

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

КУЛИК ВІКТОРІЯ КОСТЯНТИНІВНА

УДК 637.521:664.85

ДИСЕРТАЦІЯ

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ М'ЯСНИХ НАТУРАЛЬНИХ
НАПІВФАБРИКАТІВ ІЗ ФРУКТОВО-ЯГІДНИМИ ІНГРЕДІЄНТАМИ

181 «Харчові технології»
18 «Виробництво та технології»

Подається на здобуття ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень

Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на
відповідне джерело В. К. Кулик

Науковий керівник:
ШТОНДА Оксана Анатоліївна,
кандидат технічних наук, доцент

Київ – 2026

АНОТАЦІЯ

Кулик В.К. Удосконалення технології м'ясних натуральних напівфабрикатів із фруктово-ягідними інгредієнтами.

Кваліфікаційна наукова робота на правах рукопису.

Дисертація на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 181 «Харчові технології» (18 «Виробництво та технології»). Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ, 2026 р.

В умовах сьогодення розвиток харчової промисловості та підвищення вимог споживачів до показників якості та безпеки м'ясних продуктів спонукає до розроблення нових та удосконалених технологій м'ясних виробів, яким характерні покращені функціональні властивості. Одним із пріоритетних напрямів є розроблення натуральних маринованих напівфабрикатів, які мають високі характеристики за органолептичними показниками, покращену харчову та біологічну цінність, і водночас відповідають актуальним підходам до здорового харчування. Зведення до мінімальної кількості застосування штучних харчових добавок та заміна їх натуральними компонентами призводить до пошуку інноваційних технологічних рішень, які можуть забезпечити сталу якість та безпеку продукту.

Одним із ключових етапів технологічного процесу обробки м'ясної сировини є процес маринування, який займає важливу роль при формуванні консистенції, структури, смаку та запаху напівфабрикату.

Використання натуральних компонентів у рецептурах маринадів, зокрема продуктів переробки плодів фруктів та ягід дозволяє цілеспрямовано впливати на органолептичні, фізико-хімічні, структурно-механічні характеристики, а також на перебіг біохімічних процесів у м'ясі. Біологічно активні речовини, вітаміни, мінеральні елементи, органічні кислоти та фенольні сполуки, які містяться у плодах фруктів та ягід, сприяють зниженню рівня рН середовища та інтенсивності перебігу протеолітичних процесів. Також фруктово-ягідні інгредієнти мають помітні антиоксидантні та

антимікробні властивості, які уповільнюють окислювальні процеси та стримують розвиток негативної мікрофлори.

Особливий науковий та практичний інтерес викликає використання нетрадиційної м'ясної сировини, зокрема м'яса дикого кабана, яке має високий вміст повноцінного білку, мінеральних речовин та збалансований жирнокислотний склад. Водночас м'ясу дикого кабана характерні специфічні органолептичні властивості, які потребують удосконалення технологічних процесів обробки, зокрема рецептурного складу маринадів, задля отримання продукту необхідної якості.

Вивченню технологічних властивостей м'яса дикого кабана та доцільності використання фруктово-ягідних компонентів у складі маринадів для м'ясних напівфабрикатів присвячені праці як українських, так і зарубіжних науковців. Зокрема, вітчизняними дослідниками Л. В. Пешук, І. І. Штик, Т. М. Івановою, В. М. Іщенко досліджено хімічний склад м'яса дикого кабана та обґрунтовано технологічні параметри використання органічних кислот і природної сировини у виробництві маринованих м'ясних напівфабрикатів. О. А. Штонда та В. М. Пасічний розглядали перспективи застосування фруктово-ягідної сировини як джерела органічних кислот, фенольних сполук і природних антиоксидантів у технології м'ясних натуральних напівфабрикатів.

Серед іноземних учених питання якості, харчової цінності та сенсорних властивостей м'яса дикого кабана вивчали S. Sampels, M. Jonsson, M. Sandgren, A. Karlsson, K. A. Segerkvist, а антиоксидантну й антимікробну дію ягідних екстрактів у м'ясних системах досліджували A. S. Babaoğlu, K. Unal, N. M. Dilek, H. B. Roçan, M. Karakaya, J. M. Lorenzo, J. Sineiro, I. R. Amado та D. Franco.

Зважаючи на це, наукові дослідження орієнтовані на обґрунтування та розроблення технологій натуральних маринованих напівфабрикатів з м'яса дикого кабана із використанням фруктово-ягідних інгредієнтів надзвичайно актуальні. Такі дослідження дозволять покращити органолептичні, фізико-хімічні, структурно-механічні, функціонально-технологічні показники, а

також підвищити біологічну цінність, якість, безпечність та терміни зберігання м'ясних напівфабрикатів. Реалізація таких підходів дозволить створити конкурентоспроможну продукцію нового покоління, яка орієнтована на потреби сучасного споживача та вимоги ринку харчових продуктів.

Перший розділ містить аналітичний огляд та аналіз наукових публікацій, які представлені у фахових виданнях України та міжнародних наукометричних базах відповідно до тематики дисертаційної роботи. Аналіз особливості хімічного складу основної м'ясної сировини та натуральних компонентів для виготовлення натуральних маринованих напівфабрикатів.

Другий розділ дисертаційної роботи складається із опису аналітичних та експериментальних методів досліджень, які використовувались у роботі, зокрема органолептичних (зовнішній вигляд, колір, запах, консистенція, рівномірність розподілу маринаду), фізико-хімічних (вміст білків, жирів, вологи, мінеральних речовин, водневого показника рН), функціонально-технологічних (вологодотримуючої та вологодзв'язуючої здатності, виходу напівфабрикату після маринування), структурно-механічних (роботи різання, зусилля зрізу, пластичності), харчової та біологічної цінності (амінокислотного, жирнокислотного та мінерального складу) мікроструктурних та мікробіологічних (кількість мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів, бактерії групи кишкових паличок, сульфітредукувальні клостридії, патогенні мікроорганізми, зокрема бактерії роду *Salmonella*) та методи математичного моделювання і статистичної обробки даних отриманих у процесі експериментальних досліджень.

Третій розділ містить результати комплексних досліджень м'ясної та фруктово-ягідної сировини, зокрема органолептичної оцінки, фізико-хімічних та функціонально технологічних показників, опис технології сушіння плодів ягід та фруктів.

Четвертий розділ присвячено розробленню рецептур, дослідженню експериментальних зразків, математичному моделюванню та обґрунтуванню

ефективності використання фруктово-ягідних інгредієнтів при виробництві натуральних маринованих напівфабрикатів з м'яса дикого кабана.

П'ятий розділ містить розрахунки економічної ефективності використання фруктово-ягідних інгредієнтів у технології натуральних маринованих напівфабрикатах з м'яса дикого кабана, зокрема розрахунок зміни витрат на основну та допоміжну сировину.

За результатами дисертаційної роботи авторкою розроблено удосконалену технологічну схему натуральних маринованих напівфабрикатів з м'яса дикого кабана із фруктово-ягідними інгредієнтами. Апробацію отриманих результатів проведено у промислових умовах ТОВ «Керрі Україна». Дослідження дисертаційної роботи тривали з 2020 по 2026 рік в лабораторіях кафедри технології м'ясних, рибних та морепродуктів та кафедри біоморфології хребетних ім. акад. В.Г. Касьяненка Національного університету біоресурсів і природокористування України, у відділі аналітичних досліджень та якості харчової продукції Інституту продовольчих ресурсів Національної академії аграрних наук України, лабораторії атомно-абсорбційної спектрометрії Випробувального центру державного науково-дослідницького інституту з лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи, Інституті біохімії О.В. Палладіна Національної академії наук України, Інституті технічної теплофізики Національної академії наук України.

У цілому дисертаційна робота спрямована на вирішення актуальних питань м'ясопереробної галузі за допомогою удосконалення технології натуральних маринованих напівфабрикатів з м'яса дикого кабана з фруктово-ягідними інгредієнтами. Особлива увага приділена харчовій та біологічній цінності, споживчому потенціалу, якості та безпечності напівфабрикату. Отримані результати в ході проведення дисертаційної роботи дозволяють обґрунтувати перспективи використання м'яса дикого кабана та фруктово-ягідних інгредієнтів у виробництві натуральних маринованих напівфабрикатів.

Ключові слова: натуральні напівфабрикати, м'ясо дикого кабана, ягоди, фрукти, маринування, бальзамічний оцет, натуральні компоненти.

ABSTRACT

Qualifying Research Paper (Manuscript).

Dissertation for the Degree of Doctor of Philosophy in the specialty 181 “Food Technologies” (18 “Production and Technologies”). National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Kyiv, 2026.

In today’s environment, the growth of the food industry and consumers’ increasing demands regarding the quality and safety of meat products are driving the development of new and improved technologies for meat products characterized by enhanced functional properties. One of the priority areas is the development of natural marinated semi-finished products that have high organoleptic characteristics, improved nutritional and biological value, and at the same time align with current approaches to healthy eating. Minimizing the use of artificial food additives and replacing them with natural ingredients leads to the search for innovative technological solutions that can ensure consistent product quality and safety.

One of the key stages in the technological process of meat processing is the marinating process, which plays a crucial role in determining the consistency, structure, taste, and aroma of the semi-finished product.

The use of natural ingredients in marinade formulations—particularly processed fruits and berries—allows for targeted manipulation of the organoleptic, physicochemical, and structural-mechanical characteristics, as well as the course of biochemical processes in meat. Biologically active substances, vitamins, minerals, organic acids, and phenolic compounds found in fruits and berries help lower the pH of the environment and reduce the intensity of proteolytic processes. In addition, fruit and berry ingredients possess significant antioxidant and antimicrobial properties that slow down oxidative processes and inhibit the growth of harmful microorganisms.

The use of non-traditional meat raw materials, particularly wild boar meat—which is rich in high-quality protein, minerals, and has a balanced fatty acid profile—is of particular scientific and practical interest. At the same time, wild boar

meat has specific organoleptic properties that require improvements in processing technologies—particularly in the formulation of marinades—to ensure the product meets the required quality standards.

Both Ukrainian and foreign researchers have devoted their work to studying the technological properties of wild boar meat and the feasibility of using fruit and berry components in marinades for semi-finished meat products. In particular, Ukrainian researchers L. V. Peshuk, I. I. Shtyk, T. M. Ivanova, and V. M. Ishchenko investigated the chemical composition of wild boar meat and substantiated the technological parameters for the use of organic acids and natural raw materials in the production of marinated semi-finished meat products. O. A. Shtonda and V. M. Pasichny examined the prospects for using fruit and berry raw materials as sources of organic acids, phenolic compounds, and natural antioxidants in the production of natural semi-finished meat products.

Among foreign researchers, S. Sampels, M. Jonsson, M. Sandgren, A. Karlsson, and K. A. Segerkvist studied the quality, nutritional value, and sensory properties of wild boar meat, while A. S. Babaoğlu, K. Unal, N. M. Dilek, H. B. Poçan, M. Karakaya, J. M. Lorenzo, J. Sineiro, I. R. Amado, and D. Franco.

Given this, scientific research aimed at substantiating and developing technologies for natural marinated semi-finished products made from wild boar meat using fruit and berry ingredients is extremely relevant. Such research will improve the organoleptic, physicochemical, structural-mechanical, and functional-technological characteristics, as well as enhance the biological value, quality, safety, and shelf life of semi-finished meat products. Implementing these approaches will enable the creation of a competitive new generation of products tailored to the needs of modern consumers and the demands of the food market.

The first chapter contains an analytical review and analysis of scientific publications featured in Ukrainian professional journals and international scientometric databases relevant to the topic of the dissertation. Analysis of the chemical composition of the main meat raw materials and natural ingredients used in the production of natural marinated semi-finished meat products.

The second chapter of the dissertation consists of a description of the analytical and experimental research methods used in the study, including organoleptic methods (appearance, color, odor, texture, uniformity of marinade distribution), physicochemical (protein, fat, moisture, and mineral content; pH), functional and technological (water-holding and water-binding capacity, yield of the semi-finished product after marinating), structural and mechanical (cutting work, shear force, plasticity), nutritional and biological value (amino acid, fatty acid, and mineral composition), microstructural and microbiological (number of mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms, bacteria of the Enterobacteriaceae group, sulfite-reducing Clostridia, pathogenic microorganisms, in particular bacteria of the genus *Salmonella*), as well as methods of mathematical modeling and statistical analysis of data obtained during experimental studies.

The third chapter presents the results of comprehensive studies of meat and fruit-and-berry raw materials, including organoleptic evaluations, physicochemical and functional-technological parameters, and a description of the drying technology for fruits and berries.

The fourth chapter is devoted to the development of recipes, the study of experimental samples, mathematical modeling, and the justification of the effectiveness of using fruit and berry ingredients in the production of natural marinated semi-finished products made from wild boar meat.

The fifth chapter contains calculations of the economic efficiency of using fruit and berry ingredients in the production of natural marinated semi-finished products made from wild boar meat, specifically a calculation of changes in the costs of primary and auxiliary raw materials.

Based on the findings of the dissertation, the author developed an improved processing scheme for natural marinated semi-finished products made from wild boar meat with fruit and berry ingredients. The results were tested under industrial conditions at Kerry Ukraine LLC. The research for this dissertation was conducted from 2020 to 2026 in the laboratories of the Department of Meat, Fish, and Seafood Technology and the V.G. Kasyanenko Department of Vertebrate Biomorphology at

the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, in the Department of Analytical Research and Food Quality at the Institute of Food Resources of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, the atomic absorption spectrometry laboratory at the Testing Center of the State Research Institute for Laboratory Diagnostics and Veterinary and Sanitary Expertise, the O.V. Palladin Institute of Biochemistry of the National Academy of Sciences of Ukraine, and the Institute of Technical Thermophysics of the National Academy of Sciences of Ukraine.

Overall, this dissertation aims to address pressing issues in the meat processing industry by improving the technology for producing naturally marinated semi-finished products made from wild boar meat with fruit and berry ingredients. Particular attention is paid to the nutritional and biological value, consumer appeal, quality, and safety of the semi-finished product. The results obtained during the course of this dissertation provide a basis for the prospects of using wild boar meat and fruit and berry ingredients in the production of naturally marinated semi-finished products.

Keywords: natural semi-finished products, wild boar meat, berries, fruits, marinating, balsamic vinegar, natural ingredients.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях України

1. Shtonda O., **Kulyk V.** Influence of balsamic vinegar on the quality indicators of natural semi-finished pork meat products. *Animal Science and Food Technology*. 2022. Vol. 13, no. 3. *(Кулик В. К. досліджено вплив бальзамічних оцтів на зміни органолептичних та структурно-механічних показників натуральних маринованих напівфабрикатів. Штондою О. А. підготовлено матеріали для публікації).*
2. **Кулик В. К.**, Штонда О. А., Слободянюк Н. М., Голембовська Н. В., Стецюк І. М. Застосування фруктово-ягідних інгредієнтів у технології натуральних м'ясних напівфабрикатів. *Здоров'я людини і нації*. 2025. Т. 3, № 2. С. 93–104. *(Кулик В. К. на підставі літературного аналізу обґрунтовано перспективи застосування фруктово-ягідних інгредієнтів у технології натуральних м'ясних напівфабрикатів. Штондою О. А. підготовлено матеріали для публікації. Слободянюк Н. М. здійснено перевірку матеріалів для публікації. Голембовською Н. В. здійснено статистичну обробку даних. Стецюк І. М. підібрано наукові публікації за тематикою дослідження).*
3. **Кулик В. К.**, Штонда О. А. Вплив фруктово-ягідних інгредієнтів на мікробіологічні показники натуральних напівфабрикатів. *Здоров'я людини і нації*. 2025. Т. 3, № 4. С. 17–29. *(Кулик В. К. досліджено вплив фруктово-ягідних інгредієнтів на мікробіологічні показники натуральних маринованих напівфабрикатів. Штондою О. А. підготовлено матеріали для публікації).*
4. **Кулик В. К.**, Штонда О.А. Вплив маринадів рослинного походження на структурно-механічні властивості натуральних напівфабрикатів. *Здоров'я людини і нації*. 2026. Т. 4, № 1. С. 97–109. *(Кулик В. К. досліджено зміни структурно-механічних показників натуральних маринованих напівфабрикатів за використання фруктово-ягідних компонентів. Штондою О. А. підготовлено матеріали для публікації).*

Тези наукових доповідей

5. **Кулик В. К., Штонда О. А.** Перспективи використання фруктово-ягідної сировини в технологіях м'ясних напівфабрикатів. X Міжнародна науково-практична онлайн-конференція вчених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства», м. Київ, 22-23 квітня 2021 року: тези доповіді. Київ, 2021. С. 154-155. *(Кулик В. К. досліджено хімічний склад плодів фруктів та ягід. Штондою О. А. підготовлено матеріали для публікації)*.

6. **Кулик В. К., Штонда О. А.** Використання цитрусових та тропічних фруктів у м'ясних напівфабрикатах. Сучасні напрями досліджень у сфері агрономії, тваринництва, рибного та лісового господарства: матеріали I Міжнародної спеціалізованої наукової конференції, м. Полтава, 30 квітня, 2021 року: тези доповіді. Полтава, 2021 С. 49-50. *(Кулик В. К. здійснено аналіз перспективи використання плодів фруктів та ягід. Штондою О. А. підготовлено матеріали для публікації)*.

7. **Кулик В. К., Штонда О. А.** Різновиди оцту його склад та властивості. XI Міжнародна науково-практична конференція вчених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства», м. Київ, 12-13 травня 2022 року: тези доповіді. Київ, 2022. С. 160-161. *(Кулик В. К. проведено порівняння різновидів оцту. Штондою О. А. здійснено аналіз актуальності використання різних видів оцтів)*.

8. **Кулик В. К., Штонда О. А.** Використання фруктово-ягідних антиоксидантів у технології м'ясних напівфабрикатів. Продовольча та екологічна безпека в умовах війни та повоєнної відбудови: виклики для України та світу: мат. Міжн. наук.-практ. конф., секція 3: Роль тваринництва, ветеринарної медицини та харчових технологій в умовах війни та вирішенні завдань плану відродження України м. Київ, 25 трав. 2023 року: тези доповіді.

Київ, 2023. С. 423-425. *(Кулик В. К. проаналізовано вплив натуральних компонентів на м'ясні напівфабрикати. Штондою О. А. здійснено аналіз характерних антиоксидантів у складі фруктово-ягідних компонентів).*

9. **Кулик В. К., Штонда О. А.** Застосування фруктово-ягідних інгредієнтів у технології натуральних м'ясних напівфабрикатах. Актуальні питання сьогодення та післявоєнного відновлення сільського господарства й екології: експертно-аналітичні складові формування продовольчої стратегії України: збірник матеріалів за підсумками науково-практичної конференції з нагоди 20-річчя УЛЯБП АПК НУБіП України смт Чабани, 2 жовтня 2023 року: тези доповіді. С. 98-99. *Кулик В. К. проаналізовано вплив плодів фруктів та ягід на м'ясні напівфабрикати. Штондою О. А. підготовлено матеріали для публікації).*

10. **Кулик В. К., Штонда О. А.** Розширення асортименту м'ясних напівфабрикатів з фруктово-ягідними компонентами. XII Міжнародна науково-практична онлайн-конференція вчених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства», м. Київ, 18-19 квітня 2024 року: тези доповіді. Київ, 2024. С. 154-155. *(Кулик В. К. досліджено хімічний склад м'яса дикого кабана. Штондою О. А. проаналізовано дослідження хімічного складу м'яса дикого кабана).*

11. **Кулик В. К., Штонда О. А.** Фруктово-ягідні складові у маринадах для м'ясних напівфабрикатів. XIII Міжнародна науково-практична онлайн-конференція вчених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства», м. Київ, 10-11 квітня 2025 року: тези доповіді. Київ, 2025. С. 116. *(Кулик В. К. досліджено фруктово-ягідні компоненти у складі маринадів. Штондою О. А. здійснено аналіз фруктово-ягідних компонентів маринаду).*

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ СИМВОЛІВ ТА СКОРОЧЕНЬ	16
ВСТУП	17
РОЗДІЛ 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ НАУКОВИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	25
1.1. Сучасний стан і ключові тенденції розвитку м'ясопереробної галузі України та перспективи її подальшого функціонування.....	25
1.2 Особливості хімічного складу, харчової та біологічної цінності м'яса дикого кабана	30
1.3. Характеристика та особливості хімічного складу плодів ягід та фруктів	43
1.4. Характеристика та особливості хімічного складу бальзамічних оцтів ...	54
1.5. Потенціал використання фруктово-ягідних інгредієнтів	63
Висновки до розділу 1	67
РОЗДІЛ 2 ОБ'ЄКИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	69
2.1. Асортимент використаної основної та допоміжної сировини.....	69
2.2. Схема проведення дослідження.....	70
2.3. Методи проведення дослідження	73
2.4. Методи статистичної обробки даних	75
2.5. Висновки до розділу 2	75
РОЗДІЛ 3 ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ М'ЯСНОЇ ТА ФРУКТОВО-ЯГІДНОЇ СИРОВИНИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА НАТУРАЛЬНИХ МАРИНОВАНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ	77
3.1. Комплексні дослідження м'яса дикого кабана в процесі зберігання.....	77
3.2. Технологія сушених фруктово-ягідних інгредієнтів	92
3.3. Комплексні дослідження фруктово-ягідних інгредієнтів	96
3.4. Висновки до розділу 3	108
РОЗДІЛ 4 УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ М'ЯСНИХ НАТУРАЛЬНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ ІЗ ФРУКТОВО-ЯГІДНИМИ ІНГРЕДІЄНТАМИ.....	110
4.1. Розробка рецептурного складу м'ясних натуральних напівфабрикатів .	111

4.2. Дослідження сенсорних характеристик натуральних маринованих напівфабрикатів з м'яса дикого кабана	114
4.3. Дослідження фізико-хімічних показників натуральних маринованих напівфабрикатів з м'яса дикого кабана	122
4.4. Дослідження функціонально-технологічних показників натуральних маринованих напівфабрикатів з м'яса дикого кабана.....	125
4.5. Дослідження змін структурно-механічних показників натуральних маринованих напівфабрикатів.....	130
4.6. Дослідження мікроструктурних змін натуральних маринованих напівфабрикатів з м'яса дикого кабана	136
4.7. Дослідження харчової та біологічної цінності натуральних маринованих напівфабрикатів з м'яса дикого кабана	139
4.8. Дослідження динаміки змін мікробіологічних показників натуральних маринованих напівфабрикатів.....	162
4.9. Математичне моделювання якісного стану зразків натуральних маринованих напівфабрикатів з м'яса дикого кабана із фруктових-ягідними інгредієнтами	166
4.11. Висновки до розділу 4	181
РОЗДІЛ 5 ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ФРУКТОВО-ЯГІДНИХ ІНГРЕДІЄНТІВ У ТЕХНОЛОГІЇ М'ЯСНИХ НАТУРАЛЬНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ ІЗ М'ЯСА ДИКОГО КАБАНА.....	184
ВИСНОВКИ.....	190
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	193
ДОДАТКИ	213

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ СИМВОЛІВ ТА СКОРОЧЕНЬ

БГКП – бактерії групи кишкових паличок

ВЗЗ – вологозв'язуюча здатність

ВООЗ – Всесвітня організація охорони здоров'я

ВУЗ – вологоутримуюча здатність

ДСТУ – державний стандарт України

ЖК – жирні кислоти

ЗАК – замінні амінокислоти

КМАФАНМ – кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів

КРАС – коефіцієнт відмінності амінокислотного скору

КУО – колонієутворюючі одиниці

МНЖК – мононенасичені жирні кислоти

НАК – незамінні амінокислоти

НЖК – насичені жирні кислоти

ПНЖК – поліненасичені жирні кислоти

ВСТУП

Сучасному етапу розвитку харчової індустрії характерне впровадження інноваційних технологій, які спрямовані на підвищення якості, безпеки, конкурентоспроможності та споживчої цінності харчових продуктів. Особлива увага приділяється розробленню та впровадженню технологій м'ясних продуктів із використанням натуральних та функціональних компонентів, які задовольняють сучасні вимоги споживачів. Тому ключовими завданнями є удосконалення існуючих та розроблення нових інноваційних рішень для виробництва натуральних маринованих м'ясних напівфабрикатів із заданою споживчою та харчовою цінністю.

Перспективним напрямом у харчовій промисловості є використання процесу маринування, як ефективного способу технологічного впливу на обробку м'ясної сировини. За рахунок маринування можливо забезпечити цілеспрямований вплив на структурно-механічні, функціонально-технологічні, фізико-хімічні та біохімічні властивості м'ясної сировини, а також формування органолептичних показників, зокрема підвищення соковитості та ніжності, подовжити термін зберігання продукту. Застосування маринадів із натуральними інгредієнтами, особливо продуктів переробки фруктово-ягідної сировини, дозволяє активізувати перебіг технологічних процесів під дією біологічно активних речовин, органічних кислот та фенольних сполук, яким характерні антимікробні та антиоксидантні властивості.

Особливу роль у контексті збереження ресурсів і розширення сировинної бази м'ясної промисловості відіграє використання нетрадиційної м'ясної сировини, а саме - м'яса дикого кабана, яке має високу біологічну цінність, відносно збалансований жирнокислотний склад та значний вміст мінеральних речовин. М'ясо дикого кабана має специфічні сенсорні, фізико-хімічні, структурно-механічні та функціонально-технологічні властивості, що зумовлює необхідність розроблення дієвих технологічних методів для його переробки за рахунок удосконалення рецептурного складу маринадів.

Актуальність теми. У сучасних умовах глобалізації продовольчих ринків, активного розвитку виробництва та зростаючої конкуренції в м'ясопереробній галузі особливу увагу приділяють покращенню якості та безпечності харчових продуктів, а також розширенню асортименту продукції з покращеними споживчими характеристиками. Зміна харчових уподобань населення, спрямована на підтримку здорового способу життя, формує підвищений попит на натуральні продукти, які не містять синтетичних добавок, консервантів і штучних стабілізаторів. У цьому контексті ключовим напрямом розвитку харчових технологій стає створення інноваційних технологій м'ясних продуктів, орієнтованих на функціональне харчування.

Використання фруктово-ягідних інгредієнтів у складі маринадів є перспективним напрямом, який дозволяє ефективно впливати на фізико-хімічні, структурно-механічні та мікробіологічні характеристики м'яса. Це не лише покращує його органолептичні властивості, але й сприяє подовженню терміну зберігання. Особливу важливість такий підхід має для обробки нетрадиційної м'ясної сировини, зокрема м'яса дикого кабана, яке потребує більш ретельної оптимізації технологічних процесів обробки. Застосування такого підходу сприяє підвищенню ефективності технологічного процесу, оптимізації фізико-хімічних, структурно-механічних та органолептичних властивостей м'ясних продуктів, а також забезпечує їх мікробіологічну стабільність без використання синтетичних добавок. Отже, розробка технологій натуральних маринуваних напівфабрикатів із використанням фруктово-ягідних інгредієнтів є актуальним і важливим завданням у сучасній харчовій промисловості.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційна робота виконана згідно з програмою науково-дослідних робіт кафедри технології м'ясних, рибних та морепродуктів Національного університету біоресурсів і природокористування України та була виконана у межах наукової теми «Наукові основи створення комплексу технологій здорових, оздоровчих та функціональних продуктів з використанням

лікарських рослин та нетрадиційної сировини» (номер державної реєстрації 0120U102377) «Наукове обґрунтування та розроблення новітніх агроінженерних рішень моделювання сировини заданого нутрієнтного складу для військовослужбовців» (номер державної реєстрації № 0124U001737) та «Наукові основи створення комплексу технологій харчових продуктів спеціального призначення» (номер державної реєстрації 0121U110254).

Мета та завдання дисертаційної роботи.

Метою роботи є наукове обґрунтування удосконалення технології натуральних маринованих напівфабрикатів з м'яса дикого кабана із використанням фруктово-ягідних інгредієнтів.

Для досягнення поставленої мети передбачено вирішення таких **завдань**:

- ❖ здійснити теоретико-прикладний аналіз функціонування ринку м'ясних продуктів, зокрема натуральних маринованих напівфабрикатів із м'яса диких тварин;
- ❖ дослідити нутрієнтний профіль та показники біологічної цінності інгредієнтів тваринного (м'ясо дикого кабана) і рослинного походження (фруктово-ягідні компоненти) та оцінити доцільність їх у технології м'ясопродуктів;
- ❖ обґрунтувати та розробити раціональні рецептурні композиції маринадів для корекції функціонально-технологічних властивостей та нутрієнтного профілю напівфабрикатів із м'яса дичини;
- ❖ здійснити комплексну оцінку впливу плодово-ягідних добавок у маринадах на формування якісних характеристик та мікробіологічну стабільність напівфабрикатів із м'яса дичини;
- ❖ застосувати методи математичного моделювання для встановлення кореляції між рецептурним складом маринадів та якісними параметрами напівфабрикатів із м'яса дичини;

- ❖ розробити технологію маринованих напівфабрикатів із дичини з використанням фруктово-ягідних компонентів та визначити їх показники якості, біологічну цінність і мікробіологічну безпеку;

- ❖ здійснити економічне обґрунтування та оцінити економічну ефективність виробництва натуральних маринованих напівфабрикатів із м'яса дикого кабана та провести промислову апробацію.

Об'єкт дослідження – технологія натуральних маринованих напівфабрикатів із м'яса дикого кабана.

Предмет дослідження – м'ясо дикого кабана, сушені та подрібнені плоди фруктів та ягід (журавлина, чорна смородина, малина, слива, бальзамічний оцет з ягід чорної смородини, чорноплідної горобини, ожини, гранату, винограду).

Наукова новизна отриманих результатів. У результаті проведених експериментальних досліджень встановлені закономірності впливу фруктово-ягідних інгредієнтів на формування фізико-хімічних, структурно-механічних, функціонально технологічних властивостей м'ясної сировини та удосконалено технологію маринованих натуральних напівфабрикатів із врахуванням особливостей нетрадиційної сировини.

За результатами досліджень *вперше*:

- ❖ на основі теоретичних та експериментальних досліджень розроблено, науково обґрунтовано і доведено ефективність використання сушених та подрібнених плодів ягід та фруктів, бальзамічного оцту із фруктово-ягідної сировини у технології натуральних маринованих напівфабрикатів з м'яса дикого кабана для отримання продукту з високою біологічною цінністю (сума НАК 47,03-48,50 г/100 г білка), поліпшеним жирнокислотним (збільшення ненасичених жирних кислот ω -3 – 0,877 %, ω -6 – 12,181 %) і мінеральним складом та з покращеними функціонально-технологічними характеристиками;

- ❖ обґрунтовані рецептури маринадів на основі фруктово-ягідних компонентів (сушених та подрібнених плодів журавлини або плодів чорної

смородини) та бальзамічного оцту з плодів чорної смородини у технології натуральних маринованих напівфабрикатів із м'яса дикого кабана, з покращеними структурно-механічними властивостями (робота різання 1,56- 2,1 Дж, та зусилля зрізу 147,8-189,4 кН/м²), що дало змогу отримати готовий продукт, який відповідає сучасним вимогам якості та безпеки;

❖ завдяки математичному моделюванню оцінено якість та харчову цінність маринованих напівфабрикатів із м'яса дичини із додаванням фруктово-ягідних інгредієнтів. Результати дослідження підтвердили покращення якісних характеристик нових виробів порівняно з традиційними аналогами;

❖ *удосконалено:*

технологію натуральних маринованих напівфабрикатів із м'яса дикого кабана з використанням у маринаді фруктово-ягідних компонентів (сушених та пожрибнених плодів журавлини або плодів чорної смородини) та бальзамічного оцту чорної смородини.

розширено наукові положення:

- щодо асортименту харчових продуктів, шляхом розробки натуральних маринованих напівфабрикатів з м'яса дикого кабана, з використанням фруктово-ягідних компонентів, дозволених до вживання широким колом споживачів.

Практичне значення отриманих результатів. У результаті проведених аналітичних та експериментальних досліджень удосконалено технологію натуральних маринованих напівфабрикатів з м'яса дикого кабана із фруктово-ягідними інгредієнтами.

Наукові розробки використано на промисловому рівні у виробничих умовах ТОВ «Керрі Україна» (м. Київ), зокрема технічні умови України ТУ У 10.1-00493706-235:2026 «Напівфабрикати з м'яса дикого кабана мариновані». Результати дисертації впроваджено в освітній процес під час викладання дисциплін «Технологія м'яса та м'ясних продуктів» для здобувачів ОС «Бакалавр» спеціальності 181 «Харчові технології» та «Актуальні

проблеми м'ясопереробної галузі», «Технологія консервування і зберігання м'яса» для здобувачів ОС «Магістр» освітньої програми «Технології зберігання, консервування та переробки м'яса» на кафедрі технології м'ясних, рибних та морепродуктів у Національному університеті біоресурсів і природокористування України.

Особистий внесок здобувача. полягає у плануванні експерименту, виконанні аналітичної та експериментальної роботи, наукових досліджень у лабораторних і виробничих умовах, аналізі отриманих результатів досліджень, формулюванні висновків, підготовленні матеріалів до публікації, розробленні нормативно-технічної документації.

У процесі виконання дисертації здобувачкою було систематизовано наукову інформацію та обґрунтовано застосування фруктово-ягідних компонентів (порошку сушених плодів журавлини, сушених плодів чорної смородини), бальзамічного оцту чорної смородини у технології натуральних маринованих напівфабрикатів: проведено аналіз та узагальнення сучасних наукових досліджень щодо властивостей рослинних компонентів (плодів журавлини, малини, сливи, чорної смородини; сушених та подрібнених плодів журавлини, малини, сливи, чорної смородини; бальзамічних оцтів на основі чорноплідної горобини, чорної смородини, ожини, гранату та винограду); встановлено безпечність і якість напівфабрикатів та готової продукції на основі експериментальних даних; обґрунтовано доцільність розробки натуральних маринованих напівфабрикатів з використанням фруктово-ягідних компонентів. Проведено дослідження органолептичних, фізико-хімічних та мікробіологічних показників натуральних маринованих напівфабрикатів; визначено оптимальні умови технологічного процесу для забезпечення високої якості кінцевого продукту.

Опубліковані у співавторстві наукові праці містять матеріали результатів досліджень, отриманих особисто автором у ході проведення експериментальних досліджень.

Апробація результатів дисертації. Основні результати дисертаційної роботи доповідались та піддавались обговоренню, отримували позитивну оцінку на наукових конференціях: X Міжнародна науково-практична онлайн-конференція вчених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства» (м. Київ, 2021 р.); I Міжнародна спеціалізована наукова конференція «Сучасні напрями досліджень у сфері агрономії, тваринництва, рибного та лісового господарства» (м. Полтава, 2021 р.); XI Міжнародна науково-практична конференція вчених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства» (м. Київ, 2022 р.); Міжнародна науково-практична конференція, «Продовольча та екологічна безпека в умовах війни та повоєнної відбудови: виклики для України та світу» секція 3: «Роль тваринництва, ветеринарної медицини та харчових технологій в умовах війни та вирішенні завдань плану відродження України» (м. Київ, 2023 р.); Науково-практична конференція з нагоди 20-річчя УЛЯБП АПК НУБіП України, «Актуальні питання сьогодення та післявоєнного відновлення сільського господарства й екології: експертно-аналітичні складові формування продовольчої стратегії України» (сmt. Чабани, 2023 р.); XII Міжнародна науково-практична онлайн-конференція вчених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства», (м. Київ, 2024 р.); XIII Міжнародна науково-практична онлайн-конференція вчених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства», (м. Київ, 2025 р.)

Публікації. За результатами дисертаційної роботи опубліковано 11 наукових праці, з яких 4 статті у наукових фахових виданнях України, 7 тез наукових доповідей.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається з анотації, вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних літературних джерел, який містить 172 найменувань та додатків. Дисертаційну роботу викладено на 213 сторінках друкованого тексту, містить 39 рисунків та 55 таблиць.

РОЗДІЛ 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ НАУКОВИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1. Сучасний стан і ключові тенденції розвитку м'ясопереробної галузі України та перспективи її подальшого функціонування

М'ясна промисловість є однією з ключових галузей агропромислового комплексу України, а м'ясо та продукти його переробки займають важливе місце у структурі харчування населення. Продукція тваринного походження слугує незамінним джерелом повноцінних білків, ліпідів, вітамінів та мінеральних речовин, необхідних для забезпечення нормального функціонування організму людини. М'ясопереробна галузь України характеризується значним потенціалом розвитку і, як одна з найбільш перспективних та інвестиційно привабливих, у найближчій перспективі здатна посісти провідні позиції у структурі вітчизняної харчової промисловості [1].

Протягом тривалого часу м'ясне скотарство в Україні залишалося недостатньо розвиненим, що значною мірою визначалося структурними проблемами аграрного сектору, обмеженою інвестиційною підтримкою та низьким рівнем технологічного забезпечення. У сучасних умовах спостерігається подальше скорочення чисельності великої рогатої худоби, особливо тварин м'ясного напрямку продуктивності, що негативно впливає на обсяги виробництва та обмежує можливості задоволення внутрішнього попиту на продукцію високої якості та подальшу участь у зовнішньоекономічних масштабах.

На сучасному етапі розвитку м'ясне скотарство залишається важливою складовою агропромислового комплексу з точки зору продовольчої безпеки та забезпечення населення якісними продуктами харчування, зокрема яловичиною. Проте в Україні цей сектор стикається з рядом серйозних структурних і технологічних проблем, що обмежують його ефективність та потенціал зростання.

Так, комплексний аналіз стану та динаміки виробництва продукції м'ясного скотарства в Україні виявив систематичне скорочення поголів'я великої рогатої худоби та зниження обсягів виробництва, що пов'язано із недостатньою технологічною оснащеністю, слабким розвитком племінної бази спеціалізованих м'ясних порід та низькою продуктивністю господарств різної форми власності [2].

Українські дослідження також виділяють сукупність економічних, технологічних та інфраструктурних бар'єрів, які гальмують розвиток галузі, зокрема недостатню державну підтримку, низьку рентабельність виробництва та обмежений доступ до інвестицій у сучасні технології [3].

Ефективність розвитку галузі визначається рівнем взаємодії між її суб'єктами, станом сировинної бази, розвитком інфраструктури та впливом державного регулювання. Автори акцентують увагу на таких характерних рисах ринку, як залежність від ресурсного забезпечення, сезонність виробництва, обмежений термін зберігання продукції та чутливість до соціально-економічних чинників. Обґрунтовано, що м'ясопереробна промисловість відіграє важливу роль у забезпеченні продовольчої безпеки країни, а її подальший розвиток потребує підвищення конкурентоспроможності та модернізації виробництва [4].

Незмінним пріоритетним напрямом у світі та Україні лишається продовольча забезпеченість. Внаслідок повномасштабного вторгнення агропромисловий сектор зазнав негативного впливу - зруйновані та пошкоджені м'ясопереробні підприємства та інші аграрні господарства. Значно зменшились обсяги вирощування худоби та виробництва продукції, виникли труднощі із реалізацією та експортом продукції тваринництва та рослинництва [5].

Продовольчий сектор на сучасному етапі розвитку України виступає одним із провідних напрямів зовнішньоекономічної діяльності та є важливим чинником забезпечення національної безпеки держави. Вихід і закріплення на зовнішніх ринках можливі лише за умови застосування сучасних підходів до

управління, ефективних стратегій просування продукції, орієнтації на унікальність і високу якість товарів, а також використання цифрових інструментів маркетингу.

