

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
 Факультет Технології виробництва і переробки продукції тваринництва
 Кафедра Харчових технологій

Пояснювальна записка
 до кваліфікаційної роботи на здобуття ступеня вищої освіти

бакалавр

бакалавр, магістр

на тему: «Дослідження якості дрібношматкових напівфабрикатів з баранини, збагачених водними екстрактами огірочника та зеленого чаю»

Виконав: здобувач вищої освіти
 за освітньо-професійною
 програмою Харчові технології
назва освітньо-професійної програми
 спеціальності 181 Харчові технології
код та найменування спеціальності
 ступеня вищої освіти бакалавр

бакалавр, магістр

групи 181 ХТ

Мулько І. С.

Прізвище та ініціали здобувача вищої освіти

Керівник: Сукманов В.О.

Прізвище та ініціали керівника

Рецензент: Шостя А.М.

Прізвище та ініціали рецензента

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
 Факультет Технології виробництва і переробки продукції тваринництва
 Кафедра Харчових технологій

Освітньо-професійна програма Харчові технології
назва освітньо-професійної програми

Спеціальність 181 Харчові технології
код та найменування спеціальності

Ступінь вищої освіти бакалавр
бакалавр, магістр

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувачка кафедри Харчових технологій

к.т.н., доцент Будник П.В.

(наукове звання, посада, прізвище та ініціали зав. кафедрою)

«21» «Вчерашня» 2021 року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

Мулько Інна Сергіївна

Прізвище, ім'я та по-батькові здобувача вищої освіти

1. Тема роботи: «Дослідження якості дрібношматкових напівфабрикатів з баранини, збагачених водними екстрактами огірочника та зеленого чаю»,

керівник роботи докт. техн. наук, професор кафедри харчових технологій
(наукове звання, посада, прізвище та ініціали керівника роботи)

Сукманов В.О.

затверджені наказом ПДАУ від « 01 » « квітня » 2022 року № «187-ст».

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи « 26 » « травня » 2022 р.

3. Вихідні дані до роботи:

1. Об'єкт дослідження: дрібношматкові напівфабрикати з баранини; екстракти з огірочника та зеленого чаю.

2. Базовими показниками при проведенні досліджень: визначення раціональних параметрів процесу екстрагування біологічно активних речовин з огірочника субкритичною водою; дослідження вмісту поліфенолів; дослідження процесу окислення ліпідів; дослідження зміни кольору досліджуваних зразках при зберіганні; мікробіологічні дослідження зразків дрібношматкових напівфабрикатів; дослідження сенсорних властивостей дрібношматкових напівфабрикатів з баранини

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

Розділ 1. Огляд літератури за проблемою досліджень

Розділ 2. Матеріали та методи досліджень

Розділ 3. Результати власних досліджень

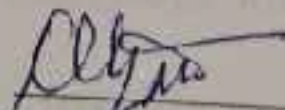
5. Перелік графічного матеріалу: схеми, рисунки, графіки, діаграми за темою та об'єктом дослідження

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вибір і затвердження теми роботи.	15-21 вересня 2021	вик
2	Складання і затвердження розгорнутого плану та завдання на кваліфікаційну роботу	22-24 вересня 2021	вик
3	Опрацювання літературних джерел	25 вересня – 25 жовтня 2021	вик
4	Збір, вивчення і обробка інформації, необхідної для виконання роботи	26 жовтня – 26 листопада 2021	вик
5	Виконання теоретичного розділу роботи	27 листопада – 27 грудня 2021	вик
6	Виконання аналітичних розділів роботи	28 грудня 2021 – 2 лютого 2022	вик
7	Виконання експериментальної частини роботи	3 лютого – 3 березня 2022	вик
8	Оформлення тексту роботи	3 березня – 15 травня 2022	вик
9	Попередній захист роботи на кафедрі	16 травня – 22 травня 2022	вик
10	Нормоконтроль	23 травня – 26 травня 2022	вик
11	Доопрацювання роботи з урахуванням зауважень і пропозицій	27 травня – 7 червня 2022	вик
12	Захист кваліфікаційної роботи	8-15 червня 2022	

Здобувач вищої освіти

(підпис)

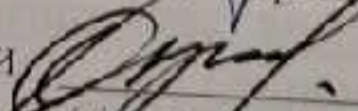


Мулько І.С.

(прізвище та ініціали здобувача вищої освіти)

Керівник роботи

(підпис)



Сукманов В.О.

(прізвище та ініціали здобувача вищої освіти)

АНОТАЦІЯ

Мулько Інна Сергіївна

Дослідження якості дрібношматкових напівфабрикатів з баранини, збагачених водними екстрактами огірочника та зеленого чаю. Кваліфікаційна робота за освітньо-професійною програмою Харчові технології спеціальності 181 Харчові технології. Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, 2022 рік.

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи: 54 с., 4 рис., 5 табл., 64 джерел.

Мета дослідження - визначити вплив використання водних екстрактів різної концентрації з насіння огірочника та листя зеленого чаю на якість дрібношматкових напівфабрикатів з баранини протягом тривалого періоду їх зберігання. Об'єкт досліджень – якість дрібношматкових напівфабрикатів з баранини, вироблених із використання екстрактів зеленого чаю та з насіння огірочника. Предмет досліджень – фізико-хімічні, мікробіологічні та сенсорні властивості напівфабрикатів з баранини на протязі їх зберігання.

Методи дослідження – теоретичні: аналіз, синтез, порівняння, узагальнення; експериментальні: екстрагування біологічно активних речовин субкритичною водою, визначення вмісту фенолів та антиоксидантної активності зразків; органолептичні.

Пояснювальна записка містить огляд літератури з проблеми дослідження; опис експериментального обладнання та методик проведення досліджень. Опис результатів власних експериментальних досліджень містить експериментальні дослідження з визначення раціональних параметрів процесу екстрагування біологічно активних речовин з огірочника субкритичною водою; дослідження вмісту поліфенолів; дослідження процесу окислення ліпідів; дослідження зміни коліру досліджуваних зразках при зберіганні; мікробіологічні дослідження зразків дрібношматкових напівфабрикатів та дослідження їх сенсорних властивостей; висновки та рекомендації щодо подальшого використання результатів досліджень.

Ключові слова: дрібношматкові напівфабрикати, поліфеноли, субкритична вода, екстракт зеленого чаю, екстракт насіння огірочника, антиоксидантні властивості.

ABSTRACT

Inna Serhiivna Mulko

Research on the quality of small semi-finished products from lamb, enriched with water extracts of cucumber and green tea. Qualification work under the educational and professional program Food technologies specialty 181 Food technologies. Poltava State Agrarian University, Poltava, 2022.

Explanatory note to the qualification work: 54 pages, 4 figures, 5 tables, 64 sources.

The purpose of the study is to determine the effect of the use of water extracts of different concentrations from cucumber seeds and green tea leaves on the quality of semi-finished products made of lamb during a long period of storage. The object of research is the quality of semi-finished products made from lamb, produced using extracts of green tea and cucumber seeds. The subject of research is physico-chemical, microbiological and sensory properties of semi-finished products from lamb during their storage.

Research methods are theoretical: analysis, synthesis, comparison, generalization; experimental: extraction of biologically active substances with subcritical water, determination of phenol content and antioxidant activity of samples; organoleptic

An explanatory note contains a review of the literature on the research problem; description of experimental equipment and research methods. The description of the results of own experimental studies includes experimental studies on determining the rational parameters of the process of extracting biologically active substances from cucumber with subcritical water; study of the content of polyphenols; study of the process of lipid oxidation; study of the color change of the studied samples during storage; microbiological studies of samples of small semi-finished products and studies of their sensory properties; conclusions and recommendations for further use of research results.

Key words: small semi-finished products, polyphenols, subcritical water, green tea extract, cucumber seed extract, antioxidant properties.

ЗМІСТ

	стор.
ВСТУП	8
1. АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ ЗА ПРОБЛЕМОЮ ДОСЛІДЖЕННЯ	11
1.1. Сучасні напрями вдосконалення технологій продуктів з м'яса	11
1.2. Властивості огірочника (<i>Borago officinalis L.</i>)	12
1.3. Властивості зеленого чаю та його екстракту	14
Мета та завдання досліджень	17
2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	19
2.1. Характеристика використаного продукту та сировини	19
2.2. Методика отримання екстракту з насіння огірочника	20
2.3. Характеристика екстракту зеленого чаю	20
2.4. Методика визначення загального вмісту фенольних сполук	22
2.5. Методика приборного визначення коліру	23
2.6. Методика визначення окислення ліпідів	23
2.7. Методика проведення мікробіологічних досліджень	23
2.8. Методика сенсорного оцінювання зразків, виготовлених з досліджуваних зразків баранини	24
2.9. Статистичний аналіз	26
3. РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	28
3.1. Експериментальні дослідження з визначення раціональних параметрів процесу екстрагування біологічно активних речовин з огірочника субкритичною водою	28
3.2. Дослідження вмісту поліфенолів	28
3.3. Дослідження процесу окислення ліпідів	30
3.4. Дослідження зміни коліру досліджуваних зразках при зберіганні	33

3.5. Мікробіологічні дослідження зразків дрібношматкових напівфабрикатів	38
3.6. Дослідження сенсорних властивостей дрібношматкових напівфабрикатів з баранини	42
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ	46
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	48

ВСТУП

Сучасні тенденції в якості м'ясних продуктах впливають із нових потреб споживачів, пов'язаних з харчуванням, турботою про здоров'я, благополуччя та натуральні продукти [1-3]. У такій ситуації м'ясна галузь змушена розвивати якісні та безпечні м'ясні продукти. Отже, можуть бути реалізовані нові стратегії виробничих систем, процесів підготовки, зберігання та розподілу чи споживання, щоб викликати якісні та кількісні зміни у складі м'ясних продуктів та оптимізувати корисні властивості для здоров'я людини [4,5]. Застосування імпульсних електричних полів, розтягування та формування м'яса може покращити піжність та якість м'яса. Якість, яку можна поліпшити за допомогою нових нетеплових технологій, які можна використовувати для отримання функціональних продуктів з м'яса та м'ясних субпродуктів. Інкапсуляція також дозволяє включати біоактивні сполуки, а також використовуватися як захисний метод для збільшення терміну зберігання м'ясних продуктів, оскільки це може призвести до підвищення стабільності біоактивних сполук та кращого контролю швидкості їх вивільнення. Крім того, виробництво м'ясних продуктів без добавок практично неможливо, тому що для них необхідні антиоксиданти та протимікробні препарати, що запобігають їхньому швидкому руйнуванню і забезпечують відсутність патогенних мікроорганізмів. Натуральні екстракти забезпечують споживачам простоту використання, оскільки це може призвести до підвищення стабільності біоактивних сполук та кращого контролю швидкості їх вивільнення. Крім того, виробництво м'ясних продуктів без добавок практично неможливо, тому що для них необхідні антиоксиданти та протимікробні препарати, що запобігають їхньому швидкому руйнуванню і забезпечують відсутність патогенних мікроорганізмів. Крім того, виробництво м'ясних продуктів без добавок практично неможливо, тому що для них необхідні антиоксиданти та

протимікробні препарати, що запобігають їхньому швидкому руйнуванню і забезпечують відсутність патогенних мікроорганізмів [6].

Таким чином дослідження, спрямовані на підвищення якості дрібношматкових напівфабрикатів з баранини, збагачених природними антиоксидантами, а саме, водними екстрактами огірочника та зеленого чаю є актуальними.

Мета дослідження - визначити вплив різних концентрацій водних екстрактів насіння огірочника та листя зеленого чаю на якість дрібношматкових напівфабрикатів з баранини протягом усього періоду їх зберігання.

Об'єкт досліджень – якість дрібношматкових напівфабрикатів з баранини, вироблених із використання екстрактів зеленого чаю та з насіння огірочника.

Предмет досліджень – фізико-хімічні, мікробіологічні та сенсорні властивості дрібношматкових напівфабрикатів з баранини на протязі їх зберігання.

Для досягнення мети дослідження ми сформулювали завдання, які потрібно вирішити:

- визначення раціональних параметрів процесу екстрагування біологічно активних речовин з огірочника субкритичною водою;
- обрати екстракт зеленого чаю, що виробляють у промислових масштабах;
- дослідити вміст поліфенолів в досліджуваних зразках;
- дослідити процес окислення ліпідів при зберіганні зразків дрібношматкових напівфабрикатів з баранини;
- дослідити зміни кольору досліджуваних зразках при зберіганні зразків дрібношматкових напівфабрикатів з баранини;
- провести мікробіологічні дослідження зразків дрібношматкових напівфабрикатів;

- дослідити динаміку сенсорних властивостей дрібношматкових напівфабрикатів з баранини при їх зберіганні.

Дана робота виконується в рамках бюджетної теми кафедри харчових технологій ДР №0115U006745 «Інноваційні та ресурсозберігаючі технології харчових виробництв» (Розділ «Технології та обладнання субкритичної екстракції біологічно активних речовин з рослинної сировини»).

1. АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ ЗА ПРОБЛЕМОЮ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1. Сучасні напрями вдосконалення технологій продуктів з м'яса

М'ясні продукти є важливим компонентом раціону людини, і за останні кілька років їх споживання у всьому світі збільшилося [1, 2]. Ці продукти є хорошим джерелом енергії та деяких поживних речовин, таких як незамінні амінокислоти, білки з високою біологічною цінністю, мінерали, такі як залізо, цинк, селен, марганець та вітаміни групи В, особливо вітамін В12. З іншого боку дієтологи пов'язують високе споживання обробленого м'яса з підвищеним ризиком деяких захворювань [3]. Дослідники та виробники м'ясних продуктів беруть участь у пошуку методів усунення дефіциту поживних речовин та потенційно токсичних сполук для отримання здоровіших продуктів і, водночас, без впливу на сенсорну якість та безпеку м'ясних продуктів. Збагачення поживних речовин природними біологічно активними сполуками рослин (антиоксиданти, харчові волокна) або пробіотиками, зниження вмісту шкідливих компонентів (солі, нітратів/нітритів, N-нітрозамінів) та використання альтернативних технологій (обробка під високим тиском, холодна плазма, ультразвук) – ось основні переваги, найчастіше використовувані поточні стратегії досягнення цієї мети [4, 5].

В даний час, однією з іноваційних технологій переробки баранина для роздрібної торгівлі є пакування в модифікованій атмосфері, що включає високий відсоток O_2 для отримання бажаного червоного колір до м'яса. Однак наявність O_2 може посилити окислення ліпідів і, в кінцевому рахунку, окислення оксиміоглобіну, що призводить до втрати кольору, смаку та запаху [6].

Додавання антиоксидантних сполук в упаковку або на поверхню м'яса може зберігати якість продукту за рахунок зменшення окислення ліпідів. Для практичної реалізації цих технологій активно досліджуються природні

антиоксидантні сполуки. На відміну від хімічних добавок, ефірних масел та екстрактів трав, які включені до загальноновизнаного як безпечного (GRAS) списку Американське управління харчових продуктів та медикаментів та природні сполуки, є не відхиляється споживачами. Кілька досліджень вже повідомляли про ефективність природних сполук щодо зменшення окислення ліпідів м'яса [7 - 9].

У відповідь на зростаючі вимоги потебителей м'ясна промисловість шурається хімічних консервантів і антиоксидантів і активно переходить використання натуральних антиоксидантів з рослинної сировини [5, 6-8].

