного (б) ліпідів напівфабрикатів у процесі зберігання

Дослідження ліпідів зразків напівфабрикатів з дозуванням екстракту зеленого чаю 0,05 і 0,1% показало велику антиоксидантну ефективність дозування 0,1% як для гідролітичних, так і для окислювальних процесів.

Характер цих змін аналогічний: плавне зростання кислотних чисел у всіх зразках, з деяким падінням на другу добу, коли фіксується інтенсифікація пероксидних перетворень. На 5-ту добу значення кислотних чисел становили 3,86 і 2,69 мг КОН/г, перекисних - 3,64 і 1,92 ммоль активного кисню на 1 кг відповідно.

Найінтенсивніші зміни фіксуються в контрольному зразку. Хоча при дозуванні в 0,1% спостерігається найбільший антиокислювальний ефект екстракту зеленого чаю, це дозування не може бути прийняте. При зіставленні специфічних біохімічних параметрів та органолептичних властивостей м'ясних продуктів з цим дозуванням екстракту зеленого чаю, при дегустації за участю фахівців кафедри харчових технологій, було встановлено зміна органолептичних властивостей продукту.

У всіх зразках явних ознак окислення ліпідів не виявлено. Дегустаторами зверталася увага на можливі присмаки та запахи, які пов'язані з внесенням екстракту зеленого чаю, що володіє органолептичними, «терпкими» властивостями. Вміст дубильних речовин в цьому екстракті 35-37% (за даними виробника).

Зовнішній вигляд усіх трьох зразків визнаний добрим, без відмінностей. По смаку та запаху в котлетах зразка №1 (внесено 0,03% екстракту зеленого чаю) відчувається лише м'ясний смак та аромат. У котлетах зразка №2 (внесено 0,05% екстракту зеленого чаю до маси фаршу) відчувається легкий аромат і смаковий відтінок зеленого чаю, що не тільки не погіршує характеристики продукції, але надає їй деякої свіжості. Добре доповнюється смак та аромат м'яса. В зразку №3 (внесено 0,1% екстракту зеленого чаю) дегустаторами відзначений інтенсивний присмак зеленого чаю, навіть деяка терпкість, що не характерна для м'ясної продукції. За органолептичними ознаками кращим визнано зразок №2, до якого внесено 0,05% екстракту зеленого чаю. Зразок №1 специфічних характеристик не має, але внесення екстракту у кількості 0,03% до маси фаршу не дає технологічного ефекту.

На підставі оцінки органолептичних характеристик представлених зразків, їх зовнішнього вигляду, смаку та аромату, а також даних щодо дослідження антиокислювального ефекту екстракту зеленого чаю в охолоджених напівфабрикатах, рекомендується внесення при приготуванні м'ясних рублених напівфабрикатів екстракту зеленого чаю в кількості 0,05% до маси фаршу. При використанні екстракту зеленого чаю в дозуванні 0,1% до маси фаршу хоча більш ефективно гальмуються гідролітичні та окислювальні процеси (рис. 3.3), але органолептично така кількість добавки екстракту проявляється негативно в м'ясних напівфабрикатах, надаючи їм терпкий присмак зеленого чаю.

Таким чином, для стабілізації ліпідів охолоджених і заморожених напівфабрикатів допустиме дозування екстракту зеленого чаю встановлюється на рівні 0,05% до маси фаршу. Екстракт зеленого чаю має дуже високу антиокислювальну активність, яка визначається з поліфенолами (катехінами), що містяться в ньому.

#### Висновки по розділу.

Встановлено, що дослідні м'ясні рублені напівфабрикати (котлети) мали наступний хімічний склад: вміст води від 57 до 63%, білка від 12 до 19%, жиру від 13 до 26%. Кількісний вміст жиру насамперед визначається хімічним складом сировини, що використовується на виробництво напівфабрикатів.

Дослідження якості м'ясних напівфабрикатів (котлетної групи) в процесі зберігання при температурі  $4\pm 2^{\circ}\text{C}$  (охолоджених) і температурі не вище мінус  $18^{\circ}\text{C}$  (заморожених) виявили інтенсивне протікання в ліпідах гідролітичних і окисних процесів, що супроводжуються зміною кислотного і перекисного чисел, при рівнях вмісту ліпідів у продукті не вище 25,5%.

При дослідженні активності води у м'ясних рублених напівфабрикатах відмінностей між контрольним зразком та зразками з екстрактами не встановлено. При цьому всіх зразках м'ясних рублених напівфабрикатів

активність води навіть вище 0,95, тобто рівня, характерного для всіх свіжих продуктів.

У заморожених зразках до 6 місяців зберігання, як показали дослідження, КМАФАнМ значно нижче допустимої межі  $(5,8-8,5) \cdot 10^3$  при допустимому рівні не вище  $5 \cdot 10^6$  КУО/г.

Встановлено, що вміст вологи за 6 місяців зберігання у контрольному зразку знизився на 3,7%, а у зразках з екстрактами розмарину – на 1,5%, з екстрактом зеленого чаю – на 0,7-1,0% від первісного значення.

Не виявлено значних відмінностей у змінах кислотного та перекисного числа у м'ясних рублених напівфабрикатах при додавання екстракту розмарину в кількості 0,2% до маси сировини.

За ефективністю стабілізації ліпідів встановлено, що екстракт розмарину вітчизняного виробництва (Extractive) не поступається зарубіжним аналогам, а використання при його виробництві CO<sub>2</sub>-екстракції дозволяє отримати препарат, дозування якого може бути значно нижче.

На підставі оцінки органолептичних характеристик представлених зразків, їх зовнішнього вигляду, смаку та аромату, а також даних щодо дослідження антиокислювального ефекту екстракту зеленого чаю в охолоджених напівфабрикатах, рекомендується внесення при приготуванні м'ясних рублених напівфабрикатів екстракту зеленого чаю в кількості 0,05% до маси фаршу.