Формування умов для реалізації істотних порівняльних переваг і розвитку інновацій сприяє економічному зростанню підприємств, стимулює трансформацію підходів до використання внутрішніх ресурсів у напрямі підвищення їх ефективності та забезпечує отримання конкурентних переваг. Ці переваги використовуються для інформування, переконання та формування сталого сприйняття споживачами унікальності продукції, її репутаційної цінності, ідейної спрямованості та соціальної відповідальності виробників.

Раціонально обрана стратегія просування продукції на внутрішні та міжнародні ринки є невід'ємною складовою нарощування виробничого потенціалу підприємств. Водночас збільшення експортної частки потребує комплексного стратегічного планування, ефективного бюджетування, а також урахування сучасних тенденцій розвитку ринків і потенційних ризиків зовнішньоекономічної діяльності [6].

Ключовою проблемою розвитку є скорочення виробництва яловичини та свинини, що негативно впливає на економічну ефективність галузі та її експортний потенціал, тоді як виробництво м'яса птиці демонструє відносну стабільність і домінування у структурі ринку. Показано, що м'ясопереробна промисловість тісно залежить від стану сировинної бази, зокрема скорочення поголів'я тварин, що обумовлює дисбаланс між виробництвом і переробкою. Автори підкреслюють необхідність узгодження інтересів виробників і переробників, впровадження ресурсозберігаючих технологій, модернізації виробничого потенціалу та гармонізації стандартів якості з європейськими вимогами, як передумови підвищення конкурентоспроможності галузі [7].

Економічна ефективність діяльності мисливських господарств України формується під впливом комплексу виробничих, природно-кліматичних та організаційних факторів. Спостерігається значна диференціація ефективності господарств за такими показниками, як обсяги добування диких тварин, вихід

продукції на одиницю площі, продуктивність праці та рівень окупності витрат. Суттєву роль відіграють витрати на охорону, відтворення та облік мисливських ресурсів, а також рівень щільності поголів'я тварин. Підвищення ефективності галузі можливе за рахунок оптимізації структури мисливських угідь, збільшення чисельності диких тварин і покращення управління ресурсами, що сприятиме зростанню продуктивності та економічних результатів господарств [8].

Сучасний стан мисливського господарства України характеризується значною територіальною диференціацією мисливських угідь, що зумовлено природно-кліматичними умовами, структурою землекористування та рівнем господарського освоєння регіонів. Мисливські угіддя охоплюють переважну частину території держави та є важливим ресурсом для ведення раціонального природокористування, збереження біорізноманіття і розвитку мисливської галузі. Водночас, у сучасних умовах відсутність у відкритому доступі уніфікованих і синхронізованих статистичних даних по всіх регіонах, а також вплив воєнних факторів, зумовлюють необхідність узагальнення інформації на основі останніх підтверджених офіційних і наукових джерел. Узагальнені науково-статистичні дані мисливських угідь України наведено в таблиці 1.1 [9, 10, 11].

Таблиця 1.1

Узагальнені науково-статистичні дані мисливських угідь України

Регіон України	Площа мисливських угідь, тис. га	Частка від загальної площі, %	Основні користувачі
Полісся (Волинська, Рівненська, Житомирська, Чернігівська)	9 500–10 200	20–22	Лісгоспи, Українське товариство мисливців і рибалок
Лісостеп (Київська, Черкаська, Вінницька, Хмельницька, Полтавська)	11 000–12 500	24–26	Лісгоспи, приватні користувачі
Степ (Одеська, Миколаївська, Херсонська, Запорізька, Дніпропетровська)	12 000–13 500	26–28	Приватні господарства, агрокористувачі

Продовження таблиці 1.1

Карпати (Львівська, Івано-Франківська, Закарпатська, Чернівецька)	6 000–6 800	13–14	Лісгоспи, національні парки
Східний регіон (Харківська, Донецька, Луганська)	5 000–6 000*	10–12	Частково обмежено
Усього по Україні	~44 000–48 000	100	—

*Примітка** значна частина угідь тимчасово недоступна або не використовується

Мисливські угіддя України мають виражену регіональну диференціацію, яка визначається природно-кліматичними умовами та структурою землекористування. Найбільша частка угідь до 28 % припадає на степову та до 26 % на лісостепову зони, що пов'язано із значними площами сільськогосподарських земель, які використовують як кормову базу для мисливських тварин. Водночас поліським та карпатським регіонам характерна висока лісистість, що сприятливо впливає на формування стабільних популяцій копитних тварин, зокрема дикого кабана.

Варто відмітити, що з 2022 року помітно суттєве порушення функціонування мисливських господарств у східних та південних регіонах, що вплинуло на доступність та ефективність використання угідь. У результаті цього відбувається перерозподіл навантаження на господарства центральних і західних областей.

Розподіл мисливських угідь України за регіонами безпосередньо визначає ресурсну базу мисливського господарства та формує потенціал отримання продукції мисливського походження, зокрема м'яса дичини. Територіальні особливості, площа та структура угідь впливають на чисельність мисливських видів, інтенсивність їх використання і, відповідно, обсяги формування сировинних ресурсів. Водночас ефективність використання цього потенціалу значною мірою залежить не лише від природно-ресурсних передумов, а й від організації системи реалізації продукції. На сьогодні м'ясо диких тварин можна придбати у мисливських

господарствах, спеціалізованих інтернет-магазинах «Гурман Дичь», «Сльози вегана», «Дичина Делікатес», супермаркетах «Сільпо».

1.2 Особливості хімічного складу, харчової та біологічної цінності м'яса дикого кабана

Хімічний склад м'яса є одним із ключових показників його харчової та біологічної цінності, оскільки визначає вміст основних нутрієнтів - білків, ліпідів, води та мінеральних речовин, що формують енергетичну цінність і функціональні властивості продукту. М'ясо різних видів тварин характеризується суттєвими відмінностями у співвідношенні макронутрієнтів, які зумовлені видовими особливостями, умовами вирощування або природного існування, рівнем рухової активності, типом годівлі та фізіологічним станом тварин. Сучасні дослідження підтверджують, що саме ці фактори визначають варіабельність показників білкового та жирового складу, а також вмісту мінеральних елементів у м'язовій тканині [12].

Особливий науковий інтерес упродовж останніх років викликає м'ясо диких тварин, зокрема дикого кабана та оленини, яке розглядається як альтернативне джерело високоякісного білка з відносно низьким вмістом жиру та сприятливішим жирнокислотним профілем порівняно з м'ясом свійських тварин. Дослідження показують, що м'ясо дичини характеризується високою поживною щільністю та значним вмістом мікроелементів, що підвищує його харчову цінність і розширює можливості використання у здоровому харчуванні [13].

Водночас традиційні види м'яса, такі як свинина, яловичина та курятина залишаються основними джерелами тваринного білка у раціоні населення світу. За даними сучасних оглядових досліджень, вони забезпечують організм повноцінними білками, вітамінами групи В та мінеральними речовинами, однак характеризуються різною енергетичною цінністю через значні відмінності у вмісті жиру між видами та анатомічними частинами туш [13].

З огляду на зазначене, порівняльний аналіз хімічного складу різних видів м'яса є необхідним для наукового обґрунтування їх харчової цінності, визначення технологічного потенціалу сировини та оцінки доцільності використання альтернативних видів м'ясної сировини у виробництві м'ясних продуктів. Узагальнені наукові дані щодо вмісту основних компонентів м'яса різних видів тварин наведено у таблиці 1.2 [14, 15, 16, 17, 18].

Таблиця 1.2

Порівняльна характеристика хімічного складу м'яса дикого кабана з іншими видами м'яса, г/100 г продукту

Показник	М'ясо дикого кабана	Оленина	Свинина	Яловичина	Курятина
Білки	19,5-23,8	22,0-24,5	18,5-21,0	20,0-22,5	20,5-23,0
Жири	2,0-5,5	1,2-3,0	15,0-28,0	8,0-18,0	3,0-9,0
Волога	71,0-74,5	72,0-75,5	55,0-65,0	60,0-72,0	70,0-75,0
Мінеральні речовини	1,1-1,4	1,1-1,3	0,9-1,2	1,0-1,3	1,0-1,2
Енергетична цінність ккал/100 г	120-145	110-135	240-320	180-250	135-190

Джерело: сформовано автором

М'ясо та м'ясна сировина залишаються важливими компонентами раціонального харчування людини завдяки високій харчовій щільності та значному вмісту біологічно активних мікронутрієнтів. Сучасні дослідження підтверджують, що м'ясо є одним із основних джерел легкозасвоюваних вітамінів групи В, зокрема В₆ та В₁₂, а також інших есенціальних нутрієнтів, які відіграють ключову роль у метаболізмі енергії, функціонуванні нервової системи та процесах кровотворення [15].

За даними сучасних оглядових досліджень з нутріціології, продукти тваринного походження характеризуються високою біодоступністю мікронутрієнтів порівняно з альтернативними джерелами білка, оскільки містять природні форми вітамінів, необхідних для нормального функціонування організму людини. Особливе значення має вітамін В₁₂, основним дієтичним джерелом якого є саме м'ясо, тоді як у рослинній сировині він практично відсутній [16].

Вітамінний склад м'яса формується під впливом виду тварини, умов вирощування, годівлі, фізіологічного стану та анатомічної частини туші. Встановлено, що різні види м'яса мають специфічні профілі вітамінів групи В, а також відрізняються концентрацією антиоксидантних сполук і жиророзчинних вітамінів [15].

Зокрема, свинина характеризується підвищеним вмістом комплексу вітамінів групи В, що обумовлює її значний внесок у забезпечення добової потреби людини у цих мікронутрієнтах [13].

Окрему наукову зацікавленість становить м'ясо диких тварин, харчова цінність якого активно досліджується упродовж останнього десятиліття. Сучасні європейські дослідження показують, що м'ясо дичини, зокрема дикого кабана та оленини, характеризується високим вмістом білка, мінеральних речовин та вітамінів групи В, що пов'язано з природними умовами існування тварин і відсутністю інтенсивних технологій вирощування. Тому, раціонально розглядати м'ясо диких тварин, як перспективну сировину з підвищеною харчовою цінністю, оптимальним нутрієнтним профілем, яка задовольнить потреби населення у функціональних продуктах харчування [12].

Сучасні нутріційні концепції також підкреслюють, що м'ясо залишається важливим джерелом мікронутрієнтів у глобальному харчуванні населення, забезпечуючи значну частку надходження вітаміну В₁₂, заліза та цинку, дефіцит яких є поширеною проблемою у світі [17].

Враховуючи зазначене, порівняльна оцінка вітамінного складу різних видів м'яса є необхідною для наукового обґрунтування їх біологічної цінності,

оптимізації технологій переробки та розроблення м'ясних продуктів із підвищеними функціональними властивостями.

Узагальнені дані щодо вмісту основних вітамінів у м'ясі різних видів тварин наведено у таблиці 1.3 [15, 16, 17, 18].

Таблиця 1.3

Порівняльна характеристика вмісту вітамінів у м'ясі дикого кабана з іншими видами м'яса

Вітаміни	М'ясо дикого кабана	Оленина	Свинина	Яловичина	Курятина
Вітамін А (мкг)	3–6	2–5	2–4	2–3	5–8
Вітамін Е (мг)	0,3–0,5	0,4–0,6	0,2–0,4	0,2–0,5	0,3–0,6
Вітамін В ₁ (мг)	0,30–0,45	0,20–0,30	0,60–0,90	0,05–0,10	0,05–0,08
Вітамін В ₂ (мг)	0,20–0,30	0,30–0,40	0,20–0,25	0,15–0,20	0,10–0,15
Вітамін В ₃ (РР, мг)	4,5–6,5	6,0–8,0	4,0–6,0	4,0–5,5	6,0–8,5
Вітамін В ₆ (мг)	0,35–0,50	0,40–0,55	0,40–0,50	0,35–0,45	0,45–0,60
Вітамін В ₁₂ (мкг)	1,5–2,5	2,0–3,5	0,6–1,0	2,0–3,0	0,2–0,4

Джерело: сформовано автором

Аналіз даних таблиці показує, що м'ясо всіх досліджених видів характеризується високим вмістом вітамінів групи В, які формують його основну біологічну цінність. Найбільша кількість тіаміну (В₁) встановлена у свинині, тоді як м'ясо дикого кабана займає проміжне положення між свининою та яловичиною, що свідчить про його достатньо високий нутріційний потенціал.

Вміст рибофлавіну (В₂) та піридоксину (В₆) у різних видах м'яса змінюється незначно, що підтверджує подібність метаболічних процесів у

м'язовій тканині тварин. Найвищі значення ніацину (B_3) характерні для оленини та курятини, тоді як показники м'яса дикого кабана знаходяться на співставному рівні з традиційними видами м'яса.

Концентрація вітаміну B_{12} є більшою у яловичині та оленині, тоді як курятина містить його найменше; м'ясо дикого кабана характеризується середніми значеннями цього показника. Вміст жиророзчинних вітамінів А та Е у м'язовій тканині є відносно низьким для всіх досліджених видів.

Загалом отримані результати свідчать, що м'ясо дикого кабана за вітамінним складом є конкурентоспроможним відносно традиційних видів м'яса та може розглядатися як перспективна сировина для виробництва продуктів підвищеної харчової цінності.

Білки м'ясної сировини є одним із найважливіших компонентів харчування людини, оскільки виконують пластичну, ферментативну та регуляторну функції в організмі. Харчова цінність білка визначається не лише його кількісним вмістом, але передусім амінокислотним складом, співвідношенням незамінних і замінних амінокислот та їх біодоступністю. Саме амінокислотний профіль вважається ключовим критерієм оцінки біологічної повноцінності білків продуктів тваринного походження у сучасній нутриціології та харчових технологіях [18].

Згідно з сучасними уявленнями ФАО та міжнародних експертних груп з оцінки білкової якості, повноцінні харчові білки повинні забезпечувати організм усіма незамінними амінокислотами у кількостях, що відповідають фізіологічним потребам людини. М'ясо традиційно відносять до джерел так званих «повноцінних білків», оскільки воно містить повний набір незамінних амінокислот у збалансованих пропорціях, необхідних для підтримання метаболічного гомеостазу, росту та відновлення тканин [19].

Останні дослідження показують, що якість м'ясних білків доцільно оцінювати з урахуванням сучасних концепцій та амінокислотного скору, які базуються саме на кількісному визначенні окремих амінокислот у перерахунку

на 100 г білка. Такий підхід дозволяє об'єктивно порівнювати білкову цінність різних видів м'ясної сировини незалежно від загального вмісту протеїну [18].

Особливий науковий інтерес останніми роками викликає м'ясо диких тварин, зокрема дикого кабана та оленини, споживання яких зростає завдяки високій поживній цінності та природному способу вирощування тварин. Сучасні дослідження амінокислотного складу м'яса дичини підтверджують високий рівень незамінних амінокислот, насамперед лізину, лейцину та валіну, що обумовлює високу біологічну цінність такого білка та його перспективність для створення функціональних м'ясних продуктів [20].

Крім видових особливостей, амінокислотний склад м'яса залежить від умов утримання тварин, типу годівлі, віку та анатомічної локалізації м'язової тканини, що підтверджується сучасними дослідженнями білкового профілю м'яса диких копитних [20].

У зв'язку з цим порівняльний аналіз амінокислотного складу різних видів м'яса є необхідним для наукового обґрунтування їх харчової цінності та технологічної доцільності використання у виробництві м'ясних напівфабрикатів.

З огляду на зазначене, наступна таблиця 1.4 містить порівняльні дані амінокислотного складу білків м'яса різних видів у перерахунку на 100 г білка, що дозволяє оцінити їх біологічну повноцінність відповідно до сучасних міжнародних підходів оцінки якості харчового білка [21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31].

Таблиця 1.4

Порівняльна характеристика амінокислотного складу м'яса дикого кабана з іншими видами м'яса, г/100 г білка

Амінокислота	Шкала ФАО/ ВООЗ	М'ясо дикого кабана	Оленина	Свинина	Яловичина	Курятина
Незамінні амінокислоти						
Гістидин	1,5	3,1	3,0	4,3	3,2	3,1
Ізолейцин	3,0	4,8	4,6	4,9	4,5	5,3
Лейцин	5,9	8,0	7,8	8,5	8,0	7,5
Лізин	4,5	9,8	9,4	9,3	8,5	8,5
Метіонін + Цистин	2,2	3,0	3,1	3,9	3,9	4,1
Фенілаланін + Тирозин	3,8	7,2	7,0	8,0	7,1	7,3
Треонін	2,3	4,7	4,5	4,5	4,0	4,2
Триптофан	0,6	1,3	1,2	1,0	0,7	1,2
Валін	3,9	5,3	5,1	5,2	5,0	5,0
Замінні амінокислоти						
Аланін	-	6,0	5,8	6,2	6,1	6,3
Аргінін	-	7,0	6,8	6,7	6,5	6,8
Аспарагінова	-	12,2	12,0	11,8	11,5	12,3
Глутамінова	-	20,4	20,0	19,5	19,2	20,1
Гліцин	-	6,0	6,3	5,8	6,1	5,7
Серин	-	4,1	4,0	4,3	4,0	4,2
Пролін	-	3,8	3,9	4,0	4,2	3,7

Джерело: сформовано автором

Аналіз представлених у таблиці даних свідчить, що білки досліджених видів м'яса характеризуються високою біологічною повноцінністю та збалансованим амінокислотним складом. Встановлено, що всі зразки містять повний набір незамінних амінокислот у кількостях, які перевищують референтні значення, рекомендовані ФАО/ВООЗ для харчового білка людини, що підтверджує їх належність до джерел високоякісного тваринного протеїну.

Особливу увагу привертає високий вміст лізину, рівень якого у всіх досліджених видах м'яса суттєво перевищує референтний показник. Відомо, що лізин є лімітуючою амінокислотою для більшості білків рослинного походження, тому його значна концентрація у м'ясній сировині визначає високу харчову та фізіологічну цінність м'ясних продуктів. Подібні результати узгоджуються з сучасними дослідженнями білкової якості м'яса, які підтверджують домінуючу роль лізину у формуванні високого амінокислотного скору тваринних білків [19].

Порівняльний аналіз показав, що м'ясо дикого кабана та оленини характеризується дещо підвищеним вмістом розгалужених амінокислот (лейцину, ізолейцину та валіну) порівняно з традиційними видами м'яса. Відомо, що амінокислоти з розгалуженим ланцюгом відіграють ключову роль у регуляції білкового синтезу м'язової тканини та енергетичного метаболізму, що обумовлює підвищений інтерес до м'яса дичини як джерела функціональних харчових інгредієнтів. Отримані результати узгоджуються з сучасними дослідженнями складу м'яса диких копитних, у яких встановлено вищу концентрацію структурних м'язових білків та амінокислот, пов'язаних із високою руховою активністю тварин [20].

Вміст сірковмісних амінокислот (метіоніну та цистину) у досліджених зразках знаходився на рівні, достатньому для забезпечення антиоксидантних процесів і синтезу біологічно активних сполук, зокрема глутатіону. При цьому істотних міжвидових відмінностей не встановлено, що свідчить про відносну стабільність даної групи амінокислот у м'язовій тканині незалежно від походження сировини.

Серед замісних амінокислот найбільшу частку становили глутамінова та аспарагінова кислоти, які формують смако-ароматичний профіль м'яса та беруть участь у формуванні так званого ефекту «умами». Підвищений рівень глутамінової кислоти у всіх досліджених видах м'яса підтверджує їх високий потенціал щодо формування привабливих органолептичних характеристик

готових продуктів, що також відзначається у сучасних роботах з оцінки харчової якості м'ясної сировини [32].

Жирнокислотний склад м'ясної сировини є одним із ключових показників її біологічної цінності та визначає функціонально-технологічні властивості готової продукції. Аналіз сучасних наукових джерел свідчить про наявність суттєвих міжвидових відмінностей у складі ліпідної фракції, що зумовлює необхідність їх порівняльної оцінки при обґрунтуванні вибору сировини для виробництва м'ясних напівфабрикатів. Порівняльна характеристика жирнокислотного складу м'яса різних видів представлена у таблиці 1.5 [32, 33, 34, 35, 36].

Таблиця 1.5

Порівняльна характеристика жирнокислотного складу м'яса різних видів, %, від суми жирних кислот

Назва жирної кислоти	М'ясо дикого кабана	Оленина	Свинина	Яловичина	Курятина
Лауринова C12:0	0,05–0,15	0,05–0,12	0,05–0,20	0,05–0,15	0,03–0,08
Міристинова C14:0	1,1–1,8	1,5–2,2	1,2–1,6	2,5–3,5	0,6–0,9
Пальмітинова C16:0	20–23	22–27	22–26	24–28	20–23
Стеаринова C18:0	10–12	12–18	12–15	15–20	6–8
Σ НЖК	32–35	35–52	36–42	42–50	27–32
Пальмітолеїнова C16:1 n-7	2–3,5	3–5	2,5–3,5	2–3	4–6
Олеїнова C18:1 n-9	32–36	28–40	38–45	35–45	30–37
Гадолеїнова C20:1	0,3–0,8	0,3–0,9	0,2–0,6	0,1–0,4	0,2–0,5
Σ МНЖК	41–44	34–52	45–52	40–50	38–45
Лінолева C18:2 n-6	12–15	6–12	8–13	3–6	18–25
α-Ліноленова C18:3 n-3	0,8–1,5	1,0–2,5	0,4–0,8	0,3–0,8	0,5–1,2
Арахідонова C20:4 n-6	2,5–4,0	2–4	1,5–2,5	0,5–1,5	2–4

Продовження таблиці 1.5

ЕРА С20:5 n-3	0,2–0,6	0,3–0,8	0,05–0,2	0,05–0,3	0,05–0,2
ДНА С22:6 n-3	0,3–0,8	0,5–1,2	0,1–0,3	0,1–0,3	0,05–0,2
Σ ПНЖК	17–20	13–20	10–18	4–10	25–32
ПНЖК/НЖК	0,5–0,6	0,3–0,5	0,3–0,4	0,1–0,25	0,9–1,1
n-6/n-3	3–6	2–5	8–15	2–6	10–20

Передусім слід розглянути вміст насичених жирних кислот, оскільки саме вони визначають харчову та фізіологічну цінність жирової фракції. За узагальненими даними, частка ΣНЖК у м'ясі досліджуваних видів коливається в межах 27 - 52 % від суми жирних кислот. Найнижчий їх рівень характерний для м'яса птиці (27 - 32%), тоді як найвищий — для яловичини (42 - 50 %). У м'ясі дикого кабана вміст насичених жирних кислот становить у середньому 32 - 35 %, що є нижчим порівняно зі свининою та яловичиною, проте близьким до показників оленини. У структурі НЖК всіх видів м'яса домінують пальмітинова та стеаринова кислоти. Водночас у м'ясі дикого кабана їх частка дещо нижча, ніж у яловичині, що свідчить про більш сприятливі нутриціологічні характеристики жиру та потенційно нижчий індекс атерогенності [34].

Поряд із насиченими жирними кислотами важливим критерієм оцінювання є вміст мононенасичених жирних кислот, які позитивно впливають на ліпідний обмін і функціональний стан організму людини. У більшості видів м'яса саме МНЖК становлять найбільшу частку ліпідної фракції. Найвищий їх вміст характерний для свинини 45-52 %, що пояснюється високою концентрацією олеїнової кислоти. М'ясо дикого кабана містить 41-44 % МНЖК, що наближено до показників яловичини та оленини. Основною мононенасиченою жирною кислотою є олеїнова, частка якої у м'ясі дикого кабана становить у середньому 32-36 %. Високий рівень цієї кислоти сприяє підвищенню біологічної цінності м'яса та формує позитивні органолептичні характеристики продукції [33, 39].

Наступним важливим аспектом є вміст поліненасичених жирних кислот, які визначають фізіологічну повноцінність м'ясної сировини. Найвищі показники Σ ПНЖК встановлено у м'ясі птиці 25–32 %, що пов'язано з високою часткою лінолевої кислоти. У м'ясі дикого кабана вміст ПНЖК становить 17–20 %, що перевищує аналогічні показники свинини та яловичини, але поступається курятині. Особливістю ліпідного складу м'яса дикого кабана є відносно високий вміст арахідонової кислоти та наявність довголанцюгових ω -3 поліненасичених жирних кислот, що підвищує його біологічну цінність. Співвідношення ПНЖК/НЖК у цьому виді м'яса становить у середньому 0,5–0,6, що відповідає сучасним рекомендаціям щодо раціонального харчування [35].

Логічним продовженням оцінювання ліпідного складу є аналіз співвідношення ω -6 та ω -3 жирних кислот, яке розглядається як один із найважливіших критеріїв харчової якості жиру. Для м'яса дикого кабана характерне співвідношення n-6/n-3 на рівні 3–6, що є більш збалансованим порівняно зі свининою (8–15) та м'ясом птиці (10–20). Значення цього показника наближається до м'яса оленини, що пояснюється природними умовами живлення диких тварин і відсутністю інтенсивної відгодівлі. Оптимальне співвідношення поліненасичених жирних кислот різних родин сприяє підвищенню функціональної цінності м'ясної сировини та розширює можливості її використання у виробництві продуктів оздоровчого призначення [33, 37, 38].

Мінеральні речовини відіграють важливу роль у формуванні харчової та біологічної цінності м'ясної сировини, оскільки забезпечують перебіг ключових фізіолого-біохімічних процесів в організмі людини, беруть участь у ферментативних реакціях, регуляції водно-електролітного балансу та підтриманні функціонального стану м'язової тканини. Кількісний і якісний склад макро- та мікроелементів у м'ясі залежить від виду тварини, умов її вирощування або існування, характеру живлення, рівня фізичної активності та екологічних факторів середовища [40, 41].

М'ясо диких тварин, зокрема дикого кабана, формується в природних умовах та характеризується специфічними особливостями хімічного складу, що відрізняє його від м'яса свійських тварин. У зв'язку з цим порівняльний аналіз мінерального складу різних видів м'яса є важливим для об'єктивної оцінки їх харчової цінності, визначення потенційних переваг використання мисливської сировини у виробництві м'ясних продуктів та наукового обґрунтування доцільності її застосування у технології натуральних маринованих напівфабрикатів [41, 42].

З метою комплексної оцінки мінеральної цінності досліджуваної сировини проведено порівняння вмісту основних макро- та мікроелементів у м'ясі дикого кабана з аналогічними показниками поширених видів м'яса свійських тварин. Порівняльні дані щодо вмісту мінеральних речовин наведено в таблиці 1.6, що дозволяє оцінити особливості мінерального профілю досліджуваного об'єкта відносно традиційної м'ясної сировини [40, 41, 42, 43, 44, 45].

Таблиця 1.6

Порівняльна характеристика вмісту мінеральних речовин у м'ясі різних видів тварин, мг/100 г

Мінеральні речовини	М'ясо дикого кабана	Оленина	Свинина	Яловичина	Курятина
Калій (K)	380–400	330–360	320–350	315–340	250–300
Кальцій (Ca)	14–18	10–15	6–10	11–15	11–13
Магній (Mg)	24–28	22–25	20–24	21–23	20–22
Залізо (Fe)	1,1–1,4	3,0–3,5	0,8–1,0	2,4–2,8	0,7–1,3
Цинк (Zn)	2,8–3,2	2,5–3,0	2,0–2,4	4,0–4,8	1,0–1,3
Мідь (Cu)	0,05–0,07	0,10–0,15	0,04–0,06	0,08–0,10	0,03–0,05
Марганець (Mn)	0,01–0,02	0,01–0,02	0,01	0,01	0,01
Кобальт (Co)	сліди	сліди	сліди	сліди	сліди

Джерело: сформовано автором

Порівняльний аналіз мінерального складу м'яса різних видів тварин показав наявність певних відмінностей у вмісті як макро-, так і мікроелементів, що обумовлено біологічними особливостями виду, умовами існування та характером живлення тварин. Отримані дані свідчать, що м'ясо дикого кабана характеризується підвищеним вмістом калію та магнію порівняно зі свининою та курятиною, що може бути пов'язано з високою руховою активністю диких тварин і природним раціоном, багатим на рослинні компоненти. Подібні закономірності відзначаються у сучасних дослідженнях складу мисливської дичини, де встановлено більш виражений мінеральний профіль порівняно з м'ясом свійських тварин [46].

Встановлено, що за вмістом заліза м'ясо дикого кабана займає проміжне положення між свининою та яловичиною, поступаючись оленині, яка традиційно характеризується високою концентрацією гемового заліза. Це пояснюється інтенсивнішим розвитком окисних м'язових волокон у диких тварин, що сприяє накопиченню міоглобіну та відповідно заліза у м'язовій тканині. Аналогічні результати наведені у роботах, присвячених порівняльному аналізу м'яса різних видів тварин [43].

Вміст цинку у м'ясі дикого кабана перебував на рівні або дещо перевищував показники свинини та курятини, що підтверджує високу біологічну цінність даного виду сировини, оскільки цинк є важливим кофактором ферментативних систем та бере участь у синтезі білків. Згідно з даними сучасних досліджень, підвищений рівень цинку характерний саме для м'яса тварин, вирощених або сформованих у природних умовах без інтенсивних технологій відгодівлі [13, 41].

Незначні відмінності у вмісті кальцію та марганцю між досліджуваними видами м'яса узгоджуються з науковими даними, відповідно до яких концентрація цих елементів у м'язовій тканині є відносно стабільною та менш залежить від виду тварини, ніж від анатомічної частини туші та технологічної обробки [45].

Загалом аналіз наукових публікацій показує, що м'ясо дикого кабана за мінеральним складом не поступається традиційним видам м'ясної сировини, а за окремими показниками навіть перевищує їх, що свідчить про перспективність його використання у виробництві натуральних маринованих напівфабрикатів підвищеної харчової цінності. Встановлені особливості мінерального профілю можуть розглядатися як додатковий фактор формування функціональних властивостей готової продукції та підвищення її нутритивної привабливості для споживача.

1.3. Характеристика та особливості хімічного складу плодів ягід та фруктів

У сучасних умовах розвитку харчових технологій особливої актуальності набуває пошук природних інгредієнтів, здатних підвищувати харчову та біологічну цінність продуктів, забезпечувати антиоксидантний захист і водночас відповідати концепції виробництва продуктів із мінімізованим використанням синтетичних добавок. У цьому контексті значний науковий і практичний інтерес становлять плоди ягідних і кісточкових культур, які характеризуються високим вмістом біологічно активних речовин, зокрема поліфенольних сполук, органічних кислот, харчових волокон та природних пігментів антоціанінової природи.

Ягоди журавлини (*Vaccinium macrocarpon*), чорної смородини (*Ribes nigrum*), малини (*Rubus idaeus*) та плоди сливи (*Prunus domestica*) є перспективною рослинною сировиною завдяки збалансованому хімічному складу та вираженим антиоксидантним властивостям. За даними сучасних досліджень, саме фенольні сполуки та антоціаніни визначають їх функціонально-технологічний потенціал, зумовлюючи антиоксидантну, антимікробну та стабілізуючу дію у складі харчових систем [47]. Високий вміст аскорбінової кислоти, органічних кислот і поліфенолів сприяє також регулюванню окиснювальних процесів та формуванню органолептичних характеристик продуктів [48].

Одним із перспективних напрямів використання плодово-ягідної сировини є її переробка шляхом сушіння та подрібнення, що дозволяє значно підвищити концентрацію сухих речовин і біологічно активних компонентів, забезпечити стабільність під час зберігання та розширити можливості технологічного застосування. Видалення вологи призводить до концентрування макронутрієнтів, поліфенолів і антоціанінів, унаслідок чого сушені порошки розглядаються як функціональні інгредієнти природного походження для модифікації харчових систем і підвищення їх біологічної цінності [49].

Порівняльний аналіз хімічного складу свіжих плодів і продуктів їх сушіння є необхідним для наукового обґрунтування доцільності використання сушених та подрібнених плодово-ягідних інгредієнтів у технологіях харчових продуктів, оскільки дозволяє оцінити зміни вмісту основних поживних речовин та біоактивних сполук залежно від ступеня зневоднення сировини.

З огляду на зазначене, у таблиці 1.7 наведено узагальнені дані щодо хімічного складу свіжих плодів журавлини, чорної смородини, сливи та малини, а також отриманих із них сушених та подрібнених плодів (у перерахунку на 100 г продукту), що дозволяє провести їх порівняльну оцінку та визначити потенціал використання як джерела природних функціональних компонентів у харчових технологіях [47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56].

Таблиця 1.7

Порівняльна характеристика хімічного складу свіжих та сушених плодів фруктів та ягід, г/100 г.

Показник	Журавлина		Чорна смородини		Слива		Малина	
	Свіжі	Сушені	Свіжі	Сушені	Свіжі	Сушені	Свіжі	Сушені
Вода, г	87–88	3–6	80–83	3–5	85–87	4–6	85–86	3–5
Білки, г	0,3–0,5	2,0–3,0	1,2–1,6	5,0–7,0	0,6–0,8	3,0–4,5	1,0–1,3	6,0–8,0
Жири, г	0,1–0,2	1,5–3,0	0,3–0,5	2,0–4,0	0,2–0,4	1,0–2,0	0,5–0,8	4,0–7,0
Вуглеводи, г	11–12	70–78	14–16	60–68	10–12	72–80	11–13	55–65
Харчові волокна, г	4–5	20–35	4–5	25–40	1–2	15–25	6–7	30–45
Органічні кислоти, г	2,3–3,1	8–12	2,0–3,5	10–15	0,8–1,6	5–8	1,2–2,0	8–11
Зола, г	0,2–0,3	2,0–3,5	0,8–1,0	3,5–5,0	0,3–0,5	2,5–3,5	0,4–0,6	3,0–4,5
Вітамін С, мг	14–20	40–80	150–250	400–900	9–12	30–60	25–35	150–300
Загальні поліфеноли, мг GAE	350–550	1500–3000	600–900	3500–6000	150–300	1200–2500	300–500	2500–4500
Антоціаніни, мг	60–180	200–400	250–600	1200–2500	20–120	150–350	25–65	400–900
Енергетична цінність, ккал	45–50	320–360	60–65	300–340	45–48	320–350	50–55	280–320

Джерело: сформовано автором

Аналіз хімічного складу свіжих плодів і отриманих із них сушених та подрібнених плодів свідчить про суттєві відмінності у концентрації основних поживних та біологічно активних речовин, що зумовлено видаленням вологи під час процесу сушіння. Встановлено, що свіжі плоди характеризуються високим вмістом води (80–88 %), тоді як у порошках її кількість знижується до 3–6 %, що спричиняє пропорційне зростання частки сухих речовин [49, 50].

Унаслідок дегідратації спостерігається підвищення концентрації білків, вуглеводів, харчових волокон і мінеральних речовин у 5–8 разів порівняно зі свіжою сировиною. Найбільше зростання відзначено для харчових волокон, вміст яких у порошках малини та чорної смородини досягає 30–45 г/100 г продукту, що свідчить про їх значний функціонально-технологічний потенціал [51, 52].

Особливо виражені зміни встановлено для біологічно активних компонентів фенольної природи. Вміст загальних поліфенолів та антоціанінів у сушених порошках істотно перевищує показники свіжих плодів, що пояснюється концентраційним ефектом при зменшенні вологості. Найвищі значення антоціанінів характерні для чорної смородини, що підтверджує її провідну роль як джерела природних антиоксидантів серед досліджених плодів. Порошки малини та журавлини також демонструють значний рівень фенольних сполук, що обумовлює їх потенційну антиоксидантну та антимікробну активність [52, 53].

Ягоди та плоди є важливими компонентами раціону людини завдяки високому вмісту біологічно активних речовин, серед яких особливе значення мають вітаміни, що виконують антиоксидантні, метаболічні та регуляторні функції в організмі. Сучасні тенденції розвитку харчових технологій спрямовані на збереження природної харчової цінності рослинної сировини та розширення можливостей її використання у виробництві функціональних харчових продуктів, зокрема шляхом сушіння ягід і плодів із мінімальними втратами нутрієнтів. Саме тому оцінка змін вітамінного складу під час технологічної обробки набуває особливої актуальності [53, 54].

За даними сучасних наукових досліджень, ягоди малини, журавлини, чорної смородини та плоди сливи характеризуються значним вмістом водорозчинних вітамінів, насамперед аскорбінової кислоти та вітамінів групи В, а також жиророзчинних сполук антиоксидантної дії — токоферолів і каротиноїдів. Особливо високою біологічною цінністю відзначається чорна смородина, яка розглядається як одне з найбагатших природних джерел вітаміну С серед ягідних культур, тоді як малина та журавлина характеризуються поєднанням помірного вітамінного складу з високим рівнем фенольних антиоксидантів [47, 50, 57].

Водночас технологічні процеси консервування, зокрема сушіння, можуть суттєво впливати на збереження вітамінів. Встановлено, що найбільш чутливим до технологічних факторів є вітамін С, деградація якого зумовлена окиснювальними процесами та термічним впливом, тоді як жиророзчинні вітаміни проявляють відносно вищу стабільність. Разом із тим видалення вологи під час сушіння призводить до концентраційного ефекту, що може зумовлювати підвищення вмісту окремих нутрієнтів у перерахунку на масу продукту [57, 58].

Сучасні методи сублімаційного сушіння дозволяють значною мірою зберігати вітамінний профіль рослинної сировини порівняно з традиційним конвективним сушінням, що підтверджено експериментальними дослідженнями останніх років [50].

З огляду на зазначене, визначення та систематизація даних щодо вітамінного складу свіжих і сушених ягід та плодів є необхідним для наукового обґрунтування їх харчової та функціональної цінності, а також для подальшого використання у технологіях харчових продуктів оздоровчого призначення. У зв'язку з цим у наступних таблицях 1.8 -1.11 наведено узагальнені дані сучасних наукових досліджень щодо вмісту основних вітамінів у малині, журавлині, чорній смородині та сливі у свіжому та сушеному стані [47, 50, 57, 58, 59, 60, 61].

Таблиця 1.8

Порівняльна характеристика вмісту вітамінів у плодах малини, мг/100г

Вітамін	Плоди малини	
	Свіжі	Сушені
Вітамін С	26,2	112
Вітамін Е	0,9–1,2	1,8–2,4
Вітамін В ₁	0,03	0,05
Вітамін В ₂	0,04	0,06
Вітамін В ₃ (ніацин)	0,6	0,9
Вітамін В ₆	0,06	0,09
Фолати (В ₉)	21–25 μ	35–42 μg

Аналіз отриманих даних свідчить, що свіжа малина характеризується помірним вмістом водорозчинних вітамінів, серед яких домінує аскорбінова кислота, концентрація якої становить близько 26 мг/100 г свіжої маси. Наявність вітамінів групи В у невисоких концентраціях підтверджує допоміжну метаболічну роль даної ягоди у забезпеченні ферментативних процесів організму [50].

Після сушіння (зокрема сублімаційного) спостерігається суттєве підвищення концентрації більшості вітамінів у перерахунку на масу продукту, що пояснюється видаленням вологи та концентраційним ефектом. Найбільш виражене зростання відзначено для вітаміну С, вміст якого у freeze-dried порошку досягає понад 100 мг/100 г. Разом із тим абсолютне збереження аскорбінової кислоти є неповним, оскільки частина її руйнується внаслідок окиснювальних процесів [59].

Жиророзчинний вітамін Е демонструє більшу стабільність порівняно з водорозчинними сполуками, що узгоджується з сучасними дослідженнями стабільності антиоксидантів у ягідній сировині. Отримані результати

підтверджують доцільність використання сушеної малини як концентрованого джерела антиоксидантних нутрієнтів у функціональних харчових продуктах.