Для підвищення загального виходу та селективності біоактивних компонентів з рослинні матеріали використовують інноваційні методи, такі, як, ультразвук [10, 11], імпульсне електричне поле [12], ферментне розщеплення [13], екструзія [14], мікрохвильове нагрівання [15], омичне нагрівання [16], надкритичні рідини [11, 17 - 22], та прискорених розчинників [15, 23, 24].

Для вивчення можливості використання екстрактів рослинного походження при виробництві дрібношматкових напівфабрикатів з баранини, ми прийняли рішення про паралельні дослідження використання екстракту зеленого чаю, який є потужним антиоксидантом та екстракту з місцевої сировини - насіння огірочника (*Borago officinalis L*), яке вже використовується в харчових технологіях при приготуванні продуктів харчування, але, на жаль, не досліджено як можливий інгредієнт у технологіях виробництва дрібношматкових напівфабрикатів з баранини.

1.2. Властивості огірочника (*Borago officinalis L*)

Огірочник - однорічна або дворічна рослина. Стебло опушене, гіллясте, досягає висоти 30-60 см. Нижні листки великі, яйцеподібні, черешкові, верхні — довгасті, сидячі. Квітки великі, блакитнуваті, зібрані в щитоподібні суцвіття. Цвіте рослина в червні. Вирощують огірочник на городах, у садах, на присадибних ділянках та в окремих господарствах [25].

Огірочник культивується в лікувальних та кулінарних цілях, хоча в комерційних цілях вона вирощується для отримання олії з насіння огірника.

Основними діючими компонентами рослини є слиз (до 30%), дубильні речовини (близько 3%), сапоніни, каротин, смолисті речовини, кремнієва та аскорбінова кислоти. Трава огірочника має запах свіжих огірків.

Листя рослини містить каротин, аскорбінову кислоту, мінеральні солі (особливо багато калію), органічні кислоти (яблучну, лимонну), слизові оболонки, сапоніни, таніни; квітки - слизу та ефірну олію.

Олія насіння огірочника - це рослина, багата на гамма-ліноленову кислоту (26% - 38%), яка використовується як дієтична або харчова добавка. Крім олії насіння, віно містить багато жирних кислот, таких як лінолева кислота (35% - 38%), олеїнова кислота (16-20%), пальмітинова кислота (10% - 11%), стеаринова кислота (3,5-4, 5%), ейкозенова кислота (3,5-5,5%) та ерукова кислота (1,5-3,5%) [26].

Дана рослина використовується у харчуванні. Молоді листки багаті на слизисті речовини і вітаміни, а тому придатні для салатів. Смак приємний, нагадує свіжі огірки, але з дужчим ароматом. Найчастіше листя використовують як шпинат для юшок, салатів, окрошки. Листя та пагони іноді заварюють замість чаю, квасять про запас. Дрібно пошатковане зілля додається до овочевих та грибних салатів, рибних і овочевих юшок.

Огірочник лікарський має легкий запах свіжих огірків з незначним присмаком цибулі. У їжу вживаються молоде листя, а також в якості приправ до м'яса, риби і молочних продуктів.

У країнах Західної Європи огірочник культивується як овочева рослина. Молоде листя пахне свіжим огірком, смак їх освіжаючий, нагадує огірки з присмаком цибулі. У їжу використовують листя у свіжому вигляді, квітки - у свіжому та зацукрованому.

Даний продукт є хорошими заміниками огірків, їх додають у вінегрети, салати, соуси (гірничий, томатний, сметанний), гарніри, окрошку, холодні овочеві супи та борщі. Коріння, зібране восени, використовують для

приготування зеленої олії, додають до сирів, сиру, сметани, для віддушки настоянок, вин, пуншу, оцту, сиропів, пива, есенцій та холодних напоїв. Огіркова трава надає пікантного смаку рубаному м'ясу, фаршам і рибі, смаженій на олії. Дуже популярна як мікрозелень.

Квітки огірочника у свіжому та сушеному вигляді застосовують у лікерній та кондитерській промисловості. В Ірані зазвичай висушені квіти заварюються і вживаються як гарячий напій поряд з чаєм [27].

Огірочник (*Borago officinalis L.*) - трава, культивована для лікарських та кулінарних цілей [28]. Однак, оскільки [29] продемонстрували антиоксидантні властивості насіння огірочника, кілька досліджень зосереджувались на його застосуванні для збереження їжі [30, 31]. Висока антиоксидантна активність екстрактів огірочника пов'язана з високим вмістом фенольних сполук, які здатні гасити активні форми кисню [29]. Розмаринова, сиринова та синапінова кислоти були визначені головними сполуками, що містяться в екстрактах насіння огірочника [32]. Автори робіт [33, 34] повідомляли, що включення знежиреного борошняного насіння борошна до яловичих котлет та свіжих ковбас зі свинини значно стримує окислення ліпідів; однак ця їжа надала продукту сіруватого кольору. Тому розробка нової методології виділення, оптимізації та застосування для отримання прибутку від антиоксидантних властивостей борщівника все ще викликає занепокоєння.

1.3. Властивості зеленого чаю та його екстракту

Зелений чай та екстракти з нього є одними з найпотужніших антиоксидантів завдяки своєму хімічному складу та комплексу біологічно активних речовин [35].

До групи флаваноїдів входять катехіни (епікатехін, галокатехін, епігалокатехін, епігалокатехінгаллат) та флавоноли (кемпферол, кверцетин, міріцетин). При цьому флаваноїди відповідають за терпкість та гіркоту, амінокислоти – за насолоду та аромат, а алкалоїди – за гіркоту та бадьорість.

Саме завдяки катехінам чай включений до списку продуктів, які покращують здоров'я та збільшують тривалість життя. Катехіни – це потужні антиоксиданти, здатні не тільки змінювати колір, аромат та терпкість напою, але й приносити величезну користь організму.

Флаваноїди чаю суттєво впливають на здоров'я людини: епікатехін має дію, що імітує інсулін, покращує здоров'я серця; галлокатехін покращує дію каннабіноїдних рецепторів людини; епігаллокатехін захищає клітини від ушкоджень, спричинених вільними радикалами; епігаллокатехінгаллат зменшує запалення та запобігає деяким хронічним захворюванням, включаючи хвороби серця, діабет та деякі види раку.

Вміст катехінів вищий у зеленому та білому чаю, тому що чорний чай піддається процесу окислення, що знижує вміст цього елемента. Катехіни у своїй можуть становити до 30% сухої ваги чаю. Найбільш ефективним вважається епігаллокатехінгаллат.

Алкалоїди. У чаї містяться алкалоїди групи пурину - кофеїн, теобромін та теофілін. Кофеїн відповідає за бадьорість, працездатність та ясність розуму.

Алкалоїди чаю суттєво впливають на здоров'я людини: кофеїн покращує когнітивні функції, стимулює центральну нервову систему, знижує ризик деяких видів раку, покращує пам'ять, гарантує профілактика діабету, інсульту та хвороби Паркінсона; теобромін має сечогінний, стимулюючий (на відміну від кофеїну не впливає на центральну нервову систему) та розслаблюючим ефектами. Може знизити кров'яний тиск, оскільки розширює кровоносні судини, і розслабити м'язи бронхів у легенях; теофілін допомагає при лікуванні астми та хронічної обструктивної хвороби легень.

Деякі сорти чаю містять до 5% кофеїну, при цьому він дуже швидко і успішно виводиться з організму за рахунок зв'язку з таніном.

Серед інших компонентів чаю заслуговують на увагу наступні.

Амінокислоти чаю – це теанін, також відомий як L-теанін. Ця речовина здатна підвищувати розумову концентрацію, покращувати сон, знижувати тривожність. Воно сприяє розслабленню, зниженню тиску, підвищенню

імунітету і навіть зниженню ваги. Ця речовина також забезпечує насолоду в чаї. Листя і нирки, зібрані на початку сезону, мають більш високу концентрацію теаніну і тому мають більш солодкий смак.

Дубильні речовини у чаї представлені таніном. Його користь полягає у протимікробному впливі.

Сапоніни – піноутворюючі речовини, які також мають ряд корисних властивостей. У тому числі – зниження рівня холестерину, знищення хвороботворних бактерій, придушення зростання пухлин, поліпшення ліпідного обміну, запобігання та лікування ожиріння.

Мікроелементи, що містяться у чаї – це калій, кальцій, магній, залізо, фосфор та ін. Вітаміни - чай може містити практично всі вітаміни, але найбільше в ньому вітамінів групи В, вітаміну С, а також Р та РР.

Антиоксидантні властивості багатьох рослинних продуктів значною мірою обумовлені саме вмістом катехинів. Корисні захисні властивості катехинів можуть бути проілюстровані на прикладі чаю. Чай містить чотири основні катехіни: ЕС, ЕСg, EGC і EGCg. Епігаллокатехін (EGC) — найсильніший антиоксидант з чотирьох основних катехинів чаю; його антиоксидантні властивості у 25-100 разів вищі, ніж у вітамінів С і Е. Одна чашка зеленого чаю містить 10-40 міліграмів поліфенолів. Антиоксидантний ефект притаманний також катехінам з броколі, шпинату, моркви, полуниці тощо. Будучи сильним антиоксидантом, зелений чай зменшує кількість вільних радикалів в організмі людини, певною мірою запобігаючи виникненню раку [36].

Антиоксидантний ефект та склад біологічно активних речовин зеленого чаю було досліджено у багатьох роботах. До складу зеленого чаю входить катехін, флавонон, антоціанова та фенольна кислоти [37]. Катехін становить до 30% водорозчинних твердих речовин сухої маси зеленого чаю [38], тоді як мірицетин, кверцетин та кемпферол є основними похідними групи флавонолів [39]. Зелений чай використовували для консервування м'яса та м'ясних продуктів, значно зменшуючи окислення ліпідів, а також ріст мікробів [40, 41].

Враховуючи великий попит на екстракти зеленого чаю у різних галузях харчових виробництв, в країнах, що спеціалізуються на вирощуванні зеленого чаю (Китай, Індонезія та ін.) екстракти з даного продукту виробляються у промислових масштабах. Враховуючи дані обставини, в нашому дослідженні доцільно використати саме такий екстракт зеленого чаю.

Мета та завдання досліджень

Екстракти огірочника та зеленого чаю можуть бути дуже вигідними для збільшення терміну придатності баранини; проте слід визначити найбільш підходящі концентрації кожного з них. Дані екстракти повинні пропонувати значну користь, не змінюючи сенсорної якості відбивних з баранини. Розвиток технологій отримання водних розчинів антиоксидантів дозволяє вирішити цю проблему з точки зору, коли екстракти використовуються у технологіях напівфабрикатів даних продуктів. Отже, метою дослідження було дослідження якості дрібношматкових напівфабрикатів з баранини, збагачених водними екстрактами огірочника та зеленого чаю протягом періоду їх зберігання.

Об'єкт досліджень – якість дрібношматкових напівфабрикатів з баранини, вироблених із використання екстрактів зеленого чаю та з насіння огірочника.

Предмет досліджень – фізико-хімічні, мікробіологічні та сенсорні властивості напівфабрикатів з баранини на протязі їх зберігання.

Для досягнення мети дослідження ми сформулювали завдання, які потрібно вирішити:

- визначення раціональних параметрів процесу екстрагування біологічно активних речовин з огірочника субкритичною водою;
- обрати екстракт зеленого чаю, що виробляють у промислових масштабах;
- дослідити вміст поліфенолів в досліджуваних зразках;

- дослідити процес окислення ліпідів при зберіганні зразків дрібношматкових напівфабрикатів з баранини;
- дослідити зміни коліру досліджуваних зразках при зберіганні зразків дрібношматкових напівфабрикатів з баранини;
- провести мікробіологічні дослідження зразків дрібношматкових напівфабрикатів;
- дослідити динаміку сенсорних властивостей дрібношматкових напівфабрикатів з баранини при їх зберіганні.

2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Характеристика використаного продукту та сировини

Зразки дрібношматкових напівфабрикатів з баранини були отримані наступним чином.

Тварин вирощували у Шишатському районі Полтавської області з природним вигодовуванням, поки вони не досягли маси тіла від 20 до 25 кг. Тварин у віці близько трьох місяців забивали та протягом 15 хв туші транспортували до приміщень холодильника, де охолоджували протягом 24 год ($4 \pm 0,5$ °С, відносна вологість 90%, 1-2 м/с). Дослідні зразки товщиною 20 мм були виготовлені з ніжок туші та знову відправлені в холодильник (4 °С).

У дослідженні були використані наступні зразки:

- два контрольні зразки (без використання екстрактів (С) та зразки, обприскувані водою (ОВ));

та зразків, оброблені наступними екстрактами:

0,5% водний екстракт огірочника (0,5% Ог),

5% водний екстракт огірочника (5% Ог),

10% водний екстракт огірочника (10% Ог),

0,005% водний екстракт зеленого чаю (0,005% Ч),

0,05% водний екстракт зеленого чаю (0,05% Ч),

0,5% водний екстракт зеленого чаю (0,5% Ч),

5% водний екстракт зеленого чаю (5% Ч).

Водні екстракти готували шляхом розчинення сухого екстракту в дистильованій воді (0,005, 0,05, 0,5 і 5 г екстракту в 100 мл дистильованої води). Потім водні екстракти фільтрували через фільтрувальний папір і стерилізували фільтруванням (0,2 мкм целюлозно-ацетатний стерильний шприцевий фільтр) (VWR). Отримані розчини поміщали в комерційні аплікатори та зберігали в замороженому стані (-20 °С). До їх використання водні екстракти були повністю розморожені при 4 °С протягом 12 годин.

2.2. Методика отримання екстракту з насіння огірочника

Насіння огірочника було придбано на місцевому ринку м. Полтави. Насіння подрібнювали в кавовому подрібнювачі, а лушпиння відокремлювали від ендосперму за допомогою сита 1 мм.

Екстракти з даної сировини отримували методом екстрагування субкритичною водою, як одним із найбільш інноваційних та ефективних методів екстрагування біологічно активних речовин.

Для екстрагування сировини у середовищі субкритичної води було використано реактор високого тиску РВД-2-500, що забезпечує наступні параметри екстрагування: температура – до 220 °С, тиск – до 20 МПа. Екстрагування проводили згідно з Керівництвом з експлуатації реактора високого тиску РВД-2-500.

Отримані розчини до їх подальшого використання у дослідженнях витримували замороженими при -20 °С.

2.3. Характеристика екстракту зеленого чаю

Враховуючи той факт, що екстракт зеленого чаю виробляють у промислових масштабах, нами, при проведенні досліджень, було використано саме такий екстракт, отриманий від компанія ООО "Натурінг".

Виробник – Tauga (Shanghai) Co., Ltd Room B406, 85 Lou Shan Guan Road, Shanghai, 200336, Китай. У таблиці 2.1 наведено специфікація, яку надає виробник, чая зеленого екстракт сухий 40% поліфенолів.

Згідно документації, наданої даною компанією, сухий екстракт зеленого чаю одержують із подрібненого листа зеленого неферментованого чаю *Camellia sinensis* – рід вічнозелених чагарників або дерев сімейства чайних. При виготовленні зеленого чаю листя нагрівають для інактивації ферментів, скручують, потім підсушують до 50% вологості, потім ще раз скручують і після цього висушують на сонці. Для приготування сухого екстракту зеленого чаю листя подрібнюють, екстрагують водою, отриманий рідкий екстракт відстоюють, очищають і концентрують, потім висушують густий екстракт.