При використанні екстракту зеленого чаю в дозуванні 0,1% до маси фаршу хоча більш ефективно гальмуються гідролітичні та окислювальні процеси, але органолептично така кількість добавки екстракту проявляється негативно в м'ясних напівфабрикатах, надаючи їм терпкий присмак зеленого чаю.

## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

### 4.1 Розробка картки безпеки праці

Виробництво м'ясних рублених напівфабрикатів вимагає особливої уваги до організації охорони праці, оскільки воно пов'язане з рядом специфічних ризиків та умов праці.

«На керівника підприємства покладається відповідальність за організацію та проведення заходів з охорони праці» [61]. Він забезпечує дотримання на підприємстві встановлених законом умов праці і несе відповідальність за будь-який збиток, заподіяний працівникам під час трудової діяльності. «Керівник підприємства визначає осіб, відповідальних за стан і організацію робіт з охорони праці» [61].

«Об'єктом керування є безпека праці на робочих місцях, ділянках, цехах та в цілому на підприємстві» [61]. Це включає управління умовами праці, організацією праці, параметрами технологічних процесів, робочими режимами обладнання та засобами колективного захисту з метою створення безпечних умов праці для всіх працюючих на підприємстві.

Керування охороною праці здійснюється через виконання різноманітних функцій, таких як:

- «планування та координація робіт з охорони праці;
- контроль за станом умов праці;
- забезпечення матеріально-технічними ресурсами і санітарно-побутовим обслуговуванням;
- аналіз безпеки, контроль за виконанням робіт з охорони праці;
- навчання працівників з безпеки та забезпечення безпеки обладнання, процесів і будівель;
- нормалізація санітарно-гігієнічних умов праці;
- забезпечення засобами індивідуального захисту та іншими заходами» [61].



Для підвищення уваги працівників до безпечних умов праці було розроблено пам'ятку з охорони праці для працівників цеху з виготовлення м'ясних рублених напівфабрикатів (рис. 4.1).

| <b>1. Безпека обладнання і робочих місць</b>   |   |
|--|---|
| 1.1 Ретельна перевірка та технічне обслуговування обладнання для забезпечення безпеки його експлуатації.             | 1.2 Організація робочих місць таким чином, щоб уникнути травматичних ситуацій та надмірного фізичного навантаження працівників. |
| <b>2. Освіта та навчання працівників</b>   |   |
| 2.1 Проведення систематичних інструктажів з охорони праці та техніки безпеки для всіх працівників.                   | 2.2 Навчання працівників правильним технікам роботи та використання обладнання.   |
| <b>3. Заходи з попередження травматизму</b>  |   |
| 3.1 Впровадження заходів з попередження випадків поранень та травматизму на робочому місці.                          | 3.2 Забезпечення працівників відповідними засобами індивідуального захисту (захисна одяг, респіратори тощо).                    |
| <b>4. Санітарно-гігієнічні умови</b>   |   |
| 4.1 Забезпечення належних санітарно-гігієнічних умов на виробництві.   | 4.2. Регулярне прибирання та дезінфекція робочих приміщень для запобігання ризику зараження.                                    |
| <b>5. Контроль якості та безпеки продукції</b>   |   |
| 5.1 Впровадження системи контролю якості продукції з урахуванням вимог безпеки харчових продуктів.                   | 5.2 Проведення аналізу та визначення параметрів, що можуть впливати на безпеку та якість продукції.                             |
| <b>6. Аварійна готовність та надзвичайні ситуації</b>  |   |
| 6.1 Розробка та практичне введення планів дій у випадку аварійних ситуацій.  | 6.2 Проведення тренувань для працівників щодо взаємодії у надзвичайних ситуаціях.   |
| <b>7. Дотримання стандартів та правил</b>  |   |
| 7.1 Виконання вимог та нормативів щодо охорони праці, встановлених відповідними законодавчими актами та стандартами. |   |

Рисунок 4.1 – Розроблена пам'ятка з охорони праці

Розробка пам'ятки з охорони праці є надзвичайно важливою для забезпечення безпеки та здоров'я працівників у різних сферах діяльності.

Пам'ятка містить інформацію щодо правил та процедур, які працівники повинні дотримуватися для забезпечення своєї безпеки. «Вона надає доступну та лаконічну інформацію, спрямовану на уникнення травматичних ситуацій та хвороб, пов'язаних з трудовою діяльністю» [61].

«Пам'ятка служить інструментом для ефективної комунікації між роботодавцем та працівниками щодо важливих аспектів безпеки на роботі [61]. Вона також сприяє попередженню нещасних випадків, травм та професійних захворювань, а також викликає відповідальність усіх сторін у питаннях охорони праці.

#### 4.2 Утилізація відходів виробництва м'ясних рублених напівфабрикатів

Утилізація відходів виробництва м'ясних рублених напівфабрикатів є «критично важливим аспектом сучасного підходу до сталого та екологічно відповідального виробництва у харчовій промисловості» [62]. З урахуванням значного обсягу обробки м'ясної сировини ця галузь має великий потенціал управління відходами таким чином, щоб зменшити вплив на навколишнє середовище та сприяти збереженню ресурсів.

Переробка органічних відходів, таких як кістки, шкіра, хрящі та інші органічні відходи. «Вони можуть бути використані для виробництва желатину, жирів, амінокислот і біопалива» [62]. Це не лише сприяє зменшенню відходів, але й дозволяє використовувати їх у корисних продуктах.

«Деякі відходи можуть служити сировиною для виробництва кормів для тварин, що допомагає уникнути марнотратства та забезпечити додатковий ресурс для інших галузей» [62].

Важливо встановити ефективні системи сортування та переробки відходів на підприємстві. Це включає в себе використання сучасних технологій та обладнання для оптимізації процесів утилізації. «Деякі відходи можуть бути вторинно використані або піддані рециклінгу» [62], таким чином,

зменшуючи негативний вплив на довкілля та підтримуючи концепцію замкненого циклу виробництва.