Таблиця 1.9

Порівняльна характеристика вмісту вітамінів у плодах журавлини, мг/100г

Вітамін	Плоди журавлини	
	Свіжі	Сушені
Вітамін С	10,07–20,74	6–15
Вітамін Е	1,3–1,6	1,0–1,3
Вітамін К	4–6 μg	5–8 μg
Вітамін А (каротиноїди)	сліди	сліди
Вітаміни групи В	низькі концентрації	знижені після сушіння

Журавлина характеризується відносно нижчим вмістом вітаміну С порівняно з іншими дослідженими ягодами, проте її харчова цінність визначається поєднанням вітамінів із високим рівнем фенольних сполук антиоксидантної дії. Встановлений діапазон концентрацій аскорбінової кислоти (10–20 мг/100 г) відповідає сучасним науковим даним і залежить від сорту, ступеня стиглості та умов вирощування [47].

Під час сушіння відбувається зниження вмісту вітаміну С, що пов'язано з його високою чутливістю до температури та кисню. Водночас вітамін Е та вітамін К характеризуються більшою стабільністю, що підтверджує їх вищу технологічну стійкість. Зменшення концентрації водорозчинних вітамінів при сушінні є типовою закономірністю для ягід із високою кислотністю середовища [60].

Таким чином, сушена журавлина зберігає антиоксидантний потенціал переважно завдяки стабільнішим біологічно активним компонентам, що робить її перспективною сировиною для продуктів тривалого зберігання.

Таблиця 1.10

Порівняльна характеристика вмісту вітамінів у плодах чорної смородини,
мг/100 г

Вітамін	Плоди чорної смородини	
	Свіжі	Сушені
Вітамін С	204–284	161–227
Вітамін Е	73,67	22–31%
Вітамін А	168,3	19–25%
Вітамін В ₃	0,3367	0,26–0,29
Вітамін В ₁	0,071	0,06
Вітамін В ₂	0,054	0,04
Вітамін В ₅	0,347	0,26
Вітамін В ₆	0,027	0,02

Серед досліджених об'єктів чорна смородина характеризується найвищою біологічною цінністю за вмістом вітамінів, насамперед аскорбінової кислоти, концентрація якої перевищує 200 мг/100 г. Такий рівень дозволяє розглядати її як один із найбагатших природних джерел вітаміну С серед ягідних культур помірної кліматичної зони.

Після сублімаційного сушіння відзначається зменшення вмісту більшості вітамінів у межах 15–30 %, що свідчить про високу ефективність freeze-drying у збереженні нутрієнтів. Вітаміни групи В демонструють відносно стабільні показники, тоді як жиророзчинні вітаміни А та Е знижуються менш інтенсивно порівняно з аскорбіновою кислотою [57].

Отримані результати підтверджують, що чорна смородина навіть після сушіння залишається висококонцентрованим джерелом вітамінів антиоксидантної дії, що обґрунтовує її використання у технологіях функціональних та оздоровчих харчових продуктів.

Таблиця 1.11

Порівняльна характеристика вмісту вітамінів у плодах сливи, мг/100 г

Вітамін	Плоди сливи	
	Свіжі	Сушені
Вітамін С	6–10	2,5–6
Вітамін А	0,017–0,03	0,03–0,05
Вітамін К	6–8 µg	50–60 µg
Вітамін В ₁	0,02	0,04
Вітамін В ₂	0,03	0,05
Вітамін В ₆	0,03	0,08

Свіжі плоди сливи характеризуються помірним вмістом вітамінів, серед яких домінує аскорбінова кислота (6–10 мг/100 г) та вітамін К. Порівняно з ягодами, слива містить менші концентрації антиоксидантних вітамінів, однак відзначається збалансованим мікронутрієнтним профілем [58].

Процес сушіння спричиняє часткову деградацію вітаміну С, при цьому його збереження становить приблизно 40–60 % від початкового рівня. Одночасно відбувається значне відносно підвищення концентрації вітаміну К та деяких вітамінів групи В унаслідок зневоднення продукту. Саме цим пояснюється підвищена харчова цінність чорносливу як джерела мікронутрієнтів тривалого зберігання [61].

Загалом результати свідчать, що сушіння слив дозволяє отримати продукт із більш концентрованим вітамінним складом, хоча частина термолабільних сполук зазнає деградації.

Порівняльний аналіз показав, що ступінь збереження вітамінів після сушіння визначається їх хімічною природою: водорозчинні вітаміни, особливо аскорбінова кислота, є найбільш чутливими до технологічної обробки, тоді як жиророзчинні вітаміни характеризуються вищою стабільністю. Сублімаційне сушіння забезпечує найкраще збереження вітамінного комплексу серед сучасних методів дегідратації, що підтверджує перспективність використання

сушених ягід і плодів як концентрованих джерел біологічно активних речовин у харчових технологіях.

Мінеральний склад свіжих і сушених плодів є важливим показником їхньої харчової цінності, оскільки макро- та мікроелементи відіграють ключову роль у фізіологічних процесах організму. Свіжі плоди характеризуються збалансованим вмістом мінеральних речовин, тоді як у сушених продуктах їх концентрація зростає внаслідок видалення вологи та ущільнення сухих речовин. У зв'язку з цим порівняльне дослідження мінерального складу дозволяє оцінити вплив технологічної обробки на збереження та концентрацію мінеральних компонентів. Порівняльна характеристика мінерального складу плодів фруктів та ягід наведено в таблиці 1.12 [51, 62, 63, 64,65].

Таблиця 1.12

Порівняльна характеристика мінерального складу плодів фруктів та ягід, мг/100

Елемент	Плоди журавлини		Плоди чорної смородини		Плоди сливи		Плоди малини	
	Свіжі	Сушені	Свіжі	Сушені	Свіжі	Сушені	Свіжі	Сушені
K	79,4	310,2	322,0	965,0	157,1	720,4	151,0	805,3
Ca	8,0	34,1	55,0	208,5	6,0	41,3	25,0	138,6
Mg	6,3	26,8	24,0	92,4	7,0	39,6	22,0	118,2
P	11,0	40,6	59,0	176,8	16,0	67,1	29,0	149,7
Na	2,0	5,4	2,0	7,3	0,5	2,8	1,0	5,1
Fe	0,25	1,32	1,54	4,62	0,17	2,10	1,06	3,52
Zn	0,10	0,41	0,27	0,93	0,10	0,66	0,37	1,75
Mn	0,36	1,15	0,26	1,02	0,05	0,39	0,67	2,31
Cu	0,06	0,19	0,09	0,31	0,06	0,24	0,09	0,37

Джерело: сформовано автором

Аналіз таблиці свідчить, що мінеральний склад плодів характеризується значним вмістом калію серед макроелементів у всіх зразках, причому його найвищий вміст відзначено у плодах чорної смородини як у свіжому, так і у сушеному вигляді. Сушіння призводить до значного підвищення концентрації всіх мінеральних речовин, майже у 3–6 разів, що обумовлено видаленням вологи. Серед мікроелементів підвищеним вмістом заліза та марганцю характеризуються плоди смородини та малини, тоді як слива має найнижчі значення більшості показників.

1.4. Характеристика та особливості хімічного складу бальзамічних оцтів

Бальзамічні оцти належать до продуктів подвійної ферментації рослинної сировини, хімічний склад яких формується внаслідок складних біохімічних та мікробіологічних процесів, що відбуваються під час спиртового та оцтовокислого бродіння, а також подальшої витримки. Сучасні дослідження свідчать, що саме поєднання ферментаційних процесів і походження сировини визначає концентрацію органічних кислот, цукрів, фенольних сполук та летких ароматичних компонентів, які формують сенсорні й функціональні властивості оцтів [66].

Основними компонентами бальзамічних оцтів є оцтова кислота, органічні кислоти (яблучна, винна, молочна, янтарна), залишкові моноцукри, мінеральні речовини та широкий спектр біологічно активних фенольних сполук. Встановлено, що в процесі ферментації мікроорганізми сприяють вивільненню зв'язаних поліфенолів із рослинної матриці, що підвищує антиоксидантний потенціал продукту та визначає його функціональні властивості [66].

За результатами сучасних хроматографічних досліджень у бальзамічних оцтах ідентифіковано понад 30 фенольних компонентів, серед яких домінують галова, протокатехова, кавова та р-кумарова кислоти, що відіграють ключову

роль у формуванні кольору, смаку та антиоксидантної активності продукту [67].

Показано, що кількісний склад поліфенолів і фізико-хімічні показники оцтів істотно варіюють залежно від виду фруктової або ягідної сировини, технологічних параметрів ферментації та тривалості витримки. При цьому встановлено тісний кореляційний зв'язок між вмістом поліфенольних сполук і антиоксидантною активністю оцтів, що підтверджує їх потенціал як функціональних харчових продуктів [68].

Таким чином, аналіз хімічного складу бальзамічних оцтів різного походження є необхідним для оцінки їх харчової цінності, біологічної активності та технологічної якості. Узагальнені літературні дані щодо основних фізико-хімічних показників і біоактивних компонентів бальзамічних оцтів наведено у таблиці 1.13 [66, 67, 69, 70, 71, 72].

Таблиця 1.13

Порівняльна характеристика хімічного складу бальзамічних оцтів

Показник	Бальзамічний оцет				
	Виноградний	Чорноплідної городини	Ожини	Чорної смородини	Гранатовий
рН	2,4–3,2	2,8–3,4	2,6–3,3	2,5–3,1	2,7–3,4
Оцтова кислота, г/100 мл	5,0–7,5	4,5–6,5	4,0–6,0	4,5–6,8	4,2–6,3
Загальні органічні кислоти, г/100 мл	6,0–9,0	5,5–8,5	5,0–8,0	5,5–8,8	5,0–7,5
Глюкоза, г/100 мл	10–25	4–12	5–15	6–18	8–20
Фруктоза, г/100 мл	10–23	4–11	5–14	6–17	7–19
Сухі речовини, %	20–70	8–25	10–30	12–35	15–40
Зольність, %	0,3–0,8	0,4–1,1	0,3–0,9	0,4–1,0	0,3–0,8
Загальні фенольні сполуки, мг ГАЕ/л	400–1200	600–1800	700–2000	900–2500	800–2200
Основні фенольні кислоти	галола, протокатехова, кавова, р-кумарова	хлорогенова, галола	еллагова, галола	антоціани, галола	елаготаніни
Антиоксидантна активність (DPPH), %	60–85	65–90	70–92	75–95	70–90

Джерело: сформовано автором

Порівняльний аналіз даних таблиці свідчить, що хімічний склад бальзамічних оцтів значною мірою визначається видом використаної рослинної сировини. Найбільш стабільним показником для всіх зразків є вміст оцтової кислоти та значення рН, що відповідають типовим характеристикам продуктів оцтовокислого бродіння. Водночас істотні відмінності спостерігаються за вмістом сухих речовин, цукрів і фенольних сполук.

Виноградні бальзамічні оцти характеризуються підвищеним вмістом сухих речовин і залишкових моноцукрів, що обумовлює їх більш виражені солодкуваті смакові властивості. Ягідні оцти (з ожини та чорної смородини) відзначаються найвищою концентрацією фенольних сполук і антиоксидантною активністю, що пов'язано з високим вмістом антоціанів у вихідній сировині. Горобиний і гранатовий оцти займають проміжне положення, поєднуючи достатній рівень органічних кислот із підвищеним мінеральним та поліфенольним складом [67, 69].

Фруктові та ягідні бальзамічні оцти належать до продуктів подвійної ферментації, що утворюються в результаті послідовного спиртового та оцтовокислого бродіння рослинної сировини, багатої на біологічно активні сполуки. Упродовж останніх років спостерігається зростання наукового інтересу до оцтів функціонального призначення, оскільки вони розглядаються не лише як смако-ароматичні добавки, а й як джерело мікронутрієнтів та антиоксидантів природного походження. Сучасні дослідження підтверджують, що хімічний склад фруктових оцтів значною мірою визначається видом вихідної сировини, умовами ферментації та тривалістю витримки продукту [68].

У процесі ферментації частина вітамінів переходить із плодів та ягід у готовий продукт, тоді як інша частково деградує під дією окиснювальних реакцій і кислотного середовища. Встановлено, що оцти з ягідної сировини характеризуються вищим вмістом аскорбінової кислоти та водорозчинних вітамінів групи В порівняно з традиційними виноградними оцтами, що

пояснюється початково високою концентрацією біологічно активних речовин у ягодах [72].

Разом із тим, мікробіологічні процеси, що відбуваються під час оцтовокислого бродіння, можуть сприяти синтезу окремих вітамінів групи В метаболітами дріжджів і оцтовокислих бактерій, формуючи специфічний нутрієнтний профіль ферментованого продукту [73].

Згідно з сучасними дослідженнями, фруктові оцти містять невеликі, але біологічно значущі кількості вітаміну С, токоферолів і вітамінів групи В, які разом із поліфенольними сполуками формують антиоксидантний потенціал продукту та визначають його функціональні властивості. Варіабельність їх концентрації зумовлена видом плодів, технологічними параметрами виробництва та ступенем оброблення (нефільтровані або витримані оцти) [68].

У зв'язку з цим актуальним є узагальнення даних щодо вітамінного складу бальзамічних оцтів різного походження, що дозволяє оцінити їх харчову та функціональну цінність і провести порівняльний аналіз залежно від використаної рослинної сировини. Отримані наукові дані систематизовано в таблиці 1.14, де наведено вміст основних вітамінів у бальзамічних оцтах із винограду, горобини, ожини, чорної смородини та гранату [74, 75, 76].

Таблиця 1.14

Порівняльна характеристика вмісту вітамінів у бальзамічних оцтах, мг/100 г продукту

Вітамін	Бальзамічний оцет				
	Виноградний	Чорноплідної горобини	Ожини	Чорної смородини	Гранатовий
Вітамін С	1,12 ±0,08	7,46 ±0,31	5,38 ±0,27	11,24 ±0,52	3,67 ±0,19
Вітамін В ₂ (рибофлавін)	0,006 ±0,001	0,012 ±0,002	0,010 ±0,001	0,014 ±0,002	0,008 ±0,001
Вітамін В ₃ (ніацин)	0,14 ±0,01	0,23 ±0,02	0,21 ±0,02	0,27 ±0,02	0,18 ±0,01
Вітамін В ₆	0,021 ±0,003	0,041 ±0,004	0,036 ±0,003	0,048 ±0,004	0,029 ±0,002
Вітамін Е (α- токоферол)	0,05 ±0,01	0,11 ±0,01	0,09 ±0,01	0,13 ±0,02	0,07 ±0,01

Джерело: сформовано автором

Аналіз наведених у таблиці даних свідчить, що вітамінний склад бальзамічних оцтів істотно залежить від виду використаної рослинної сировини. Найвищі концентрації більшості досліджених вітамінів встановлено в оцті із чорної смородини, що пояснюється високим початковим вмістом біологічно активних речовин у ягодах та їх відносною стабільністю під час ферментації. Зокрема, вміст аскорбінової кислоти у смородиновому оцті перевищував аналогічний показник виноградного оцту майже у 10 разів, що підтверджує значний вплив сировинного фактора на харчову цінність продукту [74,75].

Ожиновий та горобиновий оцти також характеризувалися підвищеним рівнем вітаміну С і вітамінів групи В, тоді як виноградний бальзамічний оцет мав найнижчі значення досліджених показників, що пов'язано з тривалішою витримкою та інтенсивнішими окиснювальними процесами. Вміст токоферолів у всіх зразках залишався відносно низьким, що є типовим для продуктів оцтовокислого бродіння через часткову деградацію ліпофільних сполук [75,76].

Загалом отримані дані підтверджують, що використання ягідної сировини дозволяє підвищити мікронутрієнтну цінність бальзамічних оцтів, формуючи продукти з більш вираженим функціональним потенціалом, що є перспективним напрямом удосконалення технологій ферментованих харчових продуктів.

У сучасних умовах розвитку харчових технологій значна увага приділяється дослідженню біологічно активних компонентів ферментованих продуктів рослинного походження, зокрема оцтів, які розглядаються не лише як смако-ароматичні добавки, але і як функціональні інгредієнти харчових систем. Бальзамічні та фруктово-ягідні оцти є продуктами подвійної ферментації — спиртового та оцтовокислого бродіння, у процесі яких відбувається глибока біохімічна трансформація вихідної сировини з утворенням органічних кислот, фенольних сполук, летких ароматичних компонентів та вільних амінокислот [69].

Вільні амінокислоти формуються переважно внаслідок ферментативного гідролізу білків рослинної сировини, метаболічної активності дріжджів і оцтовокислих бактерій, а також реакцій дозрівання під час витримки оцту. Саме амінокислотний профіль значною мірою визначає органолептичні характеристики продукту, беручи участь у формуванні смаку умамі, солодкуватих та карамельних нот, а також виступає індикатором перебігу ферментаційних процесів і якості готового продукту [77, 78].

За результатами сучасних досліджень встановлено, що у бальзамічних оцтах домінують пролін, глютамінова кислота, аланін і гліцин, концентрація яких залежить від виду сировини, тривалості витримки та технологічних параметрів виробництва. У фруктово-ягідних оцтах додатково виявляється підвищений вміст біоактивних амінокислот, зокрема γ -аміномасляної кислоти та аргініну, що пов'язано зі специфічним амінокислотним складом ягідної сировини та активністю ферментаційної мікробіоти [72, 77, 78, 79].

Оцінка амінокислотного складу оцтів є важливою як з технологічної, так і з нутриціологічної точки зору, оскільки дозволяє характеризувати ступінь біохімічної трансформації продукту, прогнозувати його сенсорні властивості та потенційну біологічну цінність.

Амінокислотний склад бальзамічних оцтів формується внаслідок складної взаємодії спиртового та оцтовокислого бродіння, а також тривалої витримки. Основними амінокислотами є пролін, гліцин, аланін та глютамінова кислота, які походять із виноградної сировини та продуктів метаболізму оцтовокислих бактерій. Показано, що зі збільшенням тривалості витримки загальний вміст амінокислот зменшується через реакції Майяра та мікробіологічну трансформацію [77].

Фруктово-ягідні оцти характеризуються нижчим загальним вмістом амінокислот, однак відзначаються підвищеною часткою біоактивних сполук (GABA, аргінін), що пов'язано зі специфікою рослинної сировини та ферментаційної мікрофлори [72].

Жиринокислотний склад оцтів, зокрема бальзамічних і плодово-ягідних, останніми роками розглядається як додатковий показник їх біохімічного профілю та автентичності походження. Незважаючи на низький загальний вміст ліпідів, у процесі спиртового та оцтовокислого бродіння формуються залишкові жирні кислоти, що походять із рослинної сировини та метаболічної активності мікроорганізмів. Сучасні дослідження показують, що у складі оцтів переважають лінолева, олеїнова та пальмітинова кислоти, а їх співвідношення залежить від виду плодово-ягідної сировини, умов ферментації та тривалості витримки продукту. Аналіз жирнокислотного профілю застосовується також як інструмент контролю якості та підтвердження натуральності оцтів, що особливо актуально для бальзамічних продуктів традиційного виробництва [67, 69, 79, 80].

Жиринокислотний профіль бальзамічних і фруктових оцтів характеризується домінуванням поліненасичених жирних кислот, насамперед лінолевої та α -ліноленової, що походять із рослинної сировини та метаболізму дріжджів і оцтовокислих бактерій під час двостадійної ферментації. Незважаючи на низький загальний вміст ліпідів, їх склад є важливим маркером автентичності, походження та біологічної цінності оцту. Сучасні хроматографічні дослідження підтверджують, що співвідношення ЖНК/МНЖК/ПНЖК залежить від виду плодово-ягідної сировини та технології витримки оцту, що може використовуватись як показник якості продукту [40, 80, 81, 82].

Мінеральний склад бальзамічного оцту формується переважно за рахунок виноградного суслу, яке є джерелом калію, кальцію та фосфору. Під час подвійної ферментації (алкогольної та оцтовокислої) мінеральні речовини практично не руйнуються, а їх концентрація може навіть підвищуватися внаслідок випаровування води під час витримки. Дослідження останніх років показують, що калій є домінуючим макроелементом, тоді як мікроелементи (Fe, Mn, Cu, Zn) присутні у слідових кількостях, але відіграють важливу роль у формуванні антиоксидантного потенціалу продукту та стабільності

фенольних сполук. Порівняльний мінеральний склад бальзамічних оцтів наведено в таблиці 1.15. [83, 84, 85, 86, 87, 88].

Таблиця 1.15

Порівняльний мінеральний склад бальзамічних оцтів, мг/100 г

Мінеральні речовини	Бальзамічний оцет				
	Горобини	Ожини	Чорної смородини	Гранату	Винограду
Калій (K)	145	138	152	165	120
Кальцій (Ca)	34	29	36	31	25
Магній (Mg)	15	14	16	18	13
Фосфор (P)	22	21	24	26	20
Натрій (Na)	18	17	19	16	21
Залізо (Fe)	1,10	0,95	1,25	0,88	0,70
Марганець (Mn)	0,28	0,24	0,31	0,22	0,14
Цинк (Zn)	0,11	0,10	0,12	0,09	0,08
Мідь (Cu)	0,05	0,04	0,06	0,05	0,03

Мінеральний склад бальзамічних оцтів значною мірою визначається ботанічним походженням сировини, оскільки під час оцтовокислої ферментації мінеральні компоненти практично не руйнуються. Найвищий вміст калію характерний для гранатового та чорносмородинового оцтів, що пов'язано з природно високою мінералізацією ягідної сировини. Ягідні оцти також характеризуються підвищеним рівнем заліза та марганцю, які беруть участь у формуванні антиоксидантної активності продукту. Виноградні та класичні бальзамічні оцти мають більш збалансований макроелементний профіль, що пояснюється тривалою витримкою та концентраційними процесами під час виробництва [40, 67, 87, 88].

1.5. Потенціал використання фруктово-ягідних інгредієнтів

Сучасні наукові дослідження свідчать, що використання фруктів і ягід у м'ясній промисловості є перспективним напрямом формування продуктів із підвищеною біологічною цінністю та подовженим терміном зберігання. Плоди

та ягоди є джерелом поліфенолів, антоціанів, органічних кислот і вітамінів, які проявляють виражені антиоксидантні та антимікробні властивості, що дозволяє ефективно гальмувати перекисне окислення ліпідів, стабілізувати колір м'яса та пригнічувати розвиток мікрофлори [89].

Особливо актуальним є їх використання у технологіях натуральних напівфабрикатів, де фруктово-ягідні компоненти можуть виконувати функції природних маринадів і консервантів, покращуючи органолептичні показники та зменшуючи втрати під час термічної обробки [90].

Впровадження таких компонентів відповідає сучасним концепціям та розвитку органічного виробництва, що обумовлює зростаючий інтерес до їх застосування у створенні інноваційних м'ясних продуктів функціонального призначення.

Зниження харчової цінності та скорочення терміну зберігання м'яса і м'ясопродуктів зумовлене насамперед перекисним окисленням ліпідів і мікробною контамінацією. В умовах розвитку органічного тваринництва актуальним стає відмова та посилений контроль використання синтетичних консервантів, що стимулює пошук природних альтернатив. Авторами встановлено, що рослинні екстракти є перспективними природними антиоксидантами, однак дані щодо їх безпечних і ефективних доз залишаються обмеженими. Вченими проаналізовано фактори погіршення якості продукції у процесі зберігання та вплив біоантиоксидантів, які дозволяють знизити окислювальні процеси та мікробне забруднення. За літературними даними, екстракти пряних рослин і ягід, зокрема розмарину, зеленого чаю, шавлії, гвоздики, журавлини, чорної смородини, гранату та інших їх композицій забезпечують підвищення стабільності й подовження терміну зберігання м'ясної продукції [91].

Науковцями встановлено, що використання фруктових оцтів, як складових маринадів суттєво покращують технологічні та якісні характеристики м'яса. Маринади з фруктовими оцтами сприяють підвищенню ніжності м'яса за рахунок дії органічних кислот і ферментативних

компонентів, а також мають позитивний вплив на фізико-хімічні показники, включаючи рН, вологоутримуючу здатність і текстуру продукту. Також, авторами встановлено потенціал фруктових оцтів як природних функціональних інгредієнтів, що можуть одночасно виконувати роль маринадів і натуральних консервантів, забезпечуючи покращення якості та підвищення споживчих властивостей м'ясної продукції без використання синтетичних добавок [92].

Сучасні дослідження щодо застосування природних антиоксидантів у виробництві м'ясних продуктів, підтверджують, що основною причиною погіршення якості є окислення ліпідів і білків, що спричиняє зниження харчової цінності, зміну кольору та появу сторонніх запахів. Рослинні антиоксиданти, зокрема поліфеноли та флавоноїди, ефективно інгібують процеси пероксидації, стабілізують якісні показники продукції та подовжують термін її зберігання [93].

У формуванні науково-практичних підходів до заміни оцтової кислоти у традиційних маринадах компонентами натурального походження вагомий внесок зробили вітчизняні дослідники, які вивчали вплив маринадів на основі молочної, лимонної та яблучної кислот на функціонально-технологічні властивості м'яса дикого кабана. Встановлено, що найбільш ефективною є молочна кислота, яка забезпечує оптимальні результати маринування при тривалості обробки до 48 годин. Також запропоновано технологію виробництва делікатесних м'ясних продуктів із використанням маринадів на основі термічно оброблених соків або пюре ківі, граната та обліпихи з тривалістю маринування 24–27 годин і концентрацією 18–31 % [94].

Процес маринування, як ефективний технологічний інструмент покращення якості м'яса, сприяє підвищенню ніжності, соковитості та смакоароматичних властивостей м'ясних продуктів, а також покращує функціонально-технологічні характеристики, зокрема вологоутримуючу здатність і зменшення втрат при тепловій обробці. Застосування натуральних компонентів маринадів дозволяє забезпечити поліпшення органолептичних

характеристик, подовжити термін зберігання м'яса за рахунок антиоксидантної та антимікробної дії рослинних компонентів. Також, авторами встановлено що процес маринування має позитивний вплив на структурні зміни білків та збереження вологи під час теплової обробки, а також може зменшувати утворення потенційно небезпечних сполук, що підвищує безпеку продукції.

Науковці у своїх дослідженнях розробили рецептури маринадів із використанням соку чорноплідної горобини у кількості 60 г на 100 кг продукту. Отримані маринади відзначаються високими органолептичними характеристиками, що обґрунтовує їх застосування як самостійних маринадних систем, а також у складі рецептур напівфабрикатів з м'яса птиці. Підтверджено антиоксидантні властивості чорноплідної горобини та пряно-ароматичних компонентів за показниками кислотного і перекисного чисел. Встановлено, що термін зберігання напівфабрикатів становить до 15 діб за температури 0–4 °С, що вдвічі перевищує контрольні зразки. За мікробіологічними показниками продукція відповідає вимогам безпеки. Крім того, визначено технологічні режими маринування: мінімальна тривалість витримування м'яса у маринаді становить 2 години за температури +25 °С та 24 години в умовах охолодження (0–7 °С) [95, 96, 97].

Авторами встановлено, що маринади на основі фруктів, овочів, спецій, ферментованих продуктів і рослинних екстрактів сприяють покращенню органолептичних показників та кулінарних властивостей м'яса, а також підвищують його вологоутримуючу здатність та зменшують втрати під час термічної обробки. Біологічно активні речовини цих компонентів пригнічують окислення ліпідів і білків, та розвиток мікроорганізмів, що підвищує безпеку продукції. Разом з тим, використання кислотних маринадів може впливати на колір та формування надмірно кислого смаку [97, 98].

Висновки до розділу 1

Аналіз наукових досліджень, показує, що сучасний стан м'ясопереробної галузі орієнтований на підвищення якості, безпечності та конкурентоспроможності продукції за допомогою впровадження інноваційних технологій та натуральних компонентів. Ринок м'яса дичини в Україні характеризується регіональною нерівномірністю, де виробництво зосереджене переважно у поліських і карпатських регіонах. Водночас, розвиток реалізації м'яса диких тварин зумовлює доступність м'ясних делікатесів усім споживачам незалежно від регіону проживання.

Встановлено, що амінокислотний профіль м'яса дикого кабана не поступається, а за окремими показниками перевищує традиційні види м'яса, що свідчить про його високу біологічну цінність та перспективність використання у технологіях виробництва натуральних м'ясних напівфабрикатів функціонального призначення. Аналіз наукових публікацій підтверджує доцільність подальшого використання м'яса дичини як альтернативного джерела повноцінного білка в умовах сучасних тенденцій розвитку харчових технологій та концепції здорового харчування. Виявлені особливості жирнокислотного складу підтверджують доцільність використання м'яса дикого кабана як перспективної сировини для виробництва натуральних маринованих напівфабрикатів із підвищеною біологічною цінністю.

Аналіз наукових досліджень показує, що м'ясо дикого кабана характеризується збалансованим мінеральним складом і за рядом показників не поступається традиційним видам м'ясної сировини, а за вмістом окремих есенціальних елементів демонструє підвищені значення. Це підтверджує доцільність його використання у технології натуральних маринованих напівфабрикатів як перспективної сировини для виробництва продуктів підвищеної харчової та біологічної цінності.

Встановлено, що сушені плодово-ягідні порошки є концентрованими джерелами біологічно активних речовин і можуть розглядатися як перспективні функціональні інгредієнти для підвищення харчової цінності та антиоксидантної стабільності харчових продуктів. Також, сушені плоди відзначаються більш концентрованим і насиченим мінеральним складом порівняно зі свіжими, що підтверджує доцільність їх використання як джерела мінеральних речовин у харчових технологіях.

З'ясовано, що зі збільшенням вмісту фенольних компонентів спостерігається тенденція до підвищення антиоксидантної активності оцтів, що підтверджує залежність функціональних властивостей продукту від біохімічного складу рослинної сировини. Отримані дані демонструють доцільність використання ягідних оцтів як джерела природних біологічно активних речовин у технологіях функціональних харчових продуктів.

Встановлено, що значну роль відіграє використання фруктово-ягідної сировини та натуральних маринадів, які забезпечують покращення органолептичних, фізико-хімічних і функціонально-технологічних властивостей м'яса, а також подовження терміну його зберігання.

РОЗДІЛ 2 ОБ'ЄКИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження для дисертаційної роботи виконувались в умовах лабораторної бази кафедри технології м'ясних, рибних та морепродуктів; кафедри біоморфології хребетних ім. акад. В.Г. Касьяненка Національного університету біоресурсів і природокористування України; у відділі аналітичних досліджень та якості харчової продукції Інституту продовольчих ресурсів НААН України, лабораторії атомно-абсорбційної спектрометрії Випробувального центру державного науково-дослідницького Інституту з лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи; Інституті біохімії ім. О.В. Палладіна НААН України; Інституті технічної теплофізики Національної академії наук України.

Об'єкт дослідження – технологія натуральних маринованих напівфабрикатів із м'яса дикого кабана.

Предмет дослідження – м'ясо дикого кабана, сушені та подрібнені плоди фруктів та ягід (журавлина, чорна смородина, малина, слива, бальзамічний оцет з ягід чорної смородини, чорноплідної горобини, ожини, гранату, винограду).

2.1. Асортимент використаної основної та допоміжної сировини

Основна та допоміжна сировина, матеріали, що використовувались під час проведення досліджень відповідають діючим в Україні нормативним документам та показникам якості і безпеки, що дозволена до використання Міністерством охорони здоров'я України (таб. 2.1).

Таблиця 2.1.

Перелік сировини та нормативних документів

№ п/п	Сировина	Нормативний документ
1.	Бальзамічний оцет чорної смородини	ДСТУ 2450:2006 [99].
2.	Бальзамічний оцет чорноплідної горобини	ДСТУ 2450:2006 [99].
3.	Бальзамічний оцет ожини	ДСТУ 2450:2006 [99].
4.	Бальзамічний оцет винограду	ДСТУ 2450:2006 [99].
5.	Бальзамічний оцет гранату	ДСТУ 2450:2006 [99].
6.	Гірчичний порошок	ДСТУ 4842:2007 [100].
7.	М'ясо дикого кабана (стегнова частина)	Regulation (EC) No 853/2004 [101].
8.	Мускатний горіх	ДСТУ 7411:2013 [102].
9.	Паприка копчена мелена	ДСТУ ISO 972:2008 (ISO 972:1997, IDT) [103].
10.	Перець чорний мелений	ДСТУ ISO 959-1:2008 (ISO 959-1:1998, IDT) [104].
11.	Сушені та подрібнені плодів журавлини	ДСТУ 5035:2008[105].
12.	Сушені та подрібнені плодів чорної смородини	ДСТУ 8319:2015 [106].
13.	Розмарин	ДСТУ ISO 11164:2019 (ISO 11164:1995, IDT) [107].
14.	Сіль кухонна	ДСТУ 3583:2015 [108].
15.	Цибуля сушена	ДСТУ 8103:2015 [109].
16.	Цукор-пісок	ДСТУ 4623:2023 [110].
17.	Часник сушений (гранульований)	ТУ У 19125454.001-97 [111].

2.2. Схема проведення дослідження

Перший етап експериментальних досліджень ґрунтується на огляді та вивченні науково-технічної літератури, наукових публікацій українських та іноземних вчених відповідно до теми дисертаційної роботи. Проведено аналіз

сучасного стану і тенденцій розвитку м'ясопереробної галузі України та перспективи її подальшого функціонування, особливості хімічного складу, харчової та біологічної цінності м'яса дикого кабана у порівнянні із традиційними видами м'яса та фруктово-ягідних інгредієнтів (плодів журавлини, чорної смородини, малини, сливи) та бальзамічного оцту й використання натуральних компонентів у технологіях м'ясних напівфабрикатів. На основі огляду літературних джерел наукових праць, було визначено об'єкт та предмет досліджень, обрано методи і методики для проведення експериментальних досліджень.

На другому етапі проведено комплексні дослідження м'яса дикого кабана, зокрема досліджено хімічний склад, фізико-хімічні та функціонально-технологічні властивості; проведено сушіння фруктово-ягідних інгредієнтів з подальшими комплексними дослідженнями рослинної сировини, розроблено рецептури натуральних маринованих напівфабрикатів із м'яса дикого кабана.

Наступний етап експериментального дослідження включав визначення комплексних характеристик хімічного складу, фізико-хімічних, функціонально-технологічних, гістологічних, мікробіологічних показників, проведено визначення харчової та біологічної цінності натуральних напівфабрикатів з м'яса дикого кабана, також, виконано математичне моделювання методом факторних просторів.

На завершальному етапі здійснено розрахунок економічної ефективності технології натуральних маринованих напівфабрикатів з м'яса дикого кабана.

Схема проведення досліджень наведена на рисунку 2.1



Рис. 2.1. Схема проведення досліджень

2.3. Методи проведення дослідження

Під час проведення експериментальних органолептичних, фізико-хімічних, функціонально-технологічних, структурно-механічних та мікробіологічних досліджень використано стандартні та загальноприйняті методики.

Відбір та підготовку проб досліджуваних зразків для оцінки органолептичних, фізико-хімічних, структурно-механічних, функціонально-технологічних, та мікробіологічних показників виконували згідно з ДСТУ 7963:2015 [112], ДСТУ 7992:2015 [113], ДСТУ 8051:2015 [114].

Прийняті в процесі дослідження показники на різних його етапах визначали за допомогою таких методик:

амінокислотний склад – визначали методом іонообмінної рідинно-колоночної хроматографії. ДСТУ ISO 13903:2009 [115];

амінокислотний скор – проводили за допомогою розрахунків [116];

вихід після маринування - визначали шляхом зважування зразків до та після маринування, а результати виражали у відсотках від маси несолоного вихідного продукту;

вміст вологи - здійснювали методом висушування досліджуваного зразка до постійної маси за температури 100 – 105 °C відповідно до ДСТУ ISO 1442:2005 [117];

вміст золи - визначали шляхом спалювання зразка у муфельній печі за визначеної температури 550±25 °C за ДСТУ ISO 936:2008 [118];

водневий показник рН - проводили потенціометричним методом, відповідно до ДСТУ ISO 2917-2001 [119];

влогозв'язуючу здатність - виконували за допомогою методу пресування, який передбачає пресування аналізованої проби масою 0,3 г під тиском вантажу вагою 1 кг. Процес включає сорбцію вологи, що виділяється під тиском, на фільтрувальний папір, після чого кількість виділеної вологи визначається шляхом аналізу площі вологої плями на фільтрувальному папері відповідно до методики [120];

волоγοутримуючу здатність - визначили за кількісним вмістом води, яка залишилася в дослідному зразку після проведення термічної обробки [120];

жирнокислотний склад – визначали за допомогою газового хроматографа «Купол-55» згідно ДСТУ EN ISO 12966-4:2019, EN ISO 12966-4:2015, IDT; ISO 12966-4:2015, IDT [121];

масову частку білка - за методом К'ельдаля, відповідно до ДСТУ ISO 937:2005 [122];

масову частку жиру - визначали методом Сокслета, згідно ДСТУ 8380:2015 [123];

математичне моделювання – здійснено методом математичного моделювання «факторними площами», розраховано та побудовано геометричні моделі якості дослідних зразків [124, 125, 126].

мікробіологічні показники - визначали відповідно до вимог ДСТУ 8720:2017 [127]. Визначення бактерії групи кишкових паличок у 1,0 г (37 °С, 48 год), кількість мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів (КМАФАнМ), КУО/г (30 °С, 72 год), сульфитредукувальні клостридії у 0,01 г (43 °С, 48 год), а також патогенні мікроорганізми, зокрема бактерії роду *Salmonella*, у 25,0 г (37 °С, 48 год). Обробку результатів проводили відповідно до ДСТУ ISO 7218:2007, ДСТУ EN ISO 4833-1:2014 [128];

мікроструктурні дослідження - проводили гістологічним методом із використанням стандартного фарбування гематоксиліном та еозином. Після фарбування зрізи диференціювали, зневоднювали, просвітлювали у ксилолі та заключали у гліцерин-желатин. Аналіз мікропрепаратів проводили за допомогою світлової мікроскопії [129];

мінеральних речовин – визначали за внутрішньою робочою методикою (правила випробувань), розробленою Державним науково-дослідним інститутом з лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи ПВ.ДНДІЛДВСЕ 7.2-1/1-21, яка базується на EN 1134:1994 [130];

органолептичні дослідження, зокрема оцінку зовнішнього вигляду, кольору, запаху та консистенції здійснювали згідно з ДСТУ 4823.2:2007 [131];

пластичність - визначали методом пресування зразка після оцінки його здатності утримувати вологу. Для розрахунків використовували площу внутрішньої вологої плями, яку дослідний зразок залишав на фільтрувальному папері.

роботу різання та зусилля зрізу - згідно з міжнародною методикою оцінки текстурних властивостей м'яса та м'ясних продуктів, яка ґрунтується на рекомендаціях щодо профілю текстури ISO 11036:2020 та узгоджених протоколах Warner-Bratzler [132, 133].

2.4. Методи статистичної обробки даних

Математичні узагальнення отриманих результатів проведених експериментальних досліджень з використанням комп'ютерної техніки та інформаційних технологій, у табличному процесорі Microsoft Excel виконано обчислення, побудовано графіки та діаграми. Пошук наукових досліджень здійснювали за допомогою реферативної наукометричних баз Scopus, Web of Science, наукових порталів ResearchGate, PubMed, Google Scholar та пошукової системи Google.