Таблиця 2.1

Специфікація продукту «Чая зеленого екстракт сухий 40% поліфенолів»

Найменування показника якості	Специфікація	Нормативний документ, метод аналізу
Опис	Дрібнодисперсний порошок від жовтого до коричневого коліру	візуально
Запах/Вкус	Характерний	Органолептично
Вміст суми поліфенолів	Не менш як 40%	Нормативна документація виробника
Вміст кофеїну	Не більш як 10%	Нормативна документація виробника
Розмір часток	95% з розміром 60 mesh	USP (786)
Втрати маси при сушінні, %	Не більш як 8%	USP (731)
Мікробіологічна чистота		
Кількість мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів, КУО/г, не більш як	$5,0 \times 10^4$	ТР ТС 021/2011
<i>E. coli</i> , в 1,0 г.	100	
БГКП (коліформи), в 0,1 г.	відсутні	
Патогенні, в тому числі	відсутні	
сальмонела, в 10,0 г	відсутні	
Продукт призначений для промислового використання		

Даний екстракт зеленого чаю містить поліфенольні сполуки (сума флавоноїдів та чайних катехинів – вітаміни групи P), кофеїн, амінокислоти (чайний теанін та ін). Активні компоненти – кофеїн, дубильні речовини. Має антиоксидантну, дезодоруючу, консервуючу дію, здатність пов'язувати вільні радикали і зменшувати інтенсивність процесів перекисного окислення ліпідів.

2.4. Методика пакування та умови зберігання зразків

Підготовлені зразки дрібношматкових напівфабрикатів з баранини обробляли обприскування відповідним розчином (С, ОВ, 0,005% Ч, 0,05% Ч, 0,5% Ч, 5% Ч, 0,5% В, 5% В, 10% В) (приблизно 1 мл розчину на 100 см² м'яса) та пакували у полістирольні лотки, а герметизацію виконували поліетиленовою та поліамідною ламінованою плівкою. Плівка мала щільність 30 мкм, її проникність для кисню при 23 °С становила 15 см³/м²/24 год/0% вологості, а швидкість пропускання водяної пари при 23 °С становила 7 г/м²/24 год/85% вологості. Потім зразки поміщали в холодильник при 4 ± 0,5 °С та зберігали протягом 13 днів.

Конкретні аналізи проводили через 0 (приблизно через 24 години після забою тварини), 5, 8, 11 та 13 днів після упаковки, використовуючи 36 упаковок зразків в кожен день відбору проб (4 упаковки від кожного зразка). Один пакет з використовувався для мікробного, інструментального аналізу кольору та TBARS, тоді як інші три пакети були призначені для сенсорного аналізу. Зразки для сенсорних аналізів пакували у вакуумні поліетиленово-поліамідні мішки з шаром герметичу з етилнілацетату (30 × 25 см, 90 мкм, швидкість пропускання водяної пари при 23 °С 2,8 г/м²/24 год/85% RH, швидкість передачі O₂ при 23 ± 1 °С - 50 см³/м²/24 год) за допомогою побутового вакууматора Silver Crest SFS 110 A1 (Німеччина) і заморожували при -20 °С до подальшого проведення сенсорного аналізу.

2.5. Методика визначення загального вмісту фенольних сполук

Загальні фенольні сполуки визначали методом Folin Ciocalteu з адаптацією даного методу згідно роботи [42]: 2 мл екстракту заповнювали 0,3% HCl до 5 мл. А 100 мкл аліквоти отриманого розчину змішували з 2 мл 2%. Додавали Na_2CO_3 , а потім 2 мл 100 мкл реагенту Folin Ciocalteu (розведеного метанолом 1: 1). Через 30 хв інкубації поглинання вимірювали при 750 нм за допомогою спектрофотометра. Як стандарт використовували галлову кислоту, яка виражала результати як міліграми еквівалентів галлової кислоти (GAE) на мл екстракту.

2.6. Методика приборного визначення кольору

У цьому дослідженні був використаний спектрофотометр Minolta CM-2002, яким виміряли колір на поверхні котла товщиною 20 мм після розкриття лотки та витримки зразків на повітрі протягом 2 год при 4 °C. Реєстрованими параметрами були L^* (освітленість) та a^* (почервоніння). Освітлювач D65 використовували під кутом спостереження 10° і з отвором комірки 30 мм. На першому етапі обладнання калібрували за біло-чорним стандартом. Як непрямий вимір утворення метміоглобіну, а отже, і стійкості кольору, розраховували коефіцієнт «630/580» діленням відсотка коефіцієнту відбиття світла на довжині хвилі 630 нм відсоток відбиття світла на довжині хвилі 580 нм [43](AMSA, 2012). Відносний вміст метміоглобіну розраховували на основі кривої відбиття згідно з методикою, викладеною у роботі [44] з використанням 690 нм (найвища довжина хвилі приладу). Оскільки спектрофотометр вимірює відбиття лише з інтервалом 10 нм, довжини хвиль 473, 525 та 572 були розраховані за допомогою лінійної інтерполяції.

2.7. Методика визначення окислення ліпідів

Окислення ліпідів визначали як окислення речовини, що реагують на тіобарбітурову кислоту (TBARS), застосовуючи метод, описаний у роботі [45]. Згідно даної методики, 20 мл трихлороцтової кислоти (TCA 10%) (VWR)

додавали до 10 г м'яса і гомогенізували за допомогою ультратуракеу протягом 90 с при 2000 об/хв. Потім його центрифугували при 4000 об/хв протягом 30 хв при 10 °С. Супернатант фільтрували і 2 мл змішували з 2 мл ТВА 20 мМ. Пробірки вихровували та інкубували в термостатичній ванні при 97 °С протягом 20 хв. Після цього зразки охолоджували у водопровідній воді при температурі навколишнього середовища (15 °С) та вимірювали поглинання при 532 нм за допомогою спектрофотометра. Значення ТВА-реактивних речовин (TBARS), переважно малонового діальдегіду (MDA), розраховували за стандартною кривою 1, 1, 3, 3-тетраметоксипропану (TMP), оскільки MDA можна отримати за допомогою кислотного гідролізу з TMP в еквімолекулярній реакції, тому окислення ліпідів виражали як середнє значення двох повторень на зразок у мг малонового діальдегіду/кг м'яса.

2.8. Методика проведення мікробіологічних досліджень

У якості базових документів були використані наступні:

ГОСТ 10444.2-94 Продукты пищевые. Метод выявления и определения количества *Staphylococcus aureus* (Продукты харчові. Метод виявлення та визначання кількості *Staphylococcus aureus*); ГОСТ 29185-91 Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества сульфит-редуцирующих клостридий (Продукты харчові. Методи виявлення та визначання кількості сульфит-редукувальних клостридій); ГОСТ 30518-97 Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий) (Продукты харчові. Методи виявлення та визначання кількості бактерій групи кишкових паличок (колиформних бактерій)).

Загальні вимоги щодо проведення мікробіологічного контролю - за ГОСТ ISO 7218; підготовка проб до мікробіологічних досліджень - за ГОСТ 26669, ГОСТ 26670.

Визначення мікробіологічних показників:

- КМАФАнМ та дріжджів - за ГОСТ 10444.15;

- БГКП - за ГОСТ 21237, ГОСТ 31747;
- бактерій роду *Proteus* - за ГОСТ 28560;
- сульфїтредуючих клостридій - за ГОСТ 29185;
- патогенних мікроорганізмів, у тому числі:
Salmonella - за ГОСТ 21237, ГОСТ 31659;
 бактерій *Listeria monocytogenes* - за ГОСТ 32031.

Зразки були асептично відібрані з відбивних мазків, які тампонували ділянку 10 см², обмежений стерильним алюмінієвим шаблоном (10 см²). Кожен зразок гомогенізували в 0,1% пептоновій воді (*Biolife*) і проводили послідовне розведення.

Для психротрофних загальних життєздатних показників (PTVC), *Enterobacteriaceae* та визначення молочнокислих бактерій (LAB), 1 мл правильного розведення інокулювали в чашку Петрі і після цього додавали приблизно 15 мл відповідного агару [46]. Психротрофні загальні показники життєздатності (PTVC) досліджували за допомогою агаропластичного агару (PCA) після інкубації при 10 °C протягом 96 годин. Для підрахунку ентеробактерій використовували агар-декстрозу фіолетової червоної жовчі (VRBD), покриваючи пластини після затвердіння 3–4 мл VRBD (подвійний шар). Потім їх інкубували при 37 °C протягом 48 годин. Пластини для дослідження LAB були покриті агаром *map togosa* та *sharpe* (MRS) і поміщені в анаеробну банку з комплектом генератора анаеробної атмосфери (Anaerocult A) разом із смужкою індикатора анаеробних умов. Інкубацію проводили протягом 96 год при 37 °C. Щодо *Pseudomonas spp.* Визначення, 0,1 мл розчину властивості інокулювали на поверхню цефалотин-натрію фузидат-цетримідний агар (ХФУ) і посівний матеріал розподіляли за допомогою стерильної пластикової ручки. Планшети підраховували після інкубації при 20 °C протягом 24 годин. Усі мікробні показники виражали як логарифм колонії 10 одиниць формування на см² площі поверхні зразків (log КУО/см²).

2.9. Методика сенсорного оцінювання зразків, виготовлених з досліджуваних зразків баранини

Зразки розморожували при 4 °С у холодильнику протягом 12 годин. Далі дрібношматкові напівфабрикати обгортали алюмінієвою фольгою і готували при 200 °С в двопластинчастому грилі до досягнення температура всередині зразка 72 °С, яка контролювалась внутрішньою термометрою. Приготовані зразки розрізали на порції (2 см × 2 см × 2 см), обмотували окремо алюмінієвою фольгою, і присвоювали кожному з них випадковий тризначний код. Зразки поміщали при 60 °С в шафу для зігрівання до тих пір, поки їх не пробували (≤ 10 хв після готується).

Сенсорні оцінки проводились за кількісною структурованою шкалою на основі дескрипторів з інтервалами від 0 до 10. У таблиці 2.2 наведено визначення та посилання на атрибути, що використовуються для сенсорного аналізу. Кількісно описаними дескрипторами були запах трав (0 – відсутність запаху трав до 10 = дуже інтенсивний запах трав), мікробний запах (0 = відсутність мікробного запаху до 10 = дуже інтенсивний мікробний запах), запах окислення (0 = відсутність запаху окислення до 10 = дуже інтенсивний окислювальний запах), аромат трави (0 = без аромату трави до 10 = дуже інтенсивний аромат трави), мікробний аромат (0 = без мікробного смаку до 10 = дуже інтенсивний мікробний смак) та окислювальний аромат (0 = без окисного аромату до 10 = дуже інтенсивний окислювальний аромат). Десять зразків оцінювали на кожному сеансі (загалом потрібно 16 сеансів), роблячи перерву (приблизно 45 хв) після перших п'яти оцінок. Аналіз проводився в окремих кабінах, освітлених червоним світлом (ISO 8589 1998), а також хлібні палички та вода були доступні учасникам дискусії для очищення піднебіння між зразками [47].

Для оцінки було використано 9-членну експертну комісію. Члени комісії пройшли навчання з сенсорної оцінки і був знайомі з узагальненою сенсорною оцінкою м'яса. Було проведено спеціальне навчання з метою розпізнавання ознак щодо цього дослідження. Для оцінки зігрілого запаху та смаку були

представлені зразки оливкової олії та баранини, що мають різні рівні окислення. Тренінг з оцінки мікробного запаху та смаку проводився із використанням напівфабрикатів з різною кількістю мікробів, для цього кілька відбивних упакували та зберігали при 2 °С протягом різного часу до 3 тижнів. Для оцінки запаху та смаку трави використовували настої огірочника та листя чаю в різних концентраціях (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

Опис та посилання на атрибути, що використовуються для сенсорного аналізу

Атрибути	Визначення	Посилання на причину
Запах		
Прогорклій	Запах, пов'язаний з окислювальними сполуками отримані з жиру	Прогіркла олія насіння
Трав'яний запах	Запах, пов'язаний із зеленню	Листя чай та огірочника
Мікробний	Гнильні запахи, спричинені псуванням м'яса	Зіпсоване м'ясо
Смак		
Прогорклій	смаки, пов'язаний з окислювальними сполуками отримані з жиру	Прогіркла олія насіння
Трав'яний	Смак, пов'язаний із зеленню	Листя чай та огірочника
Мікробний	Гнильні смаки, отримані від псування м'яса	Зіпсоване м'ясо

2.10. Статистичний аналіз

Повторність експериментальних досліджень - трикратна, якщо не вказано інше. Статистичний аналіз експериментальних даних проводили з використанням статистичної програми Excel. Крім того, було проведено аналіз коефіцієнта кореляції між різними параметрами. Статистичний аналіз проводили при значущому рівні 0,05 для всіх результатів.

3. РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Експериментальні дослідження з визначення раціональних параметрів процесу екстрагування біологічно активних речовин з огірочника субкритичною водою

Згідно програми досліджень, були проведені експериментальні дослідження з визначення раціональних параметрів процесу екстрагування біологічно активних речовин з огірочника субкритичною водою. Факторами, що впливають на ефективність екстрагування є: температура, тривалість процесу екстрагування, гідромодуль, розмір фракції та тиск.

Враховуючи інформацію, наявну у наукових фахових виданнях з приводу значень даних параметрів [48], було прийнято: тиск – 6 МПа, розмір фракції $0,5 \pm 0,1$ мм, гідромодуль, відношення маси сухої речовини до маси екстрагента (дистильована або бідистильована вода) – 1 : 15. При експериментах варіювали температуру (110, 140 та 170 °С) та тривалість екстрагування (від 5 до 30 хвилин). Цільовою функцією у даному експерименті був вихід загальних поліфенолів. Результати досліджень наведені на Рис 3.1.

Анализ наведених результатів дозволив обрати раціональні параметри екстрагування: температура – 170 °С; тривалість екстрагування – 25 хвилин. Отримані екстракти висушували, пакували та зберігали до проведення наступних досліджень при температурі 4 °С.

3.2. Дослідження вмісту поліфенолів

У таблиці 3.1 наведено загальний вміст фенолів у екстрактах. Екстракт з 5% зеленого чаю містив найбільшу кількість поліфенолів, показуючи $19,97 \pm 1,06$ мг GAE/мл. Вже було описано, що екстракт зеленого чаю містить величезну кількість фенольних сполук [41], які є переважно катехінами та флавоноїдами [49]. Катехіни, присутні в екстракті зеленого чаю, представлені головним чином епікатехіном (ЕК), епікатехінгалатом (ЕКГ),

епігалокатехіном (EGC) та епігалокатехінгалатом (EGCG) [49]. Як і слід було очікувати, менший вміст поліфенолів вимірювали в менш концентрованих екстрактах чаю.