Застосування сучасних технологій утилізації та рециклінгу, таких як аеробні та анаеробні установки для переробки органічних відходів, а також спеціальні лінії для роздільного збору та вторинного використання матеріалів, може допомогти зменшити вплив виробництва м'ясних рублених напівфабрикатів на навколишнє середовище.

Розробка та впровадження новітніх технологій управління відходами дозволяє підприємствам забезпечити більш ефективну та екологічно чисту утилізацію. «Інноваційні методи утилізації включають в себе переробку органічних відходів на біогаз, біопаливо, або використання їх у виробництві інших продуктів, таких як корм для тварин» [62]. Важливо враховувати всі аспекти екологічної відповідальності та дотримання стандартів утилізації для забезпечення сталого розвитку в галузі виробництва м'ясних рублених напівфабрикатів.

Також «важливо дотримуватися всіх відповідних нормативів та стандартів у сфері утилізації відходів для забезпечення високого ступеня екологічної відповідальності» [62].

Узагальнюючи, розуміння важливості утилізації відходів у виробництві м'ясних рублених напівфабрикатів стає ключовим чинником для розвитку екологічно чистих та ефективних підходів до управління ресурсами.

#### Висновки по розділу.

Розробка пам'ятки з охорони праці є надзвичайно важливою для забезпечення безпеки та здоров'я працівників у різних сферах діяльності. Розроблена пам'ятка містить інформацію щодо правил та процедур, які працівники повинні дотримуватися для забезпечення своєї безпеки. З урахуванням значного обсягу обробки м'ясної сировини ця галузь має великий потенціал управління відходами таким чином, щоб зменшити вплив на навколишнє середовище та сприяти збереженню ресурсів.

## 5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Розрахунки в розділі Організаційно-економічна частина проводяться з метою визначення розмірів витрат дослідження та економічної доцільності роботи в цілому.

### 5.1 Організація досліджень

#### 5.1.1. План проведення дослідження

«Одним із найбільш поширених методів планування роботи на дослідженням є використання сітьового графіку, побудова якого здійснюється з використанням етапів» [63], наведених в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – План проведення дослідження

| Шифр робіт i-j | Найменування робіт  | Тривалість робіт $t_{ij}$ , (дні) |
|----------------|---|-----------------------------------|
| 1-2            | Визначення теми магістерської роботи  | 2                                 |
| 2-3            | Вивчення стану питання з обраної теми   | 15                                |
| 3-4            | Складання графіку виконання експериментальних досліджень                      | 3                                 |
| 4-5            | Дослідження хімічного складу м'ясних рублених напівфабрикатів                 | 3                                 |
| 5-6            | Визначення зміни якості напівфабрикатів в процесі зберігання                  | 10                                |
| 6-7            | Дослідження активності води у м'ясних рублених напівфабрикатах                | 10                                |
| 7-8            | Дослідження антиоксидантних властивостей екстракту розмарину                  | 10                                |
| 8-9            | Дослідження антиоксидантних властивостей екстракту зеленого чаю               | 5                                 |
| 7-10           | Аналіз отриманих результатів (побудова та опис таблиць, графіків та ін.)      | 1                                 |
| 8-10           |   | 1                                 |
| 9-10           |   | 1                                 |
| 10-11          | Формулювання висновків по роботі на основі результатів                        | 5                                 |
| 11-12          | Складання демонстраційного матеріалу для оприлюднення результатів дослідження | 4                                 |

### 5.1.2 Побудова сітьового графіка

Відповідно до плану проведення дослідження було побудовано «сітьовий графік (рис.5.1) – графічна модель комплексу робіт, у якій точно до деталей визначається логічний взаємозв'язок між ними» [63].

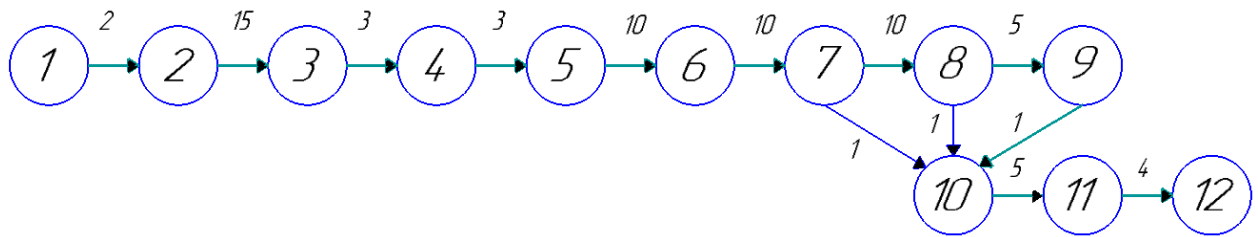


Рисунок 5.1 – Сітьовий графік проведення дослідження

«На основі сітьового графіка здійснюється планування, оптимізація і керування процесом виконання всього комплексу робіт» [83]. Для цього складаються тривалості робіт ( $t_{ij}$ ):

$$L^1_{1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12}=2+15+3+3+10+10+10+5+1+5+4=68 \text{ днів};$$

$$L^2_{1-2-3-4-5-6-7-8-9-11-12}=2+15+3+3+10+10+10+1+5+4=63 \text{ днів};$$

$$L^3_{1-2-3-4-5-6-7-8-11-12}=2+15+3+3+10+10+1+5+4=53 \text{ днів}.$$

Шлях, що має максимальну тривалість є критичним ( $L_{кр}$ ). У даному випадку критичними є перший шлях, тобто  $L_{кр}=L^1_{1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12}$ .

Наступним етапом розраховуються параметри сітьової моделі:

- «ранній термін здійснення події ( $T_i^p$ );
- пізній термін здійснення події ( $T_i^n$ )» [83].

Резерв шляху розраховується за формулою (5.1):

$$R_i = T_i^n - T_i^p \quad (5.1)$$

де  $R_i$  – резерв шляху;

$T_i^n$  – пізній термін здійснення події;

$T_i^p$  – ранній термін здійснення події.

Отримані дані розрахунку наведені в табл.5.2.