2.5. Висновки до розділу 2

1. Для реалізації мети і поставлених завдань сформовано алгоритм проведення теоретичних та експериментальних досліджень.

2. Визначено об'єкт та предмет дослідження.

3. Підібрано методи експериментальних досліджень, які включають органолептичні, фізико-хімічні, структурно-механічні, функціонально-технологічні, гістологічні, мікробіологічні показники, амінокислотного, жирнокислотного, мінерального складу та статистичної обробки отриманих результатів досліджень, математичного моделювання натуральних

маринованих напівфабрикатів, використання яких, забезпечує максимальну точність та достовірність результатів.

РОЗДІЛ 3 ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ М'ЯСНОЇ ТА ФРУКТОВО-ЯГІДНОЇ СИРОВИНИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА НАТУРАЛЬНИХ МАРИНОВАНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ

Інноваційні підходи до розроблення харчових продуктів ґрунтуються на підборі сировини, яка відповідає показникам якості та безпечності. Враховуючи це, удосконалення технології натуральних маринованих напівфабрикатів із м'яса дикого кабана включає проведення досліджень хімічного складу, біологічної цінності та мінерального складу.

Для обґрунтування ефективності використання м'яса дикого кабана та фруктово-ягідних інгредієнтів у технології натуральних маринованих напівфабрикатів проведено дослідження харчової та біологічної цінності, органолептичних, фізико-хімічних, функціонально-технологічних, структурно-механічних показників вихідної сировини.

3.1. Комплексні дослідження м'яса дикого кабана в процесі зберігання

Органолептичні показники є одними з найбільш інформативних критеріїв первинної оцінки свіжості м'яса під час зберігання, оскільки відображають сукупний вплив автолітичних, мікробіологічних та окиснювальних процесів. Для м'яса дикого кабана, як і для інших видів червоного м'яса, зі збільшенням тривалості холодильного зберігання спостерігається поступове погіршення зовнішнього вигляду, запаху, консистенції, стану жиру та характеристик бульйону. Найбільш виражені ознаки зниження свіжості зазвичай виявляються наприкінці терміну зберігання, що узгоджується з динамікою мікробного обмінення та розвитком окиснювальних змін у м'ясній сировині [134, 135].

Результати органолептичної характеристики м'яса дикого кабана в процесі зберігання наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Органолептичні показники м'яса дикого кабана в процесі зберігання

Показник	Термін зберігання, діб				
	1	3	5	7	10
Визначення зовнішнього вигляду та кольору м'яса					
Колір поверхні м'яса	Червоний, характерний для свіжого	Червоний, трішки тьмянний	Темно-червоний, з легкою кірочкою підсихання	Темно-червоний, подекуди із сірим відтінком	Тьмянний, темний, на деяких ділянках сіро-коричневий
Колір на розрізі м'яса	Рівномірний, від червоного до темно-червоного	Досить рівномірний, червоний	Темно-червоний, менш виразний	Темно-червоний, на деяких ділянках бурий	Нерівномірний, буро-червоний
Наявність липкості	Відсутня	Відсутня	Незначна липкість	Більш виражена липкість	Значно виражена липкість
Зволоженість поверхні м'яса	Поверхня суха, злегка зволожена	Злегка зволожена	В міру волога	Волога, без слизу	Волога з явними ознаками ослизнення
Зволоженість на розрізі м'яса	Зволожено, без виділення м'ясного соку	Вологе	В міру вологе, з незначним виділенням м'ясного соку	Вологе, із помірним виділенням м'ясного соку	Занадто вологе, більш водянисте
Час вирівнювання ямки					
Но поверхні м'яса	Швидко вирівнюється після натискання	Після натискання швидко вирівнюється	Вирівнюється трохи повільніше	Повільно вирівнюється після натискання	Після натискання вирівнюється дуже повільно
На розрізі м'яса	Вирівнюється швидко після натискання	Після натискання швидко вирівнюється	Вирівнюється менш швидко	Повільно вирівнюється після натискання	Після натискання вирівнюється неповністю

Продовження таблиці 3.1

Визначення запаху м'яса					
Запах на поверхні м'яса	Виражений та характерний свіжому м'ясу дикого кабана	Характерний для свіжого м'яса	Менш виразний, злегка відчутний кислуватий аромат	Менш свіжий, кислуватий	Кислуватий, злегка затхлий та трохи неприємний
Запах на розрізі м'яса	Характерний для свіжого м'яса	Менш виразний, характерний для свіжого м'яса	Ледь відчутний кислуватий аромат	Кислуватий	Відчувається сторонній та неприємний запах
Визначення стану жиру м'яса					
Колір жиру	Білий злегка кремовий, властивий для м'яса	Змін не спостерігається	Кремовий, місцями помітно жовтуватий відтінок	Жовтуватого відтінку	Жовтуватий із сірим відтіном
Запах жиру	Білий злегка кремовий, властивий для м'яса	Змін не спостерігається	Менш виразний, ледь відчутний окислений аромат	Злегка осалений	Неприємний та осалений
Консистенція жиру	Щільна	Щільна	Досить щільна	Мазкувата та менш щільна	Мазкувата
Визначення прозорості та запаху бульйону					
Запах бульйону	Приємний, властивий м'ясному бульйону	Приємний, властивий для м'ясного бульйону	Злегка кислуватий та менш інтенсивний	Кислуватий з неприємний ароматом	Неприємний та затхлий
Прозорість бульйону	Прозорий	Прозорий	Трохи каламутний	Каламутний	Каламутний, присутні пластівці

У результаті проведених досліджень, встановлено що впродовж 10 діб зберігання м'яса дикого кабана спостерігається закономірне погіршення сенсорних показників. Зразки зберігали характерні ознаки свіжого м'яса протягом 1-3 доби: властивий колір м'яса від червоного до темно-червоного, відсутність липкості, пружна консистенція, характерний м'ясний запах, а також щільний стан жиру та ароматний прозорий бульйон. Починаючи з 5 доби зберігання спостерігались перші ознаки зниження свіжості, які проявлялись у тьмяному забарвленні, підвищеній зволоженості поверхні, ледь помітній липкості та незначного кислуватого аромату. На 7-10 добу зберігання сенсорні зміни ставали більш інтенсивними: поверхня м'яса набувала сірувато-бурого відтінку, більш відчутна липкість, зменшувалась пружність тканини, запах ставав кислуватим або стороннім, жир втрачав щільність і набував ознак осалення, а бульйон ставав каламутним і менш приємним за ароматом. Отримані результати свідчать, що зі збільшенням тривалості зберігання у м'ясі дикого кабана активізуються автолітичні, окиснювальні та мікробіологічні процеси, які зумовлюють поступове зниження його споживчих властивостей.

Важливим етапом оцінювання харчової цінності та технологічних властивостей м'яса дикого кабана є дослідження хімічного складу. Дослідження вмісту вологи, білків, ліпідів, мінеральних елементів та енергетичної цінності дозволяє отримати комплексну характеристику сировини, визначити поживну цінність та обґрунтувати доцільність використання у технології натуральних маринованих напівфабрикатів. Результати власних досліджень хімічного складу м'яса дикого кабана наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

Хімічний склад м'яса дикого кабана, г/100 г продукту $M \pm m$ ($n=5$, $p \leq 0,95$)

Показник	М'ясо дикого кабана*	М'ясо дикого кабана [14]
Білки	21,56±0,04	19,5–23,8
Жири	2,72±0,22	2,0–5,5
Волога	74,61±0,38	71,0–74,5
Мінеральні речовини	1,11±0,08	1,1–1,4
Енергетична цінність, ккал/100 г	110,76	110–145

*Примітка** Власні дослідження

Аналіз результатів хімічного складу м'яса дикого кабана вказує на значний вміст вологи, та високий рівень білка, що характеризує м'ясо дикого кабана як цінне джерело повноцінного тваринного білка. Також, м'ясо дикого кабана містить низьку частку жиру та незначну кількість мінеральних речовин, що є характерним для м'ясної сировини з диких видів тварин. Енергетична цінність продукту формується переважно за рахунок білкової та жирової складових і знаходиться на помірному рівні – 110,76 ккал/100г.

Дослідження загального хімічного складу м'яса дикого кабана дозволяє здійснити оцінку м'яса, як харчової сировини за ключовими характеристиками поживної цінності та технологічної придатності. Для поглибленої оцінки біологічної цінності білкової складової необхідні дослідження не лише кількісного вмісту білка, а також і якісної характеристики, яка визначається амінокислотним складом, зокрема співвідношенням окремих амінокислот, насамперед незамінних, що дозволяє оцінити повноцінність білку та його здатність забезпечувати пластичні та метаболічні потреби організму людини. Результати досліджень амінокислотного складу білків м'яса дикого кабана наведено в таблицях 3.3 – 3.4 [23, 25].

Таблиця 3.3

Вміст незамінних амінокислот у складі білка м'яса дикого кабана, г/100 г білка $M \pm m$ ($n=3$, $p \leq 0,95$)

Амінокислота	ФАО/ ВООЗ	М'ясо дикого кабана *	М'ясо дикого кабана [23, 25]
Валін	3,9	3,5±0,11	5,3
Гістидин	1,5	4,37±0,22	3,1
Ізолейцин	3	2,68±0,09	4,8
Лейцин	5,9	8,33±0,82	8
Лізін	4,5	9,21±0,79	9,8
Метіонін + Цистин	2,2	4,02±0,21	3
Треонін	2,3	5,57±0,79	4,7
Триптофан	0,6	1,2±0,08	1,3
Фенілаланін + Тирозин	3,8	8,51±0,93	7,2
Сума НАК	27,7	47,39±2,32	47,2

Примітка* - Власні дослідження

Дослідження амінокислотного складу м'яса дикого кабана свідчать, про його високу біологічну цінність. Порівняльний аналіз результатів досліджень вмісту незамінних амінокислот білку м'яса дикого кабана показує, що за переважною кількістю НАК м'ясо перевищує референтні значення ФАО/ВООЗ. У м'ясі найвищий вміст встановлено лізину – 9,21 г/100 г білка, лейцину - 8,33 г., фенілаланіну з тирозином - 8,51 г. та треоніну - 5,57 г., що вказує на високу біологічну цінність білка м'яса дикого кабана та його збалансованість за незамінними амінокислотами.

Таблиця 3.4

Вміст замінних амінокислот у складі білка м'яса дикого кабана, г/100 г білка, $M \pm m$ ($n=3$, $p \leq 0,95$)

Амінокислота	М'ясо дикого кабана*	М'ясо дикого кабана [23, 25]
Аланін	7,11±0,93	6
Аргінін	3,64±0,18	7
Аспарагінова кислота	10,35±1,01	12,2
Глутамінова кислота	16,65±3,26	20,4
Гліцин	5,29±0,88	6
Серин	5,32±0,79	4,1
Пролін	4,25±0,51	3,8
Сума ЗАК	52,61	59,5

*Примітка** - Власні дослідження

Порівняльний аналіз результатів вмісту ЗАК в м'ясі дикого кабана досліджуваного зразка із літературними даними свідчить, що амінокислотний профіль ЗАК є подібним за структурою розподілу, але вміст деяких ЗАК відрізняється. Домінуючими амінокислотами у досліджуваному зразку були глутамінова – 17,56 г/100 г білка та аспарагінова кислоти – 10,35 г/100 г білка, що є характерним для білків м'язової тканини та співпадає із науковими даними.

Також у м'ясі був виявлений підвищений вміст аланіну – 7, 11 г/100 г, серину – 5,32 г. та проліну – 4,25 г., водночас, дещо нижчим був вміст аргініну – 3,64 г/100 г та гліцину – 5,29 г/100 г. білка. Значна відмінність спостерігалась за вмістом глутамінової та аспарагінової кислот, проте, дані кислоти не виходять за межі біологічно допустимої варіабельності та можуть бути пояснені відмінністю за віком тварин, умовами утримання, раціоном харчування, а також особливостями досліджуваного м'яза. Загалом, отримані дані узгоджуються з літературними джерелами та підтверджують типовий характер амінокислотного складу м'яса дикого кабана.

Таким чином, досліджені особливості амінокислотного складу білків м'яса дикого кабана створюють підґрунтя для подальшої оцінки їх біологічної повноцінності. Наступним етапом дослідження є визначення амінокислотного скору, що дозволяє кількісно оцінити відповідність вмісту незамінних амінокислот еталонному білку та більш об'єктивно охарактеризувати якість білкової фракції досліджуваної сировини. Результати розрахунку амінокислотного скору наведено на рисунку 3.3.

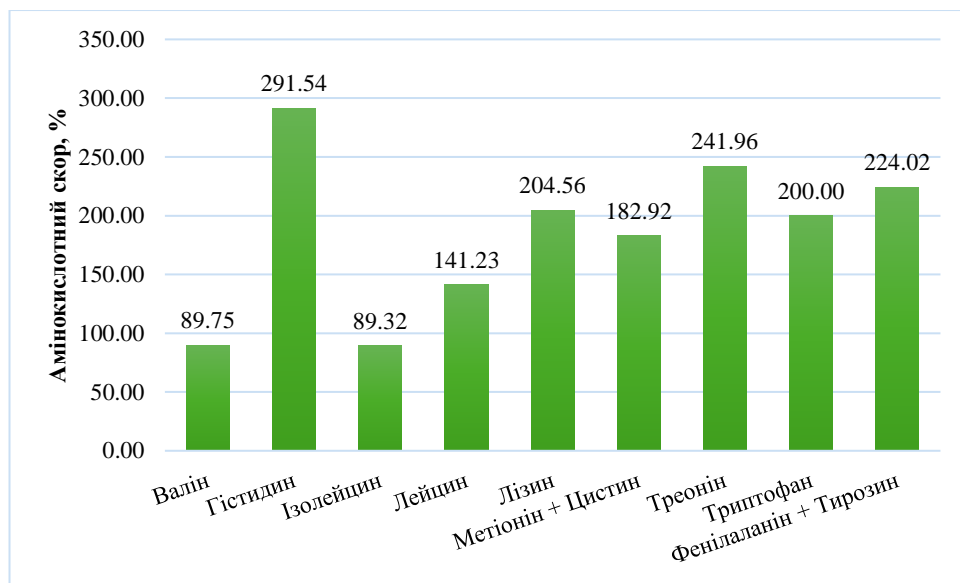


Рисунок 3.1. Амінокислотний скор білка м'яса дикого кабана, %

Аналіз амінокислотного скору білків м'яса дикого кабана вказує на їх високу біологічну цінність та збалансованість за вмістом незамінних амінокислот. За більшістю амінокислот значення скору перевищує 100 %, що вказує на повну відповідність або перевищення референтного рівня ФАО/ВООЗ. Найвищі значення вмісту амінокислот мають: гістидин – 291,54 %, треонін – 241,96 %, фенілаланін з тирозином – 224,02 %, лізин – 204,56 % та триптофан – 200,0 %, що підтверджує високу повноцінність білків м'яса дикого кабана. Низький вміст спостерігається у валіну – 89,75 % та ізолейцину – 89,32 %, проте, їхня кількість є достатньо високою, що вказує про відсутність критично лімітуючих амінокислот.

В цілому, отримані результати дозволяють охарактеризувати білок м'яса дикого кабана, як повноцінний та перспективний з точки зору використання у технології натуральних маринованих м'ясних напівфабрикатів підвищеної харчової та біологічної цінності.

Отримані значення амінокислотного скору підтверджують високу повноцінність білків м'яса дикого кабана та є передумовою для подальшої комплексної оцінки їх біологічної цінності. У зв'язку з цим наступним етапом дослідження стало визначення показників біологічної цінності білків м'яса дикого кабана (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

Показники біологічної цінності м'яса дикого кабана, $M \pm m$ ($n=3$, $p \leq 0,05$)

Показник	М'ясо дикого кабана
Потенційна біологічна цінність білка (БЦп), %	48,27±8,221
Коефіцієнт різниці амінокислотного скору (КРАС), %	51,73±10,123
Коефіцієнт утилітарності АКС білка U, ум. од.	5,22±0,987
Коефіцієнт порівняльної надлишковості σ , г/100 г еталонного білка	2,27±0,115
Співвідношення НАК / ЗАК	0,793

Отримані результати оцінки показників біологічної цінності свідчать, що білки м'яса дикого кабана характеризуються достатньо високим рівнем повноцінності. Показник біологічної цінності вказує на відмінну харчову якість білка, тоді як коефіцієнт різниці амінокислотного скору відображає певне відхилення амінокислотного складу від еталонного. Невисокі значення коефіцієнта утилітарності, порівняльної надлишковості та співвідношення НАК/ЗАК вказують на наявність окремих диспропорцій у складі незамінних амінокислот, проте, загалом підтверджують достатньо високу біологічну цінність білків м'яса дикого кабана.

Важливим критерієм оцінки харчової цінності м'ясної сировини є співвідношення показників біологічної ефективності ліпідів, що дозволяє провести комплексну оцінку якості жирової фракції, а також визначити потенційний вплив на організм людини. Результати досліджень жирнокислотного складу м'ясної сировини наведені в таблицях 3.6 -3.7.

Таблиця 3.6

Жирнокислотний склад м'яса дикого кабана, % до загальної кількості жирних кислот $M \pm m$ ($n=5$, $p \leq 0,05$)

Найменування жирних кислот	М'ясо дикого кабана	Найменування жирних кислот	М'ясо дикого кабана
Насичені жирні кислоти		Мононенасичені	
Масляна С 4:0	0,002±0,001	Міристолеїнова С 14:1	0,002±0,001
Лауринова С 12:0	0,050±0,001	Пальмітоолеїнова С 16:1	2,567±0,672
Пентадеканова С 15:0	0,003±0,001	Гептадецена С 17:1	0,129±0,001
Пальмітинова С 16:0	25,035±0,572	Олеїнова С 18:1 n 9 c	42,253±2,254
Маргарінова С 17:0	0,189±0,004		
Стеаринова С 18:0	13,220±1,004	Ейкозенова С20:1	0,533±0,011
Арахінова С20:0	0,219±0,006		
Генейкозанова С21:0	0,002±0,001	Ерукова С22:1 n 9	0,073±0,001
Бегенова С22:0	0,001±0,001		
Трикозанова С23:0	0,009±0,001	Нервонова С24:1	0,096±0,011
Лігноцеринова С24:0	0,044±0,002		

Під час аналізу результатів досліджень жирнокислотного складу м'яса дикого кабана встановлено, що ліпіди м'яса містять значну кількість насичених жирних кислот, зокрема пальмітинової – 23,035 % та стеаринової – 12,220 %, та у невеликій кількості маргарінову – 0,189 % та арахінової – 0,219 %. Найвищий вміст із мононенасичених жирних кислот був олеїнової – 42,253 % та пальмітоолеїнової - 2,567 %,

Таблиця 3.7.

Вміст поліненасичених жирних кислот у м'ясі дикого кабана, % до загальної кількості жирних кислот $M \pm m$ ($n=5$, $p \leq 0,05$)

Найменування жирних кислот	М'ясо дикого кабана	Найменування жирних кислот	М'ясо дикого кабана
ω -3		ω -6	
α -Ліноленова С 18:3 n 3	0,922 \pm 0,051	Лінолева С 18:2 n 6 c	10,781 \pm 0,355
Ейкозатрієнова С20:3 n 3	0,246 \pm 0,002	γ -ліноленова С 18:3 n 6	0,018 \pm 0,0001
Ейкозапентаєнов а С20:5 n 3	0,004 \pm 0,0001	Ейкозадієнова С20:2	0,437 \pm 0,012
Докозагексаєнов а С 22:6 n 3	0,041 \pm 0,0001	Арахідонова С20:4 n 6	0,139 \pm 0,011
ω -9		Докозадієнова С22:2	0,004 \pm 0,0001
Елаїдинова С 18:1 n-9 т	1,197 \pm 0,007	ціс-8,11,14-ейкозатрієнова С20:3n6	0,105 \pm 0,003
Олеїнова С 18:1 n-9 c	42,253 \pm 0,254		

Аналіз результатів досліджень вмісту поліненасичених жирних кислот свідчить про те, що найвищий вміст жирної кислоти з родини ω -3 має α -ліноленова - 0,922 %, з родини ω -6 лінолева – 10,781 %, а з родини ω -9 олеїнова - 42,253 % кислоти, що дозволяє стверджувати про корисні властивості м'ясної сировини та перспективність її використання при виготовленні натуральних м'ясних напівфабрикатів.

Важливим етапом комплексного оцінювання харчової та біологічної цінності м'яса дикого кабана є дослідження його мінерального складу, оскільки вміст макро- та мікроелементів характеризує не лише нутритивні властивості м'ясної сировини, а й її потенційну функціональну значущість у харчуванні людини. Особливий інтерес становить визначення вмісту есенціальних елементів, зокрема заліза, цинку, магнію, калію та кальцію, які беруть участь у процесах кровотворення, ферментативній регуляції,

підтриманні електролітного балансу та метаболічній активності організму (табл. 3.8).

Таблиця 3.8

Вміст мінеральних речовин у м'ясі дикого кабана, мг/100 г, $M \pm m$ (n=5, $p \leq 0,05$)

Мінеральні речовини	М'ясо дикого кабана*	М'ясо дикого кабана [40, 136]
Макроелементи		
Магній (Mg)	22,84±0,216	24,0–28,0
Калій (K)	245,6±2,236	380–400
Кальцій (Ca)	6,476±0,462	12–16
Есенціальні мікроелементи		
Хром (Cr)	0,0029±0,0001	0,0025–0,0070
Залізо (Fe)	2,21±0,24	1.1–1.4
Мідь (Cu)	0,0382±0,00001	0,05–0,07
Цинк (Zn)	2,878±0,323	2,8–3,2
Марганець (Mn)	0,0092±0,0001	0,01–0,02
Молибден (Mo)	0,064±0,001	0,015–0,045
Кобальт (Co)	≤0,5	-
Мікроелементи		
Нікель (Ni)	0,009±0,0002	0,0040–0,011
Алюміній (Al)	0,192±0,019	0,3–1,2

Примітка * - Власні дослідження

Важливими параметрами оцінки якості м'яса дикого кабана, як основної сировини для виготовлення натуральних напівфабрикатів є фізико-хімічні показники, які відображають стан м'язової тканини, інтенсивність автолітичних і окисних процесів, а також здатність продукту зберігати вологу та технологічні властивості у процесі зберігання [137, 138, 139]. Дослідження вмісту води, рН, водозв'язуючої та вологоутримуючої здатностей, дозволяє комплексно охарактеризувати стабільність сировини та обґрунтувати доцільність її використання при виробництві м'ясних продуктів. Результати

досліджень м'яса дикого кабана в процесі зберігання наведені на рисунках 3.2 – 3.6.

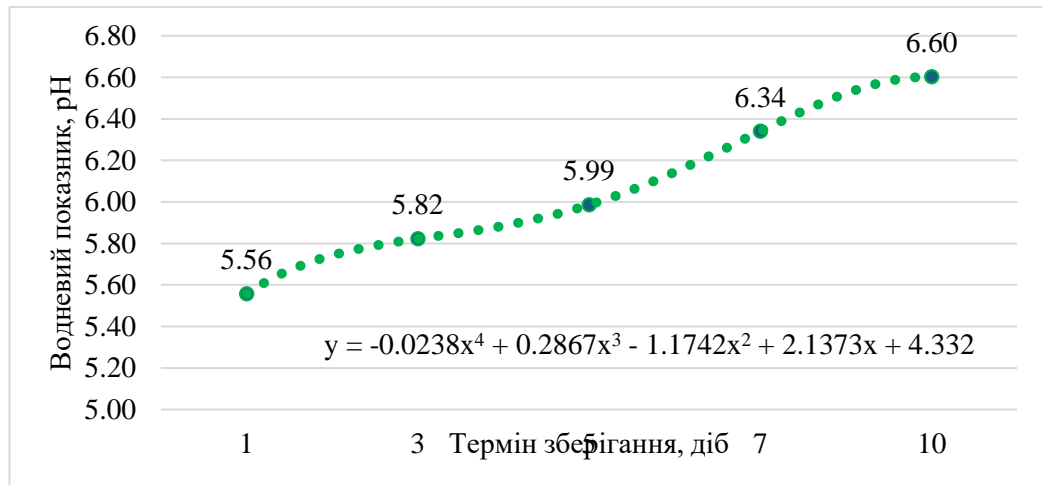


Рисунок 3.2. Зміна рН м'яса дикого кабана в процесі зберігання

Результати досліджень динаміки змін рН м'яса дикого кабана впродовж 10 діб зберігання, свідчать про закономірне збільшення значень водневого показника рН, яке становить на 1-шу добу зберігання – від 5,56 та 6,60 - на 10-ту добу зберігання. На 5-ту добу зберігання спостерігалось найінтенсивніше підвищення водневого показника, що характеризується підвищеними автолітичними і деструктивними процесами у м'язовій тканині. Вагомим індикатором зменшення свіжості та технологічних властивостей м'ясної сировини в процесі зберігання є збільшення рН.

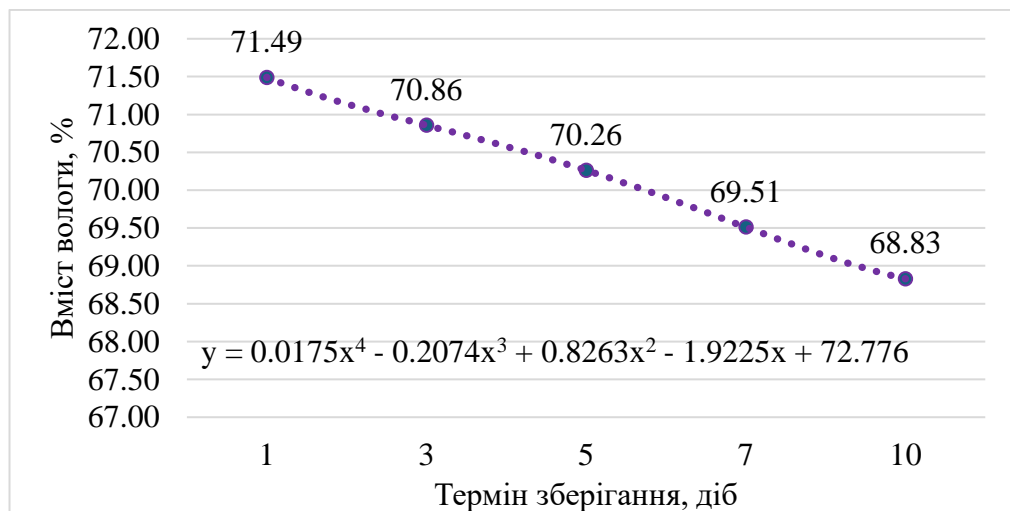


Рисунок 3.3. Зміна вмісту вологи в м'ясі дикого кабана в процесі зберігання

Встановлено, що у процесі терміну зберігання (10 діб) м'яса дикого кабана відбувається зменшення вмісту води від 71,49 % до 68,83 %, що свідчить про підвищення дегідратаційних процесів у м'язовій тканині, які пов'язані із виділенням м'ясного соку та зниженням властивостей тканин м'яса до утримання води. Зменшення вмісту води спричиняє зниження соковитості, консистенції та технологічних властивостей м'ясної сировини в процесі зберігання.

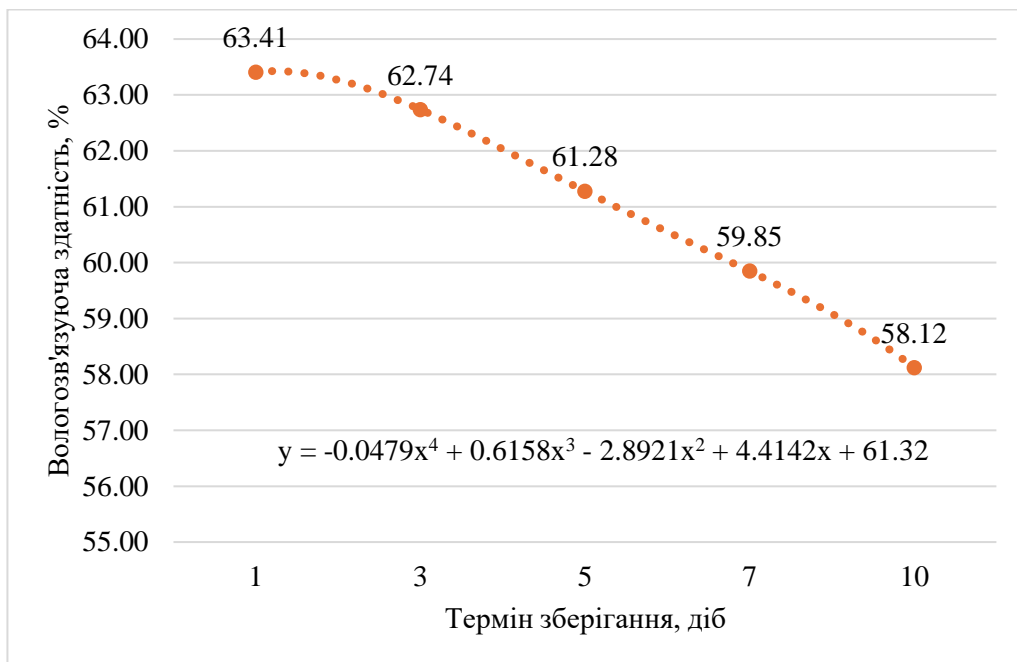


Рисунок 3.4. Динаміка зміни вологов'язуючої здатності м'яса дикого кабана в процесі зберігання

Аналогічна ситуація спостерігається і за показником вологов'язувальної здатності. Так, у процесі зберігання м'яса дикого кабана встановлено поступове зниження водозв'язувальної здатності від 63,41 % на 1-шу добу, до 58,12 % на 10-ту добу зберігання. Найбільш інтенсивне зменшення показника спостерігалось після 3–5 доби зберігання, що свідчить про поглиблення деструктивних змін у м'язовій тканині. Зниження ВЗЗ пов'язане з порушенням структури міофібрилярних білків і послабленням їх здатності утримувати воду, що негативно впливає на технологічні властивості м'яса.

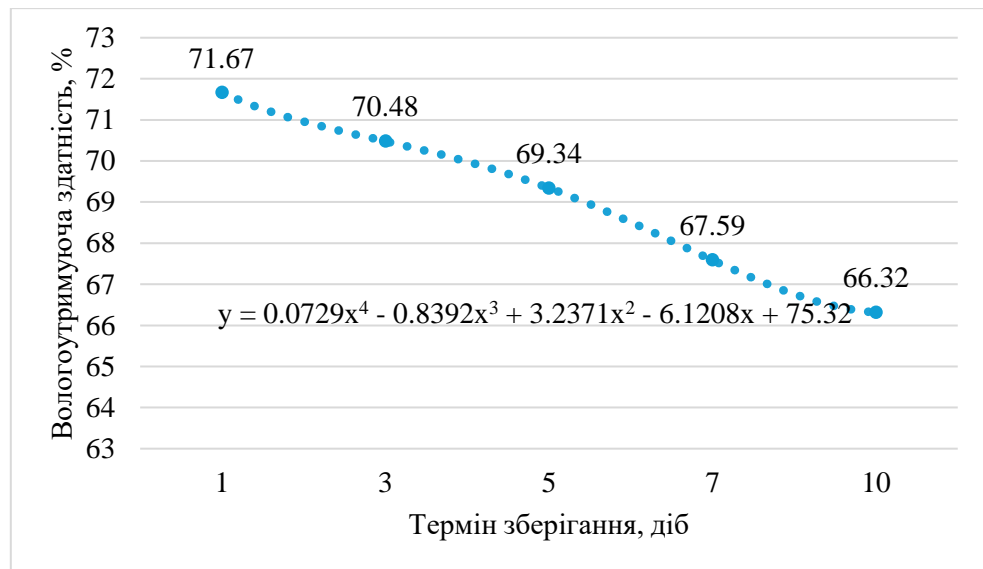


Рисунок 3.5. Динаміка зміни вологостримуючої здатності м'яса дикого кабана в процесі зберігання

У процесі зберігання м'яса дикого кабана встановлено поступове зниження вологостримуючої здатності - від 71,67 % на 1-шу добу до 66,32 % - на 10-ту добу зберігання. Найбільш інтенсивне зниження вологостримуючої здатності спостерігалось після 5-ї доби його зберігання, що свідчить про посилення автолітичних і деструктивних змін у м'язовій тканині. Зниження ВУЗ зумовлює погіршення соковитості, консистенції та технологічної придатності м'ясної сировини в процесі зберігання.

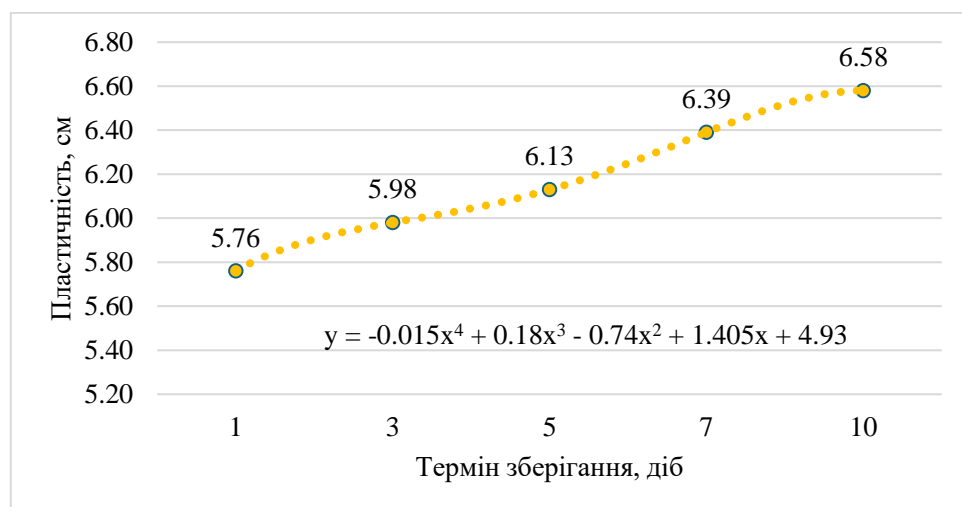


Рисунок 3.6. Динаміка зміни пластичності м'яса дикого кабана в процесі зберігання

У процесі зберігання м'яса дикого кабана встановлено поступове підвищення пластичності від 5,76 см²/г на 1-шу добу до 6,58 см²/г на 10-ту добу. Найбільш інтенсивне зростання показника спостерігалось після 5-ї доби зберігання, що свідчить про посилення автолітичних процесів і деструкцію білкових структур м'язової тканини. Підвищення пластичності характеризує зменшення механічної щільності сировини та відображає зміну її структурно-механічних властивостей у процесі зберігання.

3.2. Технологія сушених фруктово-ягідних інгредієнтів

Сушіння плодів є одним із ключових технологічних процесів їх переробки, спрямованим на зниження вмісту вологи, інгібування мікробіологічних процесів та подовження терміну зберігання продукції. Особливої актуальності цей процес набуває для ягід та кісточкових плодів, зокрема журавлини, малини, чорної смородини та сливи, які характеризуються високим вмістом біологічно активних речовин — поліфенолів, антоціанів, вітамінів і харчових волокон [140].

Водночас сучасні наукові дослідження демонструють, що вибір методу сушіння (конвективного, сублімаційного, осмотичного тощо) суттєво впливає на збереження харчової цінності, антиоксидантної активності та структурно-механічних властивостей плодів [141].

Для ягідної сировини, зокрема малини, встановлено, що оптимізація температурних режимів сушіння дозволяє забезпечити високу швидкість процесу при мінімальних втратах біоактивних компонентів [142].

Важливим етапом в оцінюванні фруктово-ягідних інгредієнтів є дослідження процесу сушіння плодів, що дозволить отримати стабільну за якісними та технологічними показниками натуральну сировину, яку можна використовувати для підвищення функціональної цінності натуральних напівфабрикатів з м'яса дикого кабана.

На базі Інституту технічної теплофізики НААН України науковцями було розроблено енергоефективну камерну сушарку з комбінованим нагрівом теплоносія з використанням товстоплівкових нагрівальних елементів та ламп інфрачервоного випромінювання, яка зображена на рисунку 3.7 [143].

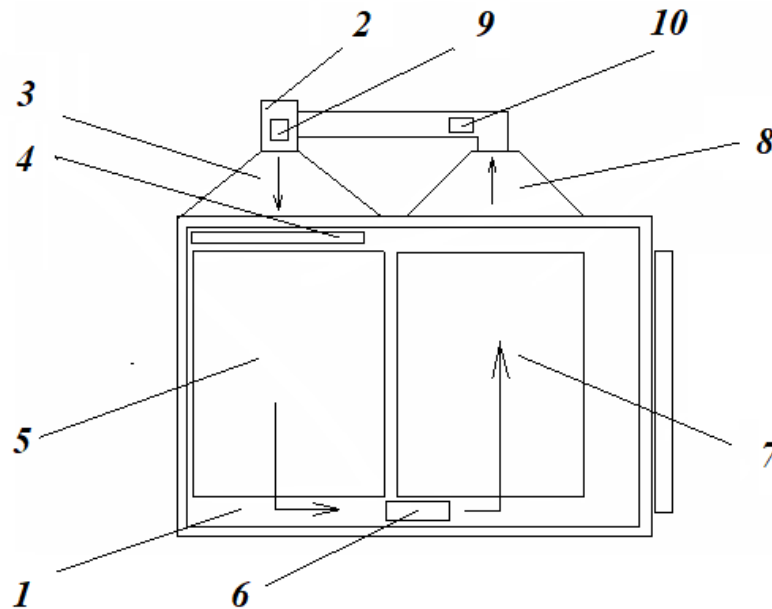


Рисунок 3.7. Схема камерної сушарки

Камерна сушарка складається з камери – 1, відцентрового вентилятора – 2, дифузора – 3, двох батарей нагрівальних елементів – 4, 6, візків – 5, 7, конфузора – 8, шибера – 9 та компенсуючого шибера – 10.

Технологічна схема сушіння включає: фруктово-ягідну сировину миють та укладають тонким шаром на візочки і завантажують в камеру сушарки, яку зачиняють ролетою, переводять шибери в положення «закрито», виставляють на реле часу та температури потрібний режим і запускають сушарку. За повної рециркуляції теплоносія температура в сушильній камері швидко збільшується і досягає необхідних значень, після завершення сушіння шибери переміщують в робоче положення «відкрито». Після завершення процесу сушіння отриману фруктово-ягідну продукцію подрібнювали на подрібнювачі до порошкоподібного стану та просіювали на вібраційних ситах [143].

Для оцінки збереження харчової цінності та біологічно активних речовин у плодах сливи, малини, журавлини та чорної смородини досліджено кінетику їх сушіння, яка дозволяє обґрунтувати та визначити найбільш доцільні способи переробки фруктово-ягідних інгредієнтів, для подальшого використання у технології натуральних маринованих напівфабрикатів. Результати досліджень кінетики сушіння плодів ягід та фруктів за температури 60 °C та швидкості руху повітря в сушильній камері 3 м/с представлено на рисунку 3.8.