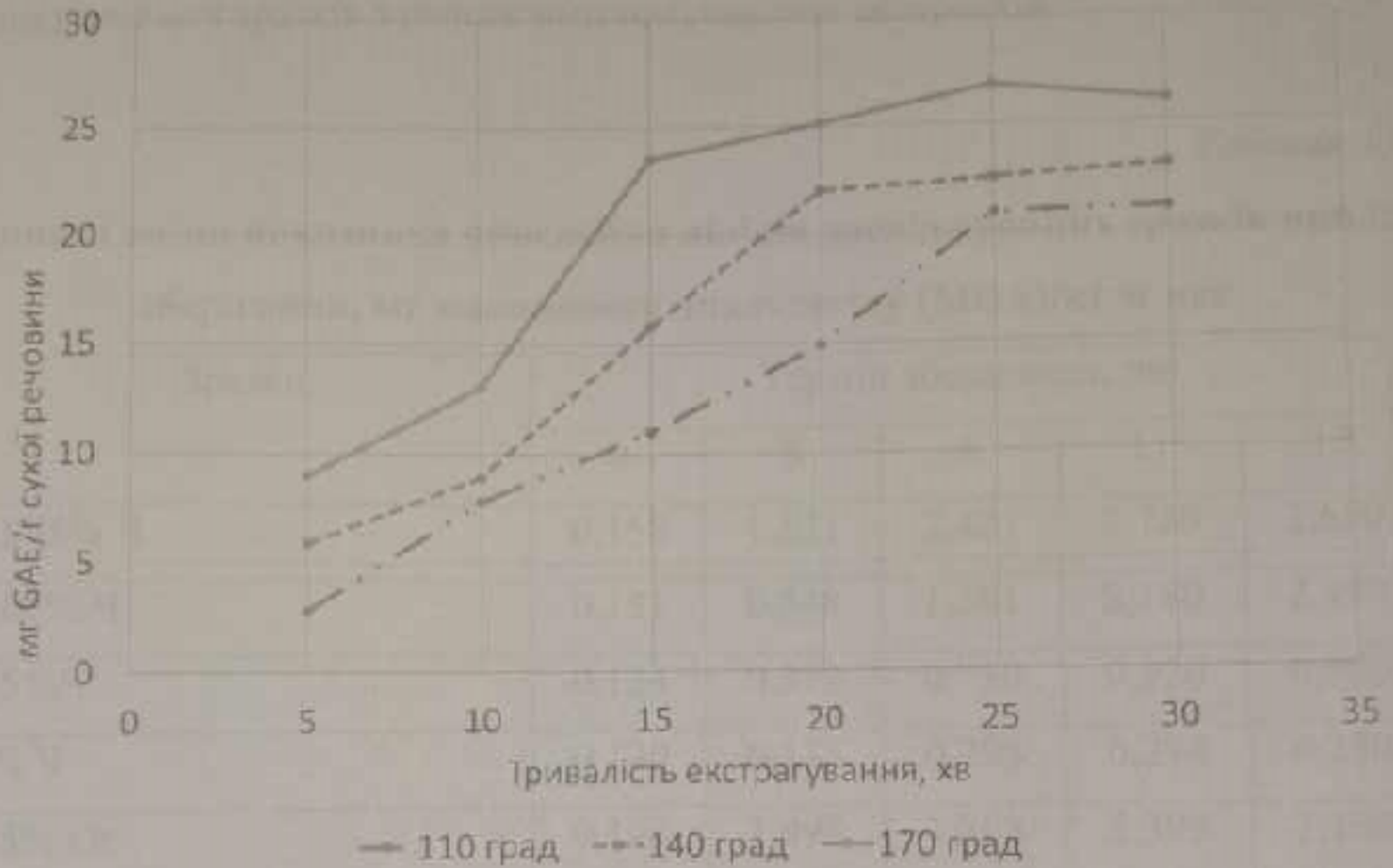


Рис. 3.1. Загальний вихід поліфенолів при тиску – 6 МПа, розміру фракції сировини $0,5 \pm 0,1$ мм, та відношенні маси сухої речовини до маси екстрагента – 1 : 15.

Щодо екстрактів насіння огірочника, 0,30, 1,38 та 3,29 мг GAE/мл визначали кількісно у 0,5%, 5% та 10% водних екстрактах. Вміст поліфенолу збільшувався із збільшенням концентрації. Визначено, що розмаринова кислота є основною фенольною кислотою в насінні огірочника, за якою слідує синапінова та сирингічна кислоти [32, 50].

3.3. Дослідження процесу окислення ліпідів

Результати досліджень процесу окислення ліпідів, виражені у мг малонового альдигіду/кг продукту наведені в табл. 3.1. Графічна інтерпретація цих результатів (рис. 3.2) дозволяє сформулювати динаміку змін даного показника для зразків з різним вмістом доданих екстрактів.

Таблиця 3.1

Динамі зміни показника окислення ліпідів досліджуваних зразків при їх зберіганні, мг малонового диальдегіду (MDA)/кг м'яса

Зразки	Термін зберігання, дні				
	0	5	8	11	13
0,005% Ч	0,158	1,521	2,421	2,789	2,650
0,05% Ч	0,151	0,948	1,281	2,180	2,490
0,5% Ч	0,124	0,372	0,750	0,920	0,880
5% Ч	0,120	0,175	0,298	0,298	0,250
0,5% Ог	0,162	1,498	1,808	2,395	2,198
5% Ог	0,331	0,594	0,752	1,090	1,682
10% Ог	0,119	0,292	0,305	0,395	0,396
Контроль	0,139	1,112	1,645	2,108	2,411
Контроль з водою	0,125	0,899	2,420	2,689	2,898
межа прийнятності, запропонована в роботі [51]	2,080				

Як видно з рис. 3.2, початкові значення малонового диальдегіду були подібними у всіх зразках, але значні відмінності були виявлені серед них після 5 днів. В цей час було виявлено дві різні групи.

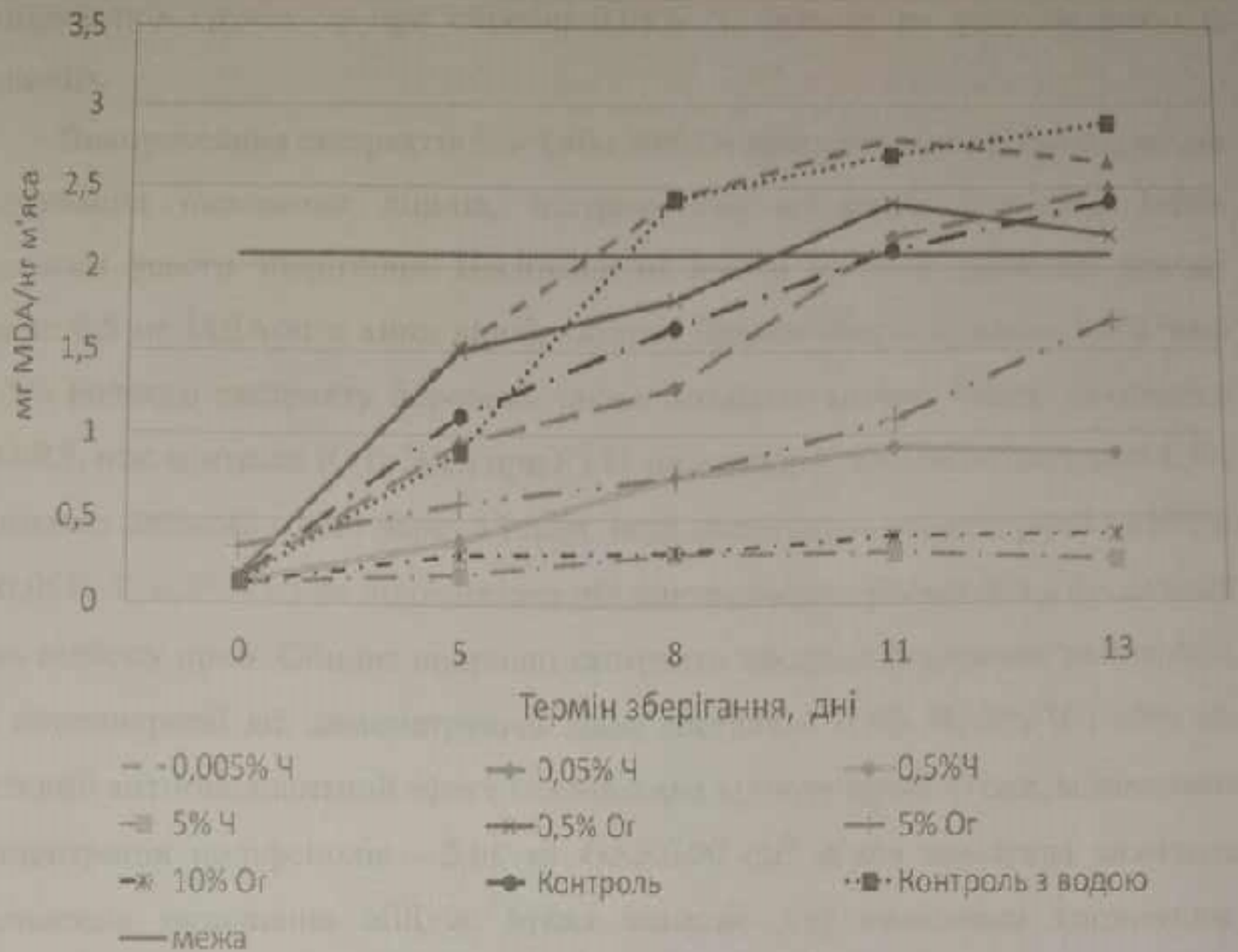


Рис. 3.2. Динамі зміни показника окислення ліпідів досліджуваних зразків при їх зберіганні

0,005% Ч: 0,005% (р/об) водного екстракту чаю; 0,05% Ч: 0,05% (р/об) водного екстракту чаю; 0,5% Ч: 0,5% (р/об) водного екстракту чаю; 5% Ч: 5% (р/об) водного екстракту чаю; 0,5% В: 0,5% (р/об) водний екстракт огірочника; 5% Ог: 5% (р/об) водного екстракту огірочника; 10% Ог: 10% (р/об) огірочника водний; Межа - межа прийнятності, запропонована у роботі [51]. MDA: малоновий дигальдегід

Група, яка зареєструвала найнижчі значення, складалася з відбивних обприскують 0,5% Ч, 5% Ч, 5% Ог і 10% Ог, тоді як 0,005% Ч і 0,5% В додані відбивні показали найвищий вміст MDA. Значення TBARS, отримані в

контрольних групах та при обробці 0,05% Ч, суттєво не відрізнялися від останніх.

Використання екстрактів 5% Ч або 10% Ог призвело до подібного сильне інгібування окислення ліпідів, підтримуючи найнижчі значення MDA протягом усього зберігання. Насправді ці зразки досягли значення значно нижче 0,5 мг MDA/кг в кінці відображення. Зразки обприскування 0,5% чаю та 5% водного екстракту боровика також показали значно нижчі показники TBARS, ніж контролю (С та WC) при 8 і 11 днів показу, але лише екстракт 0,5% Ч показав значний ефект через 13 днів. Інші досліджені концентрації (0,005% Ч, 0,05% Т, 0,5% Ог) не відрізнялися від контрольних зразків (С) у будь-який день відбору проб. Обидва природні екстракти продемонстрували залежність від концентрації дії, демонструючи лише екстракти 0,5% Ч, 5% Ч і 10% Ог суттєвий антиоксидантний ефект кожного дня відбору проб. Отже, мінімальна концентрація поліфенолів - 2,08 мг GAE/100 см² м'яса вимагала значного зменшення окислення ліпідів. Межа відмови для окисленої яловичини, запропонована [51] не було досягнуто при цих обробках, а також у зразках, обприскуваних 5% -ним водним екстрактом борщівника під час демонстрації, тоді як він вже був перевищений через 11 днів після упаковки як в контролі, так і в решті використовуваних концентрацій.

Таблиця 3.2

Загальна кількість фенольних сполук, виражених у еквівалентах галової кислоти (GAE)

Водні екстракти	Усього поліфенолів (мг GAE/мл екстракту)
0,005% Ч	0,15 ± 0,01
0,05% Ч	0,49 ± 0,04
0,5% Ч	2,08 ± 0,15
5% Ч	19,97 ± 1,06
0,5% Ог	0,30 ± 0,02
5% Ог	1,38 ± 0,03
10% Ог	3,29 ± 0,02

Вплив екстрактів чаю на гальмування окислення ліпідів протягом усього періоду зберігання повідомляють автори робіт [40, 41]. Його антиоксидантна активність головним чином приписується катехінам, яких багато в екстрактах зеленого чаю, завдяки його здатності діяти як поглиначі вільних радикалів [52]. Щодо екстракту насіння борщівника, наскільки нам відомо, він ніколи не використовувався для консервування свіжого м'яса, але, він знижував окислення ліпідів у яловичих котлетах [33], свіжих ковбасах зі свинини [53] та риби [54]. Автори роботи [55] *in vitro* пролементували, що високий вміст фенольних сполук в насінні борщівника, здатному вгамувати активні форми кисню, може пояснити здатність екстрактів насіння борщівника обмежувати окислювальну здатність реакції.

Подальші дослідження (мікробіологічні, сенсорні та дослідження зміни кольору) були зосереджені на дрібношматкових напівфабрикатів, які виявили значну антиоксидантну активність.

3.4. Дослідження зміни кольору досліджуваних зразках при зберіганні

Результати досліджень зміни кольору досліджуваних зразків у процесі їхнього зберігання наведені у табл. 3.3.

За результатами, наведеними у табл. 3.3 побудовані графіки зміни кольору досліджуваних зразків у процесі їхнього зберігання, які наявно деконструють динаміку зміни кольору досліджуваних зразків у процесі їхнього зберігання (рис. 3.3).

Освітлість (L^*) зростала у контрольних зразках протягом усього дослідження, тоді як зменшення було зареєстровано при обробці екстрактом 5% Ч. На відміну від цього, початкові та кінцеві значення L^* не відрізнялись у зразках, розпилених 0,5% Ч та 10% Ог. Суттєві відмінності між значеннями показника були отримані в кінці дослідження, демонструючи контроль, що значення L^* були вищими, ніж 5% Ч та 10% Ог. Збільшення легкості з часом було пов'язано зі структурними змінами м'яса, особливо денатурацією білка,

які призводять до більшої дисперсії світла і, як результат, підвищеної легкості [56].