Таблиця 5.2 – Терміни здійснення подій (ранній і пізній) і резерв шляху

| Номер події | $T_i^p$ , дні | $T_i^n$ , дні | $R_i$ , дні |
|-------------|---------------|---------------|-------------|
| 1           | 0             | 0             | 0           |
| 2           | 2             | 2             | 0           |
| 3           | 17            | 17            | 0           |
| 4           | 20            | 20            | 0           |
| 5           | 23            | 23            | 0           |
| 6           | 33            | 33            | 0           |
| 7           | 43            | 43            | 0           |
| 8           | 53            | 53            | 0           |
| 9           | 58            | 58            | 0           |
| 10          | 59            | 59            | 0           |
| 11          | 64            | 64            | 0           |
| 12          | 68            | 68            | 0           |

Далі визначаються резерви часу:

а) повний резерв часу роботи ( $R_{ij}^n$ ):

$$R_{ij}^n = T_j^n - T_i^n - t_{ij}, \quad (5.2)$$

де  $t_{ij}$  – тривалість роботи.

б) «вільний резерв часу роботи ( $R_{ij}^s$ ) розраховується по формулі (5.3)» [63]:

$$R_{ij}^s = T_j^p - T_i^p - t_{ij}, \quad (5.3)$$

«Коефіцієнт напруженості робіт дозволяє судити про те, наскільки вільно можна мати у своєму розпорядженні наявні резерви. Коефіцієнт напруженості робіт ( $K_{ij}^n$ ) визначається по формулі (5.4)» [63]:

$$K_{ij}^n = \frac{L_{\max ij} - t_{ij}}{L_{кр} - t_{ij}}, \quad (5.4)$$

де  $L_{max,ij}$  – довжина максимального шляху, що проходить через дану роботу;  
 $L_{Kp}$  – критичний шлях.

Проводимо розрахунок для всіх робіт, а результати заносимо в табл.5.3.

Таблиця 5.3 – Результати розрахунку вільного, повного резервів та коефіцієнту напруженості

| Шифр робіт,<br>i-j | Вільний резерв,<br>$R_{ij}^e$ , (дні) | Повний резерв,<br>$R_{ij}^n$ , (дні) | Коефіцієнт<br>напруженості |
|--------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------|
| 1-2                | 0                                     | 0                                    | 0,00                       |
| 2-3                | 0                                     | 0                                    | 0,04                       |
| 3-4                | 0                                     | 0                                    | 0,26                       |
| 4-5                | 0                                     | 0                                    | 0,31                       |
| 5-6                | 0                                     | 0                                    | 0,40                       |
| 6-7                | 0                                     | 0                                    | 0,57                       |
| 7-8                | 0                                     | 0                                    | 0,74                       |
| 8-9                | 0                                     | 0                                    | 0,84                       |
| 7-10               | 15                                    | 15                                   | 0,64                       |
| 8-10               | 5                                     | 5                                    | 0,79                       |
| 9-10               | 0                                     | 0                                    | 0,87                       |
| 10-11              | 0                                     | 0                                    | 0,94                       |
| 11-12              | 0                                     | 0                                    | 1,00                       |

Важливо відзначити, що «використання сітьового графіку спрямоване на ефективне організування заходів, проведення аналізу, моделювання та, у разі виявлення помилок, коригування плану з метою оптимізації витрат часу та коштів» [63]. Аналіз утвореного сітьового графіка показує, що критичний шлях займає 68 днів. Ця тривалість не перевищує встановлений термін для виконання робіт з дослідження обґрунтування процесу виробництва м'ясних рублених напівфабрикатів з використанням антиоксидантних речовин.

Таким чином, можна вважати, що розроблений сітьовий графік є оптимальним і може бути рекомендований для затвердження та подальшої реалізації.

### 5.1.3 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження

«До витрат, які пов'язані з проведенням дослідження відносяться: витрати на основні матеріали, електроенергію, нарахування на заробітну плату, амортизацію, накладні витрати» [63].

Витрати на основні матеріали, затрачені на проведення дослідження, розраховують по формулі (5.5):

$$M = \sum m_i \cdot C_i, \quad (5.5)$$

де  $m_i$  – кількість витраченого  $i$ -го матеріалу;

$C_i$  – ціна одиниці  $i$ -го матеріалу, грн.

Розрахунок необхідної кількості матеріалів і їх вартість приводяться в табл.5.4.

Таблиця 5.4 – Необхідна кількість матеріалів та їх вартість

| Найменування матеріалу, одиниці | Кількість | Ціна за одиницю, грн | Сума, грн |
|---------------------------------|-----------|----------------------|-----------|
| Яловичина 2 сорту, кг           | 5         | 110,00               | 550,00    |
| Свинина н/ж, кг                 | 3         | 259,00               | 777,00    |
| Шпик свинячий, кг               | 2         | 149,00               | 298,00    |
| Вода, л                         | 1         | 20,00                | 20,00     |
| Соевий білок ізольований, уп.   | 1         | 370,00               | 370,00    |
| Соевий білок текстурований, уп. | 1         | 490,00               | 490,00    |
| Сухарі паніровочні, уп.         | 1         | 15,00                | 15,00     |
| Цибуля, кг                      | 1         | 13,90                | 13,90     |
| Сіль, кг                        | 1         | 27,60                | 27,60     |
| Перець чорний мелений, уп.      | 3         | 8,70                 | 26,10     |
| Глутамат натрію E621, уп.       | 1         | 23,00                | 23,00     |
| Суміш фосфатів E450/E451, уп.   | 1         | 35,00                | 35,00     |
| Всього                          |           |                      | 2645,60   |



Розрахунки заробітної плати виконавців дослідження наведені в табл. 5.5.