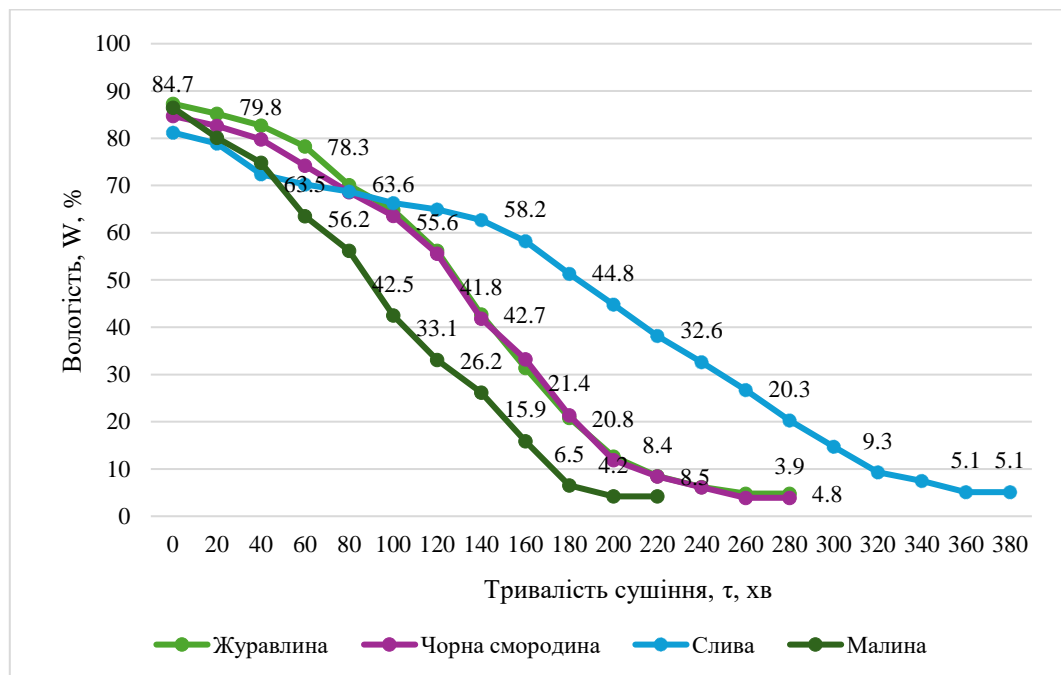


Рисунок 3.8. Кінетика сушіння плодів ягід та фруктів, $t = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$, $V = 3\text{ м/с}$

Аналіз графіку кінетики сушіння плодів показує, що процес сушіння характеризується поступовим зниженням вмісту води. Для плодів малини спостерігалось найбільш інтенсивне зменшення води, які за 200 хв досягли мінімального вмісту води - 4,2 %, що можна пояснити ніжною структурою тканин ягід. Подібною динамікою відзначались плоди журавлини та чорної смородини, які мали мінімальний вміст води відповідно 4,8 %; 3,9 % за тривалості 260 хв сушіння, тривалість якого, пояснюється щільнішою структурою та наявністю шкірки у плодів. Плоди сливи характеризуються

найбільш тривалішим процесом сушіння, за тривалості 360 хв вміст вологи знизився до 5,1 %.

Після завершення процесу сушіння плоди були подрібнені до порошкоподібного стану, що дозволило отримати однорідний продукт, придатний для подальшого використання як функціональний інгредієнт у харчових технологіях. Важливим показником ефективності проведеного сушіння є вихід готового порошку, який безпосередньо залежить від початкового вмісту вологи та сухих речовин у сировині. Тому наступним етапом досліджень було визначення виходу натуральних інгредієнтів із висушених та подрібнених плодів журавлини, малини, чорної смородини та сливи, що дає можливість оцінити технологічну доцільність їх використання та порівняти ефективність переробки різних видів плодово-ягідної сировини.

Вихід сушеної продукції із плодів ягід та фруктів – один із важливих технологічних показників, який дозволяє оцінити ефективність процесу сушіння та доцільність використання фруктово-ягідної сировини. Результати виходу висушеної продукції з 1 кг плодів журавлини, малини, сливи та чорної смородини наведено на рисунку 3.9.

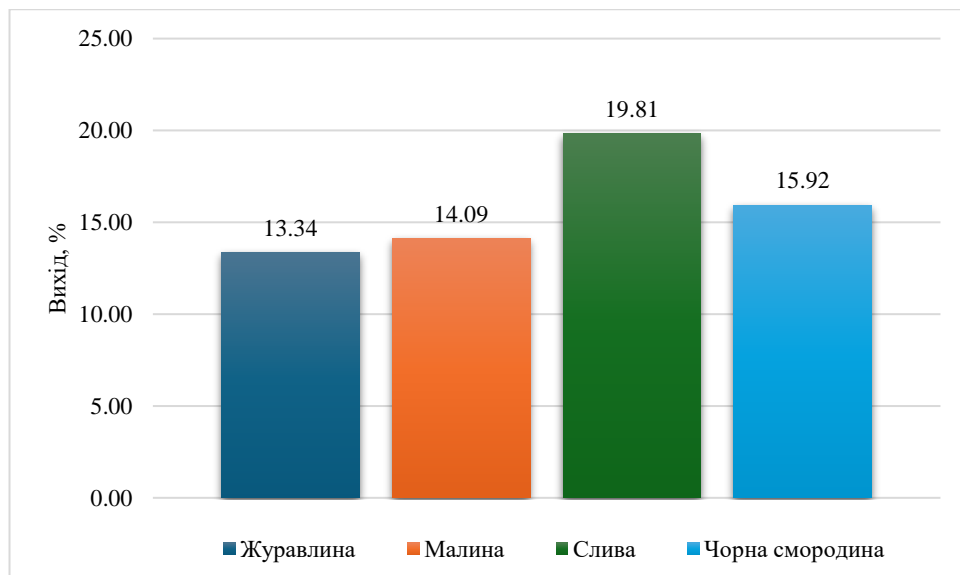


Рисунок 3. 9. Вихід сушених та подрібнених плодів фруктів та ягід, %

Аналіз виходу сушених та подрібнених плодів фруктів та ягід демонструє, що найбільший вихід із 1 кг свіжих плодів мають плоди сливи –

19,81 %, дещо менший був плідів чорної смородини – 15,92 % та малини – 14,09 %, тоді як найменший вихід характерний для плодів журавлини – 13,34 %

3.3. Комплексні дослідження фруктово-ягідних інгредієнтів

Під час комплексного дослідження сушених плодів ягід та фруктів особлива увага приділяється зовнішньому вигляду, характеристиці кольору та запаху, смаку і консистенції, оскільки ці показники відображають вплив способу сушіння, хімічного складу сировини та умов зберігання на кінцеві властивості продукту [144].

Дослідження сенсорної оцінки сушених фруктово-ягідних інгредієнтів є одним із важливих етапів їх комплексної характеристики, оскільки саме органолептичні показники дають змогу провести оцінку споживчих переваг рослинної сировини, її технологічну придатність та відповідність вимогам до якості харчових інгредієнтів.

Для сушених та подрібнених плодів сливи, малини, журавлини та чорної смородини органолептичні характеристики мають особливе значення, адже визначають можливість їх використання як натуральних смако-ароматичних і функціональних компонентів у харчових технологіях. Узагальнені результати досліджень сенсорних показників сушених фруктово-ягідних інгредієнтів наведено в таблиці 3.9.

Таблиця 3.9

Оцінка сенсорних показників сушених фруктово-ягідних інгредієнтів

Показник	Сушені фруктово-ягідні інгредієнти			
	сливи	малини	журавлини	чорної смородини
Зовнішній вигляд	Дрібнодисперсний, однорідний порошок з незначною кількістю частинки оболонки плодів	Однорідний, дрібнодисперсний порошок, не містить сторонніх домішок	Однорідний та дрібнодисперсний порошок, незначна наявність гранул оболонки плодів	Дрібнодисперсний та однорідний порошок, із незначним вмістом гранул оболонки плодів
Колір	Пісочно-жовтий з відтінками бордово-коричневим відтінком	Рожево-червоний з відтінком малиновим відтінком	Рубіново-червоний з темно-червоним відтінком	Темно-фіолетовий з відтінком чорного
Запах	Інтенсивний, солодкувато-фруктовий, притаманний даному виду плодів	Інтенсивний та приємний, притаманний даному виду ягід	Свіжий та виразний, кислувато-ягідний, властивий даному виду плодів	Інтенсивний та виразний, ягідний, властивий даному виду ягід
Смак	Кисло-солодкий, збалансований, з ніжною ноткою терпкості	Кисло-солодкий, приємний, з характерними нотками малини	Кислуватий з легкою солодкуватістю та слабкою ноткою терпкості	Кисло-солодкий, з виразною терпкістю та глибоким, тривалим післясмаком
Структура та консистенція	Сипка і м'яка, трохи грудкується через наявність цукрів.	Сипка та ніжна, повітряна	Сипка з помірною схильністю до злежування	Сипуча, дрібнодисперсна, зі слабкою гігроскопічністю.

Аналіз результатів органолептичної оцінки сушених та подрібнених фруктово-ягідних інгредієнтів показує, що всі дослідні зразки мають однорідний зовнішній вигляд, властивий плодам природний колір, інтенсивний притаманний їм смак та запах без сторонніх домішок чи дефектів. Порошки з плодів чорної смородини та малини мали найбільш інтенсивний колір та аромат. Це пов'язано зі значним вмістом антоціанових пігментів та летких ароматичних сполук. Для порошку з плодів журавлини характерний більш виражений кислий смак, а для порошку з плодів сливи характерний більш солодкий профіль та темніше забарвлення за рахунок вищого вмісту цукрів та неферментативного потемніння у процесі сушіння. Сенсорні характеристики сушених порошкоподібних фруктово-ягідних інгредієнтів мають суттєвий вплив на їх подальше застосування у ролі натуральних смако-ароматичних та функціональних компонентів у харчових системах.

У технології маринованих напівфабрикатів із м'яса дикого кабана необхідним компонентом у маринадах є застосування різних видів оцтів. Найбільш оптимальними за функціонально-технологічними властивостями є бальзамічні оцти.

Дослідження сенсорних показників бальзамічних оцтів є важливими критеріями їх якості, адже саме вони формують споживче сприйняття продукту та характеризують вплив фруктово-ягідної сировини на кінцеві властивості оцту [97].

Для приготування маринадів у рецептурі були використані наступні види оцтів: горобини чорноплідної, чорної смородини, ожини, гранату та винограду.

Дослідження сенсорної оцінки фруктових оцтів переважно включає зовнішній вигляд, колір, прозорість, аромат і смак, що дозволяє визначити характерні відмінності між зразками залежно від виду використаної рослинної сировини. Узагальнена оцінка сенсорних характеристик бальзамічних оцтів із фруктово-ягідної сировини наведена в таблиці 3.10.

Таблиця 3.10

Оцінка сенсорних показників фруктових-ягідних бальзамічних оцтів

Показник	Бальзамічний оцет				
	горобини чорноплідної	чорної смородини	ожини	гранату	винограду
Зовнішній вигляд	Однорідна рідина, відсутні сторонні домішки, ледь помітна природна каламутність	Однорідна рідина без сторонніх домішок, слабка каламутність	Однорідна рідина, без сторонніх домішок та каламутності	Однорідна рідина без сторонніх домішок, ледь помітна каламутність	Однорідна рідина, без сторонніх домішок та каламутності
Колір	Рубіново-темний, наближений до чорного	Від темно-вишневого до темно-фіолетового	Темно-бордовий, присутній фіолетовий відтінок	Від рубіново-червоного до червоно-коричневого	Від темно-коричневого до бурштиново-коричневого
Запах	Інтенсивний, плодово-терпкий, властивий даному виду плодів	Виражений ягідний, приємний, властивий даному виду плодів	М'який та приємний, ягідний властивий даному виду плодів	Збалансований, приємний, з фруктових-кислою нотою	Приємний, солодкуватий-кислий, властивий даному виду плодів
Смак	Виразний кисло-солодкий, з легкою терпкістю	Інтенсивний, кисло-солодкий, легка терпкість	Збалансований, ягідний, солодко-кислий, м'який	Свіжий, інтенсивний, кисло-солодкий	Гармонійний, кисло-солодкий, м'який
Післясмак	Терпкий, фруктовий та тривалий	Ягідно-насичений, приємний	Приємний, ягідний та м'який	Фруктовий, помірна кислотність, свіжий	Солодкуватий-оцтовий та м'який
Прозорість	Прозорий, злегка каламутний	Прозорий, злегка каламутний	Прозорий, злегка каламутний	Прозорий, злегка каламутний	Прозорий

Аналіз результатів сенсорної оцінки бальзамічних оцтів показує, що оцет з горобини чорноплідної має найбільш виражений колір та терпкий смак, що вказує на високий вміст пігментів та фенольних сполук. Ягідним ароматом та інтенсивним кисло-солодким смаком відзначено оцти з плодів ожини та чорної смородини. Більш свіжим фруктовим профілем характеризується бальзамічний оцет з плодів гранату, а більш м'якими за класичними органолептичними характеристиками - бальзамічний оцет з плодів винограду.

Одними із основних показників якості досліджуваних зразків фруктових ягідних інгредієнтів є дослідження фізико-хімічних показників, зокрема вмісту вологи. Результати досліджень вмісту вологи у свіжих плодах та сушених порошкоподібних плодів малини, журавлини, сливи та чорної смородини наведено на рисунку 3.12.

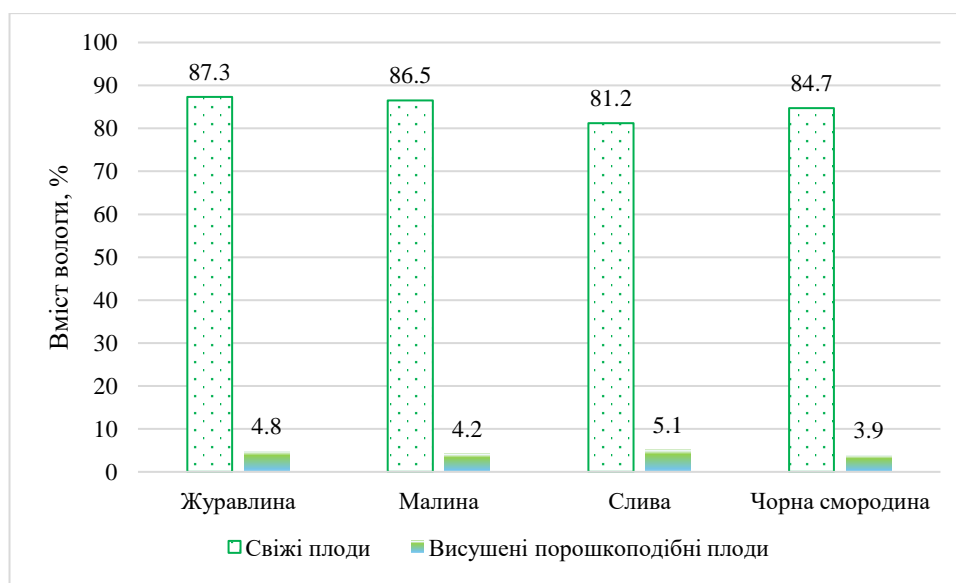


Рисунок 3.12. Вміст вологи у фруктах та ягодах

Результатами досліджень встановлено, що найбільший вміст вологи був у плодах журавлини – 87,3 %, а найменший у плодах сливи – 81,2 %. Однак, за вмістом вологи у порошках найбільша кількість (5,1 %) була відмічена у сливи, а найменша – у порошок чорної смородини (3,9 %).

Оскільки сушіння призводить до концентрування органічних кислот та інших розчинних компонентів плодів, наступним етапом досліджень було визначення водневого показника (рН) водних розчинів сушених та

подрібнених плодів фруктів та ягід різної концентрації. Такий підхід дає можливість оцінити кислотний потенціал отриманих фруктово-ягідних інгредієнтів та особливості їх використання як інгредієнтів харчових продуктів

Дослідження водневого показника (рН) є одним із важливих етапів характеристики фізико-хімічних властивостей бальзамічних оцтів і сушених порошкоподібних плодів ягід та фруктів, оскільки даний показник відображає вміст органічних кислот, впливає на смакові властивості, мікробіологічну стабільність та технологічну придатність сировини та готових виробів. Одним із ключових критеріїв для бальзамічних оцтів є значення рН, оскільки він характеризує кислотне середовище та його інтенсивність. Також значення рН дозволяє здійснити оцінку кислотного потенціалу сушених та подрібнених плодів фруктів і ягід та спрогнозувати ефект різних концентрацій на властивості продукту. Результати досліджень рН бальзамічних оцтів та сушених та подрібнених плодів ягід та фруктів наведені на рисунках 3.13 – 3.14.

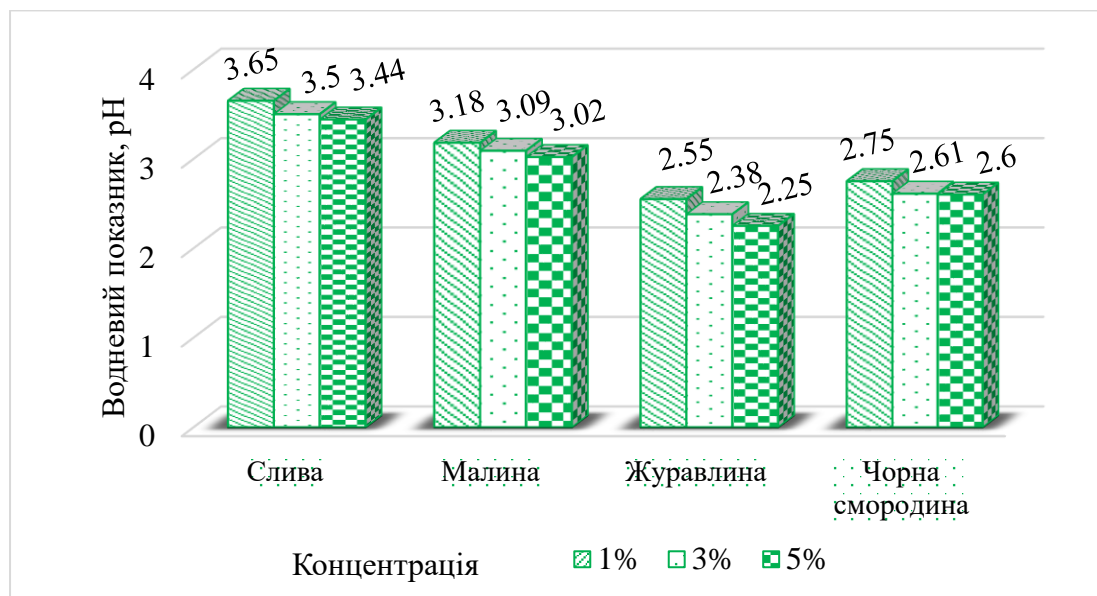


Рисунок 3.13. Значення рН сушених та подрібнених плодів фруктів та ягід з різною концентрацією розчину

На даних графіку встановлено пряму залежність значення рН сушених порошкоподібних плодів від виду сировини та концентрації внесення.

Тенденція зниження значень рН спостерігалась у всіх зразках із підвищенням концентрації, що вказує на збільшення кислотності середовища.

Сушені та подрібнені плоди сливи характеризується найвищими значеннями рН при всіх концентраціях і знаходиться в межах від 3,44 до 3,65, дещо нижчими значеннями характеризується сушені порошкоподібні плоди малини – від 3,02 до 3,18. Найнижчі значення рН виявлено у сушених порошкоподібних плодах журавлини від 2,25 до 2,55 та чорної смородини від 2,6 до 2,75 відповідно.

Для оцінки якості маринадів, важливим показником є значення рН бальзамічних оцтів. Тому, одним із завдань досліджень було вивчення рН оцтів, отриманих з різної фруктово-ягідної сировини (рис. 3.14).

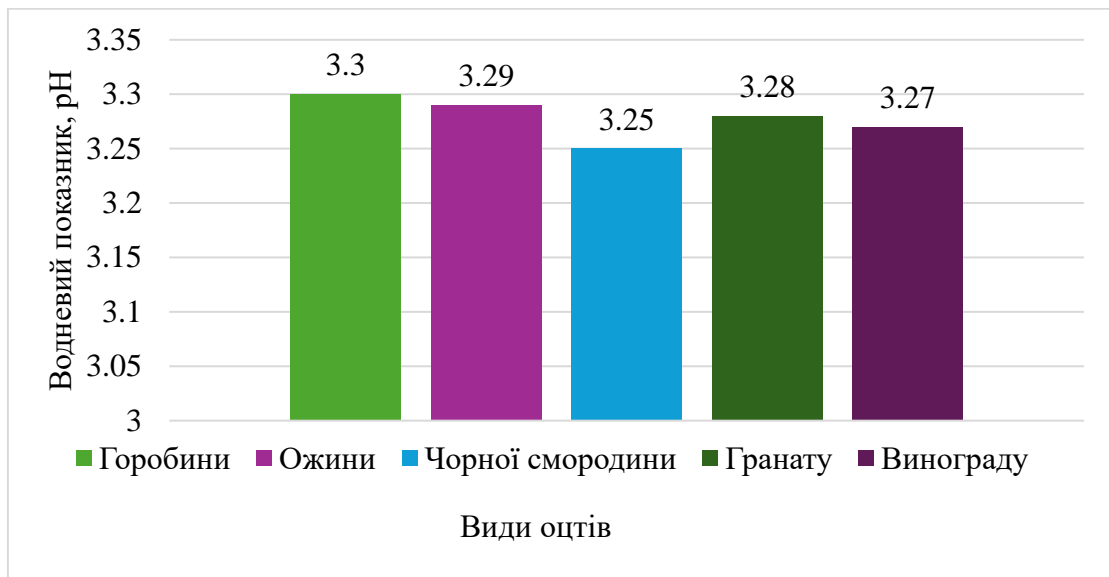


Рисунок 3.14. Значення рН бальзамічних оцтів з фруктово-ягідної сировини

З отриманих даних на графіку встановлено, що значення рН в усіх досліджуваних зразках бальзамічних оцтів знаходиться в межах 3,25 – 3,30, що вказує на стабільно кисле їх середовище, незалежно від виду плодів фруктів та ягід. Однак, встановлено, що для бальзамічного оцту з чорноплідної горобини характерно найвище значення рН – 3,30, дещо нижчими показниками характеризується бальзамічний оцет з плодів ожини – 3,29, проміжні значення рН мають оцти з гранату – 3,28 та винограду – 3,27, тоді, як найнижчі показники рН має оцет з плодів чорної смородини – 3,25. Слід зазначити, що

незначні відмінності у значеннях рН бальзамічних оцтів зумовлені особливостями хімічного складу основної сировини, яка використовується при їх виробництві.

Для комплексного оцінювання харчової цінності та технологічного потенціалу бальзамічних оцтів та порошкоподібних сушених плодів мають дослідження їх мінерального складу. Ступінь збереженості мінерального складу фруктово-ягідної сировини відображає кількість макро- та мікроелементів. Отримані результати дозволяють обґрунтувати доцільність застосування бальзамічних оцтів, сушених та подрібнених плодів, як функціональних інгредієнтів у харчових продуктах. Результати досліджень мінерального складу наведені в таблицях 3.11 – 3.12.

Таблиця 3.11

Мінеральний склад сушених та подрібнених ягід та фруктів, мг/100 г, $M \pm m$
($n=5$, $p \leq 0,05$)

Мінеральні речовини	Плоди та ягоди			
	сливи	журавлини	смородини	малини
Есенціальні мікроелементи				
Хром (Cr)	0,1691±0,0169	0,1767±0,0177	0,6364±0,0636	0,4727±0,0473
Залізо (Fe)	2,745±0,0028	13,72±0,00137	14,33±0,00143	7,134±0,0071
Мідь (Cu)	0,649±0,0065	0,43±0,0043	0,464±0,0046	0,775±0,008
Цинк (Zn)	0,916±0,0092	3,153±0,0032	1,345±0,0014	2,746±0,0025
Марганець	1,246±0,0013	3,705±0,0037	2,363±0,0024	4,954±0,0050
Молібден	0,0035±0,0005	0,0032±0,0002	0,0024±0,0004	0,0072±0,0007
Кобальт (Co)	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Мікроелементи				
Нікель (Ni)	0,07617±0,0062	0,06815±0,0005	0,06163±0,009	0,08796±0,003
Алюміній (Al)	2,883±0,291	5,029±0,922	18,21±1,823	4,828±0,926
Макроелементи				
Магній (Mg)	53,52±5,356	43,61±4,226	75,6±7,563	152,6±12,526
Калій (K)	750,0±7,509	555,3±55,534	715,3±62,536	750,3±74,321
Кальцій (Ca)	77,62±7,766	63,59±6,364	24,77±4,775	11,63±1,33

У результаті аналізу мінерального складу отриманих сушених та подрібнених плодів фруктів та ягід встановлено, що серед досліджених мікроелементів у всіх зразках переважає вміст заліза, причому найбільша кількість характерна для порошкоподібних сушених плодів журавлини та чорної смородини. Також спостерігається досить високий вміст марганцю, особливо у плодах малини. Сушені плоди журавлини характеризуються високим вмістом цинку. За вмістом міді, хрому та молібдену досліджувані зразки сушених та подрібнених плодів незалежно від плодів мали низький вміст. В цілому, сушені порошкоподібні ягоди чорної смородини, журавлини та малини характеризуються більш насиченим мінеральним складом порівняно зі сливою.

Таблиця 3.12

Мінеральний склад бальзамічних оцтів з ягід та фруктів, мг/100 г $M \pm m$ (n=5, $p \leq 0,05$)

Мінеральні речовини	Бальзамічний оцет				
	горобини чорноплідної	чорної смородини	ожини	гранату	винограду
Есенціальні мікроелементи					
Хром (Cr)	0,031±0,0033	<0,001	0,062±0,0006	<0,001	0,073±0,0007
Залізо (Fe)	1,017±0,221	0,953±0,109	0,898±0,082	0,719±0,097	1,126±0,293
Мідь (Cu)	0,0056±0,0005	0,0047±0,0004	0,0051±0,0005	0,0032±0,0003	0,0037±0,0003
Цинк (Zn)	0,011±0,0011	0,01±0,001	0,09±0,009	0,08±0,008	0,067±0,006
Марганець (Mn)	0,28±0,002	0,24±0,0022	0,22±0,0092	0,14±0,012	0,31±0,093
Молібден (Mo)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Кобальт (Co)	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Мікроелементи					
Нікель (Ni)	0,011±0,001	0,013±0,003	0,015±0,005	0,014±0,004	0,012±0,002
Алюміній (Al)	1,341±0,013	3,748±0,237	3,293±0,232	3,694±0,362	3,612±0,36
Макроелементи					
Магній (Mg)	1,535±0,153	1,483±0,143	1,87±0,183	1,309±0,139	3,067±0,363
Калій (K)	14,52±1,43	13,86±1,31	16,5±1,62	12,08±1,234	17,27±1,793
Кальцій (Ca)	3,474±0,234	2,9085±0,293	3,17±0,313	2,545±0,253	4,786±0,473

Дослідження вмісту мінеральних речовин у бальзамічних оцтах показує, що для всіх досліджуваних бальзамічних оцтів характерний домінуючий вміст заліза, найвищий вміст якого був у бальзамічному оцті з чорної смородини (0,953 г/100 г), а найнижчий у гранатовому (0,719 г/100 г) бальзамічному оцті. Також у всіх дослідних зразках помітний вміст марганцю, найбільша кількість у виноградному (0,31 г/100 г) та горобиновому (0,28 г/100 г) бальзамічних оцтах. У порівнянні із залізом та марганцем, концентрація цинку та міді значно менші. В цілому найбільшим вмістом за мікроелементним складом відзначається бальзамічний оцет з плодів чорної смородини, тоді як для виноградного характерні найнижчі показники.

Аналіз досліджень вмісту макроелементів у зразках сушених та подрібнених плодів і бальзамічних оцтів показує, що найбільші значення характерні для калію. Так, найбільшим вмістом (17,27 мг/100 г) калію характеризується бальзамічний оцет з винограду, а найменша концентрація (12,08 мг/100 г) – була у гранатовому оцті. За вмістом магнію також переважає бальзамічний оцет винограду Його кількість майже у 2,5 рази більша порівняно з аналогічним показником оцтів з горобини чорноплідної (1,535 мг/100 г), чорної смородини (1,483 мг/100 г), ожини (1,87 мг/100 г), гранату (1,309 мг/100 г). Аналогічна тенденція спостерігається і за вмістом кальцію. Так, найбільший вміст кальцію був у оцету з винограду, а найменша концентрація була у оцету з гранату, вміст якого становив 4,786 мг/100 г та 2,545 мг/100 г відповідно.

Загалом, за концентрацією мінеральних речовин у оцтах отриманих з різних видів ягід та плодів найкращі показники має оцет з винограду.

Дослідження вмісту токсичних елементів у бальзамічних оцтах і порошкоподібних сушених плодах фруктів та ягід є невід'ємною складовою комплексної характеристики їхньої безпечності та якості. Контроль за концентрацією потенційно небезпечних контамінантів дозволяє визначити відповідність дослідної сировини гігієнічним вимогам та підтвердити можливість її застосування у харчових технологіях (таб. 3.13 – 3.14).

Таблиця 3.13

Вміст токсичних елементів у порошкоподібних сушених плодів ягід та фруктів, мг/кг $M \pm m$ (n=5, $p \leq 0,05$)

Мінеральні речовини	Допустимі норми [145]	Сушені та подрібнені плоди			
		Сливи	Журавлини	Смородини	Малини
Масова частка кадмію	$\leq 0,05$ мг/кг	<0,0002	$0,0188 \pm 0,009$	$0,008 \pm 0,00008$	$0,007 \pm 0,00006$
Масова частка свинцю	$\leq 0,10$ мг/кг	$0,1726 \pm 0,017$	$0,2353 \pm 0,023$	$0,2574 \pm 0,025$	$0,2102 \pm 0,021$
Масова частка ртуті,	$\leq 0,03$ мг/кг	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001

Таблиця 3.14

Вміст токсичних елементів у бальзамічних оцтах ягід та фруктів, мг/кг $M \pm m$ (n=5, $p \leq 0,05$)

Мінеральні речовини	Допустимі норми [145]	Бальзамічний оцет				
		Горобини чорноплідної	Чорної смородини	Ожини	Гранату	Винограду
Масова частка кадмію	$\leq 0,05$ мг/кг	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Масова частка свинцю	$\leq 0,10$ мг/кг	$0,126 \pm 0,012$	$0,125 \pm 0,012$	$0,274 \pm 0,027$	$0,201 \pm 0,020$	$0,136 \pm 0,013$
Масова частка ртуті,	$\leq 0,03$ мг/кг	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0001

Отримані результати дослідження вмісту токсичних елементів показали, що їх концентрації у всіх досліджуваних зразках бальзамічних оцтів та порошкоподібних сушених плодах ягід та фруктів були значно нижчими за гранично допустимі рівні. Це свідчить про відповідний рівень безпеки досліджуваної сировини та підтверджує відповідність їх показників чинним гігієнічним вимогам. Отримані дані дають підстави вважати порошки сушених плодів і бальзамічні оцти безпечними для подальшого використання у харчових технологіях.

3.4. Висновки до розділу 3

Результати досліджень хімічного складу м'яса дикого кабана показують, що м'ясу характерний значний вміст вологи, та високий рівень білка, що вказує на його цінність, як джерело повноцінного тваринного білка. Водночас, у м'ясі дикого кабана низький вміст жиру та незначна кількість мінеральних речовин.

Встановлено, що у процесі зберігання м'яса дикого кабана спостерігається закономірне зниження вмісту вологи, водозв'язувальної та вологоутримуючої здатності, що свідчить про поступове погіршення його функціонально-технологічних властивостей. Вміст вологи зменшується від 71,67 % на 1-шу добу до 66,32 % на 10-ту добу, ВЗЗ — від 63,41 % до 58,12 %, а ВУЗ — від 71,49 % до 68,38 %. Така динаміка обумовлена розвитком автолітичних процесів, частковою денатурацією міофібрилярних білків, порушенням білково-водних взаємодій і поступовим виділенням м'ясного соку. Найбільш виражені зміни спостерігаються після 5-ї доби зберігання, що вказує на посилення деструктивних змін у м'язовій тканині. Зниження зазначених показників негативно впливає на соковитість, консистенцію, вихід та загальну технологічну придатність м'яса дикого кабана як основної м'ясної сировини.

Отримані результати сушіння плодів журавлини, малини, сливи та чорної смородини підтверджують, що швидкість сушіння значною мірою визначається структурно-морфологічними особливостями сировини.

Встановлено, що серед досліджуваних зразків найменш кисле рН мають порошкоподібні сушені сливи, тоді як найбільш кисле рН — журавлини. Отримані результати підтверджують, що підвищення концентрації плодово-ягідних інгедієнтів у системі супроводжується зменшенням рН, а ступінь цих змін визначається природним вмістом органічних кислот у відповідній сировині.

РОЗДІЛ 4 УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ М'ЯСНИХ НАТУРАЛЬНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ ІЗ ФРУКТОВО-ЯГІДНИМИ ІНГРЕДІЄНТАМИ

На сьогоднішній день одним із ключових завдань у становленні м'ясопереробної галузі є поліпшення технологічної та виробничої ефективності, яке спрямоване на оптимізацію технологічних процесів та впровадження інноваційних підходів при формуванні асортименту, якості та безпечності продукції. Враховуючи поточні умови, виробники зважають соціально-економічні можливості та потреби населення, у продуктах із мінімальним вмістом шкідливих компонентів. Це спричинено глобальною тенденцією споживчої компетентності громадян щодо культури споживання їжі, що збільшує попит на харчові продукти із максимально корисним складом та функціональними властивостями.

За останні роки наукові дослідження спрямовані на вивчення натуральних інгредієнтів, які характеризуються антиоксидантними та функціональними властивостями, що дає можливість замінити синтетичні компоненти. Це дозволяє підвищити якість та безпечність, покращити органолептичні, фізико-хімічні та технологічні характеристики натуральних м'ясних напівфабрикатів без використання синтетичних інгредієнтів [146].

Важливим технологічним процесом у виробництві натуральних м'ясних напівфабрикатів є маринування, яке має істотний вплив на органолептичні, структурно-механічні, фізико-хімічні та мікробіологічні властивості продукту. У харчовій промисловості та технології харчування користуються попитом маринади із використанням фруктово-ягідних інгредієнтів, у складі яких присутні природні антиоксиданти, фенольні сполуки та органічні кислоти. Натуральні компоненти маринадів дозволяють регулювати рН та надавати більш ніжної текстури м'ясному напівфабрикату за рахунок органічних кислот.

Додавання фруктово-ягідних інгредієнтів до складу маринаду покращує вологоутримуючу здатність м'яса, що сприяє збереженню м'ясного соку та підвищує соковитість напівфабрикату при термічній обробці. Також, фенольні

сполуки плодів ягід та фруктів сповільнюють процеси окислення ліпідів м'яса у процесі зберігання [97]. За рахунок натуральних компонентів можна зменшити чисельність певних патогенних бактерій та покращити мікробіологічну безпечність напівфабрикату [93].

4.1. Розробка рецептурного складу м'ясних натуральних напівфабрикатів

Розроблення нових композицій маринадів для натуральних напівфабрикатів є одним із перспективних напрямів удосконалення технологій виробництва м'ясної продукції. Такі дослідження спрямовані на комплексне покращення органолептичних, фізико-хімічних, структурно-механічних та функціонально-технологічних властивостей напівфабрикатів.

Ефективним технологічним процесом є маринування, яке передбачає оброблення м'ясної сировини спеціальними розчинами або сухими композиціями, що містять органічні кислоти, солі, спеції, рослинні екстракти та інші функціональні компоненти, здатні впливати на структуру м'язової тканини та формування якості готової продукції [98].

Наукові дослідження свідчать, що використання натуральних інгредієнтів у складі маринадів сприяє покращенню сенсорних характеристик м'яса, підвищенню ніжності, соковитості та смакових властивостей продукції, а також може позитивно впливати на технологічні показники та вихід готового продукту [97].

Встановлено, що органічні кислоти та біологічно активні речовини, які містяться у фруктових, ягідних і рослинних компонентах, здатні знижувати рН середовища, послаблювати структуру м'язових волокон і активізувати протеолітичні процеси, що зумовлює підвищення ніжності м'яса та покращення його текстурних характеристик [92]. Крім того, біоактивні сполуки рослинного походження, зокрема поліфеноли та антиоксиданти, можуть уповільнювати окисні процеси, підвищувати мікробіологічну стабільність та подовжувати термін зберігання маринуваних напівфабрикатів

[97]. Таким чином, розроблення нових рецептур маринадів дозволяє комплексно впливати на якісні характеристики натуральних м'ясних напівфабрикатів, підвищуючи їх харчову цінність, технологічну придатність та конкурентоспроможність на сучасному ринку м'ясної продукції.

Рецептурний склад натуральних маринованих напівфабрикатів із м'яса дикого кабана представлений у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

Рецептурний склад маринадної суміші для натуральних напівфабрикатів із м'яса дикого кабана, г/кг

Компонент	Контрольний зразок	Зразок № 1	Зразок № 2	Зразок № 3
Бальзамічний оцет чорної смородини	-	-	-	15,0
Гірчичний порошок	1,6	1,6	1,6	1,6
Мускатний горіх	2,8	2,8	2,8	2,8
Паприка копчена мелена	2,5	2,5	2,5	2,5
Перець чорний мелений	1,5	1,5	1,5	1,5
Сушені та подрібнені плоди журавлини	-	3,0	-	-
Сушені та подрібнені плоди чорної смородини	-	-	3,0	-
Розмарин	1,0	1,0	1,0	1,0
Сіль кухонна	10,0	10,0	10,0	10,0
Цибуля сушена	1,3	1,3	1,3	1,3
Цукор-пісок	3,5	3,5	3,5	3,5
Часник сушений (гранульований)	1,0	1,0	1,0	1,0

Враховавши особливості технологічного процесу виробництва натуральних маринованих напівфабрикатів з м'яса дикого кабана із фруктовими інгредієнтами, розроблено технологічну схему виробництва, яка представлена на рисунку. 4.1.



Рисунок 4.1. Удосконалена технологічна схема виробництва натуральних маринованих напівфабрикатів з м'яса дикого кабана із фруктово-ягідними інгредієнтами

4.2. Дослідження сенсорних характеристик натуральних маринованих напівфабрикатів з м'яса дикого кабана

Оцінка сенсорних характеристик маринованих натуральних напівфабрикатів з м'яса дикого кабана із фруктових-ягідними інгредієнтами є одним із ключових етапів комплексного дослідження якості напівфабрикатів. Сенсорна оцінка дозволяє дослідити вплив маринаду на зовнішній вигляд, колір, запах, консистенцію та загальну привабливість продукту у процесі зберігання.