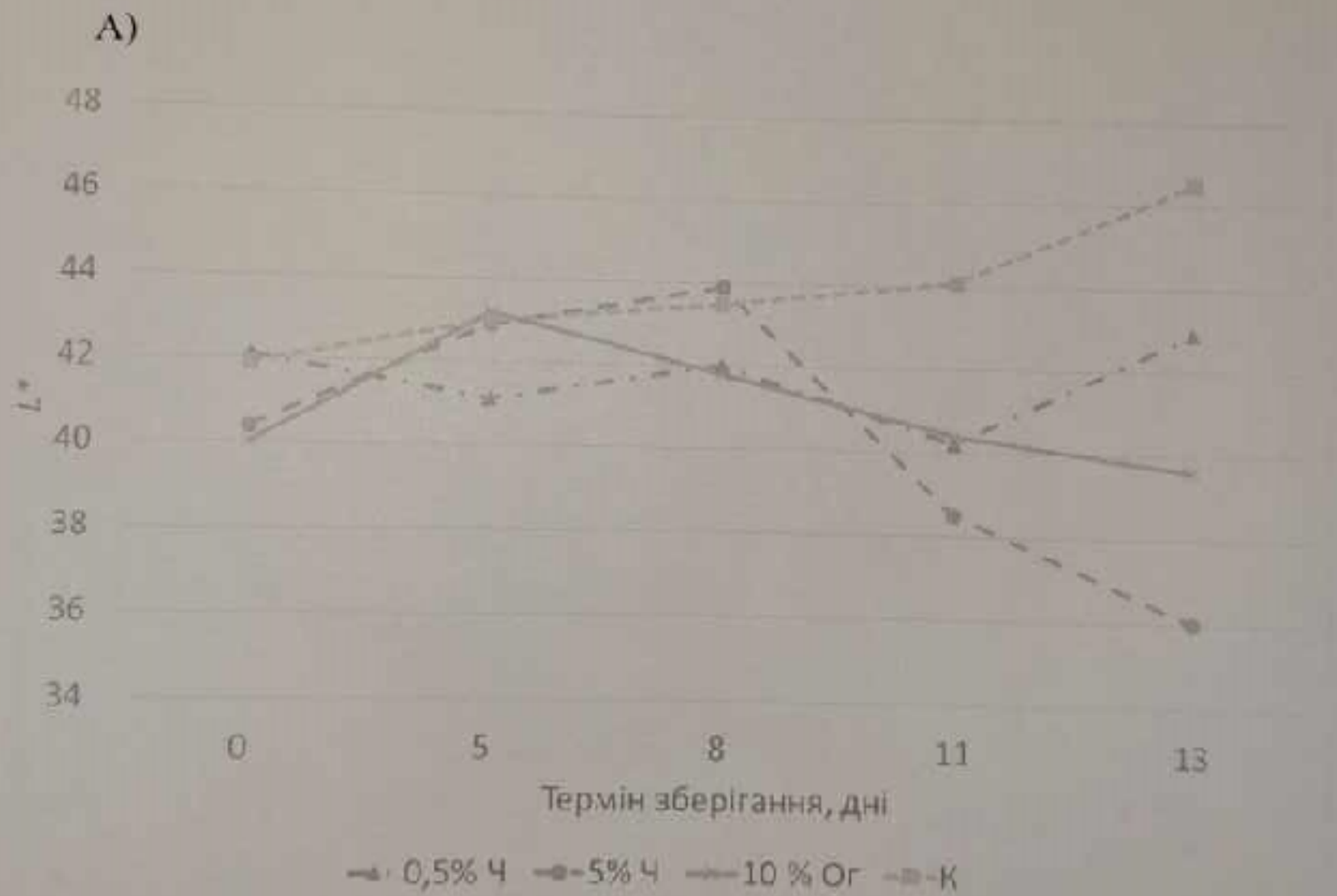
Таблиця 3.3

Зміни кольору досліджуваних зразків у процесі їхнього зберігання

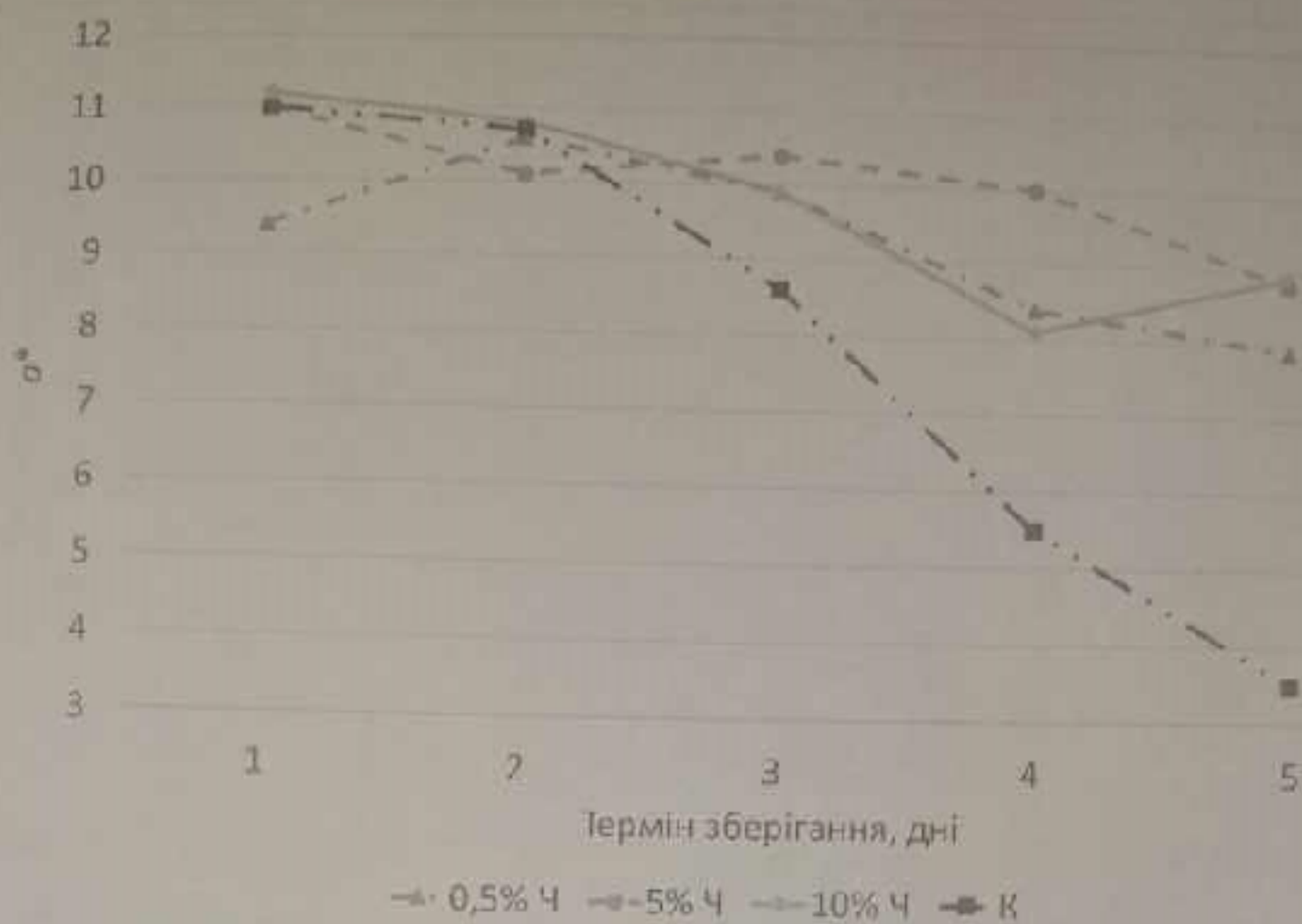
Зразки	Термін зберігання, дні				
	0	5	8	11	13
А) L^*					
0,5% Ч	4,21	41,1	42,0	40,2	42,9
5% Ч	40,4	42,9	43,9	38,5	36,0
10% Ог	40,0	43,2	41,8	40,4	39,6
К	41,9	43,0	43,5	44,1	46,5
В) a^*					
0,5% Ч	9,4	10,6	9,9	8,4	7,9
5% Ч	11,0	10,1	10,4	10,0	8,8
10% Ог	11,2	10,8	9,9	8,1	8,9
К	11,0	10,7	8,6	5,5	3,5
С) співвідношення 630/580					
0,5% Ч	2,21	1,90	1,88	1,62	1,59
5% Ч	2,55	1,79	1,87	1,51	1,40
10% Ог	2,24	2,00	1,91	1,61	1,72
К	2,52	2,00	1,68	1,32	1,19
Д) відсоток метміоглобіну					
0,5% Ч	16	39	39	44	42
5% Ч	16	34	36	55	57
10% Ог	17	39	37	46	45
К	21	33	43	60	62

Обприскування дрібношматкових напівфабрикатів не змінило початкових значень a^* , але серед процедур було виявлено інший розвиток почервоніння. Контрольні зразки зазнавали постійного зниження насиченості з 8 днів після упаковки до фіналу експериментального періоду, реєструючи зменшення або у значенні a^* , або у співвідношенні 630/580. Втрату інтенсивності почервоніння також вимірювали у напівфабриках оброблених 5% Т, вимірюючи падіння обох параметрів відповідно через 11 та 13 днів. Співвідношення 630/580 зменшувалось при обробці 0,5% Т та 10% В протягом усього періоду дисплею, тоді як початкові та кінцеві значення a^* не суттєво відрізнялись у цих зразках. Незважаючи на те, що почервоніння з часом

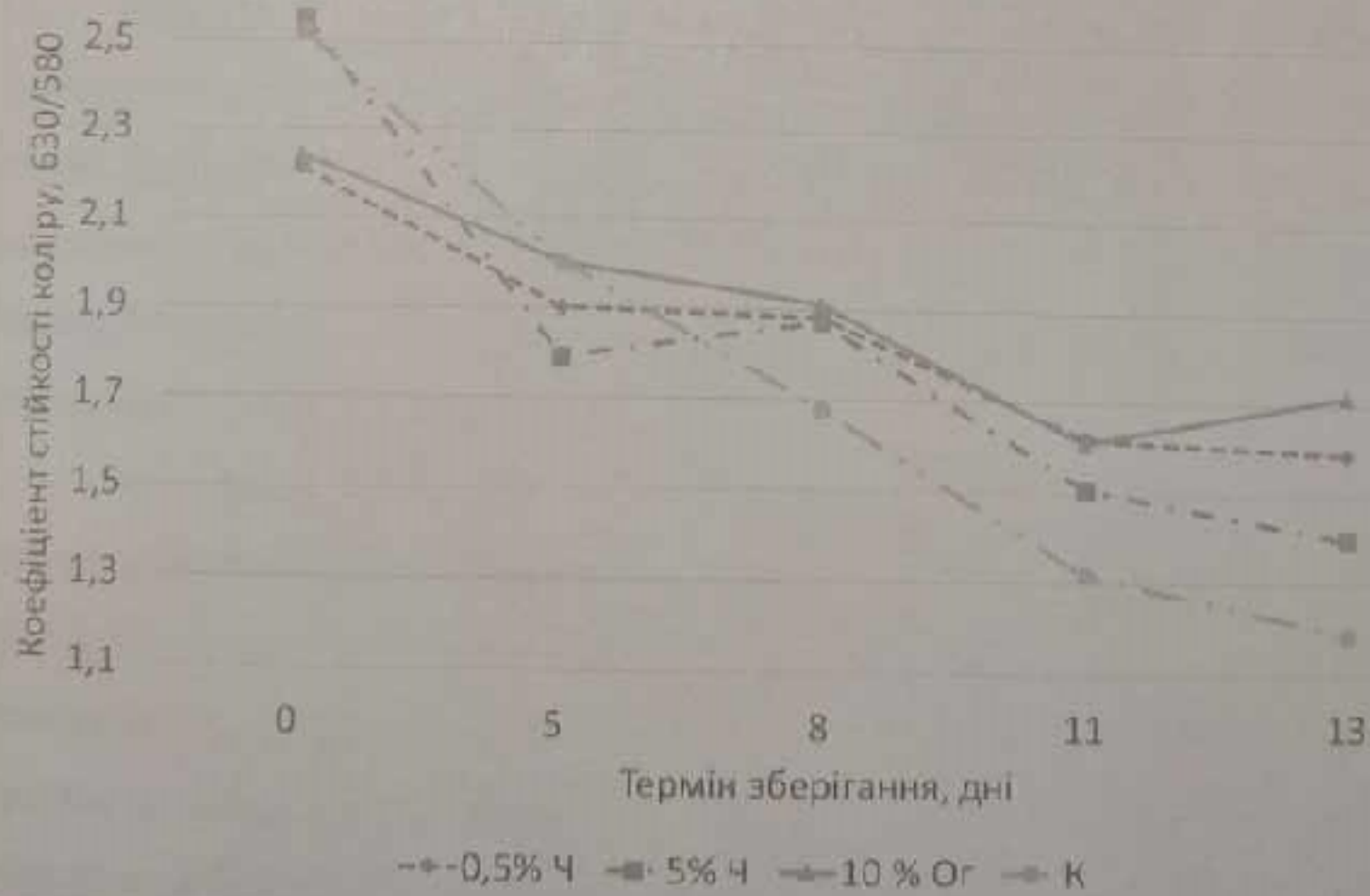
зменшувалось у всіх процедурах, значне між ними були виявлені відмінності. Обприскування 0,5% Ч ($2,08 \pm 0,15$ мг екстракту GAE/мл), 5% Ч ($19,97 \pm 1,06$ мг екстракту GAE/мл) та 10% Ог ($3,29 \pm 0,02$ мг екстракту GAE/мл) водних екстрактів привели до вищих значень a^* , ніж у контрольні зразки після 11 днів відображення. Різниця між методами обробки була також зареєстровано у співвідношенні 630/580. Оброблені напівфабрикати показали вище значення у цьому співвідношенні через 8 днів відображення, що вказує на збільшення утворення метміоглобіну, тоді як лише ті, що додають 0,5% Ч і 10% Ог пропонували більш високі значення, ніж контроль, через 13 днів після упаковки.



B)



C)



D)

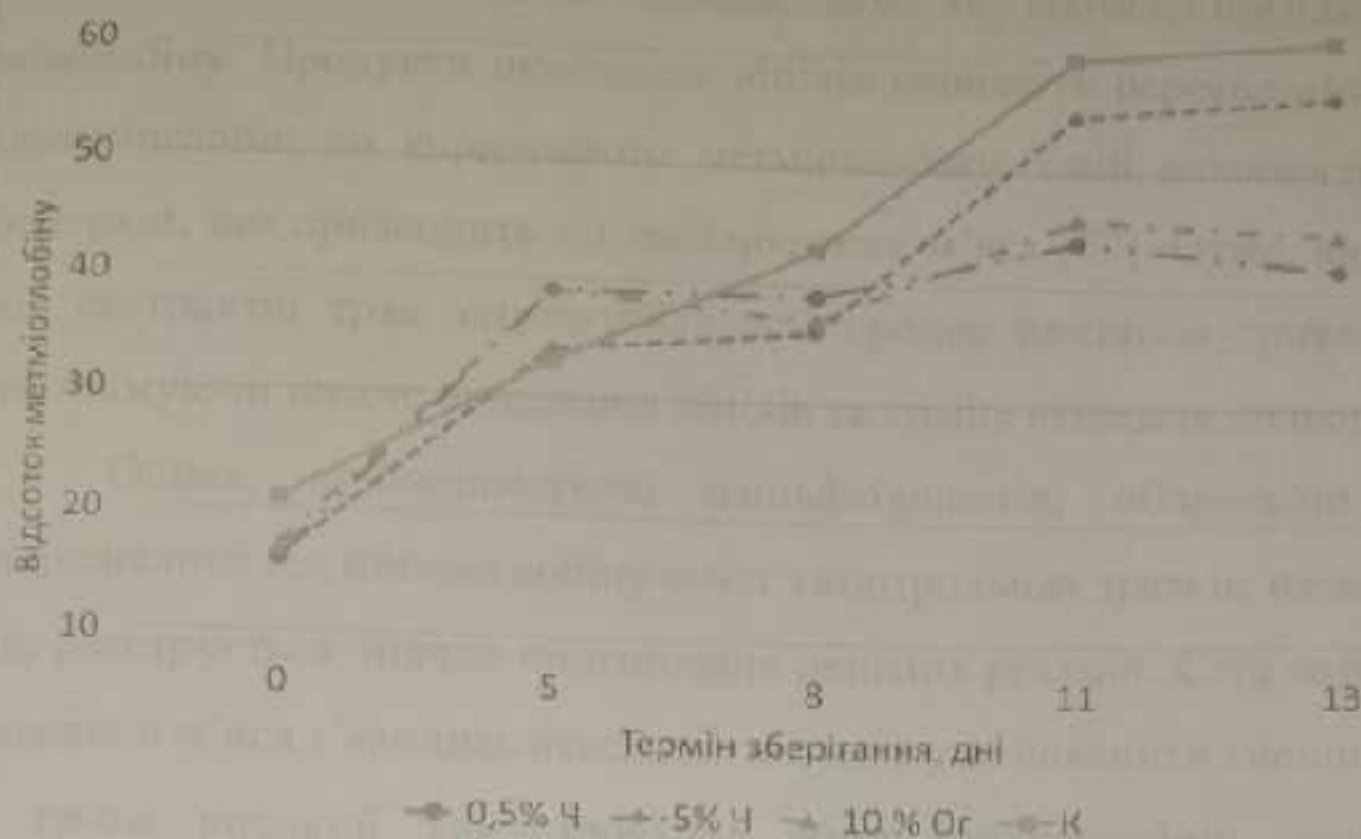


Рис. 3.3. Динаміка показників коліру L^* (A), a^* (B), співвідношення 630/580 (C) та відсоток метміоглобіну (D) досліджуваних зразків, оброблених водними екстрактами огірочника та зеленого чаю

Обидва екстракти трав забезпечили краще збереження кольору, який узгоджується з попередніми ефектами чаю [40] та огуречник [33] екстракти щодо зменшення втрати почервоніння під час показу. Колір – це основна властивість баранини, що оцінюється споживачами під час придбання, отже захисний ефект водних екстрактів на почервоніння може вплинути на рішення споживачів про придбання.