Таблиця 5.5 – Розрахунок витрат на заробітну плату

| Посада             | Середньо-місячний заробіток, грн | Середньо-годинний заробіток, грн | Кількість людино-годин | Сума, грн |
|--------------------|----------------------------------|----------------------------------|------------------------|-----------|
| Дипломний керівник | 10000,00                         | 70,00                            | 15                     | 1050      |
| Всього             |                                  |                                  |                        | 1050      |

Нарахування на заробітну плату приймаються у розмірі 22 % єдиного соціального внеску. Від загальної суми заробітної платні вони складають:

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

Затрати на витрачену електроенергію визначаються по формулі (5.6):

$$E = M \cdot K \cdot T \cdot a , \quad (5.6)$$

де  $M$  – потужність встановленого електрообладнання, кВт;

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

$T$  – час роботи на обладнанні, год;

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

$$E_{m'ясоруб} = 2,0 \cdot 0,9 \cdot 10 \cdot 2,64 = 47,52 \text{ грн;}$$

$$E_{ел.піч} = 1,2 \cdot 0,9 \cdot 10 \cdot 2,64 = 28,51 \text{ грн;}$$

$$E_{ваг} = 0,8 \cdot 0,5 \cdot 5 \cdot 2,64 = 5,28 \text{ грн;}$$

$$E_{заг} = E_{m'ясоруб} + E_{ел.піч} + E_{ваг} = 47,52 + 28,51 + 5,28 = 81,31 \text{ грн.}$$

«Витрати на амортизацію устаткування, що використовується в процесі проведення досліджень, знаходяться за формулою» (5.7):

$$A = \frac{\Phi \cdot H \cdot t}{100 \cdot 365}, \quad (5.7)$$

де  $A$  – амортизаційні відрахування, грн.

$\Phi$  – вартість устаткування, грн.;

$H$  – річна норма амортизації, %;

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

365 – кількість днів у році.

$$A_{\text{м'ясоруб.}} = \frac{2700 \cdot 20 \cdot 1}{100 \cdot 365} = 1,48 \text{ грн.};$$

$$A_{\text{ел.піч}} = \frac{1500 \cdot 20 \cdot 1}{100 \cdot 365} = 0,82 \text{ грн.};$$

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

Результати розрахунків витрат на амортизацію наведено в табл.5.6.

Таблиця 5.6 – Результати розрахунків витрат на амортизацію

| Устаткування     | Вартість, грн | Річна норма амортизації, % | Час роботи, днів | Витрати на амортизацію, грн |
|------------------|---------------|----------------------------|------------------|-----------------------------|
| М'ясорубка       | 2700          | 20                         | 1                | 1,48                        |
| Електрична піч   | 1500          | 20                         | 1                | 0,82                        |
| Ваги лабораторні | 4000          | 12,5                       | 1                | 1,37                        |
| Всього           |               |                            |                  | 3,67                        |

Накладні витрати приймаються на рівні 80% від нарахованої заробітної платні виконавців дослідження:

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

Результати розрахунку всіх витрат на проведення наукового дипломного дослідження зводимо в табл.5.7.

Таблиця 5.7 – Кошторис витрат на проведення дослідження

| Витрати                        | Сума, грн |
|--------------------------------|-----------|
| Основні матеріали              | 2645,60   |
| Заробітна плата                | 1050,00   |
| Нарахування на заробітну плату | 231,00    |
| Електроенергія                 | 81,31     |
| Амортизація                    | 3,67      |
| Накладні витрати               | 840,00    |
| Всього                         | 4851,58   |

Як видно з табл. 5.7, найбільшими статтями витрат під час проведення дослідження є витрати на основні матеріали, які складають 54,5 % від загальної суми витрат. Найменші витрати під час проведення дослідження були пов'язані з амортизацією використаного обладнання, і склали 0,07 % від загальної суми витрат.

## 5.2 Розрахунок ціни дослідження

«Науково-дослідна робота відноситься до фундаментальних досліджень, тому ціна визначається на основі витрат на дослідження та рентабельності, згідно формули (5.8)» [63]:

$$Ц = C + \frac{P \cdot C}{100}, \quad (5.8)$$

де  $C$  – ціна дослідження, грн.;

$S$  – витрати на дослідження, грн.;

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

Таким чином:

$$C = 4851,58 + \frac{30 \cdot 4851,58}{100} = 6307,05 \text{ грн.}$$

Отже, вартість проведеного дослідження становить 6307,05 грн.

Висновки по розділу.

Згідно з розробленим планом для проведення дослідження був створений сітьовий графік, і його критичний шлях має тривалість у 68 днів. Цей період не перевищує визначений термін для виконання дослідження, тому можна вважати, що розроблений сітьовий графік є оптимальним.

Найвищими витратами під час проведення дослідження є витрати на основні матеріали, які складають 54,5% від загальної суми витрат. Найменші витрати пов'язані з амортизацією використаного обладнання і становлять лише 0,07% від загальної суми витрат.

Загалом, враховуючи нормативну рентабельність на рівні 30%, вартість проведеного дослідження становить 6307,05 грн.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Встановлено, що використання фітоекстрактів є перспективним напрямом у харчовій промисловості, в тому числі і в м'ясній галузі. Натуральні екстракти рослин застосовуються з метою збагачення продукту природними сполуками: флавоноїдами, вітамінами, мікроелементами і т.д.

Застосування фітопрепаратів дозволяє забезпечити уповільнення процесу окислення, що відбувається за участю вільних радикалів. Розвиток окислювального псування можна запобігти або уповільнити за допомогою антиоксидантів, механізм дії яких полягає в обриві реакційних молекулярних ланцюгів.

Використання екстракту розмарину та зеленого чаю при виробництві рубаних м'ясних напівфабрикатів тривалого зберігання при низьких температурах у доступній літературі не зустрічалося.

Встановлено, що дослідні м'ясні рублені напівфабрикати (котлети) мали наступний хімічний склад: вміст води від 57 до 63%, білка від 12 до 19%, жиру від 13 до 26%. Кількісний вміст жиру насамперед визначається хімічним складом сировини, що використовується на виробництво напівфабрикатів.