В процесі холодильного зберігання відбуваються фізико-хімічні, мікробіологічні та окислювальні зміни в м'ясній системі, які безпосередньо впливають на сенсорні характеристики напівфабрикату. Використання фруктових-ягідних компонентів у складі маринадів можуть частково уповільнити процеси та сприяють збереженню органолептичних характеристик напівфабрикатів з м'яса. Результати описової сенсорної характеристики досліджуваних зразків натуральних маринованих напівфабрикатів з м'яса дикого кабана впродовж 10 діб зберігання наведено в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2

Описова сенсорна характеристика натуральних маринованих напівфабрикатів з м'яса дикого кабана впродовж 10 діб зберігання

Доба зберігання	Контрольний зразок	Зразок № 1	Зразок № 2	Зразок № 3
1	2	3	4	5
1	Має чисту поверхню, без пошкоджень, колір та запах властивий свіжому м'ясу дикого кабана, без сторонніх відтінків, консистенція щільна та пружна	Поверхня чиста, маринад рівномірно розподілений, однорідного кольору, з приємним запахом, присутній легкий кисло-фруктовий аромат журавлини, з пружною та ніжною консистенцією	Має чисту поверхню з рівномірно розподіленим маринадом, однорідний та насичений, з гармонійним запахом, присутній ягідний аромат чорної смородини, соковита та пружна консистенція	Чиста поверхня, м'ясо рівномірно покрите маринадом, має насичений та однорідний колір, інтенсивний запах, та кисло-солодкий аромат притаманний бальзамічному оцту чорної смородини, консистенція щільна та пружна
3	Зовнішній вигляд без значних змін, має менш інтенсивний колір, запах притаманний м'ясу дикого кабана, злегка зволожена поверхня та пружна консистенція	Має стабільний зовнішній вигляд, насичений колір та приємний запах з помірно вираженим ароматом журавлини, має пружну консистенцію, злегка зволожену поверхню	Без суттєвих змін зовнішнього вигляду, має кращий аромат та колір, у порівнянні з контрольним зразком, має пружну та ніжну консистенцію, поверхня зволожена	Незмінний зовнішній вигляд, добре збережений колір, інтенсивний аромат маринаду, поверхня зволожена, вкрита маринадом, пружна та більш м'яка консистенція

Продовження таблиці 4.2

1	2	3	4	5
5	Відзначається легке потьмяніння кольору, менш інтенсивний запах, злегка м'якша консистенція, на поверхні утворюється незначна кількість м'ясного соку	Рівномірний колір поверхні, приємний запах з кисло-фруктовим ароматом, консистенція пружна та м'яка, зволожена поверхня, без слизу	Має однорідний колір, приємний запах з ароматом чорної смородини, ніжна консистенція, не має слизу	Має рівномірний темний колір, приємний запах із кисло-солодким ароматом бальзамічного оцту чорної смородини, ніжну консистенцію, зволожену поверхню, ознаки псування відсутні
7	Менш насичений колір та запах, менш щільна консистенція, злегка відчувається липкість	Незначне зменшення інтенсивності запаху та кольору, зовнішній вигляд задовільний, має помірно пружну консистенцію та зволожену поверхню	Має більш виразний аромат та колір, соковитий, має м'яку консистенцію, зволожену поверхню без ознак псування	Має характерний аромат, запах та колір, зволожену поверхню, без ознак псування
10	Менш привабливий зовнішній вигляд, тьмянний колір, слабкий запах, м'яка консистенція, поверхня липка	Показники знижені, проте колір і запах збереглися краще, ніж у контрольному зразку. Консистенція залишається задовільною, а поверхня волога	Відзначається високою загальною сенсорною привабливістю: колір і аромат є більш насиченими, а консистенція забезпечує оптимальну соковитість	Зразок зберігає хороші загальні сенсорні характеристики, прийнятний запах і колір, а консистенція стала м'якшою, проте без помітних негативних змін

У всіх зразках впродовж 10 діб зберігання спостерігалось помірне зниження сенсорних характеристик, що проявлялось зменшенням насиченості кольору та запаху, зниженням пружності і щільності консистенції, збільшенням вологості поверхні. Водночас, для зразків № 1, № 2, № 3 натуральних маринованих напівфабрикатів з м'яса дикого кабана впродовж 10 діб зберігання характерним було краще збереження сенсорних властивостей та уповільнені процеси псування. Найкращими загальними органолептичними характеристиками відзначалися досліджувані зразки напівфабрикатів № 3 – з використанням бальзамічного оцту чорної смородини та № 2 – з використанням порошку сушених плодів чорної смородини.

Поряд із описовою сенсорною характеристикою показників, задля більш об'єктивного та наочного порівняння контрольного й дослідних зразків натуральних маринованих напівфабрикатів з м'яса дикого кабана, було використано бальну сенсорну оцінку, яка наведена в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3

Бальна сенсорна характеристика натуральних маринованих напівфабрикатів з м'яса дикого кабана, $M \pm m$ ($n=3$, $p \leq 0,05$)

Показник	Контрольний зразок	Зразок № 1	Зразок № 2	Зразок № 3
Зовнішній вигляд поверхні	3,9±0,76	4,8±0,91	5,0±0,36	5,0±0,37
Колір поверхні	3,6±0,64	4,6±0,88	5,0±0,41	5,0±0,31
Колір на розрізі	3,8±0,82	4,2±0,64	4,9±0,58	4,9±0,51
Запах	4,5±0,93	5,0±0,92	5,0±0,36	5,0±0,28
Консистенція	4,2±0,91	5,0±0,90	5,0±0,44	5,0±0,33
Рівномірність маринування	4,0±0,77	5,0±0,81	5,0±0,51	5,0±0,31
Соковитість	2,0±0,31	4,0±0,63	4,6±0,72	5,0±0,27
Ніжність	2,0±0,28	3,7±0,52	4,5±0,81	5,0±0,29
Загальний середній бал	3,50±0,94	4,54±0,77	4,88±0,79	4,99±0,33

Профілограма бальної сенсорної оцінки дозволяє комплексно охарактеризувати сенсорні властивості та визначити вплив натуральних компонентів маринадів на споживчі характеристики напівфабрикатів. Узагальнення сенсорних характеристик досліджуваних зразків у графічній

формі дозволяє наочно порівняти контрольний та досліджувані зразки напівфабрикатів, а також визначити зразки, які характеризуються кращими сенсорними властивостями, результати якої представлені на рисунках 4.2 – 4.5.



Рисунок 4.2. Порівняльна профілограма бальної сенсорної оцінки контрольного зразка та експериментального зразка № 1 натуральних маринуваних напівфабрикатів з м'яса дикого кабана

За результатами побудованої профілограми свідчить, що зразок № 1 за всіма сенсорними показниками переважає контроль. Найбільш виражена відмінність спостерігається за показниками соковитості, ніжності, консистенції та кольору поверхні, що вказує на позитивний вплив маринаду з використанням порошкоподібних сушених плодів журавлини на формування споживчих властивостей продукту. Водночас обидва зразки характеризувались рівномірністю маринування. В цілому, встановлено, що використання маринаду сприяє покращенню сенсорних характеристик натурального маринованого напівфабрикату з м'яса дикого кабана та підвищенню його загальної сенсорної привабливості.

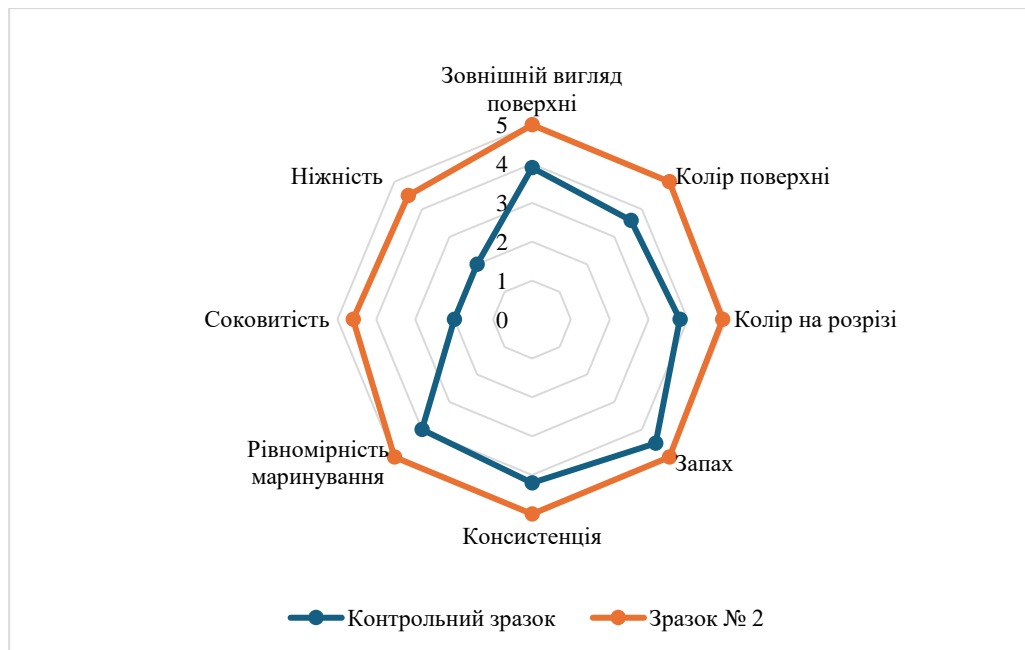


Рисунок 4.3. Порівняльна профілограма бальної сенсорної оцінки контрольного зразка та експериментального зразка № 2 натуральних маринованих напівфабрикатів з м'яса дикого кабана

Аналогічна тенденція була відмічена і при оцінці разку № 2. Так, напівфабрикати зразка № 2 відзначаються досить високими показниками за соковитістю, ніжністю, консистенцією та кольором поверхні, що вказує на позитивний ефект маринаду з використанням сушених та подрібнених плодів чорної смородини на органолептичні характеристики напівфабрикату. Також зразок № 2 також характеризується вищими показниками за запахом, кольором на розрізі та зовнішнім виглядом поверхні, а за показниками рівномірності маринування наближається до максимальної оцінки порівняно з контролем, загалом, у результаті досліджень доведено, що застосування маринаду забезпечує підвищення загальної споживчої привабливості натурального маринованого напівфабрикату з м'яса дикого кабана порівняно з контролем.

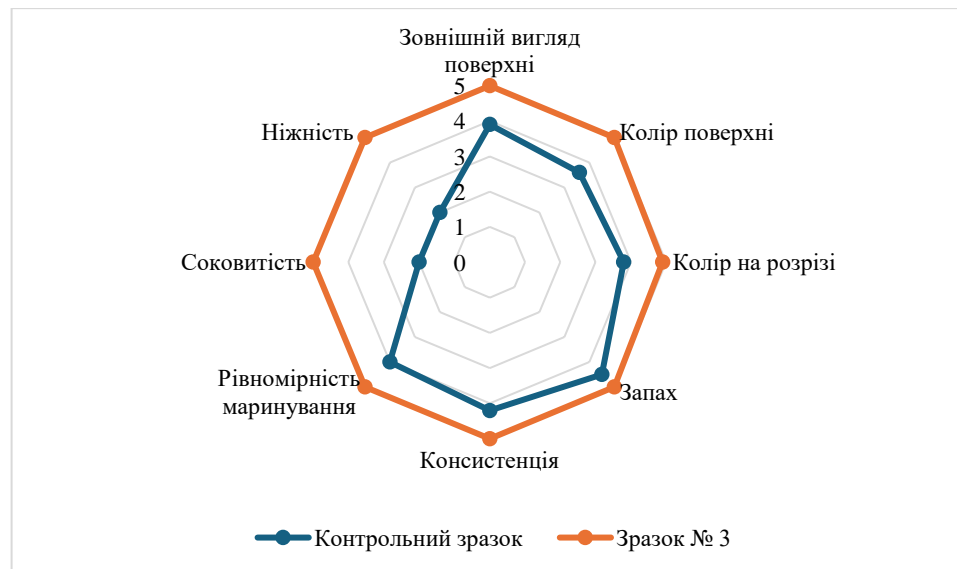


Рисунок 4.4. Порівняльна профілограма бальної сенсорної оцінки контрольного зразка та експериментального зразка № 3 натуральних маринованих напівфабрикатів з м'яса дикого кабана

При дослідженні напівфабрикату з використанням бальзамічного оцту (зразок № 3), у порівнянні з контрольним зразком, встановлені вищі бальні сенсорні оцінки. Найбільш виражена перевага спостерігається за показником соковитості, ніжності, консистенції та кольору поверхні, що вказує на позитивний ефект маринаду з використанням бальзамічного оцту чорної смородини на формування сенсорних характеристик напівфабрикату. Також, для досліджуваного зразка № 3 характерні вищі оцінки за запахом, кольором, на розрізі та зовнішнього вигляду поверхні, а показник рівномірності мариновання залишається на високому рівні. Загалом проведені дослідження підтверджують, що зразок № 3 має кращу сенсорну привабливість і вищу загальну якість порівняно з контрольним зразком.

Для визначення оцінки впливу різних видів маринадів дослідних зразків (№ 1, № 2, № 3) на органолептичні показники маринованих напівфабрикатів, були розраховані порівняльні профілограми їх бальної сенсорної оцінки (рис. 4.5).

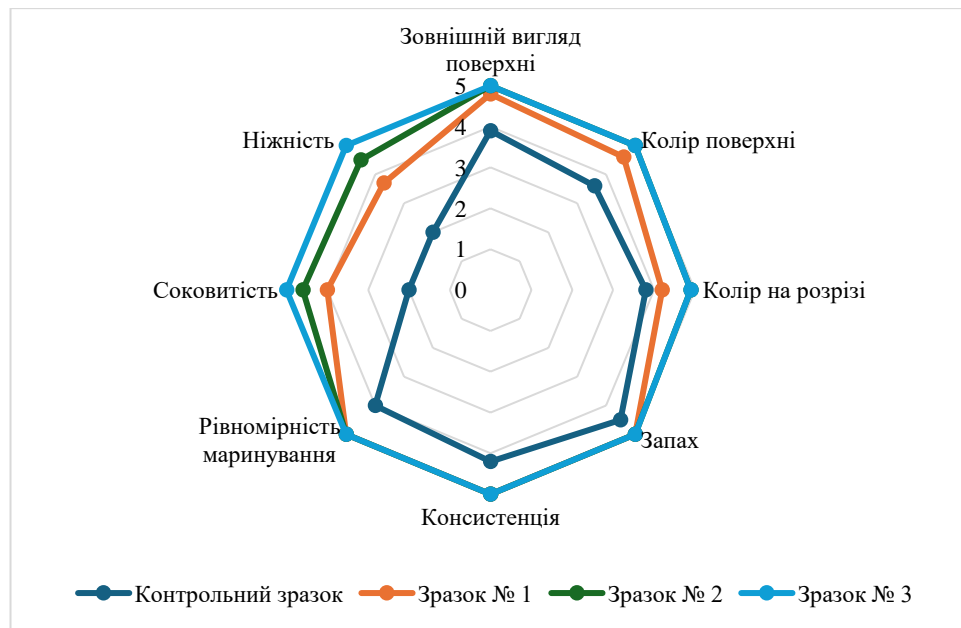


Рисунок 4.5. Порівняльна профілограма бальної сенсорної оцінки досліджуваних зразків натуральних маринованих напівфабрикатів з м'яса дикого кабана

У результаті досліджень встановлено, що найвищими показниками оцінками характеризується зразок № 3 – з використанням бальзамічного оцту чорної смородини, тоді як контрольний зразок має найнижчу сенсорну оцінку. Інші зразки (№ 1; № 2) також мають вищу бальну сенсорну оцінку ніж контрольний зразок, проте поступаються зразку № 3 за більшістю сенсорних показників. Найбільш вираженими відмінностями між зразками є соковитість, ніжність, консистенція та колір поверхні, що вказує на суттєвий ефект фруктових компонентів маринаду на формування споживчих властивостей продукту.

В цілому встановлено, що використання натуральних складових у маринадах сприяє покращенню сенсорної якості натуральних маринованих напівфабрикатів з м'яса дикого кабана, причому найкращий результат отримано при використанні бальзамічного оцту із плодів чорної смородини.

4.3. Дослідження фізико-хімічних показників натуральних маринованих напівфабрикатів з м'яса дикого кабана

Дослідження хімічного складу натуральних маринованих напівфабрикатів з м'яса дикого кабана із використанням фруктових-ягідних інгредієнтів є необхідною складовою комплексної оцінки якості та харчової цінності продукту. Визначення вмісту білків, жирів, вуглеводів, мінеральних речовин, вологи та енергетичної цінності дозволяє об'єктивно охарактеризувати поживні властивості досліджуваних зразків, дослідити вплив натуральних компонентів маринадів та процесу маринування на формування складу напівфабрикатів, а також дозволяє провести оцінку доцільності використання експериментальних сумішей маринадів у технології натуральних м'ясних напівфабрикатів. Отримані результати досліджень є підґрунтям для проведення порівняння зразків між собою та з традиційною м'ясною сировиною. Узагальнені дані щодо вмісту основних компонентів хімічного складу та енергетичної цінності досліджуваних зразків натуральних маринованих напівфабрикатів із м'яса дикого кабана наведено в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4

Хімічний склад натуральних маринованих напівфабрикатів, г/100 г продукту
 $M \pm m$ (n=5, p≤0,95)

Показник	Контрольний зразок	Зразок № 1	Зразок № 2	Зразок № 3
Білки	20,74±4,433	20,11±4,540	20,52±4,322	20,83±4,438
Жири	3,46±0,996	3,85±0,391	1,12±0,345	1,42±0,141
Волога	73,27±18,353	72,33±17,272	74,73±14,077	74,01±7,038
Мінеральні речовини	1,29±0,1292	1,46±0,431	1,68±0,258	1,24±0,172
Вуглеводи	1,24± 0,445	2,25±0,265	1,95±0,35	2,5±0,515
Енергетична цінність ккал/100 г	119,06	124,09	99,96	106,1

Отримані результати свідчать, що за вмістом білків, усі дослідні зразки мали близькі значення до контрольного, проте зразок № 1 мав незначне зменшення вмісту білку. Так, вміст білку у напівфабрикатах з використанням порошку плодів журавлини у рецептурі маринаду (зразок № 1) був на 3,0 % меншим порівняно з контролем і на 2,0 – 3,5 % менше з аналогічними дослідними зразками № 2 і № 3.

Важливим показником у хімічному складі м'яса є вміст жиру. Як відомо, жири м'яса легко засвоюються, характеризуються високим вмістом ненасичених жирних кислот, включаючи незамінні, які забезпечують ефективний ліпідний обмін, еластичність капілярів у крові людини.

Досліджувані зразки характеризувались низьким рівнем жиру, однак найвищий вміст жиру мав зразок № 1, тоді як у зразках № 2 та № 3 вміст жиру знизився майже у 3 рази у порівнянні з контрольним зразком.

Найвищим показником масової частки вологи характеризувалися зразки № 2 та № 3, спостерігалось певне зменшення масової частки вологи у зразка № 1 у порівнянні з контрольним зразком. Незначні зміни спостерігались у всіх дослідних зразках щодо вмісту мінеральних речовин, зразок № 2 мав найбільший вміст мінеральних елементів – 1,68 %, тоді як, зразок № 3 містив найменше макро- та мікроелементів.

Досліджувані зразки характеризувались вищим вмістом вуглеводів у порівнянні з контрольним зразком, причому найбільше зростання спостерігалось у зразку № 3, що, ймовірно, пов'язано з особливостями складу маринаду. М'ясо зразку № 1 характеризувалось найвищою енергетичною цінністю, тоді як у зразка № 3 – він дещо зменшився, а у зразку № 2 – була його найменша енергетична цінність.

Одним із ключових фізико-хімічних критеріїв оцінювання якості м'ясних напівфабрикатів є водневий показник рН, він відображає інтенсивність біохімічних і мікробіологічних змін у напівфабрикаті впродовж зберігання. Рівень рН має істотний вплив на стан білкової системи,

вологоутримуючу здатність, консистенцію, стійкість до псування та загальну стабільність продукту.

Дослідження динаміки зміни рН дозволяє оцінити вплив компонентів маринадів на фізико-хімічний стан м'ясної сировини та її збереженість упродовж зберігання. Результати дослідження динаміки зміни рН дослідних зразків впродовж 10 діб зберігання наведено на рисунку 4.6.

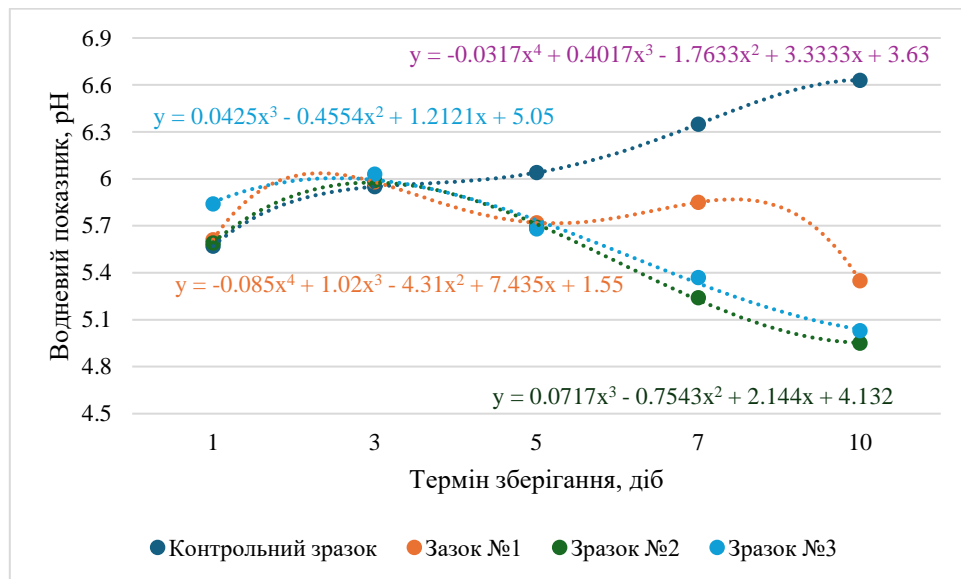


Рисунок 4.6. Динаміка зміни рН досліджуваних зразків натуральних маринованих напівфабрикатів з м'яса дикого кабана

Під час аналізу динаміки зміни рН у напівфабрикатах встановлено значний вплив складових маринадів на кислотно-лужний стан упродовж 10 діб зберігання. Поступове підвищення рН спостерігається у контрольному зразку від 5,57 - на 1-шу добу до 6,63 на 10-ту добу зберігання. Така тенденція може вказувати на розвиток автолітичних і мікробіологічних процесів, наслідком яких, є накопичення продуктів розпаду білків основного характеру.

У порівнянні з контрольним зразком, досліджувані зразки із фруктовими компонентами у складі маринаду характеризувалися короткочасним підвищенням рН на 3-тю добу з подальшим зниженням рН. Значення показника рН для зразка № 1 змінювався від 5,61 до 5,35, для зразка № 2 - від 5,59 до 4,95, а для зразка № 3 - від 5,84 до 5,03 - на 10-ту добу зберігання. Такі

зміни рН свідчать про стабілізуючу здатність маринадів на активну кислотність напівфабрикату та, ймовірно, про пригнічення небажаних змін впродовж зберігання.

Напівфабрикати зразків № 2 та № 3 у складі маринаду яких використано сушені порошкоподібні плоди та бальзамічного оцту чорної смородини мали найбільш виражене значення рН, що пов'язане із наявними органічними кислотами та біологічно активними компонентами маринаду, які підтримують кисле середовище м'ясної системи. У зразку № 1, з маринадом із порошку сушених плодів журавлини, також спостерігалось зниження рН у порівнянні з контрольним зразком, проте зміни були менш інтенсивніші.

4.4. Дослідження функціонально-технологічних показників натуральних маринованих напівфабрикатів з м'яса дикого кабана

Під час оцінюванні якості натуральних маринованих напівфабрикатів суттєве значення мають показники вологоутримуючої, вологозв'язуючої здатності, та вихід напівфабрикату після маринування, оскільки саме вони характеризують стан системи «білок–вода» та дозволяють оцінити ефективність впливу маринадів на м'ясну сировину. Зміна цих показників дозволяє оцінити здатність м'яса утримувати вологу, зберігати масу та формувати належні функціонально-технологічні властивості в процесі зберігання.

У зв'язку з цим було досліджено динаміку зміни показників ВУЗ, ВЗЗ та виходу напівфабрикатів. Визначення вологоутримуючої здатності є одним із важливих функціонально-технологічних показників якості натуральних маринованих напівфабрикатів, оскільки характеризує здатність м'ясної системи утримувати вологу під впливом зовнішніх чинників. Від значень вологоутримуючої здатності залежать соковитість, ніжність, втрати маси під час зберігання та теплова стабільність виробу. Дослідження динаміки вологоутримуючої здатності у процесі зберігання дозволяє оцінити вплив маринадів із фруктових-ягідними компонентами на структурний стан м'язової

тканини та встановити їх ефективність щодо збереження технологічних властивостей м'яса. Результати досліджень динаміки змін вологоутримуючої здатності дослідних зразків упродовж зберігання наведено на рисунку 4.7.

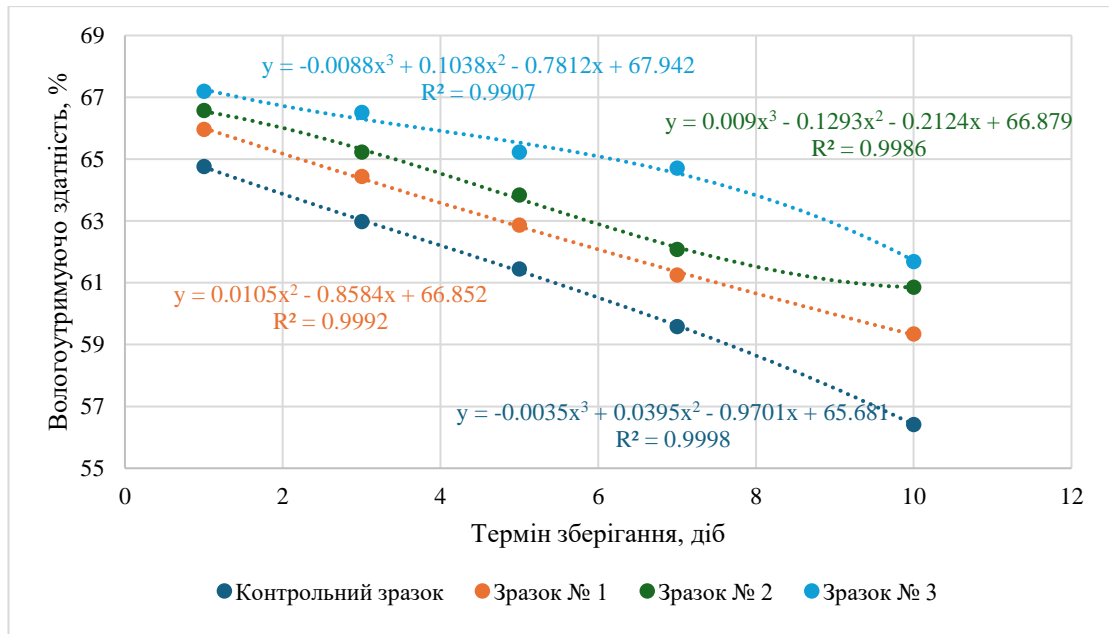


Рисунок 4.7. Динаміка зміни вологоутримуючої здатності досліджуваних зразків маринованих натуральних напівфабрикатів

Аналізуючи вологоутримуючу здатність напівфабрикатів із м'яса дикого кабана встановлено, поступове зниження показника в усіх досліджуваних зразках упродовж 10 днів зберігання, що є закономірним наслідком структурних змін м'язової тканини та послаблення здатності білкової системи утримувати вологу. Найнижчі значення протягом усього періоду зберігання встановлено для м'яса контрольного зразка: показник зменшився приблизно з 64,8 % - на 1-шу добу до 56,4 % - на 10-ту добу, що свідчить про найбільші втрати вологи та зниження функціонально-технологічної стабільності м'яса без використання маринаду з фруктовими складовими.

У порівнянні з контрольним зразком, досліджувані зразки характеризувалися вищою вологоутримуючою здатністю впродовж 10 днів зберігання. Зразок №1 характеризувався зменшенням ВУЗ з 65,96 % до

59,35 %, зразок №2 — з 66,57 % до 60,86 %, а зразок №3 — з 67,20 % до 61,69 %. Отримані результати свідчать, що використання маринадів із рослинними компонентами сприяє покращенню утримання вологи в м'ясній системі, зменшує її втрати у процесі зберігання та стабілізує структурно-функціональні властивості напівфабрикатів.

Найвищі значення ВУЗ у процесі зберігання характерні для зразку №3, що свідчить про найбільш виражений позитивний ефект використаного маринаду із бальзамічним оцтом з плодів чорної смородини. В цілому, ефективність досліджуваних зразків за рівнем вологоутримуючої здатності зменшувалася в ряду: зразок №3 > зразок №2 > зразок №1 > контрольний зразок. Що підтверджує доцільність використання маринадів для підвищення функціонально-технологічних властивостей натуральних м'ясних напівфабрикатів та покращення їх якості в процесі зберігання.

Одним із важливих показників функціонально-технологічних властивостей натуральних маринованих напівфабрикатів є вологозв'язуюча здатність, оскільки саме вона характеризує здатність м'язової тканини утримувати воду в зв'язаному стані. Від рівня цього показника значною мірою залежать соковитість, консистенція, стійкість до втрат маси впродовж зберігання, а також загальна якість готового продукту. Оцінка динаміки зміни вологозв'язуючої здатності в процесі зберігання дозволяє встановити вплив маринадів із фруктових-ягідними компонентами на стан системи «білок–вода» та визначити ефективність їх використання для стабілізації властивостей м'ясної сировини. Результати досліджень динаміки змін вологозв'язуючої здатності дослідних зразків упродовж зберігання наведено на рисунку 4.8.

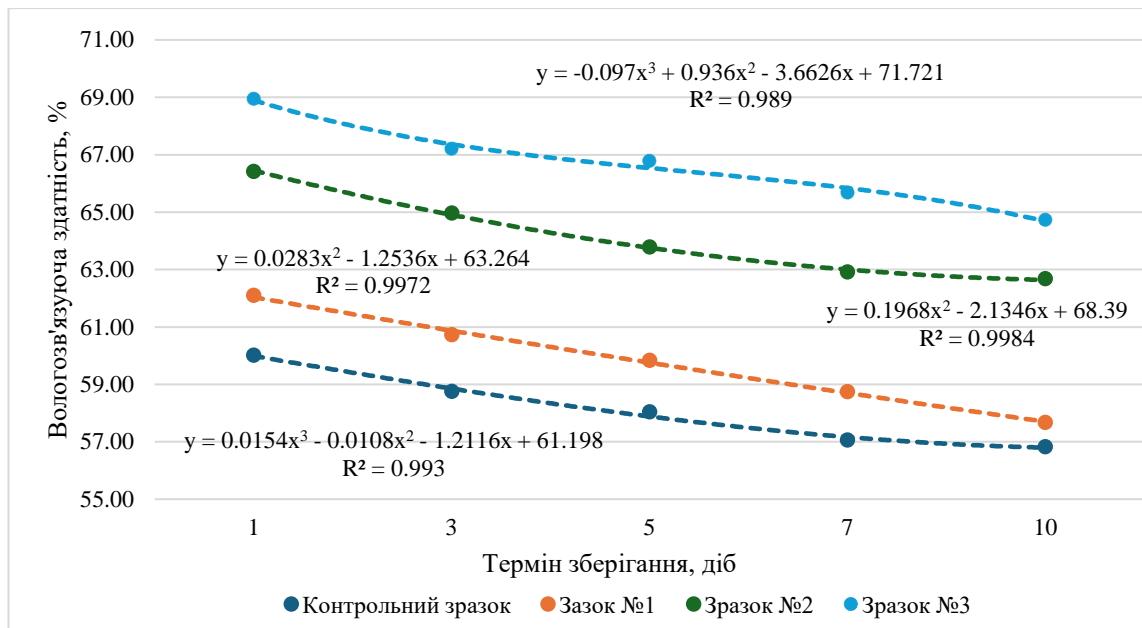


Рисунок 4.8. Динаміка зміни вологозв'язуючої здатності досліджуваних зразків маринованих натуральних напівфабрикатів з м'яса дикого кабана в процесі зберігання

Показники вологозв'язуючої здатності вказують на закономірне зниження ВЗЗ в усіх досліджуваних зразках упродовж 10 днів зберігання. Так, найнижчим значенням ВЗЗ характеризується контрольний зразок характеризується найнижчим значенням ВЗЗ, яке становить на 1-шу добу - 60,02 % та 56,82 % - на 10-ту добу зберігання, що вказує на поступове зменшення здатності м'язової тканини до утримання зв'язаної вологи під дією автолітичних змін.

У досліджуваних зразках із рослинними компонентами у складі маринаду, впродовж усього періоду, значення ВЗЗ залишались вищим у порівнянні з контрольним зразком, що підтверджує позитивний вплив маринадів. Найвищими значеннями характеризувався зразок №3 — від 68,90 % до 64,72 %, що свідчить про найкраще збереження зв'язаної вологи.

В цілому ефективність зразків за даними вологозв'язуючої здатності зменшувалася в ряду: зразок №3 > зразок №2 > зразок №1 > контрольний зразок, що підтверджує про доцільність використання фруктово-ягідних

інгредієнтів у складових маринадів для покращення функціонально-технологічних властивостей м'ясних напівфабрикатів.

Важливим технологічним показником є вихід напівфабрикату після маринування, що характеризує здатність м'ясної сировини поглинати та утримувати компоненти маринаду. Від його величини залежать економічна ефективність виробництва, стабільність маси продукту та збереження його споживчих властивостей. Дослідження виходу після маринування дозволяє оцінити вплив складових маринаду на гідратацію білків, зв'язування вологи та формування функціонально-технологічних властивостей натуральних м'ясних напівфабрикатів. Результати порівняння значень виходу експериментальних зразків натуральних напівфабрикатів з м'яса дикого кабана залежно від складу використаного маринаду наведено на рисунку 4.9.

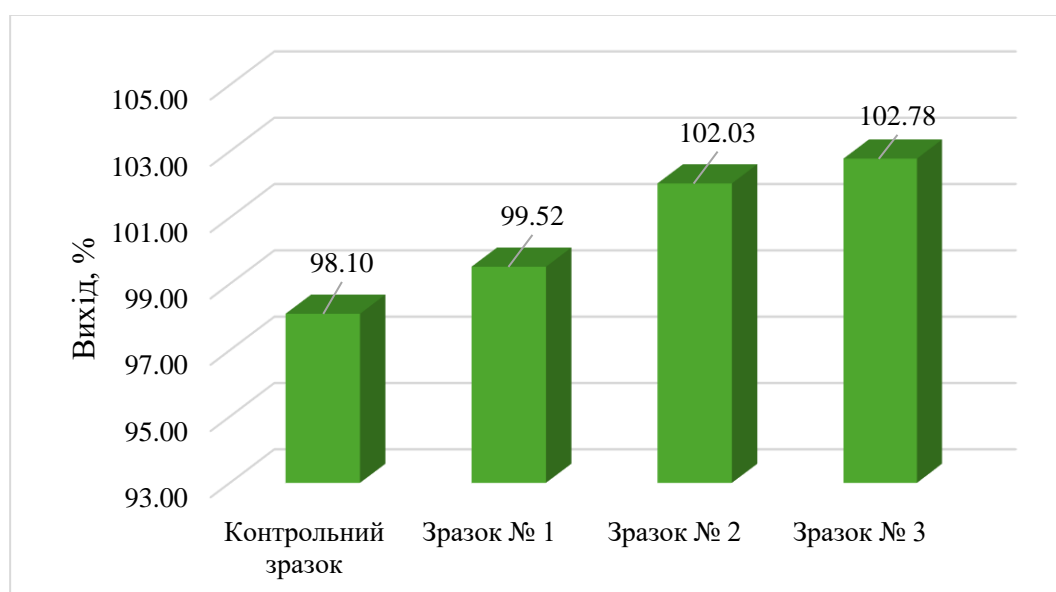


Рисунок 4.9. Вихід натуральних напівфабрикатів з м'яса дикого кабана на 1 добу маринування, %

У результаті досліджень встановлено, що вихід натуральних маринованих напівфабрикатів з м'яса дикого кабана, підтверджує вплив фруктових компонентів маринаду на масу напівфабрикату після маринування впродовж 1 доби. Контрольний зразок характеризується

найнижчим виходом – 98,10 %, що вказує на відсутність додаткового ефекту зв'язування вологи та утримання компонентів маринаду в м'ясній системі. Досліджувані зразки із використанням натуральних компонентів у складі маринаду характеризувались вищим виходом від 99,52 % (зразок № 1) до 102,78 % (зразок № 3), порівняно з контрольним зразком, що підтверджує позитивний вплив фруктових-ягідних компонентів маринадів на функціонально-технологічні властивості напівфабрикатів.

Помірним підвищенням виходу характеризувався зразок № 1 із використанням сушеного порошку плодів журавлини, і становив на 1,42 % більше ніж для контрольного зразка, що вказує на покращення здатності м'ясної тканини утримувати вологу після маринування. Більш високим виходом, у порівнянні з контрольним зразком, характеризувались зразок №2 із використанням порошку сушених плодів чорної смородини, що був вищим на 3,93 %, порівняно з контролем. Найвищим виходом характеризується зразок №3 із використанням бальзамічного оцту чорної смородини, та мав вихід напівфабрикату на 4,68 % вище у порівнянні з контрольним зразком. Це вказує на найбільш ефективний вплив використаного маринаду на гідратацію білкових структур і утримання вологи в продукті.

Отримані значення виходу напівфабрикатів після маринування, свідчать, що використання натуральних маринадів сприяє збільшенню виходу натуральних м'ясних напівфабрикатів, а найбільш ефективним виявився маринад із використанням бальзамічного оцту чорної смородини у зразку №3.

4.5. Дослідження змін структурно-механічних показників натуральних маринованих напівфабрикатів

Дослідження структурно-механічних характеристик, таких як зусилля зрізу та робота різання, є одними з ключових показників, які визначають жорсткість, ніжність і технологічну придатність м'ясних напівфабрикатів. Вимірювання зусилля зрізу дозволяє оцінити максимальний опір м'язової

тканини під час її механічного руйнування. Цей параметр вважається загально визнаним об'єктивним критерієм для визначення ніжності м'яса та часто використовується у наукових дослідженнях. Як правило, зменшення зусилля зрізу свідчить про руйнування білкової структури, ослаблення зв'язків між м'язовими волокнами, що зумовлено автолізом і активністю ендогенних протеолітичних ферментів. Особливе значення цей показник має для м'яса диких тварин, зокрема дикого кабана, оскільки така сировина характеризується вищою початковою жорсткістю, більш розвиненою сполучною тканиною та меншим вмістом внутрішньом'язового жиру порівняно із м'ясом свійських тварин.

Дослідження показників роботи різання та зусилля зрізу дає змогу оцінити зміни структури м'яса на всіх етапах процесу деформації, а також демонструє вплив маринаду на стійкість м'язових волокон, пластичність і еластичність тканин. Отримані результати досліджень продемонстровано на рисунках 4.10 – 4.11.