Відсоток метміоглобіну збільшувався протягом усього періоду в чотири партії, але окислення міоглобіну відбувалося з різною швидкістю. Або 10% Ог, або 0,5% Ч справили надзвичайно значущий вплив на затримку окислення міоглобіну, що призвело до нижчого вмісту метміоглобіну, ніж у контрольних зразків у кінці відображення. Що стосується 5% розпиленних зразків Ч, відсоток метміоглобіну не відрізнявся від показника, визначеного кількісно або в контролі, або у відбивних з додаванням 10% Ог та 0,5% Ч.

Зміна кольору баранини, зареєстрованого під час виставки, можна пояснити через окислення ліпідів, яке, як відомо, посилює окислення міоглобіну. Продукти окислення ліпідів сприяють перетворенню червоного оксиміоглобіну до коричневого метміоглобіну, який накопичується в м'ясі поверхні, що призводить до знебарвлення м'яса [57]. Отже, антиоксидантна дія екстрактів трав затримувала цей процес протягом тривалого періоду, підтримуючи нижче окислення ліпідів та кращу стійкість кольору.

Однак, дрібношматкові напівфабрикати, обприскані 5% Ч, не відрізнялися від метміоглобіну вміст з контрольних зразків, незважаючи на те, що реєструється значне пригнічення окисних реакцій. Слід зазначити, що на поверхні м'яса з'явилися невеликі тіні, що може пояснити зменшення легкості, а також високий зареєстрований вміст метміоглобіну, оскільки обидва параметри отримуються за допомогою кольорових вимірювань. Катехіни чаю, на частку яких припадає близько 75% загальної сухої маси зеленого чаю, можуть випадати на поверхню м'яса під час викладки у найбільш концентрованому водному екстракті (5% р/об), що призводить до неприйнятних модифікацій кольору.

Дійсно, цей екстракт містив $19,97 \pm 1,06$ мг екстракту GAE/мл, а концентрація приблизно в сім разів перевищує концентрацію іншої екстракти, що виявляють антиоксидантну дію. Тому це може бути вказано виявляється, що це межа концентрації для його використання в консервації м'яса.

Слід використовувати менш концентровані екстракти для отримання значного зменшення окислення ліпідів без зміни властивостей якості баранини.

3.5. Мікробіологічні дослідження зразків відбивних

Вплив натуральних екстрактів на ріст мікробів протягом усього періоду зберігання представлено на рис. 3.4.

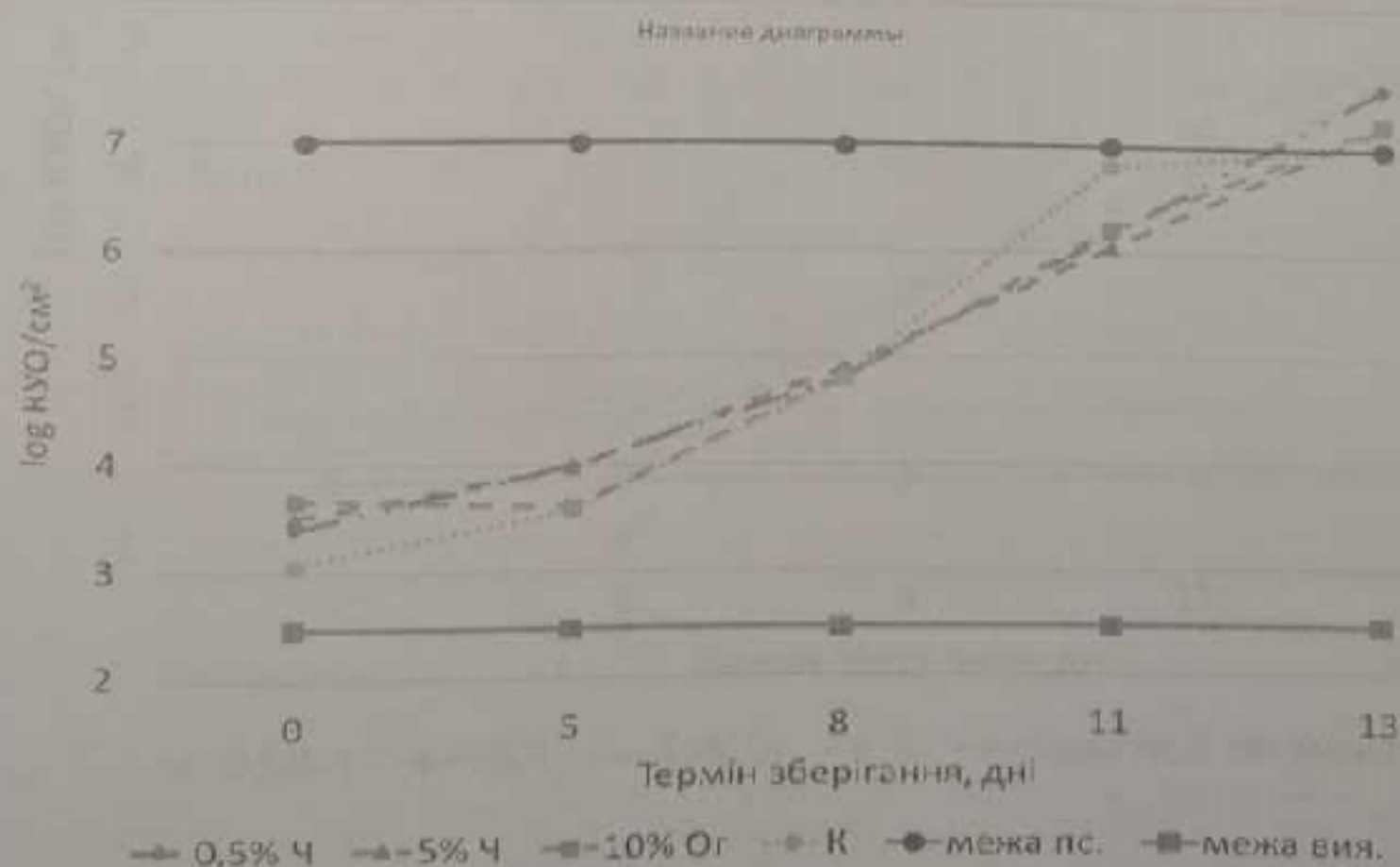
За даними, наведеними у табл. 3.4 були побудовані графіки, які наглядно демонструють динаміку зростання мікробіологічного забруднення досліджуваних зразків (Рис. 3.4).

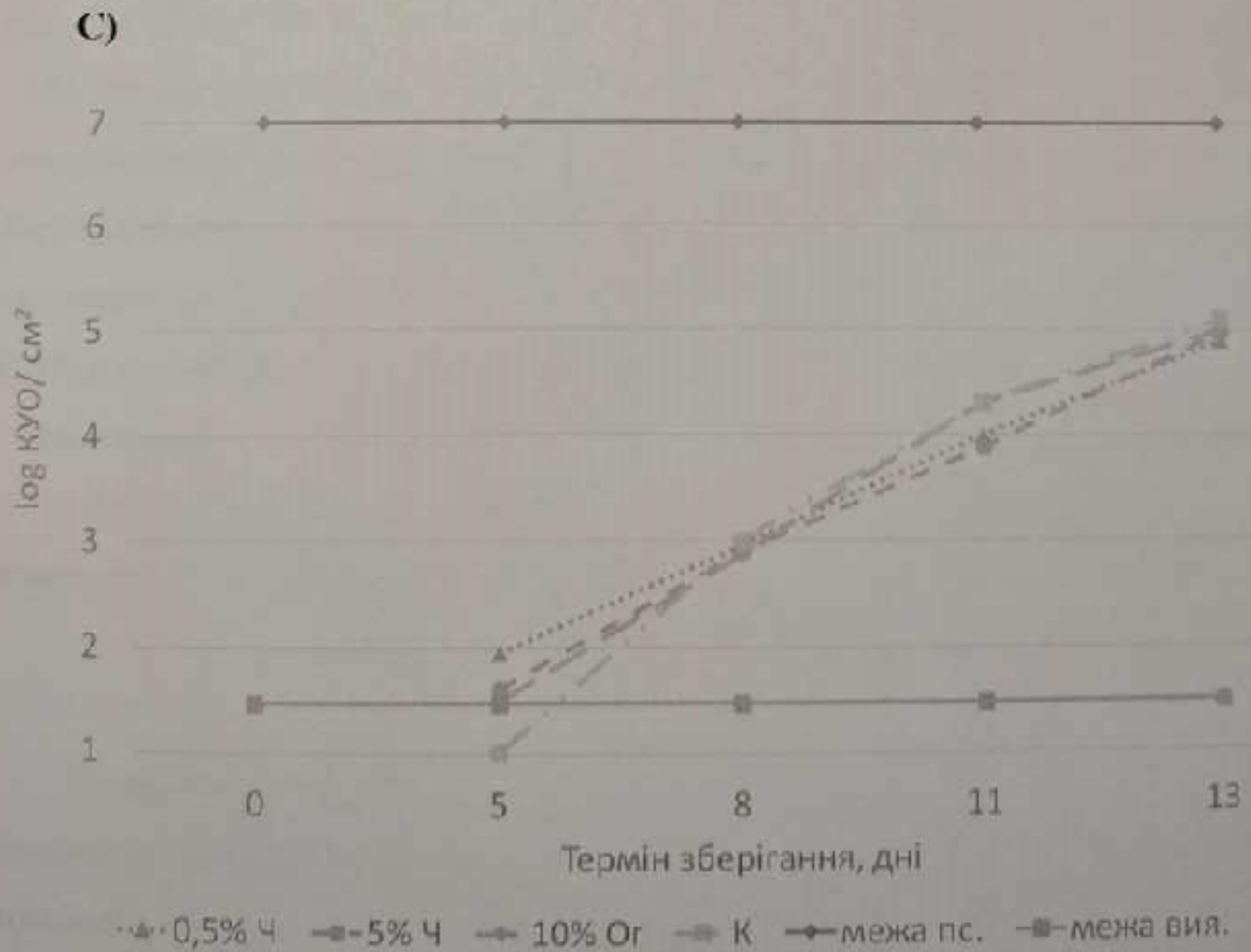
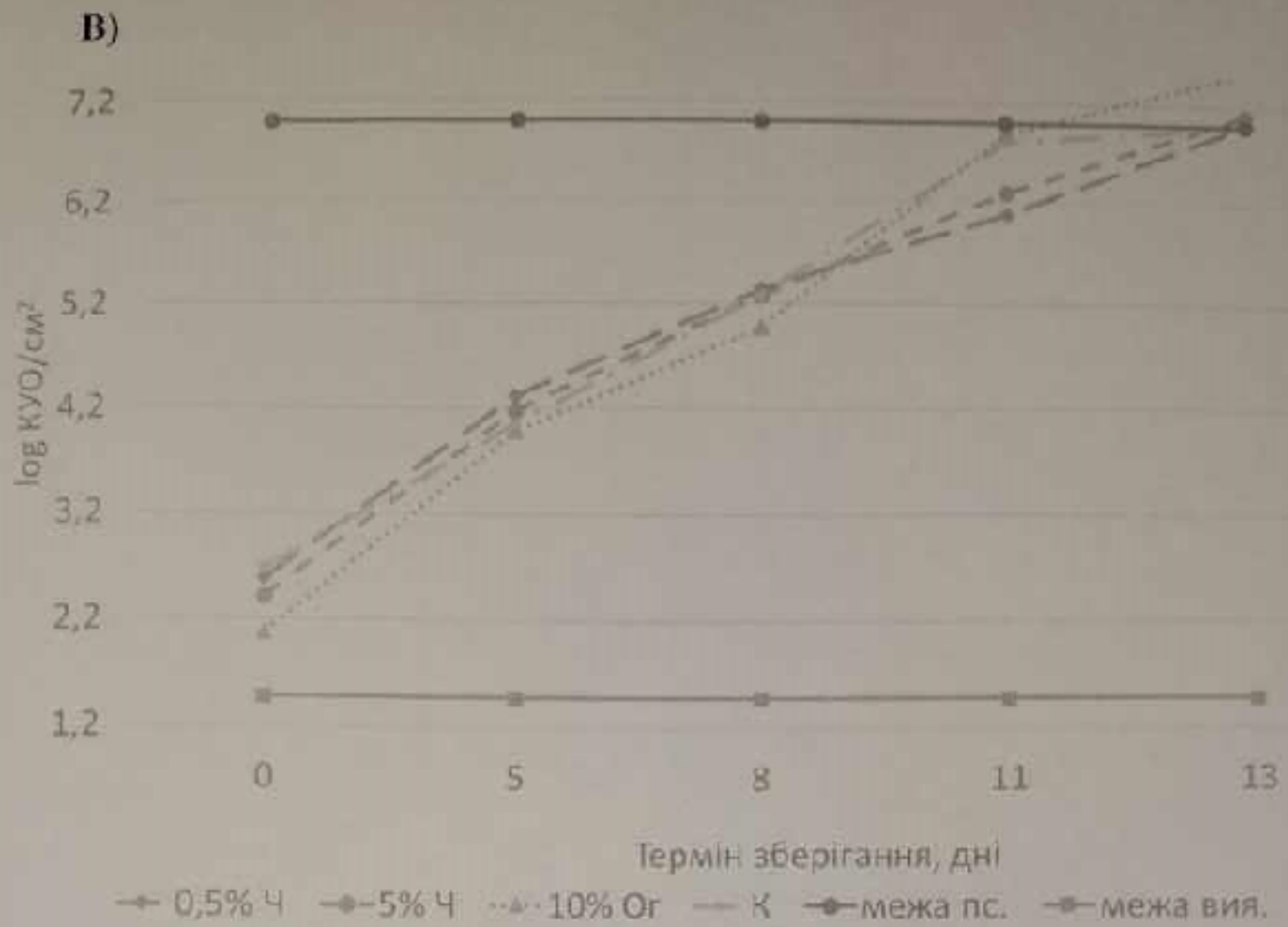
Таблиця 3.4