Дослідження якості м'ясних напівфабрикатів (котлетної групи) в процесі зберігання при температурі  $4\pm 2^{\circ}\text{C}$  (оходжених) і температурі не вище мінус  $18^{\circ}\text{C}$  (заморожених) виявили інтенсивне протікання в ліпідах гідролітичних і окисних процесів, що супроводжуються зміною кислотного і перекисного чисел, при рівнях вмісту ліпідів у продукті не вище 25,5%.

При дослідженні активності води у м'ясних рублених напівфабрикатах відмінностей між контрольним зразком та зразками з екстрактами не встановлено. При цьому всіх зразках м'ясних рублених напівфабрикатів активність води навіть вище 0,95, тобто рівня, характерного для всіх свіжих продуктів.

У заморожених зразках до 6 місяців зберігання, як показали дослідження, КМАФАнМ значно нижче допустимої межі  $(5,8-8,5) \cdot 10^3$  при допустимому рівні не вище  $5 \cdot 10^6$  КУО/г.

Встановлено, що вміст вологи за 6 місяців зберігання у контрольному зразку знизився на 3,7%, а у зразках з екстрактами розмарину – на 1,5%, з екстрактом зеленого чаю – на 0,7-1,0% від первісного значення.

Не виявлено значних відмінностей у змінах кислотного та перекисного числа у м'ясних рублених напівфабрикатах при додавання екстракту розмарину в кількості 0,2% до маси сировини.

За ефективністю стабілізації ліпідів встановлено, що екстракт розмарину вітчизняного виробництва (Extractive) не поступається зарубіжним аналогам, а використання при його виробництві  $\text{CO}_2$ -екстракції дозволяє отримати препарат, дозування якого може бути значно нижче.

На підставі оцінки органолептичних характеристик представлених зразків, їх зовнішнього вигляду, смаку та аромату, а також даних щодо дослідження антиокислювального ефекту екстракту зеленого чаю в охолоджених напівфабрикатах, рекомендується внесення при приготуванні м'ясних рублених напівфабрикатів екстракту зеленого чаю в кількості 0,05% до маси фаршу.

Розробка пам'ятки з охорони праці є надзвичайно важливою для забезпечення безпеки та здоров'я працівників у різних сферах діяльності. Розроблена пам'ятка містить інформацію щодо правил та процедур, які працівники повинні дотримуватися для забезпечення своєї безпеки. З урахуванням значного обсягу обробки м'ясної сировини ця галузь має великий потенціал управління відходами таким чином, щоб зменшити вплив на навколишнє середовище та сприяти збереженню ресурсів.

Загалом, враховуючи нормативну рентабельність на рівні 30%, вартість проведеного дослідження становить 6307,05 грн

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. Пуцентейло, П. Р. Особливості сучасного розвитку м'ясо-продуктового підкомплексу України. Сталий розвиток економіки. 2012. № 5 (15). С. 13-18.
2. Перегуда Ю.А. Дослідження конкурентоспроможності українського м'яса та продуктів з м'яса на національному і світовому ринках. *Наукові праці Міжрегіональної Академії управління персоналом. Економічні науки*, 3(70), 2023. С. 32-36.
3. Огляд українського ринку м'яса за січень-квітень 2018 року [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ukrainianfood.org/uk/post/ogladukrainskogo-rinku-masa-za-sicen-kviten-2018-roku>
4. Чернюшок, О. А. Ринок м'ясних напівфабрикатів України та можливості розширення їх рецептурного складу / О. А. Чернюшок, І. Ю Шевченко, Ю. В. Бірюк // Інноваційний розвиток готельно-ресторанного господарства та харчових виробництв : І Міжнародна науково-практична інтернет-конференція, 24 квітня 2020 р. - Кривий Ріг : ДонНУЕТ, ім. М. Туган-Барановського, 2020. - С. 144-145.
5. Ринок заморожених напівфабрикатів в Україні [Електронний ресурс] / – Режим доступу до ресурсу: <https://pro-consulting.ua/ua/pressroom/rynokzamorozhennyh-polufabrikatov-v-ukraine-vozmozhnost-pokushat-bystro-i-sytno>
6. Савицька Н.Л. Маркетингова політика підприємств на вітчизняному ринку м'яса та м'ясопродуктів : монографія / Н. Л. Савицька, О. П. Афанасієва. Х. : Вид. Іванченка І. С., 2017. 344 с.
7. Пичкур Т. Стан українського ринку м'яса і м'ясопродуктів / Пичкур Т., Бандуренко Г., Засекин Д. // Товари і ринки. 2011. № 2. С. 46–53.

8. Організація, прогнозування та планування АПК: навч. посіб. / П. С. Березівський. [2-ге вид.]. Л. : Магнолія Плюс, Видавець СПД ФО В. М. Піча, 2006. 443 с.
9. Оцінка споживання основних харчових продуктів в Україні / В. І. Власов, Г. В. Ткач, Б. В. Духницький // Економіка АПК. 2008. № 10. С. 3–7.
10. Нечепуренко К. Б. Технологічні аспекти утворення структурованих емульсій у складі м'ясних посічених виробів / К. Б. Нечепуренко, П. П. Пивоваров // Східно-Європейський журнал передових технологій. 2014. Вип. № 2/12 (68), ч. 2. С. 79–84.
11. Напівфабрикати м'ясні та м'ясо-рослинні посічені. Технічні умови: ДСТУ 4437:2005. Київ : Держспоживстандарт України, 2006. 5 с.
12. Кирієнко М. М. Сільськогосподарський ринок у сучасній світовій економіці / М. М. Кирієнко, Т. М. Стукач // Економіка АПК. 2005. № 4. С. 128–131.
13. Сирохман І.В. Товарознавство м'яса і м'ясних товарів: підруч. [для студ. вищ. навч. закл.] / І.В. Сирохман, Т.М. Лозова. К.:Центр учбової літератури, 2009. 378 с
14. Копитець Н. Г. Функціонування системи збуту продукції скотарства: теоретико-практичний аспект : моногр. / Н. Г. Копитець. К. : ННЦ ІАЕ, 2007. 210 с.
15. Лагодієнко В. В. Розвиток агропромислового виробництва: регіональні особливості : моногр. / В. В. Лагодієнко. Львів : ІРД НАН України, 2007. 292 с.
16. Логоша Р. В. Аналіз сучасного стану експорту м'ясної продукції / Р. В. Логоша // Економіка АПК. 2009. № 10. С. 120–124.
17. Мойса М. Я. Напрями збільшення виробництва тваринницької продукції / М. Я. Мойса, Н. М. Бурдейна // Економіка АПК. 2009. № 10. С. 18–22.
18. Стратегія розвитку м'ясного скотарства в Україні у контексті національної продовольчої безпеки / Укр. акад. аграр. наук, Ін-т розведення і



генетики тварин; за ред. М. В. Зубця, І. В. Гузева. К. : Аграрна наука, 2005. 176 с.