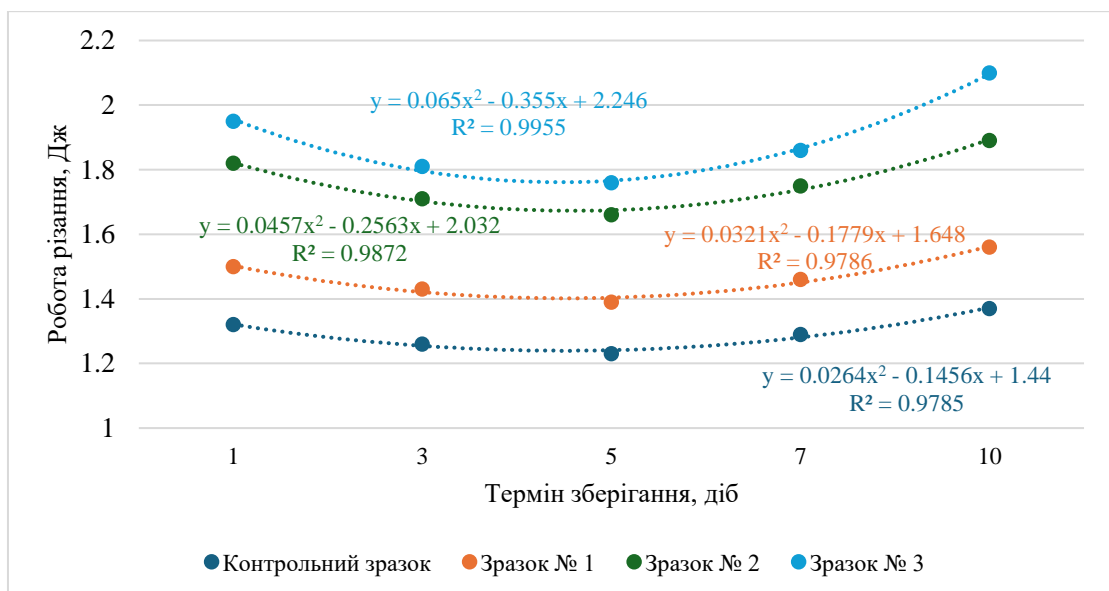


Рисунок 4.10. Динаміка зміни показників роботи різання дослідних зразків натурального напівфабрикату із м'яса дикого кабана

У процесі дослідження показників роботи різання досліджуваних зразків впродовж 10 діб зберігання виявлено, що характерним для всіх дослідних зразків є зменшення значень показників до 5-ї доби, а згодом спостерігається підвищення показників роботи різання на 7-10 добу зберігання.

Впродовж усього періоду дослідження найнижчими значеннями роботи різання характеризувалися напівфабрикати контрольного зразку, що свідчить про менший опір до механічного руйнування. Тоді, як експериментальні зразки із фруктово-ягідними компонентами маринаду, характеризуються більшими значеннями, особливо зразок № 3 – 1,95 Дж, що свідчить про вплив складових маринаду на структуру м'язової тканини м'яса.

Мінімальні значення роботи різання для всіх зразків спостерігаються на 3 – 5 добу зберігання, що пояснюється активізацією автолітичних процесів. Наступне збільшення значень роботи різання на 7 – 10 добу зберігання пов'язане із стабілізацією та ущільненням структури тканин м'яса, у результаті змін білкових комплексів та перерозподілу вологи.

Таким чином, проведені дослідження вказують на чітку залежність структурно-механічних властивостей м'яса від тривалості зберігання та складу маринаду, що підтверджує ефективність використання натуральних компонентів для регулювання текстурних характеристик напівфабрикатів.

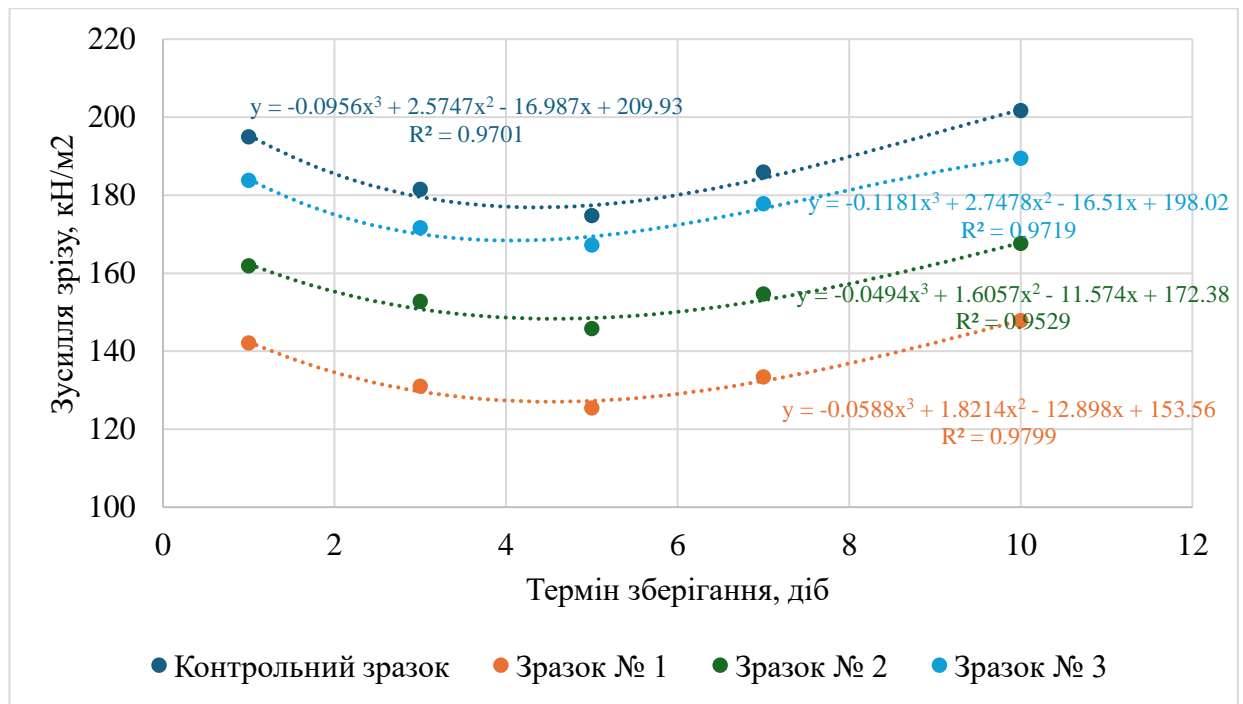


Рисунок 4.11. Динаміка зміни показників зусилля зрізу дослідних зразків натуральних маринованих напівфабрикатів із м'яса дикого кабана

Зусилля зрізу експериментальних зразків продовж 10 діб зберігання, свідчать про наявність єдиної закономірної тенденції для всіх варіантів: зниження показника до 5-ї доби зберігання з подальшим його підвищенням на 7–10 добу.

Напівфабрикати контрольного зразку характеризувались найвищими значеннями зусилля зрізу впродовж усього терміну зберігання, що вказує на вищу механічну міцність та жорсткість м'язової тканини за відсутності фруктових компонентів у складі маринаду. Водночас експериментальні зразки напівфабрикатів № 1, № 2 та № 3 демонструють нижчі значення показника, що підтверджує ефективність використання натуральних маринадів для пом'якшення структури м'яса.

Зразок № 1 характеризується найменшими значеннями зусилля зрізу, що може свідчити про більш виражений вплив маринаду із порошком сушених плодів журавлини на деструкцію білково-колагенового каркаса.

На початковому етапі зберігання (1–5 доба) спостерігається зниження зусилля зрізу на 10–15 %, що, ймовірно, пов'язано з активізацією автолітичних процесів та дією органічних кислот маринадів, які сприяють денатурації міофібрилярних білків, розпушенню м'язових волокон і послабленню міжволоконних зв'язків.

Подальше зростання показника на 7–10 добу зберігання може бути зумовлене вторинними структурними змінами, зокрема частковою стабілізацією білкової матриці, зменшенням водоутримувальної здатності та ущільненням тканини, що призводить до підвищення опору механічному руйнуванню.

Отримані результати свідчать, що показники роботи різання та зусилля зрізу змінюються синхронно та демонструють чітку кореляційну залежність у процесі зберігання натуральних маринованих напівфабрикатів із м'яса дикого кабана. Для всіх дослідних варіантів характерним є зниження значень обох показників до 5-ї доби зберігання, що свідчить про послаблення структурної цілісності м'язової тканини під дією автолітичних процесів і компонентів маринадів. Подальше підвищення роботи різання та зусилля зрізу на 7–10 добу зберігання напівфабрикатів вказує на часткову стабілізацію або ущільнення білкової матриці. Водночас мариновані зразки характеризуються стабільно нижчими значеннями обох показників порівняно з контролем, що підтверджує ефективність використання натуральних інгредієнтів як фактору зниження механічної жорсткості та покращення текстурних властивостей продукту. Таким чином, поєднане використання показників роботи різання та зусилля зрізу є доцільним для комплексної оцінки структурно-механічних характеристик м'ясних напівфабрикатів.

Пластичність м'яса є важливим структурно-механічним показником, що характеризує здатність м'язової тканини до деформації під дією зовнішнього навантаження та опосередковано відображає стан білково-водної системи продукту. Зміни цього показника в процесі зберігання напівфабрикатів обумовлені перебігом автолітичних процесів, зокрема протеолізом

міофібрилярних білків, зміною водоутримуючої здатності та структурною перебудовою м'язових волокон. У зв'язку з цим, дослідження динаміки пластичності дозволяє об'єктивно оцінити структурно-механічні властивості м'яса та вплив фруктово-ягідних інгредієнтів на його якість. Результати дослідження пластичності натуральних маринованих напівфабрикатів представлені на рисунку 4.12

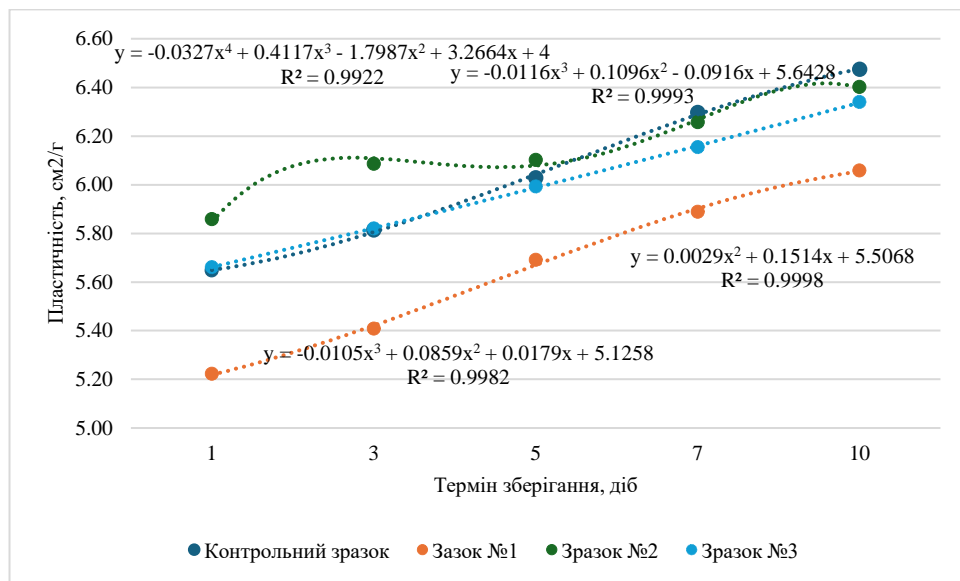


Рисунок 4.12. Динаміка змін показників пластичності досліджуваних зразків у процесі зберігання

Аналіз динаміки зміни пластичності досліджуваних зразків показує, що для всіх зразків м'яса характерне поступове зростання пластичності упродовж усього періоду зберігання. Це може бути пов'язано з розвитком протеолітичних процесів та частковим руйнуванням м'язових структур.

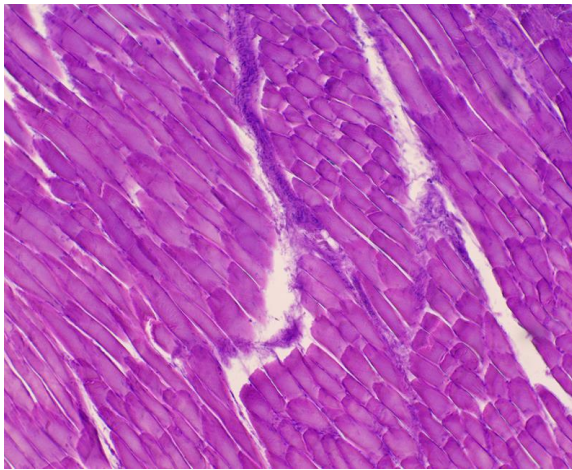
Напівфабрикати з використанням у маринаді порошу журавлини (зразок № 2) характеризується найвищими значеннями пластичності на початкових етапах зберігання - від 5,86 до 6,10 см²/г, що свідчить про більш інтенсивні структурні зміни. Подібні значення мали також контрольний зразок - від 5,65 до 6,03 см²/г, а зразок №3 характеризувався дещо нижчими показниками, проте з аналогічною тенденцією зростання. Так, використання у рецептурі маринаду

бальзамічного оцту із смородини чорноплідної (зразок № 3) сприяло зростанню пластичності м'яса – від 5,66 см²/г (на 1 добу) до 6,34 см²/г (на 10 добу) порівняно із зразком № 1, у складі якого використовували порошок журавлини. Найменші значення пластичності спостерігаються у зразка №1 від 5,22 до 6,06 см²/г, що може вказувати на більш стабільну структуру м'язової тканини та вищу здатність до утримання води.

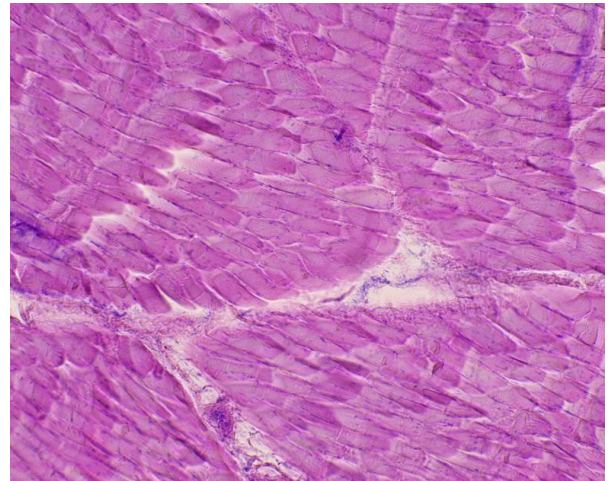
Загалом, отримані результати підтверджують, що збільшення терміну зберігання супроводжується підвищенням пластичності м'яса, що є типовим для натуральних маринованих напівфабрикатів із м'ясної сировини.

4.6. Дослідження мікроструктурних змін натуральних маринованих напівфабрикатів з м'яса дикого кабана

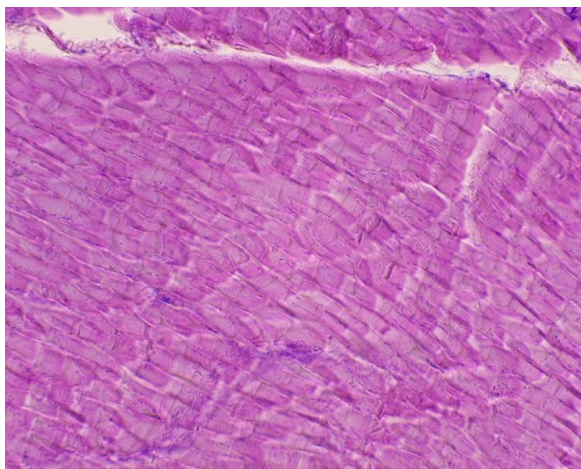
Одним із важливих етапів оцінки впливу фруктово-ягідних інгредієнтів на структурно-механічні властивості натуральних маринованих напівфабрикатів із м'яса дикого кабана є дослідження мікроструктурних змін, які дозволяють визначити ступінь руйнування м'язових волокон, змін у сполучній тканині та перерозподіл вологи за дії біологічно активних речовин та органічних кислот фруктово-ягідних складових маринадів, які мають безпосередній вплив на соковитість, ніжність та технологічну характеристику напівфабрикату. Результати досліджень мікроструктурних змін натуральних маринованих напівфабрикатів із м'яса дикого кабана наведено на рисунках 4.13 – 4.14.



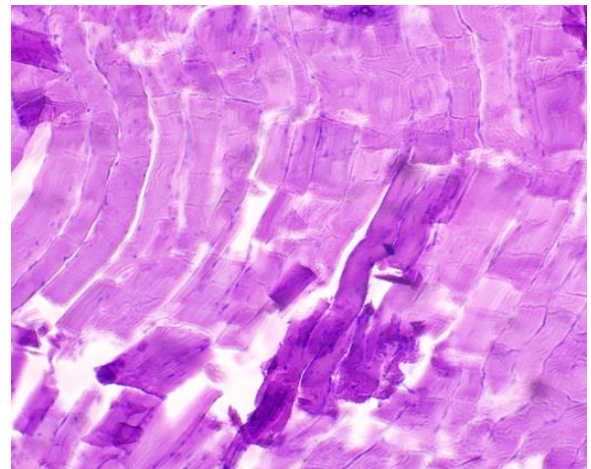
Контрольний зразок



Зразок № 1



Зразок № 2



Зразок № 3

Рисунок 4.13. Поздовжній гістологічний зріз натуральних маринованих напівфабрикатів з м'яса дикого кабана

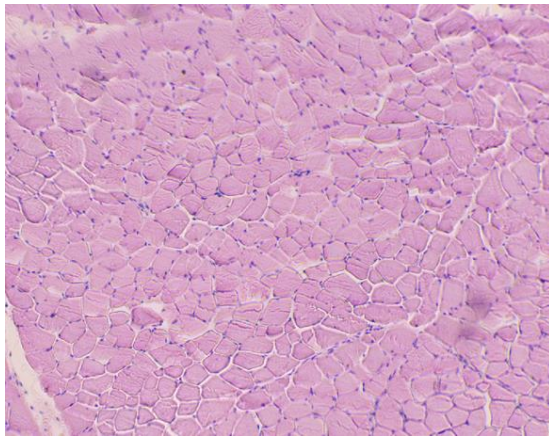
Поздовжній зріз контрольного зразка м'яса характеризується вираженою пучковою організацією м'язової тканини, збереженою відносно впорядкованою паралельною орієнтацією м'язових волокон, при цьому помітні незначне часткове руйнування волокон та збільшення міжпучкових просторів, прошарки сполучної тканини місцями розширені та чітко окреслюються.

Для поздовжнього зрізу дослідного зразка № 1 характерне часткове порушення пучкової організації м'язової тканини, спостерігається помітна деформація. Також виявлені чіткі розширення прошарків сполучної тканини, в

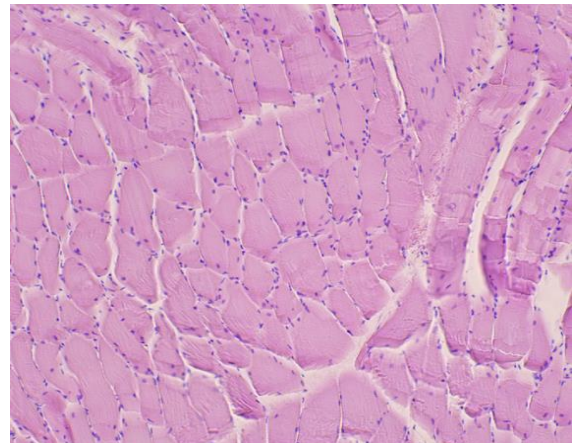
деяких зонах помітно накопичення аморфної білкової маси, також, помітно локальне розпушення тканини та нерівномірність структури.

Поздовжній зріз м'яса зразку № 2 показує, що загальна пучкова організація збережена та відносно впорядкована, помітна незначна деформація та помірні структурні зміни. Спостерігаються накопичення білкових компонентів та помірне розширення прошарків сполучної тканини.

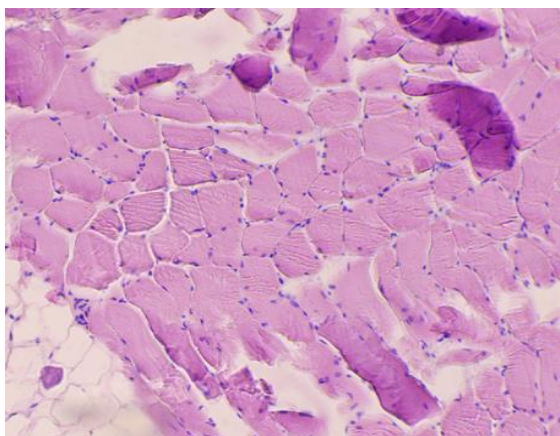
Повздовжній зріз м'яса дослідного зразку № 3 характеризується значним розширенням міжволоконного простору, втратою пучкової будови, у певних зонах помітні розриви тканин, втрачені чіткі контури та знижена щільність тканин.



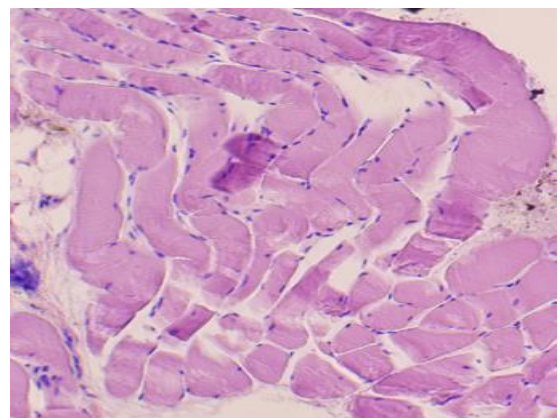
Контрольний зразок



Зразок № 1



Зразок № 2



Зразок № 3

Рисунок 4.14. Поперечний гістологічний зріз натуральних маринованих напівфабрикатів з м'яса дикого кабана

Поперечний зріз контрольного зразка показує, що збережена гістологічна організація, м'язові волокна багатокутної форми та щільно прилягають один до одного, структура м'язових пучків чітко виражена.

Поперечний зріз експериментального зразка № 1 демонструє часткове збереження м'язової тканини, багатокутну форму м'язових волокон із частковою деформацією контурів, помітне розширення міжволоконного простору, місцями помітне порушення щільності.

Для експериментального зразка № 2 поперечний зріз характеризується неоднорідною структурою, чітко видно м'язові волокна багатокутної форми між якими є прошарки жирової тканини. Також добре виражений ендомізій та перемізій, який розділяє м'язові пучки.

Поперечний зріз експериментального зразка № 3 вказує на виразні структурні зміни м'язової тканини, порушення цілісності м'язових пучків, значно розширений міжволоконний простір.

4.7. Дослідження харчової та біологічної цінності натуральних маринованих напівфабрикатів з м'яса дикого кабана

Одним із ключових досліджень натуральних маринованих напівфабрикатів є дослідження амінокислотного складу білків, що дозволяє оцінити харчову та біологічну цінність напівфабрикатів. Окрім характеристики біологічної цінності продукту, визначення амінокислотного складу дозволяє оцінити вплив фруктово-ягідних інгредієнтів на м'ясну сировину, адже присутні органічні кислоти, ферменти та інші натуральні компоненти впливають на структурні характеристики білку та можуть мати, як позитивний, так і негативний ефект.

Незамінні амінокислоти є ключовими компонентами харчового білка, оскільки вони не синтезуються в організмі людини і повинні надходити з їжею. До них належать лізин, метіонін, треонін, валін, лейцин, ізолейцин, фенілаланін, триптофан та гістидин, які необхідні для синтезу тканинних білків, ферментів, гормонів і біологічно активних речовин [147].

Найважливішою амінокислотою є лізин, яка бере участь у формуванні колагену, підтримує імунну систему та сприяє засвоєнню кальцію. Метіонін є джерелом сірки та попередником антиоксидантних сполук, зокрема глутатіону, що відіграє важливу роль у захисті клітин від окисного стресу. Значну роль у білковому обміні виконують розгалужені амінокислоти (лейцин, ізолейцин і валін), які стимулюють синтез м'язового білка та регулюють клітинні сигнальні шляхи, пов'язані з ростом і відновленням тканин [148].

Також важливими є триптофан і фенілаланін, які виступають попередниками нейромедіаторів та гормонів нервової системи, тоді як треонін і гістидин беруть участь у синтезі білків плазми крові та підтриманні імунної відповіді організму. Таким чином, достатній вміст і збалансоване співвідношення незамінних амінокислот у харчових продуктах є основним фактором високої біологічної цінності білка та його ефективного використання організмом людини [149].

Результати досліджень вмісту амінокислот у натуральних маринованих напівфабрикатах представлені у таблицях 4.5- 4.6 та рисунках 4.15 -4.16.

Таблиця 4.5

Вміст незамінних амінокислот у натуральних маринованих напівфабрикатах з м'яса дикого кабана, г/100 г білка, $M \pm m$ (n=3, $p \leq 0,95$)

Амінокислота	Ідеальний білок за ФАО/ВООЗ	Контрольний зразок	Зразок № 1	Зразок № 2	Зразок № 3
Валін	3,9	3,51±0,76	3,27±0,96	3,34±0,15	3,45±0,83
Гістидін	1,5	4,38±0,89	4,04±0,19	4,40±0,98	4,60±0,68
Ізолейцин	3,0	2,67±0,60	2,86±0,37	2,87±0,52	2,74±0,53
Лейцин	5,9	8,32±3,96	8,70±1,07	8,48±0,99	8,15±0,87
Лізин	4,5	9,21±1,94	9,20±1,97	10,12±1,72	10,48±1,93
Метіонін + Цистин	2,2	4,03±0,23	3,62±0,60	4,05±0,83	2,91±0,36

Продовження таблиці 4.5

Треонін	2,3	5,58±0,31	5,56±0,33	5,53±0,94	6,01±0,73
Триптофан	0,6	1,20±0,17	1,20±0,63	1,20±0,19	1,00±0,18
Фенілаланін + Тирозин	3,8	8,52±0,95	8,60±1,37	8,52±3,13	8,18±2,90
Сума НАК	27,7	47,42±7,31	47,03±8,42	48,50±8,43	47,51±9,6

Результати досліджень вмісту незамінних амінокислот показали, що у порівнянні із ідеальним білком за ФАО/ВООЗ кількість гістидину утричі вища, а кількість лейцину, лізину, метіоніну, цистину, треоніну, триптофану, фенілаланіну та тирозину у всіх досліджуваних зразків удвічі вище.

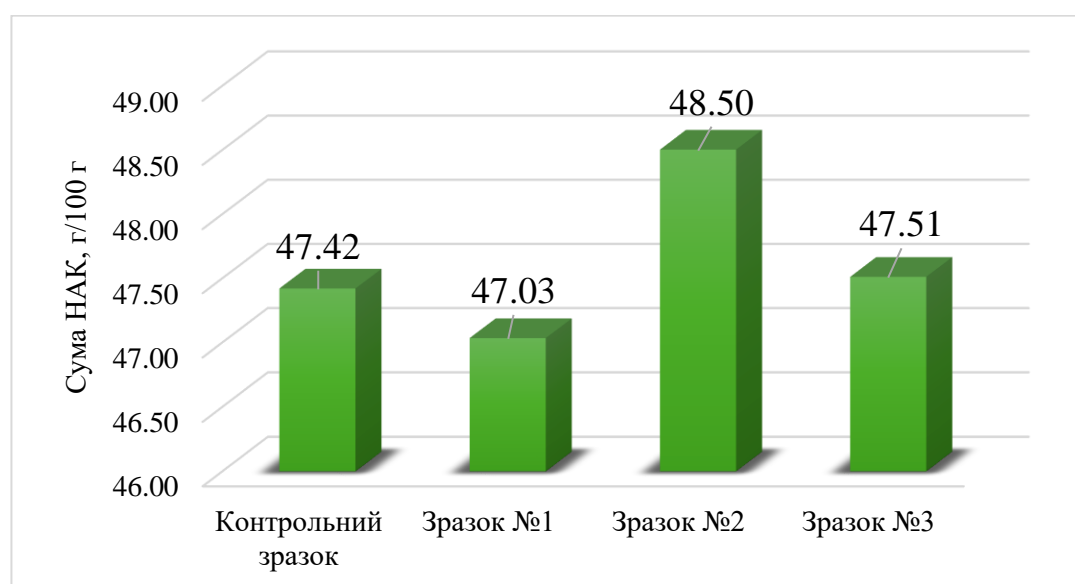


Рисунок 4.15. Сума незамінних амінокислот досліджуваних зразків натуральних маринованих напівфабрикатів

Порівняльний аналіз суми незамінних амінокислот досліджуваних зразків, свідчить, що найбільшу кількість НАК містить зразок № 2 із використанням сушених порошкоподібних плодів чорної смородини, тоді, як найнижчим вмістом НАК характеризується зразок № 1 із використанням сушених порошкоподібних плодів журавлини та контрольний зразок.

Замінні амінокислоти можуть синтезуватися в організмі людини, проте вони відіграють важливу роль у регуляції метаболічних процесів, синтезі білків і підтриманні структурної цілісності тканин. До найбільш значущих належать глютамінова та аспарагінова кислоти, аргінін, гліцин, аланін, пролін, серин і тирозин. Зокрема, глютамінова кислота бере участь у метаболізмі азоту та функціонуванні нервової системи, тоді як аспарагінова кислота залучена до енергетичного обміну клітин і синтезу нуклеотидів [150].

Важливе значення для організму мають гліцин і пролін, які входять до складу колагену та забезпечують формування сполучної тканини, шкіри і кісток. Аргінін є попередником оксиду азоту, що регулює судинний тонус і імунні реакції, а тирозин бере участь у синтезі нейромедіаторів та гормонів щитоподібної залози [149].

Тирозин бере участь у синтезі нейромедіаторів і гормонів щитоподібної залози, що визначає його важливу роль у регуляції обміну речовин [150].

Таблиця 4.6

Вміст замінних амінокислот у натуральних маринованих напівфабрикатах з м'яса дикого кабана, г/100 г білка, $M \pm m$ (n=3, $p \leq 0,95$)

Амінокислота	Контрольний зразок	Зразок № 1	Зразок № 2	Зразок № 3
Аланін	7,12±0,56	7,56±0,18	7,19±0,33	6,63±1,01
Аргінін	3,73±0,95	3,65±0,69	3,35±0,37	2,36±0,28
Аспарагінова кислота	10,54±1,86	10,20±1,46	10,04±1,51	11,43±2,79
Глутамінова кислота	16,53±2,04	17,11±2,37	15,68±2,33	16,45±3,81
Гліцин	5,09±0,59	4,73±0,91	4,84±02,69	6,90±0,75
Серин	5,52±0,46	5,44±0,30	5,59±0,93	5,65±0,99
Пролін	4,05±0,64	4,28±0,46	4,81±0,71	3,07±0,57
Сума ЗАК	52,58±3,69	52,97±3,67	51,5±3,38	52,49±3,88

У результаті проведеного дослідження замінних амінокислот встановлено, що натуральні мариновані напівфабрикати із м'яса дикого кабана найбільше у своєму складі містять глютамінової кислоти - 16,86 – 18,11 г/100г білка та аспарагінової - 10,04 – 11,43 г/100 г білка кислот.

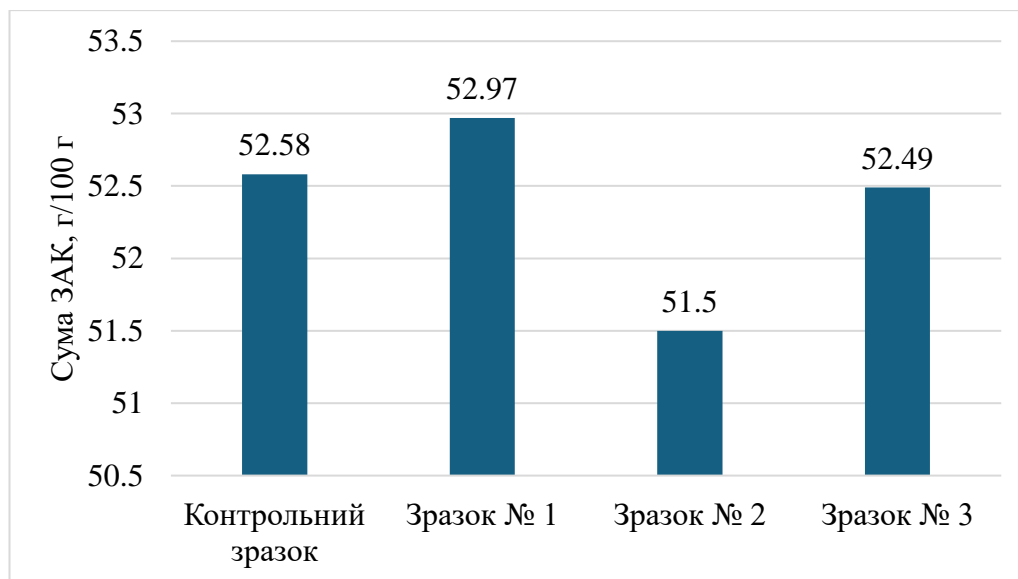


Рисунок 4.16. Сума замінних амінокислот досліджуваних зразків натуральних маринованих напівфабрикатів, г/100г білка

За загальним вмістом суми замінних амінокислот показує, що найбільше ЗАК містить зразок № 1 із використанням порошку сушених плодів журавлини, тоді, як зразок № 2 із додаванням порошку сушених плодів чорної смородини - має найнижчий вміст ЗАК.

Показник амінокислотного скору дозволяє визначити відсотковий вміст НАК у порівнянні з еталонним білком за рекомендаціями ФАО/ВООЗ. Також амінокислотний скор дозволяє встановити повноцінність забезпечення необхідними елементами організму людини. Амінокислотний скор натуральних маринованих напівфабрикатів із м'яса дикого кабана представлено на рисунку 4.17.

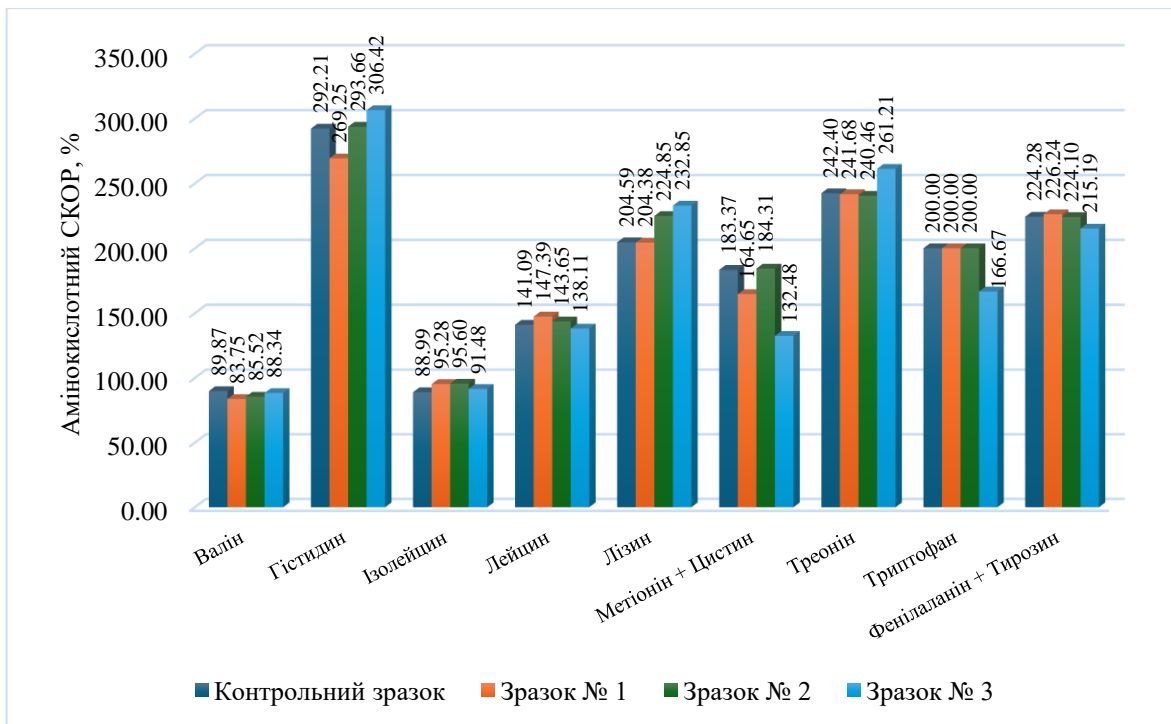


Рисунок 4.17. Амінокислотний скор досліджуваних зразків натуральних маринованих напівфабрикатів із м'яса дикого кабана, %

У результаті проведеного аналізу встановлено, що найвищий вміст серед незамінних амінокислот характерний для гістидину - 269,25% – 306,42%, лізину - 204,59% - 232,85% та треоніну - 240,46% - 261,21%. Це свідчить про достатній рівень незамінних амінокислот у складі білків досліджуваних зразків натуральних маринованих напівфабрикатів, які регулюють метаболічні процеси та приймають участь у синтезі білків. На середньому рівні знаходиться вміст лейцину - 138,11% - 147,65% та ізолейцину - 88,99% - 95,6%, що відповідає притаманному м'ясній сировині амінокислотного складу. Вміст валіну дещо нижчий, у порівнянні з іншими незамінними амінокислотами, та коливається в межах від 83,75% до 89,87%.

У порівнянні з іншими незамінними амінокислотами рівень метіоніну із цистином нижчий, що характерно для більшості білків м'яса. У середній кількості містяться фенілаланін із тирозином - 215,19% - 226,24% та триптофаном - 166,67% - 200,0%.

Аналіз результатів свідчить про відносно збалансований склад незамінних амінокислот досліджуваних зразків, оскільки основні НАК містяться у порівняно однаковій концентрації. Отже, можна стверджувати, що досліджувані зразки натуральних маринованих напівфабрикатів із м'яса дикого кабана мають високий біологічний потенціал білку та спроможність у забезпеченні необхідними амінокислотами організму людини.

Розрахунок біологічної цінності натуральних маринованих напівфабрикатів дозволяє оцінити повноцінність та збалансованість за амінокислотним складом, оскільки розрахунок ґрунтується на порівнянні еталонного білка за ФАО/ВООЗ із амінокислотним складом білку досліджуваного продукту [152]. Результати розрахунків біологічної цінності експериментальних натуральних напівфабрикатів із м'яса дикого кабана представлені у таблиці 4.7 .

Таблиця 4.7

Показники біологічної цінності натуральних маринованих напівфабрикатів із м'яса дикого кабана, $M \pm m$ ($n=3$, $p \leq 0,95$)

Показник	Контрольний зразок	Зразок №1	Зразок №2	Зразок №3
Потенційна біологічна цінність білка (БЦп), %	48,049±2,331	46,169±3,018	45,483±3,326	48,695±3,187
Коефіцієнт різниці амінокислотного скору (КРАС), %	51,951±2,229	53,831±2,812	54,517±3,118	51,305±2,159
Коефіцієнт утилітарності АКС білка U, ум. од.	5,19±0,95	5,17±0,88	5,08±0,81	5,15±0,91
Коефіцієнт порівняльної надлишковості σ , г/100 г еталонного білка	2,277±0,931	1,896±0,752	2,008±0,915	2,304±0,931
Співвідношення НАК / ЗАК	0,882	0,868	0,920	0,888

Показник потенційної біологічної цінності білка показує здатність білка щодо забезпечення організму людини незамінними амінокислотами та участі у синтезі білків організму [152].

Розрахунок потенційної біологічної цінності білка досліджуваних зразків вказує, що найнижче значення БЦп має зразок № 2 із використанням порошку сушених плодів чорної смородини, що на 2,6 % менший у порівнянні із контрольним зразком. Використання сушених плодів журавлини (зразок № 1) також сприяє зниженню БЦп на 1,88 %, порівняно з контролем. Додавання бальзамічного оцту (зразок № 3) позитивно впливає на БЦп, та підвищує його на 0,64 % порівняно з показниками контролю.

Розрахунок коефіцієнту різниці амінокислотного скору дозволяє оцінити дисбаланс незамінних амінокислот білка у порівнянні з еталонним білком. Аналіз проведених розрахунків КРАС досліджуваних зразків свідчить про недостатню збалансованість незамінних амінокислот у складі білка.