Вплив натуральних екстрактів на ріст мікробів протягом періоду зберігання зразків

Зразки	Термін зберігання, дні				
	0	5	8	11	13
<i>A Pseudomonas spp</i>					
0,5% Ч	3,41	4,00	4,80	6,17	7,58
5% Ч	3,52	3,98	4,89	6,05	7,22
10% Ог	3,68	3,61	4,81	6,22	7,24
К	3,08	3,59	4,81	6,82	7,01
В					
0,5% Ч	2,58	4,32	5,34	6,08	7,00
5% Ч	2,42	4,18	5,28	6,30	7,10
10% Ог	2,08	3,98	4,98	6,88	7,53
К	2,68	4,05	5,28	6,80	6,99
С					
0,5% Ч	-	1,95	2,96	4,00	4,90
5% Ч	-	1,62	2,89	3,88	4,98
10% Ог	-	1,50	2,87	4,30	5,00
К	-	1,02	3,00	4,30	5,11
Д					
0,5% Ч	-	1,85	2,51	3,22	3,61
5% Ч	-	1,75	2,40	3,13	3,50
10% Ог	-	1,42	2,60	3,71	3,92
К	-	1,40	2,60	3,90	4,11

А)





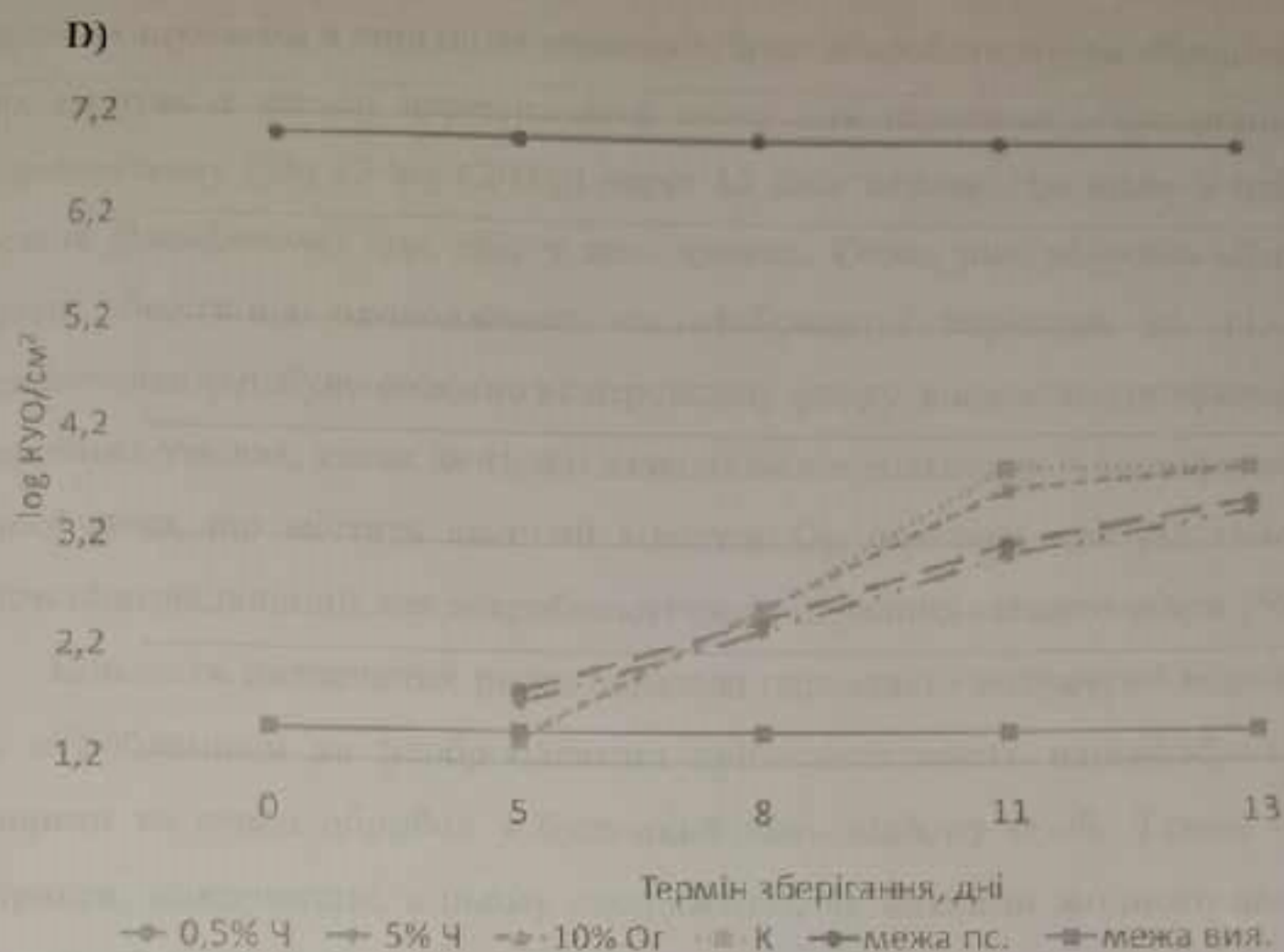


Рис. 3.4. Динаміка зростання грамнегативних бактерій (*Pseudomonas spp.*) (А), загальний показник життєздатності психротрофних бактерій (В), молочнокислі бактерії (С) та ентеробактерії (факультативні анаероби - *Escherichia coli*) (D) для відбивних з бараншини, оброблених чаєм та водними екстрактами борщівника. 0,5% Ч: 0,5% (р/об) водного екстракту чаю; 5% Ч: 5% (р/об) водного екстракту чаю; 10% Ог: 10% (р/об) водного екстракту борщівника; С = контроль LOA = межа прийнятності. Межа виявлення (LOD) становила 1,48 log КУО/см² для психротрофних загальних життєздатних показників, ентеробактерій та молочнокислих бактерій та 2,48 log CFU/см² для *Pseudomonas spp.*

Початковий показник мікробів у зразках практично не залежний від типу обробки та становив від 3,12 до 3,49 для *Pseudomonas spp.* і між 2,04 і 2,42 для загальної кількості життєздатних психротрофних показників. Зростання ентеробактерій та молочнокислих бактерій неможливо було виявити у всіх

обробках протягом 8 днів після упаковки. Зріст мікробів суттєво збільшився у всіх партіях з часом, перевищуючи межу для псування мікроорганізмів, запропоновану [58] ($7 \log \text{CFU/g}$) через 13 днів показу. Цю межу в цей час досягла *Pseudomonas spp.* ріст у всіх зразках. Отже, ріст мікробів обмежив термін зберігання охолоджених напівфабрикатів баранини до 11 днів. *Pseudomonas spp.* було описано як переважну флору, коли м'ясо розфасовують в аеробних умовах, таких як ті, що знаходяться в упаковках із модифікованою атмосферою, що містять високий відсоток O_2 , оскільки цей рід головним чином відповідальний для мікробіологічного псування свіжого м'яса [59].

Кількість визначених родів показала переважно незначущі відмінності між обробленими та необробленими дрібношматкових напівфабрикатів з баранини та серед обробок у будь-який день відбору проб. Таким чином, екстракти, використані в цьому дослідженні, не виявили жодного значного антимікробного ефекту. Відсутність значного зменшення кількості мікробів у зразках, обприскианих екстрактом насіння огірочника, відповідало результатам, отриманим у роботі [33], демонструючи відсутність будь-якого протимікробного ефекту екстрактів насіння огірочника. Раніше автори роботи [60] повідомляли про значний протимікробний ефект екстракту зеленого чаю; однак у нашому дослідженні цього не спостерігалось. Відмінності в активності можуть бути пов'язані з різницею в композиціях екстрактів або через те, що вони використовували активну упаковку.

3.6. Дослідження сенсорних властивостей дрібношматкових напівфабрикатів з баранини

Результати сенсорних аналізів представлені в таблиці 3.5. Зразки були не оцінювали через 11 днів виставлення через високий зареєстрований вміст мікробів.

Включення в упаковку екстрактів трав та ефірних масел про дивні запахи та аромати м'яса, що призводять до відмови споживачів. Щодо цього, [61] повідомили, що екстракт м'яти перевершив типові запахи та смаки

свинячих ковбас, компрометуючи його комерційне використання, незважаючи на покращення кольору. На відміну від цього, запах та аромати трави не були виявлені при будь-якій обробці та будь-якій концентрації в нашому дослідженні, що свідчить про те, що використовувані екстракти не надавали дивних запахів чи ароматів ягнячим котлетам. Подібним чином [62] не повідомляли про різницю смаку та смаку між контролями та зразками, обробленими катехінами зеленого чаю.

Окисдаційні запахи та ароматизатори посилювались з часом або в контролі або 0,5% Ч розпилених зразків, але після 0-го дня залишався стабільним у 5% Ч та 10% Ог, доданих відбивних Через 5 днів учасники дискусії вже виявили суттєві відмінності між обробками, коли з усіх обробок контрольним зразкам були надані найвищі значення для обох сенсорних атрибутів (2,50 та 2,25 для окислювального запаху та смаку відповідно), в той час як серед 0,5% Ч не було виявлено значної різниці, 5% Ч і 10% Ог обприскуваних зразків. З цього моменту до 11 днів демонстрації пост-хок-аналіз визначав 3 суттєво різні групи; контрольні зразки зареєстрували найвищі значення, за якими слідували 0,5% розпилених зразків і, нарешті, обробки 5% Ч і 10% Ог. Відповідно до [63], який повідомив 0,6 мг МДА/кг як мінімальне значення TBARS, що виявляється у яловичині, учасники дискусії не змогли виявити окислювальний запах та аромат у зразках із вмістом МДА нижче 0,6 мг МДА/кг (рис. 1). Однак вони могли виявити різницю між 0,5% і 5% Ч, і 10% Ог, розпилених зразків через 8 днів після упаковки, коли значення TBARS становили 0,77, 0,24 та 0,34 мг МДА/кг для 0,5%, 5% Т і 10% В лікування. Контрольні зразки, які містили 2,11 мг МДА/кг, отримали найвищі значення для окислювального запаху та ароматизаторів (5,50 та 6,50 відповідно) через 11 днів показу. Отже, ці результати продемонстрували хорошу відповідність з результатами аналізів TBARS, погоджуючись також з порогом відторгнення для окисленої яловичини (2 мг МДА/кг), запропонованим [51].

Таблиця 3.5

Засоби та стандартна похибка (С) середнього значення для сенсорних властивостей дрібношматкових напівфабрикатів з баранини, приготованих на грилі, оброблених екстрактами чаю та огіречника

Атрибути	Дні реєстрації показників	0,5% Т	10% В	5% Т	С
Запах трав	0	0,00	0,00	0,00	0,00
	5	0,00	0,00	0,00	0,00
	8	0,00	0,00	0,00	0,00
	11	0,00	0,00	0,00	0,00
Запах мікрофлори	0	0,00	0,00	0,00	0,00
	5	2,78	2,25	2,38	2,28
	8	3,00	3,38	2,50	3,13
	11	4,63	4,50	4,75	4,63
Запах окислення	0	0,00	0,00	0,00	0,00
	5	0,29	0,25	0,15	2,50
	8	2,50	0,25	0,13	4,88
	11	2,75	0,38	0,38	5,50
смак трави	0	0,00	0,00	0,00	0,00
	5	0,00	0,00	0,00	0,00
	8	0,00	0,00	0,00	0,00
	11	0,00	0,00	0,00	0,00
Смак мікрофлори	0	0,00	0,00	0,00	0,00
	5	2,25	2,00	2,13	2,15
	8	2,75	3,00	2,75	3,25
	11	5,13	5,38	5,31	5,18
Смак окислення	0	0,00	0,00	0,00	0,00
	5	0,50	0,38	0,13	2,25
	8	1,63	0,00	0,25	3,63
	11	3,00	0,27	0,15	5,50

0,5% Ч: 0,5% (р/об) водного екстракту чаю; 10% Ог: 10% (р/об) водного екстракту борщівника; 5% Ч: 5% (р/об) водного екстракту чаю; С: контрольні зразки. 10-бальна шкала (0 - низька, 10 - висока), - - не визначено.

Запах та аромат мікробів, які були виявлені через 5 днів демонстрації, збільшувались протягом усього періоду лікування у всіх процедурах без

статистичних відмінностей між ними. Значення показників грамнегативних (*Pseudomonas spp.*) та психротрофних бактерій були близькі до межі мікробного псування, запропонованої у роботі [58] через 11 днів, коли оцінки учасників дискусій складали від 4,50 до 4,74 для мікробного запаху та 5,13 до 5,38 для мікробного смаку. Отже, мікробний ріст модифікував сенсорні властивості баранини, що було виявлено учасниками дискусій. Насправді відомо, що органолептичне псування може з'явитися через ріст мікробів; споживання мікробними речовинами поживних речовин м'яса призводить до вивільнення летких метаболітів, що призводить до розвитку запахів та ароматів і, зрештою, відмови споживачів [64].

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

Аналіз інформаційних фахових джерел за темою роботи підтвердив, щом дослідження, спрямовані на підвищення якості дрібношматкових напівфабрикатів з баранини, збагачених природніми антиоксидантами, а саме, водними екстрактами огірочника та зеленого чаю є актуальними.

За результатами експериментальних досліджень, які включали обробку дрібношматкових напівфабрикатів з баранини екстрактами з насіння огірочника та лист зеленого чаю різної концентрації та визначення динаміки вмісту поліфенолів, окислення ліпідів, зміни кольору, мікробіологічні та сенсорні дослідження дрібношматкових напівфабрикатів з баранини при їх зберіганні протягом 13 днів.

Слід підкреслити, що екстракти з насіння огірочник були отримані методом їх екстрагування субкритичною водою при раціональних параметрів процесу екстрагування, визначених експериментально.

За результатами досліджень встановлено, що для значного зменшення утворення малонового діальдегіду потрібна мінімальна концентрація поліфенолу $2,08 \pm 0,15$ мг GAE/100 см² м'яса. Ця концентрація була досягнута шляхом обробки дрібношматкових напівфабрикатів з баранини водними екстрактами 0,5% та 5% зеленого чаю і 10% огірочника. Інгібування окислення ліпідів призвело до кращого утримання почервоніння та зниження утворення метміоглобіну у зразках, оброблених екстрактами з 0,5% зеленого чаю та 10% огірочника, але покращення кольору не було виявлено у зразках, оброблених екстрактами з 5% зеленого чаю. Використання 5% водного екстракту зеленого чаю на призвело до неприйнятних модифікацій кольору, незважаючи на зменшення окислення ліпідів, тому було рекомендовано зменшення концентрації для консервації м'яса.

Встановлено, що використання запропонованих екстрактів значно знижує окислення ліпідів, обмежують погіршення кольору та зменшує також утворення метміоглобіну.