19. Кишенько І.І. Технологія м'яса і м'ясопродуктів. Практикум: Кишенько І.І., Старцова В.М., Гончаров Г.І. Навч. посіб. К.:НУХТ, 2010. 367 с.

20. Янчева М.О. Фізико-хімічні та біохімічні основи технології м'яса та м'ясних продуктів. Навч. Посіб. Янчева М.О., Пешук Л.В., Дроменко О.Б. К. Центр учбової літератури. 2009. 304 с.

21. Гащук, О. І. М'ясо-рослинні напівфабрикати - комплексні повноцінні продукти харчування / О. І. Гащук, О. Є. Москалюк // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького Серія "Харчові технології" Серія "Економічні науки". Львів, 2013. Ч. 4. Т. 15., № 3 (57). С. 42-46.

22. Пасічний В. М. Перспективні напрямки виробництва м'ясних та м'ясорослинних напівфабрикатів. М'ясна справа. 2007. №12. С. 10–11.

23. Шурдук І. В., Прядко О. А. Удосконалення товарознавчих властивостей м'ясних виробів мікронутрієнтами // Товарознавчий вісник. 2021. Вип. 14. С. 106-112.

24. Клименко М.М., Авдеєва Л.Ю. Визначення біологічної цінності комбінованих м'ясних виробів з додаванням соєвої пасти // Наукові праці Українського державного університету харчових технологій. – Київ: УДУХТ, 2001. № 10. С. 67-68.

25. Бурак В.Г. Розробка технології комбінованих м'ясопродуктів з використанням соєвого білковожирового збагачувача (СБЖЗ): Автореф.дис. на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук: 05.18.04/УДУХТ. К., 1997. 18 с.

26. Віннікова Л.Г., Глушков О.А., Янковая Є.Д. Використання зернових культур для стабілізації властивостей швидкозаморожених м'ясних напівфабрикатів. – Зернові продукти і комбікорми 1/2012. С. 34-39.

27. Васюкова А.Т., Медведовський Я.С., Трискиба С.Д. Дослідження якості жирів м'ясних паштетів і пореподібних продуктів з біологічно

активними речовинами. //Прогресивні технології та удосконалення процесів харчових виробництв: Зб. наук. праць Харк. держ. академія технол. та орг. харчування. У 2 ч. Харків, 2000. Ч. 1. С. 326-329.

28. Суткович Т.Ю. Вплив вакууму на показники якості та безпеки м'ясних натуральних порційних напівфабрикатів /Т.Ю.Суткович, А.Б.Бородай // Наукові праці ОНАХТ:зб.наук.пр./ОНАХТ. Одеса: ОНАХТ, 2012. Вип.42, Т.2. С.223-228.

29. Фізико-хімічні методи обробки сировини та продуктів харчування // За ред. А.І. Соколенко К.: "АртЕк", 2000. 457 с.

30. Пат.на винахід 105398 Україна, МПК А23L 1/01, А23L 1/025, А 47 J 37/00. Спосіб жарення м'яса / Черевко О.І., Скрипник В.О., Фарісеєв А.Г. (Україна); заявник і патентовласник ВНЗ Укоопспілки «Полтавський ун-т економіки і торгівлі».- № 2012 04451; заявл.09.04.12; опубл.12.05.14, Бюл. № 9. 4с.

31. Скрипник В.О. Результати досліджень якості та безпечності виробів з м'яса після двостороннього жарення в умовах електроосмосу /В.О.Скрипник, А.Г. Фарісеєв// Наукові праці ОНАХТ:зб.наук.пр./ОНАХТ. Одеса: ОНАХТ, 2012. Вип.42, Т.2. С.406-412.

32. Суткович Т.Ю. Застосування вакууму при попередній обробці м'ясних напівфабрикатів для збільшення їх безпечності / Т.Ю.Суткович, А.Б.Бородай //Актуальні проблеми теорії і практики експертизи товарів: матеріали І між нар. наук.-практ.інтернет-конф. Полтава: ПУЕТ, 2014. С.142-144.

33. Скрипник В.О. Дослідження процесу та вдосконалення обладнання для двостороннього жаріння м'яса під осьовим тиском: дисертація к-та тех. наук. Харків,: 2002. 137с.

34. Онищенко В. М. Удосконалення технології зберігання замороженого м'яса птиці / В. М. Онищенко, Н. Г. Гринченко, В. А. Большакова // ВосточноЕвропейский журнал передовых технологий. 2015. № 6 (10). С. 37–41.

35. Удосконалення рецептурного складу посічених напівфабрикатів із м'яса птиці (нагетсів) / В. А. Большакова, О. Б. Дроменко, В. М. Онищенко, М. О. Янчева // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. пр.– Харків : ХДУХТ, 2018. – Вип. 2 (28). С. 65–67.

36. Авдєєва Л. Ю. Збагачення м'ясних напівфабрикатів біологічно-активними речовинами рослинної сировини // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. 2015. Вип. 46. Том 2. С. 174–176.

37. Vinauskiene R., Eisinaite V., Jasutiene I., Leskauskaite D. Composition and functional properties of meat products with a lyophilised vegetable additive // Food Chemistry and Technology. 2014. 48 (1). P. 78–86.