За результатами досліджень впливу використання запропонованих екстрактів з метою покращення мікробіологічного стану зразків при їх зберіганні було встановлено, що мікробний ріст перевищив безпечну межу на 13 добу в усіх зразках. Таким чином, жоден з екстрактів не виявив суттєвої антимікробної дії.

Встановлено, що жоден з екстрактів не надавав специфічних запахів та ароматів до запахів та ароматів м'яса, тому це не є обмеженням для їх використання. Більш того, водний екстракт з насіння огірочника є надзвичайно придатним для цього застосування у технологіях виробів з баранини. Для консервування дрібношматкових напівфабрикатів з баранини, що утримуються в роздрібних умовах, можна порекомендувати 0,5% Ч або 10% Ог, подовжуючи термін зберігання відбивних з баранини з 8 до 11 днів.

Таким чином, використання екстрактів зеленого чаю та насіння огірочника при їх концентрації 0,5% та 10% відповідно сприяють подовженню термін придатності виробів з баранини з 8 до 11 днів, тому дані екстракти рекомендуються для консервації дрібношматкових напівфабрикатів з баранини.

Результати досліджень можуть бути використані м'ясопереробними підприємствами та дозволить виготовляти дрібношматкові напівфабрикати з баранини та зберігати їх споживних властивостей протягом 13 діб.

Реальність перспектив практичного впровадження результатів досліджень ґрунтується на достовірності отриманих даних та результатах сенсорного оцінювання якості продукції, виробленої за запропонованою технологією.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Mirian Pateiro, Rubén Domínguez and José M. Lorenzo. Recent Research Advances in Meat Products. *Foods* 2021, 10(6), 1303; <https://doi.org/10.3390/foods10061303> - 07 Jun 2021.
2. Kizkita Insausti Barrenetxea. Processing and Preservation Technologies for Meat and Meat Products. *Foods* 2020, 18(4), 1108.
3. Begoña Panca, and Guillermo Ripoll. Quality and Safety of Meat Products. *Foods*. 2020 Jun; 9(6): 803.
4. Claudiu Ștefan Ursachi, Simona Perța-Crișan, Florentina-Daniela Munteanu.
5. Strategies to Improve Meat Products' Quality. *Foods*. 2020 Dec; 9(12): 1883.
6. Sañudo, C., Muela, E., & Campo, M. (2013). Key factors involved in lamb quality from farm to fork in Europe. *Journal of Integrative Agriculture*, 12(11), 1919–1930.
7. Alp, E., & Aksu, M.İ. (2010). Effects of water extract of *Urtica dioica* L. and modified atmosphere packaging on the shelf life of ground beef. *Meat Science*, 86(2), 468–473.
8. Wu, J. G., Wang, P. J., & Chen, S. C. (2010). Antioxidant and antimicrobial effectiveness of catechin-impregnated PVA-starch film on red meat. *Journal of Food Quality*, 33(6), 780–801.
9. Camo, J., Lorés, A., Djenane, D., Beltrán, J. A., & Roncalés, P. (2011). Display life of beef packaged with an antioxidant active film as a function of the concentration of oregano extract. *Meat Science*, 88(1), 174–178.
10. Vinatoru, M., Toma, M., Radu, O., Filip, P.I., Lazurca, D., Mason, T.J., 1997. The use of ultrasound for the extraction of bioactive principles from plant materials. *Ultrasonics Sonochemistry* 4 (2), 135–140.

11. Ghafoor, K., Hui, T., Choi, Y.H., 2011. Optimization of ultrasound-assisted extraction of total anthocyanins from grape peel. *Journal of Food Biochemistry* 35, 735–746.
12. Toepfl, S., Mathys, A., Heinz, V., Knorr, D., 2006. Review: potential of high hydrostatic pressure and pulsed electric fields for energy efficiency and environmentally friendly food processing. *Food Review International* 22 (4), 405–423.
13. Gaur, R., Sharma, A., Khare, S.K., Gupta, M.N., 2007. A novel process for extraction of edible oils: enzyme assisted three phase partitioning (EATPP). *Bioresource Technology* 98 (3), 696–699.
14. Lusas, E.W., Watkins, L.R., 1988. Oilseeds: extrusion for solvent extraction. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 65 (7), 1109–1114.
15. Kaufmann, B., Christen, P., 2002. Recent extraction techniques for natural products: microwave-assisted extraction and pressurized solvent extraction. *Phytochemical Analysis* 13 (2), 105–113.
16. Lakkakula, N.R., Lima, M., Walker, T., 2004. Rice bran stabilization and rice bran oil extraction using ohmic heating. *Bioresource Technology* 92 (2), 157–161.
17. Marr, R., Gamse, T., 2000. Use of supercritical fluids for different processes including new developments—a review. *Chemical Engineering and Processing* 39 (1), 19–28.
18. Lang, Q., Wai, C.M., 2001. Supercritical fluid extraction in herbal and natural product studies—a practical review. *Talanta* 53 (4), 771–782.
19. Meireles, A., Angela, M., 2003. Supercritical extraction from solid: process design data (2001–2003). *Current Opinion in Solid State and Materials Science* 7 (4–5), 321–330.
20. Wang, L.J., Weller, C.L., Schlegel, V.L., Carr, T.P., Cuppett, S.L., 2008. Supercritical CO₂ extraction of lipids from grain sorghum dried distillers grains with solubles. *Bioresource Technology* 99 (5), 1373–1382.

21. Ghafoor, K., Park, J., Choi, Y.H., 2010. Optimization of supercritical carbon dioxide extraction of bioactive compounds from grape peel (*Vitis labrusca* B.) by using response surface methodology. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 11 (3), 485–490.
22. Ghafoor, K., AL-Juhaimi, F.Y., & Choi, Y.H., 2012. Supercritical fluid extraction of phenolic compounds and antioxidants from grape (*Vitis labrusca* B.) seeds. *Plant Foods for Human Nutrition*.
23. Smith, R.M., 2002. Extractions with superheated water. *Journal of Chromatography A* 975 (1), 31–46.
24. J.Azmir, .Zaidul, M.M. Rahman, K.M. Sharif, A. Mohamed, F. Sahena, M.H.A. Jahurul, K. Ghafoor, N.A.N. Norulainid, K.M. Omar. Techniques for extraction of bioactive compounds from plant materials: A review. *Journal of Food Engineering*. Volume 117, Issue 4, August 2013, Pages 426-436.
25. Tewari, Devesh (2019). Nonvitamin and Nonmineral Nutritional Supplements || *Borage (Borago officinalis L.)*, (3), 165–170.
26. Maji Asadi-Samani Mahmoud Bahmani, Mahmoud Rafieian-Kopaei. The chemical composition, botanical characteristic and biological activities of *Borago officinalis*: a review. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*. Volume 7, Supplement 1, September 2014, Pages S. 22-S28.
27. В. И. Чопик, Л. Г. Дудченко, А. П. Краснова. Дикорастущие полезные растения Украины. Справочник. — Київ: Наукова думка, 1983. — 400 с. (рос.), 2 Огірочник лікарський // Дикі істівні рослини України / Рева М. Л., Рева Н. Н. — Київ : «Наукова думка», 1976. — С. 45-46.
28. Asadi-Samani, M., Bahmani, M., & Rafieian-Kopaei, M. (2014). The chemical composition, botanical characteristic and biological activities of *Borago officinalis*: A review. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 7, 22–28.
29. Wettasinghe, M., & Shahidi, F. (1999). Antioxidant and free radical-scavenging properties of ethanolic extracts of defatted borage (*Borago officinalis* L.) seeds. *Food Chemistry*, 67, 399–414.

30. Giménez, B., Gómez-Guillén, M. C., Pérez-Mateos, M., Montero, P., & Márquez-Ruiz, G. (2011). Evaluation of lipid oxidation in horse mackerel patties covered with borage-containing film during frozen storage. *Food Chemistry*, 124(4), 1393–1403.
31. Sánchez-Escalante, A., Djenane, D., Torrescano, G., Beltran, J. A., & Roncalés, P. (2003). Antioxidant action of borage, rosemary, oregano, and ascorbic acid in beef patties packaged in modified atmosphere. *Journal of Food Science*, 68(1), 339–344.
32. Wettasinghe, M., Shahidi, F., Amarowicz, R., & Abou-Zaid, M. M. (2001). Phenolic acids in defatted seeds of borage (*Borago officinalis* L.). *Food Chemistry*, 75, 49–56.
33. Sánchez-Escalante, A., Djenane, D., Torrescano, G., Beltran, J. A., & Roncalés, P. (2003). Antioxidant action of borage, rosemary, oregano, and ascorbic acid in beef patties packaged in modified atmosphere. *Journal of Food Science*, 68(1), 339–344.
34. Martinez, L., Cilla, I., Beltrán, J. A., & Roncalés, P. (2006). Antioxidant effect of rosemary, borage, green tea, pu-erh tea and ascorbic acid on fresh pork sausages packaged in a modified atmosphere: Influence of the presence of sodium chloride. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86, 1298–1307.
35. Sabu M Chacko, Priya T Thambi, Ramadasan Kuttan, Ikuo Nishigaki. Beneficial effects of green tea: A literature review. *Chin Med*. 2010; 5: 13.
36. Tomonori Nagao, Yumiko Komine, Satoko Soga, Shinichi Meguro, Tadashi Hase, Yukitaka Tanaka, Ichiro Tokimitsu. Ingestion of a tea rich in catechins leads to a reduction in body fat and malondialdehyde-modified LDL in men. *The American Journal of Clinical Nutrition*, Volume 81, Issue 1, January 2005, Pages 122–129.
37. Huang, J., Huang, K., Liu, S., Luo, Q., & Xu, M. (2007). Adsorption Properties of tea polyphenols onto three polymeric adsorbents with amide group. *Journal of Colloid and Interface Science*, 315(2), 407–414.

38. Harbowy, M. E., & Balentine, D. A. (1997). Tea chemistry. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 16(5), 415–480.
39. Colon, M., & Nerin, C. (2016). Synergistic, antagonistic and additive interactions of green tea polyphenols. *European Food Research and Technology*, 242, 211–220.
40. Bañón, S., Díaz, P., Rodríguez, M., Garrido, M. D., & Price, A. (2007). Ascorbate, green tea and grape seed extracts increase the shelf life of low sulphite beef patties. *Meat Science*, 77(4), 626–633.
41. Lorenzo, J. M., Sineiro, J., Amado, I. R., & Franco, D. (2014b). Influence of natural extracts on the shelf life of modified atmosphere-packaged pork patties. *Meat Science*, 96, 526–534.
42. Matthaüs, B. (2002). Antioxidant activity of extracts obtained from residues of different oilseeds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 3444–3452.
43. AMSA (2012). In M. Hunt, & D. King (Eds.), *Meat color measurement guidelines* (pp. 49). Champaign, Illinois USA: American Meat Science Association.
44. Krzywicki, K. (1979). Assessment of relative content of myoglobin, oxymyoglobin and metmyoglobin at the surface of beef. *Meat Science*, 3, 1–10.
45. Pfalzgraf, A., Frigg, M., & Steinhart, H. (1995). Alpha-tocopherol contents and lipid oxidation in pork muscle and adipose tissue during storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 43, 1339–1342.
46. Josef Kamenic, Marta Duscova. Lactic bacteria and their role in the meat processing. *Теорія і практика переробки м'яса*. 2016, № 1, С. 25-30.
47. Rousset-Akrim, S., Young, O. A., & Berdagué, J. L. (1997). Diet and growth effects in panel assessment of sheep meat odour and flavour. *Meat Science*, 45(1), 169–181.
48. Субкритична екстракція біологічно активних речовин із виноградних вичавок: моногр. / В.О. Сукманов, А.І. Українець, В.Л. Зав'ялов та ін. — К.: НУХТ, 2019. - 415 с.

49. Perumalla, A. V. S., & Hettiarachchy, N. S. (2011). Green tea and grape seed extracts – Potential applications in food safety and quality. *Food Research International*, 44, 827–839.
50. Mhamdi, B., Wannes, W. A., Bourgou, S., & Marzouk, B. (2009). Biochemical characterization of borage (*Borago officinalis* L.) seeds. *Journal of Food Biochemistry*, 33(3), 331–341.
51. Campo, M. M., Nute, G. R., Hughes, S. I., Enser, M., Wood, J. D., & Richardson, R. I. (2006). Flavour perception of oxidation in beef. *Meat Science*, 72(2), 303–311.
52. Carrizo, D., Taborda, G., Nerin, C., & Bosetti, O. (2016). Extension of shelf life of two fatty foods using a new antioxidant multilayer packaging containing green tea extract. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 33, 534–541/
53. Martínez, L., Cilla, I., Beltrán, J. A., & Roncalés, P. (2006). Antioxidant effect of rosemary, borage, green tea, pu-erh tea and ascorbic acid on fresh pork sausages packaged in a modified atmosphere: Influence of the presence of sodium chloride. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86, 1298–1307.
54. Giménez, B., Gómez-Guillén, M. C., Pérez-Mateos, M., Montero, P., & Márquez-Ruiz, G. (2011). Evaluation of lipid oxidation in horse mackerel patties covered with borage-containing film during frozen storage. *Food Chemistry*, 124(4), 1393–1403.
55. Wettasinghe, M., & Shahidi, F. (1999). Antioxidant and free radical-scavenging properties of ethanolic extracts of defatted borage (*Borago officinalis* L.) seeds. *Food Chemistry*, 67, 399–414.
56. MacDougall, D. B. (1982). Changes in the colour and opacity of meat. *Food Chemistry*, 9(1/2), 75–88.
57. Faustman, C., Sun, Q., Mancini, R., & Suman, S. P. (2010). Myoglobin and lipid oxidation interactions: Mechanistic bases and control. *Meat Science*, 86(1), 86–94.
58. Jeremiah, L. (2001). Packaging alternatives to deliver fresh meats using short- or longterm distribution. *Food Research International*, 34(9), 749–772.

59. Osés, S. M., Diez, A. M., Melero, B., Luning, P. A., Jaime, I., & Rovira, J. (2013). Characterization by culture-dependent and culture-independent methods of the bacterial population of suckling-lamb packaged in different atmospheres. *Food Microbiology*, 36, 216–222.
60. Lorenzo, J.M., Batlle, R., & Gómez, M. (2014a). Extension of the shelf-life of foal meat with two antioxidant active packaging systems. *LWT - Food Science and Technology*, 59, 181–188.
61. Latoch, A., & Stasiak, D.M. (2015). Effect of mentha piperita on oxidative stability and sensory characteristics of cooked pork sausage. *Journal of Food Processing and Preservation*, 39, 1745–4549.
62. Mitsumoto, M., O'Grady, M. N., Kerry, J. P., & Joe Buckley, D. (2005). Addition of tea catechins and vitamin C on sensory evaluation, colour and lipid stability during chilled storage in cooked or raw beef and chicken patties. *Meat Science*, 69(4), 773–77.
63. Greene, B. E., & Cumuze, T. H. (1982). Relationship between TBA numbers and inexperienced panelists' assessments of oxidized flavor in cooked beef. *Journal of Food Science*, 47(1), 52–54.
64. Ercolini, D., Casaburi, A., Nasi, A., Ferrocino, I., Monaco, R. D., Ferranti, P., Villani, F. (2010). Different molecular types of *Pseudomonas fragi* have the same overall behavior as meat spoilers. *International Journal of Food Microbiology*, 142, 120–131.