38. Ahmed R., Sharma S. Biochemical studies on combined effect of garlic (*Allium sativum* Linn) and ginger (*Zingiber officinale* Rosc) in albino rats // Indian J. of experimental biology. 1997. Vol. 35. P. 841–843.

39. Лабейко М. А. Технологія одержання і використання природних антиоксидантів із вторинних продуктів олієжирових виробництв [Електронний ресурс] : дис. ... канд. техн. наук : спец. 05.18.06 : галузь знань 18 / Марина Анатоліївна Лабейко ; наук. керівник Гладкий Ф. Ф. ; Укр. наук.-дослід. ін-т олій та жирів Нац. аграр. акад. наук України ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". Харків, 2021. 243 с.

40. Бажай-Жежерун, С.А. (2014). Перспективи підвищення антиоксидантного потенціалу натуральної кави. Харчова наука і технологія, 4(29), 3–8.

41. Півень, О.М. (2008). Технологія стабілізації харчових жирів щодо окиснювального псування.(Дис. канд. техн. наук). Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків.

42. Білоус, О.В. (2015). Технологія стабілізації рослинних олій комплексним антиоксидантом. (Дис. канд. техн. наук). Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків.

43. Namitha, K.K., Negi, P.S. (2010). Chemistry and biotechnology of carotenoids. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 50, 728–760. Doi: 10.1080/10408398.2010.499811.
44. Haila, K., Heihohen, M. (1994). Action of  $\beta$ -carotene on purified rapeseed oil during light storage. *Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie*, 27, 573–577. Doi: 10.1007/s10068-016-0055-1.
45. Domínguez, R., Pateiro, M., Gagaoua, M., Barba, F. J., Zhang, W., Lorenzo, J. M. (2019). A Comprehensive Review on Lipid Oxidation in Meat and Meat Products. *Antioxidants*, 8 (10), 429.
46. Huang, X., Ahn, D. U. (2019). Lipid oxidation and its implications to meat quality and human health. *Food Science and Biotechnology*, 28 (5), 1275–1285.
47. Kaczmarek, M., Wójcicki, J., Samochoń, L., Dutkiewicz, T., Sych, Z. (1999). The influence of exogenous antioxidants and physical exercise on some parameters associated with production and removal of free radicals. *Die Pharmazie*, 54 (4), 303–306.
48. Bakhru H. K. *Herbs That Heal: Natural Remedies for Good Health* // Oriental Paper Backs, New Delhi, India, 1999. P. 97.
49. Reilly M. P., Rohatgi A., Mahon K. Mc. et al. Plasma cytokines, metabolic syndrome, and atherosclerosis // *J. Invest. Med.* 2007. Vol. 55, N1. P. 26–35.
50. Lialyk, A., Pokotylo, O., Kukhtyn, M., Beyko, L., Horiuk, Y., Dobrovolska, S., & Mazur, O. (2020). Fatty acid composition of curd spread with different flax oil content. *Nova Biotechnologica et Chimica*, 19(2), 216-222.
51. Khan, I., Ahmad, S. (2020). The Impact of Natural Antioxidants on Human Health. *Functional Food Products and Sustainable Health*, 11–24.
52. Wang, Y., Li, R., Jiang, Z.-T., Tan, J., Tang, S.-H., Li, T.-T. et. al. (2018). Green and solvent-free simultaneous ultrasonic-microwave assisted extraction of essential oil from white and black peppers. *Industrial Crops and Products*, 114, 164–172.

53. Bozhko, N., Tischenko, V., Pasichnyi, V., Marynin, A., Polumbryk, M. (2017). Analysis of the influence of rosemary and grape seed extracts on oxidation the lipids of peking duck meat. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (11 (88)), 4–9.

54. Пасічний В., Божко Н., Тищенко В., Маринін А., Шубіна Ю., Святненко Р., Гащук О., Мороз О. (2022). Вивчення впливу екстрактів ягід на показники якості та безпеки напівкопчених ковбас. *Східно-Європейський журнал підприємницьких технологій*, 1 (11(115)), 33.

55. Hrelia, S., Angeloni, C. (2020). New Mechanisms of Action of Natural Antioxidants in Health and Disease. *Antioxidants*, 9 (4), 344.

56. Tzima, K., Brunton, N. P., Choudhary, A., Rai, D. K. (2020). Potential Applications of Polyphenols from Herbs and Spices in Dairy Products as Natural An-tioxidants. *Herbs, Spices and Medicinal Plants*, 283–299.

57. S. Roller, *Natural Antimicrobials for the Minimal Processing of Foods*, Elsevier, Amsterdam, Netherlands, 2003.

58. K. I. Sallam and K. Samejima, “Microbiological and chemical quality of ground beef treated with sodium lactate and sodium chloride during refrigerated storage,” *LWT - Food Science and Technology*, vol. 37, no. 8, pp. 865–871, 2004.

59. S. A. Quilo, F. W. Pohlman, A. H. Brown et al., “Effects of potassium lactate, sodium metasilicate, peroxyacetic acid, and acidified sodium chlorite on physical, chemical, and sensory properties of ground beef patties,” *Meat Science*, vol. 82, no. 1, pp. 44–52, 2009.

60. G. Casco, T. M. Taylor, and C. Z. Alvarado, “Evaluation of novel micronized encapsulated essential oil-containing phosphate and lactate blends for growth inhibition of *Listeria monocytogenes* and *Salmonella* on poultry bologna, pork ham, and roast beef ready-to-eat deli loaves,” *Journal of Food Protection*, vol. 78, no. 4, pp. 698–706, 2015.

61. Охорона праці: методичні рекомендації до виконання розділу «Охорона праці» дипломного проекту (роботи) для студ. напряму 6.051701

«Харчові технології та інженерія» /уклад.: Н. В. Володченкова, О. В. Євтушенко. К.: НУХТ, 2012. 25 с.

62. Запольський А. К. Екологізація харчових виробництв: підручник. / А. К. Запольський, А. І. Українець. К. 423 с.

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