У порівнянні із контрольним зразком найвищий дисбаланс незамінних амінокислот має зразок № 1 (із додаванням порошку сушених плодів журавлини) – 54,517 %, що на 2,6 % більше порівняно з контролем. Використання порошку сушених плодів чорної смородини (зразок № 2) підвищує дисбаланс амінокислот на 1,88 %, тоді, як використання бальзамічного оцту чорної смородини (зразок № 3) зменшує дисбаланс на - 0,6 % порівняно з аналогічним показником м'яса контрольної групи.

Ефективність використання амінокислот для синтезу білків організмом характеризує коефіцієнт утилітарності амінокислотного скору білка, та визначає відповідність фізіологічним потребам організму [152].

Досліджувані зразки мають стабільні значення коефіцієнту утилітарності, які вказують на відсутність різких відхилень, та загальну прийнятну узгодженість амінокислотного складу з фізіологічними потребами організму людини.

Надлишкову кількість незамінних амінокислот, щодо потреб організму людини характеризує коефіцієнт порівняльної надлишковості, який показує

кількість амінокислот, які не беруть участі у процесах синтезу білків та може бути використана на покриття енергетичних потреб організму. Для усіх досліджуваних зразків коефіцієнт порівняльної надлишковості має оптимальне значення та коливається в межах від 1,896 до 2,304 г/100 г еталонного білка.

Харчову цінність білка та можливість забезпечення організму незамінними амінокислотами характеризує співвідношення незамінних до замінних амінокислот [152].

Результати розрахунку співвідношення незамінних до замінних амінокислот для досліджуваних зразків знаходяться в межах 0,868 - 0,920, що характерне для високоякісних білків тваринного походження.

Жирнокислотний склад ліпідів м'ясної сировини є одним із визначальних показників її харчової, біологічної та технологічної цінності. Саме співвідношення насичених, мононенасичених і поліненасичених жирних кислот формує нутриціологічну повноцінність м'яса, впливає на процеси окиснювальної стабільності ліпідів, структурно-механічні властивості м'язової тканини та органолептичні характеристики готових продуктів. У зв'язку з цим дослідження жирнокислотного складу є необхідним етапом комплексної оцінки якості м'ясної сировини та продуктів її переробки.

Сучасні уявлення про роль ліпідів у харчуванні людини ґрунтуються на необхідності оптимізації співвідношення насичених і ненасичених жирних кислот, а також балансуванні родин ω -6 та ω -3 поліненасичених жирних кислот. Надмірний вміст насичених жирних кислот у раціоні пов'язують із підвищенням ризику серцево-судинних захворювань, тоді як моно- та поліненасичені жирні кислоти, зокрема лінолева, α -ліноленова, ейкозапентаєнова та докозагексаєнова, відіграють важливу роль у регуляції ліпідного обміну, функціонуванні клітинних мембран і синтезі біологічно активних сполук. Тому визначення якісного та кількісного складу жирних кислот у м'ясі різних видів тварин є важливим критерієм оцінювання його біологічної повноцінності.

Особливий науковий інтерес становить м'ясо диких тварин, зокрема дикого кабана, яке характеризується специфічними умовами формування ліпідного профілю, зумовленими природним типом живлення, високою руховою активністю та відсутністю інтенсивних технологій відгодівлі. Це обумовлює відмінності у співвідношенні жирних кислот порівняно з м'ясом сільськогосподарських тварин і визначає його потенційно вищу біологічну цінність. У зв'язку з цим дослідження жирнокислотного складу м'яса дикого кабана та продуктів його переробки є актуальним напрямом сучасних наукових досліджень у галузі харчових технологій.

Враховуючи викладене, визначення жирнокислотного складу досліджуваної сировини та оцінювання співвідношення основних груп жирних кислот дозволяє об'єктивно охарактеризувати її харчову цінність, прогнозувати технологічні властивості та обґрунтувати доцільність використання у виробництві натуральних маринованих напівфабрикатів.

Результати аналізу жирнокислотного складу досліджуваних зразків напівфабрикатів наведено у таблицях 4.8 – 4.10, де представлено вміст окремих жирних кислот та їх сумарних фракцій до загальної кількості ідентифікованих жирних кислот.

Таблиця 4.8

Вміст насичених жирних кислот у натуральних маринованих напівфабрикатах, % до загальної кількості жирних кислот, $M \pm m$ ($n=3$, $p \leq 0,95$)

Найменування жирної кислоти	Контрольний зразок	Зразок № 1	Зразок № 2	Зразок № 3
Насичені жирні кислоти				
Масляна C _{4:0}	0,003±0,000	0,100±0,006	0,091±0,005	0,061±0,004
Капронова C _{6:0}	Не виявлено	0,052±0,002	0,040±0,002	0,031±0,0001
Каприлова C _{8:0}	Не виявлено	0,031±0,0001	0,043±0,0001	0,021±0,0001

Продовження таблиці 4.8

Капринова C 10:0	Не виявлено	0,112±0,004	0,129±0,005	0,121±0,005
Ундеканова C 11:0	Не виявлено	0,001±0,0001	0,001±0,0001	0,001±0,0001
Лауринова C 12: 0	Не виявлено	0,149±0,013	0,169±0,015	0,127±0,011
Тридецилова C 13:0	Не виявлено	0,003±0,0001	0,003±0,0001	0,001±0,0001
Міристинова C 14:0	Не виявлено	1,315±0,097	1,615±0,119	1,446±0,107
Пентадеканов а C 15:0	0,002±0,001	0,067±0,004	0,081±0,004	0,067±0,004
Пальмітинова C 16:0	25,127±0,771	23,102±0,699	23,359±0,702	24,154±0,723
Маргаринаова C 17:0	0,209±0,006	0,243±0,006	0,233±0,006	0,235±0,006
Стеаринова C 18:0	13,520±0,004	11,434±0,001	11,484±0,004	12,760±0,006
Арахінова C20:0	0,226±0,006	0,182±0,005	0,176±0,005	0,234±0,007
Генейкозанова C21:0	0,003±0,0001	0,003±0,0001	0,009±0,0001	0,006±0,0001
Бегенова C22:0	0,001±0,0001	0,008±0,0001	0,003±0,0001	0,001±0,0001
Трикозанова C23:0	0,008±0,0001	0,003±0,0001	Не виявлено	0,002±0,0001
Лігноцеринова C24:0	0,046±0,002	0,076±0,003	0,058±0,002	0,041±0,002

Важливими структурними елементами ліпідів є жирні кислоти, вони відіграють ключову роль у таких функціях організму людини, як енергетична, структурна та регуляторна. Жирні кислоти є компонентами тригліцеридів, фосфоліпідів та стеринів, утворюють структуру мембран клітин, задіяні у синтезі біологічно активних речовин.

Аналіз результатів досліджень вмісту насичених жирних кислот у натуральних маринованих напівфабрикатах з м'яса дикого кабана показує, що усі досліджувані зразки містять пальмітинову та стеаринову насичену жирну кислоту, які входять до складу мембран клітин та забезпечують їх міцність,

сприяють засвоєванню вітамінів та мікроелементів. У зразках із використанням фруктово-ягідних компонентів присутня міристинова насичена жирна кислота, яка впливає на функціонування імунної системи організму та сприяє закріпленню білків на мембранах клітин. Також у зразках із використанням порошку сушених плодів журавлини, чорної смородини та бальзамічного оцту чорної смородини виявлено капронову, каприлову, ундеканову, лауринову жирні кислоти, тоді як, у контрольному зразку вони відсутні.

Таблиця 4.9

Вміст мононенасичених жирних кислот у натуральних маринованих напівфабрикатах, % до загальної кількості жирних кислот, $M \pm m$ ($n=3$, $p \leq 0,95$)

Найменування жирної кислоти	Контрольний зразок	Зразок № 1	Зразок № 2	Зразок № 3
Мононенасичені				
Міристолеїнова C 14:1	0,001±0,000	0,032±0,003	0,038±0,003	0,018±0,001
Пентадеценова C15:1	Не виявлено	0,004±0,0001	0,003±0,0001	0,005±0,0001
Пальмітоолеїнова C 16:1	2,666±0,076	2,750±0,077	2,721±0,076	2,732±0,076
Гептадеценова C 17:1	0,137±0,001	0,155±0,001	0,159±0,001	0,154±0,001
Олеїнова C 18:1 n 9 c	43,367±0,435	42,148±0,442	42,996±0,459	41,009±0,443
Ейкозенова C20:1	0,543±0,012	0,753±0,016	0,642±0,014	0,608±0,013
Ерукова C22:1 n 9	0,071±0,0001	0,092±0,0001	0,089±0,0001	0,075±0,0001
Нервонова C24:1	0,098±0,012	0,032±0,004	0,002±0,0001	0,004±0,0001

Мононенасичені жирні кислоти стабілізують клітинні мембрани, регулюють обмін ліпідів та покращують засвоєвання жиророзчинних вітамінів організмом людини. Ключовою мононенасиченою жирною кислотою є олеїнова кислота, яка має позитивний вплив на серцево-судинну систему

людини за рахунок збільшення рівня ліпопротеїнів високої щільності та зменшення рівня ліпопротеїнів низької щільності.

Аналіз результатів досліджень представлених у таблиці 4.9 показує, що натуральні мариновані напівфабрикати з м'яса дикого кабана мають високий вміст олеїнової кислоти - 41 % - 44 %. Водночас, додавання сушених та подрібнених плодів журавлини (зразок № 1) зменшує кількість олеїнової кислоти - на 1,21 %, чорної смородини (зразок № 2) - на 0,38 %, бальзамічного оцту чорної смородини (зразок № 3) - на 2,35 %, що свідчить про незначний негативний вплив фруктово-ягідних компонентів.

Таблиця 4.10

Вміст поліненасичених жирних кислот у натуральних маринованих напівфабрикатах, % до загальної кількості жирних кислот, $M \pm m$ (n=3, $p \leq 0,05$)

Найменування жирної кислоти	Контрольний зразок	Зразок № 1	Зразок № 2	Зразок № 3
ω -3				
α -Ліноленова C 18:3 n 3	0,931 \pm 0,064	0,788 \pm 0,055	0,755 \pm 0,052	0,877 \pm 0,061
Ейкозатрієнова C20:3 n 3	0,250 \pm 0,002	0,748 \pm 0,004	0,523 \pm 0,003	0,493 \pm 0,003
Ейкозапентаєнова C20:5 n 3	0,004 \pm 0,0001	0,014 \pm 0,002	0,005 \pm 0,001	0,003 \pm 0,0001
Докозагексаєнова C 22:6 n 3	0,044 \pm 0,0001	0,099 \pm 0,001	0,066 \pm 0,0001	0,073 \pm 0,0001
ω -6				
Лінолева C 18:2 n 6 c	10,821 \pm 0,365	12,794 \pm 0,437	12,373 \pm 0,426	12,181 \pm 0,420
γ -ліноленова C 18:3 n 6	0,017 \pm 0,0001	0,024 \pm 0,001	0,067 \pm 0,002	0,035 \pm 0,001
Ейкозадієнова C20:2	0,454 \pm 0,012	0,408 \pm 0,011	0,451 \pm 0,012	0,488 \pm 0,013
ціс-8,11,14- ейкозатрієнова C20:3n6	0,104 \pm 0,003	0,122 \pm 0,003	0,114 \pm 0,003	0,116 \pm 0,003

Продовження таблиці 4.10

Арахідонова C20:4 n 6	0,146±0,012	0,579±0,048	0,399±0,033	0,288±0,024
Докозадієнова C22:2	0,004±0,0001	0,008±0,0001	0,001±0,0001	0,024±0,001
ω-9				
Елаїдинова С 18:1 n-9 т	1,194±0,009	1,562±0,012	1,095±0,009	1,505±0,012
Олеїнова С 18:1 n-9 с	43,367±0,435	42,148±0,442	42,996±0,459	41,009±0,443

Найважливішими поліненасиченими жирними кислотами родини ω-3 є α-ліноленова, ейкозапентаєнова та докозагексаєнова, оскільки вони приймають участь у функціонуванні нервової системи, зорової сенсорної системи та процесах розвитку мозку. Важливим структурним елементом мембран клітин сітківки ока та нейронів є докозагексаєнова кислота, вміст якої у досліджуваних зразках підвищується у порівнянні з контрольним зразком.

Також, важливими поліненасиченими жирними кислотами родини ω-6 є лінолева кислота, яка є попередником синтезу деяких біологічно активних речовин, вміст якої у натуральних маринованих напівфабрикатах з м'яса дикого кабана підвищується майже - на 2 %, підвищується також вміст арахідонової кислоти, яка є важливою у регулюванні запальних процесів у зразках із додаванням фруктово-ягідних інгредієнтів у порівнянні із контрольним зразком.

Співвідношення жирних кислот є важливою характеристикою харчової цінності ліпідів натуральних маринованих напівфабрикатів. Оптимальний баланс яких забезпечує структурно-функціональну цілісність клітинних мембран, стабілізує ліпідний обмін та зменшує ризик розвитку метаболічних порушень. Таким чином, жирні кислоти забезпечують нормальне функціонування організму людини, а збалансований жирнокислотний склад харчових продуктів забезпечує повноцінне та здорове харчування. Показники

біологічної ефективності ліпідів натуральних маринованих напівфабрикатів із м'яса дикого кабана представлені на рисунках 4.18 -4.19 та таблиці 4.11.

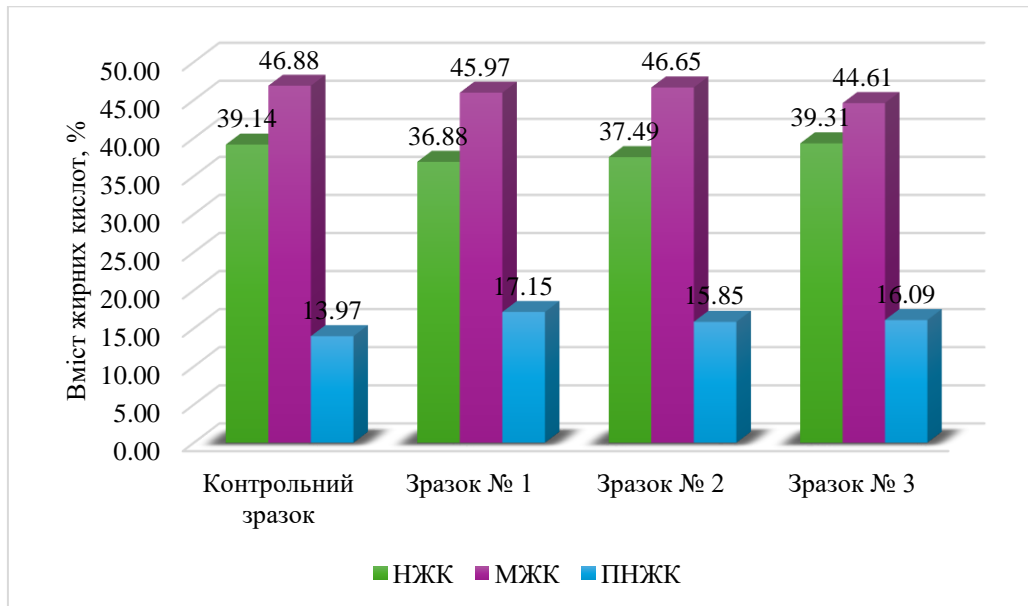


Рисунок 4.18. Сума насичених, мононенасичених та поліненасичених жирних кислот у досліджуваних зразках

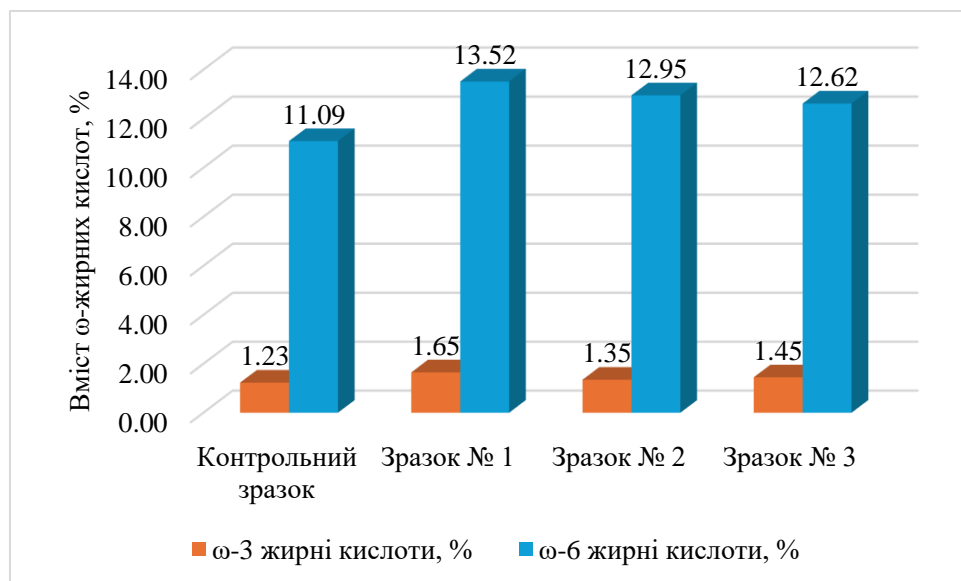


Рисунок 4.19. Вміст omega-3 та omega-6 у досліджуваних зразках

Співвідношення показників біологічної ефективності ліпідів мають значне використання при оцінюванні харчової цінності не лише м'ясних напівфабрикатів, а й продуктів його переробки. Це дозволяє визначати баланс

жирнокислотного складу та передбачити потенційний вплив ліпідів на функціонування метаболічних процесів [154].

Співвідношення жирних кислот дозволяє охарактеризувати біологічну цінність поліненасичених жирних кислот відносно насичених, що є одним із ключових показників оцінки якості ліпідів з точки зору нутриціології [155].

Таблиця 4.11

Показники біологічної ефективності ліпідів натуральних маринованих напівфабрикатів з м'яса дикого кабана

Ліпіди	НЖК:МНЖК: ПНЖК [156]	ПНЖК: НЖК	Лінолева (18:2) :Олеїнова (18:1)	$\omega 6:\omega 3$
Гіпотетичний ідеальний жир	1:1:1	0,2:0,4	> 0,25	10:1
Контрольний зразок	1:1,19:0,35	0,35:1	1:0,25	9,01:1
Зразок № 1	1:1,25:0,47	0,47:1	1:0,30	8,19:1
Зразок № 2	1:1,24:0,42	0,42:1	1:0,29	9,59:1
Зразок № 3	1:1,13:0,41	0,41:1	1:0,3	8,7:1

Аналіз співвідношення жирних кислот натуральних маринованих напівфабрикатів із м'яса дикого кабана показав, що досліджувані зразки мають наближені показники біологічної ефективності жирів до гіпотетичного ідеального жиру, що важливо при оцінюванні якості жирової фракції напівфабрикатів, та дозволяє підтвердити доцільність використання м'яса дикого кабана і фруктово-ягідних компонентів у технології м'ясних натуральних напівфабрикатів.

Мінеральні речовини є важливою складовою харчової цінності м'ясної сировини, оскільки вони беруть участь у регуляції численних біохімічних і фізіологічних процесів організму людини. Макроелементи забезпечують підтримання водно-електролітного балансу та структурну організацію тканин, тоді як мікроелементи входять до складу ферментів, гормонів та білкових комплексів, що регулюють метаболізм. Навіть у дуже малих концентраціях ці

елементи виконують ключові функції у процесах кровотворення, імунної відповіді, антиоксидантного захисту та енергетичного обміну. У зв'язку з цим оцінювання мінерального складу м'ясної сировини є важливим етапом визначення її харчової та біологічної цінності [157, 158, 159, 160, 161, 162, 163]. Біологічна роль окремих мінеральних елементів, визначених у м'ясі, наведена в таблиці 4.12

Таблиця 4.12

Біологічна роль та функції мінеральних речовин для організму людини

Мінеральні речовини	Біологічна роль	Функції	10 % від адекватної добової потреби споживання
Кальцій (Ca), мг/добу	Основний компонент кісткової тканини, бере участь у скороченні м'язів, передачі нервових імпульсів та згортанні крові	Формує кістки та зуби, регулює нервово-м'язову діяльність	110–120
Калій (K), мг/добу	Головний внутрішньоклітинний катіон, регулює осмотичний баланс і роботу серцевого м'яза	Забезпечує електролітний баланс та функціонування серцево-судинної системи	260-340
Магній (Mg), мг/добу	Кофактор понад 300 ферментативних реакцій, бере участь у синтезі АТФ	Важливий для енергетичного обміну та роботи нервової системи	50-40
Залізо (Fe), мг/добу	Компонент гемоглобіну та міоглобіну, забезпечує транспорт кисню	Необхідне для кровотворення та енергетичного метаболізму	1,5–1,7
Цинк (Zn), мг/добу	Регулює активність ферментів, синтез ДНК та імунні процеси	Важливий для імунітету, росту та репарації тканин	1,2–1,5
Мідь (Cu), мг/добу	Входить до складу ферментів антиоксидантної системи, бере участь у кровотворенні	Сприяє метаболізму заліза та синтезу сполучної тканини	0,1

Продовження таблиці 4.12

Марганець (Mn), мг/добу	Активатор ферментів, бере участь у метаболізмі амінокислот та вуглеводів	Важливий для формування кісток та антиоксидантного захисту	0,2
Молібден (Mo), мкг/добу	Компонент ферментів (ксантинооксидази, сульфітоксидази)	Участь у метаболізмі амінокислот та детоксикації	0,07
Кобальт (Co), мкг/добу	Складова частина вітаміну B ₁₂	Необхідний для кровотворення та синтезу ДНК	≈2.4 (у складі вітаміну B ₁₂)
Хром (Cr), мкг/добу	Може брати участь у регуляції вуглеводного обміну та чутливості до інсуліну	Потенційно впливає на метаболізм глюкози	0,005

Джерело: сформовано автором

Вміст макро- та мікроелементів у м'ясі значною мірою залежить від виду тварини, умов її вирощування, характеру живлення та технологічних способів оброблення сировини. М'ясо дикого кабана, сформоване в природних умовах, характеризується специфічним мінеральним профілем, що обумовлює науковий інтерес до його детального дослідження, особливо при використанні у виробництві натуральних маринованих напівфабрикатів.

Процес маринування може впливати на кількісний вміст і співвідношення мінеральних елементів у м'язовій тканині внаслідок перебігу дифузійно-осмотичних процесів, зміни кислотності середовища та взаємодії компонентів маринаду з білковими структурами м'яса. Водночас важливим аспектом є контроль вмісту як есенціальних елементів, що формують біологічну цінність продукту, так і потенційно токсичних важких металів, рівень яких регламентується санітарно-гігієнічними нормативами безпечності харчових продуктів.

З метою оцінювання харчової цінності та безпечності розроблених натуральних маринованих напівфабрикатів із м'яса дикого кабана було визначено вміст макро- та мікроелементів у дослідних зразках. Результати дослідження мінерального складу наведено в таблиці 4.13, де представлено кількісний вміст визначених елементів та їх відповідність допустимим нормативним значенням.

Таблиця 4.13

Мінеральний склад натуральних маринованих напівфабрикатів з м'яса дикого кабана, мг/100 г продукту, $M \pm m$ ($n=5$, $p \leq 0,05$)

Мінеральні речовини	Контрольний зразок	Зразок № 1	Зразок № 2	Зразок № 3
Макроелементи				
Магній (Mg)	21,61±0,216	26,79±0,268	28,28±0,283	25,61±0,256
Калій (K)	224,3±2,243	219,4±2,194	233,1±2,331	232,00±2,32
Кальцій (Ca)	5,576±0,56	6,551±0,66	6,136±0,61	10,95±0,11

Продовження таблиці 4.13

Есенціальні мікроелементи				
Хром (Cr)	0,0031±0,0001	0,0017±0,0001	0,0045±0,0001	0,0049±0,0002
Залізо (Fe)	2,37±0,24	4,166±0,42	5,503±0,55	3,92±0,39
Мідь (Cu)	0,0351±0,005	0,0435±0,0002	0,0465±0,0002	0,026±0,0006
Цинк (Zn)	2,948±0,322	3,515±0,35	4,686±0,47	2,89±0,29
Марганець (Mn)	0,0083±0,0008	0,051±0,005	0,106±0,011	0,22±0,022
Молибден (Mo)	0,061±0,006	0,023±0,0023	0,016±0,0016	0,01±0,0011
Кобальт (Co)	≤0,0005	≤0,0005	≤0,0005	≤0,0005
Мікроелементи				
Нікель (Ni)	0,008±0,0002	0,0476±0,007	0,00836±0,0004	0,011±0,003
Алюміній (Al)	0,187±0,019	0,24±0,024	0,667±0,067	1,38±0,014

Результати досліджень вмісту мінеральних речовин натуральних маринованих напівфабрикатів з м'яса дикого кабана показують, що використання фруктово-ягідних інгредієнтів значно підвищують вміст деяких мінеральних елементів, зокрема заліза та цинку.

Беручи до уваги різну потребу організму людини у мінеральних елементах, нами здійснено розрахунок забезпечення потреб організму людини в есенціальних, макро- та мікроелементах за умови споживання 100 грамів натуральних маринованих напівфабрикатів з м'яса дикого кабана. Отримані результати представлені на рисунках 4.20 – 4.21.

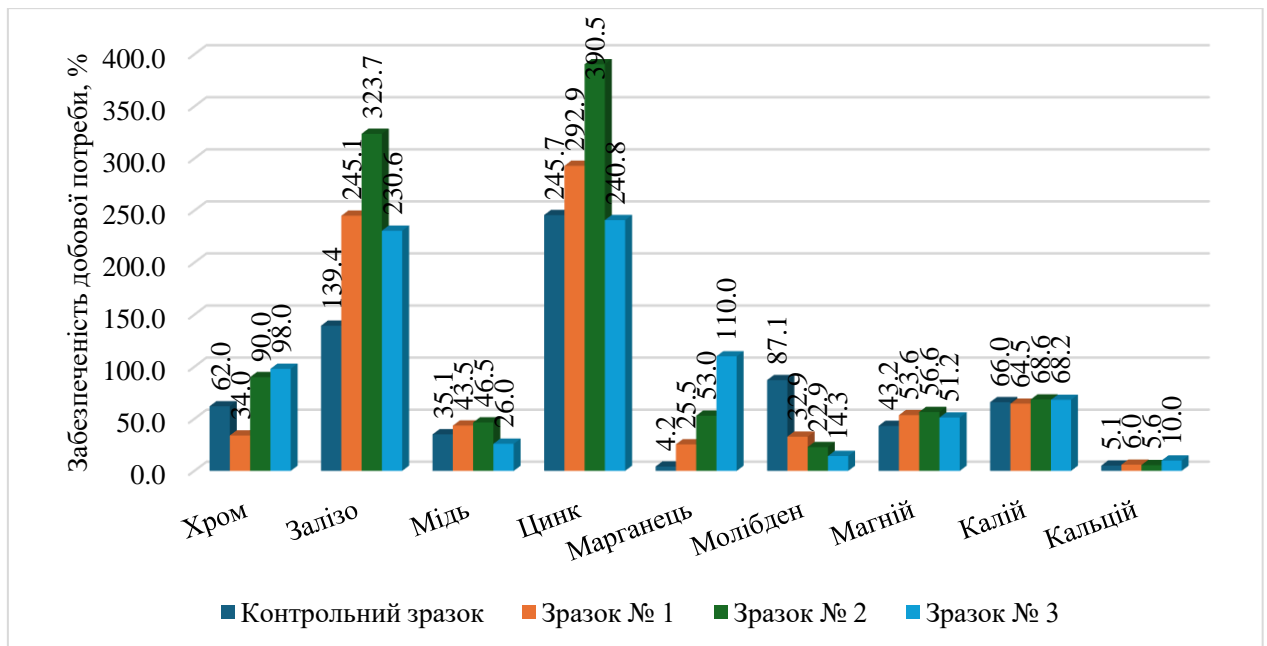


Рисунок 4.20. Забезпеченість добової потреби мінеральними речовинами для жінок

Аналіз результатів розрахунку забезпеченості для жінок добової потреби мінеральними речовинами показує, що рівень забезпечення добової потреби жінок у мінеральних речовинах суттєво варіює залежно від зразка. Найвищі показники спостерігаються для цинку, і становлять 240,8 - 390,5 % та заліза - від 139,4 % до 323,7, особливо у зразку №2, що свідчить про високу біологічну цінність продукту. Також відзначається значне покриття потреби у хромі - від 62,0 % до 90,0 % та марганці від 4,2 % до 110,0 %.

Водночас для магнію, калію та міді рівень забезпечення є помірним, тоді як кальцій характеризується найнижчими значеннями. Загалом зразок №2 демонструє найвищий рівень забезпечення мінеральними речовинами, тоді як інші зразки мають більш збалансовані, але нижчі показники.

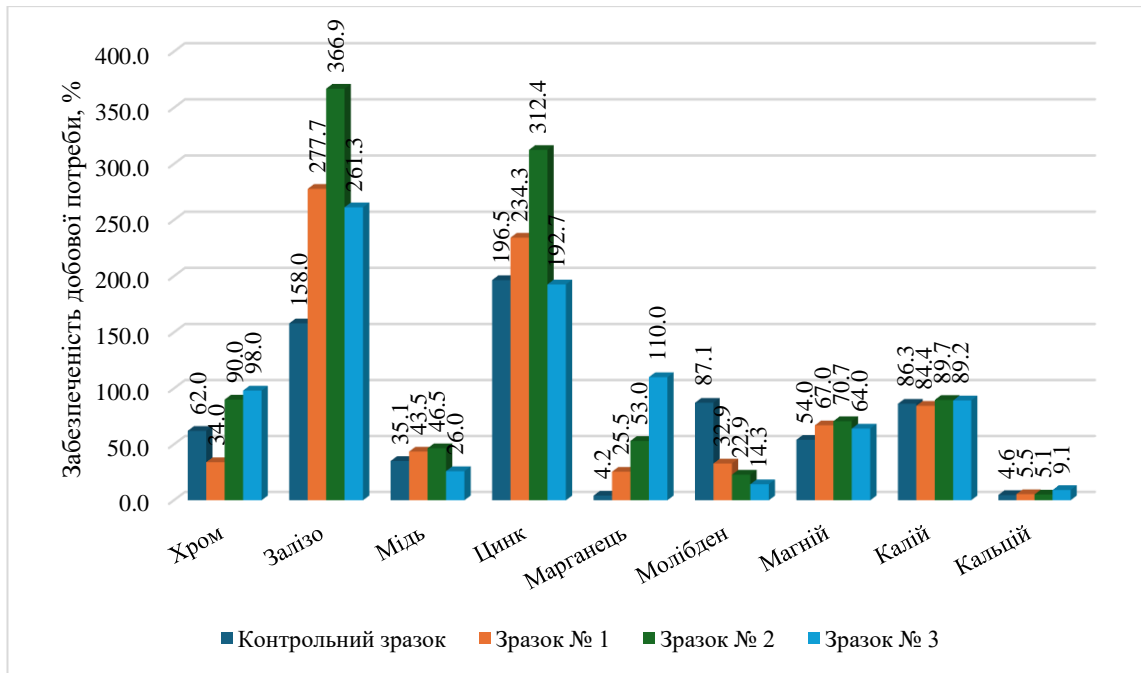


Рисунок 4.21. Забезпеченість добової потреби мінеральними речовинами для чоловіків

Аналіз наведених даних на графіку показує, що рівень забезпечення добової потреби чоловіків у мінеральних речовинах варіює між зразками, причому найвищі значення спостерігаються для заліза - 158,0 % – 366,9 % та цинку - 192,7 % - 312,4 %, особливо у зразку №2. Високий рівень покриття також характерний для марганцю для зразка № 3 – 110,0 % та хрому - 98,0 %.

Показники для магнію та калію є стабільними та знаходяться на середньому рівні, тоді як кальцій характеризується найнижчим забезпеченням. Загалом зразок №2 демонструє найвищу мінеральну цінність, тоді як інші зразки мають дещо нижчі, але збалансовані показники.

Контроль вмісту токсичних речовин у складі натуральних маринованих напівфабрикатів є одним із ключових характеристик безпечності продукту. Оскільки, наявність токсичних елементів може спровокувати гострі отруєння та хронічні захворювання, зокрема руйнування печінки, нирок, а також ураження нервової системи людини. Результати досліджень токсичних речовин наведені у таблиці 4.14.

Таблиця 4.14

Вміст токсичних речовин у натуральних маринованих напівфабрикатів з м'яса дикого кабана, мг/кг $M \pm m$ ($n=5$, $p \leq 0,05$)

Мінеральні речовини	Допустимі норми [145]	Контрольний зразок	Зразок № 1	Зразок № 2	Зразок № 3
Токсичні елементи					
Кадмій (Cd)	$\leq 0,05$ мг/кг	0,0025 \pm 0,0001	0,002 \pm 0,0001	0,002 \pm 0,0001	0,002 \pm 0,0001
Свинець (Pb)	$\leq 0,10$ мг/кг	0,0705 \pm 0,001	0,089 \pm 0,001	0,0803 \pm 0,0001	0,0693 \pm 0,0001
Ртуть (Hg)	$\leq 0,03$ мг/кг	0,0088 \pm 0,0001	0,0020 \pm 0,0001	0,0019 \pm 0,0001	0,0020 \pm 0,0001

Відповідно до отриманих результатів досліджень натуральних маринованих напівфабрикатів встановлено, що вміст токсичних елементів не перевищує допустимі норми у всіх досліджуваних зразках. Також, встановлено, що додавання фруктово-ягідних компонентів значно знижують вміст ртуті та кадмію.

Таким чином, використання фруктово-ягідних інгредієнтів у натуральних маринованих напівфабрикатах із м'яса дикого кабана дозволяє отримати безпечний продукт із високим вмістом есенціальних мінеральних речовин, зокрема заліза, цинку, хрому та магнію.

4.8. Дослідження динаміки змін мікробіологічних показників натуральних маринованих напівфабрикатів

Дослідження мікробіологічних показників є важливим етапом при виробництві натуральних напівфабрикатів з м'яса, оскільки м'ясна сировина містить значну кількість білків, вологи та має оптимальне значення рН для розвитку мікроорганізмів, зокрема патогенних бактерій роду *Salmonella spp.*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, та токсиноутворюючих мікроорганізмів, які викликають харчові отруєння.

Контроль мікробіологічних показників дозволяє уникнути поширення харчових інфекцій та інтоксикацій.

Мікробіологічні показники дозволяють визначити терміни придатності, свіжість та коректність умов зберігання напівфабрикату. Рівень загального бактеріального забруднення відображає показник кількості мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів (КМАФАнМ).

Мікробіологічні дослідження дозволяють провести оцінку ефективності рецептур маринадів для натуральних напівфабрикатів, визначити умови для уповільнення розвитку патогенної мікрофлори та запобігти втратам при виробництві. Проведення мікробіологічних досліджень є обов'язковою вимогою санітарно-гігієнічного законодавства та системи управління безпечністю харчових продуктів (НАССР). Дотримання цих вимог забезпечує виробництво безпечних і якісних м'ясних напівфабрикатів, що відповідають встановленим національним і міжнародним стандартам. Крім того, підтверджена відповідність мікробіологічним критеріям є необхідною передумовою для виходу продукції на зовнішні ринки та розширення її експортного потенціалу [164, 165, 166].

Отримані результати досліджень мікробіологічних показників маринованих натуральних напівфабрикатів із м'яса дикого кабана впродовж терміну зберігання при температурі 4 ± 2 °C представлені у таблиці 4.15.

Таблиця 4.15

Зміна мікробіологічних показників натуральних маринованих напівфабрикатів у процесі зберігання, $M \pm m$ ($n=5$, $p \leq 0,05$)

Показник	Допустимі норми	Термін зберігання, діб	Контрольний зразок	Зразок № 1	Зразок № 2	Зразок № 3
Кількість мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів (МАФАнМ), КУО/г.	Не більше $5,0 \times 10^6$ КУО/г [167]	0	$3,3 (\pm 0,01) \times 10^5$	$2,8 (\pm 0,01) \times 10^5$	$2,7 (\pm 0,01) \times 10^5$	$4,6 (\pm 0,01) \times 10^4$
		3	$1,3 (\pm 0,03) \times 10^6$	$8,8 (\pm 0,02) \times 10^5$	$7,5 (\pm 0,02) \times 10^5$	$3,9 (\pm 0,03) \times 10^5$
		5	$7,9 (\pm 0,01) \times 10^6$	$5,8 (\pm 0,03) \times 10^6$	$5,1 (\pm 0,01) \times 10^6$	$3,0 (\pm 0,01) \times 10^6$
		7	$4,5 (\pm 0,02) \times 10^7$	$4,4 (\pm 0,01) \times 10^7$	$3,1 (\pm 0,03) \times 10^7$	$2,8 (\pm 0,02) \times 10^7$
		10	$7,1 (\pm 0,01) \times 10^8$	$5,1 (\pm 0,02) \times 10^7$	$4,8 (\pm 0,01) \times 10^7$	$4,0 (\pm 0,02) \times 10^7$
Бактерії групи кишкових паличок (коліформи) в 1,0 г.	Не допускаються [168]	0	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
		3	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
		5	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
		7	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
		10	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
Сульфитредукувальні клостридії, КОУ в 0,01 г.	Не допускаються [169]	0	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
		3	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
		5	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
		7	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
		10	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
Патогенні мікроорганізми, зокрема бактерії роду <i>Salmonella</i> , в 25,0 г.	Не допускаються [164]	0	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
		3	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
		5	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
		7	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
		10	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено

Мікробіологічні дослідження проводили відповідно до загальноприйнятих методик. Визначено показник загального бактеріологічного забруднення, досліджено санітарно-гігієнічний стан натуральних маринованих напівфабрикатів із м'яса дикого кабана на наявність бактерій групи кишкової палички (коліформи), сульфітредукувальних клостридій та патогенних мікроорганізмів, зокрема бактерії роду *Salmonella*.

За результатами мікробіологічних досліджень натуральних маринованих напівфабрикатів із м'яса дикого кабана встановлено, що протягом усього періоду зберігання спостерігалось поступове зростання кількості мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів (МАФАНМ), однак інтенсивність цього процесу суттєво залежала від складу маринаду.

На початку зберігання (0 доба) найнижчий рівень МАФАНМ був встановлений у зразку №3 з чорносмородиновим бальзамічним оцтом і становив $4,6 \times 10^4$ КУО/г, тоді як у контрольному зразку цей показник дорівнював $3,3 \times 10^5$ КУО/г, у зразку №1 — $2,8 \times 10^5$ КУО/г, а у зразку №2 — $2,7 \times 10^5$ КУО/г. Уже на 3-тю добу зберігання кількість мікроорганізмів у контролі зросла до $1,3 \times 10^6$ КУО/г, тоді як у дослідних зразках вона залишалася нижчою і становила $8,8 \times 10^5$, $7,5 \times 10^5$ та $3,9 \times 10^5$ КУО/г відповідно.

На 5-ту добу зберігання показник МАФАНМ у контрольному зразку досяг $7,9 \times 10^6$ КУО/г, що перевищувало допустиме значення ($5,0 \times 10^6$ КУО/г). У той же час у зразках №1 та №2 вміст мікроорганізмів становив $5,8 \times 10^6$ та $5,1 \times 10^6$ КУО/г, а у зразку №3 — лише $3,0 \times 10^6$ КУО/г, що відповідало встановленим нормативам.

Подальше зберігання супроводжувалося інтенсивним розвитком мікрофлори. На 7-му добу кількість МАФАНМ у контрольному зразку збільшилася до $4,5 \times 10^7$ КУО/г, тоді як у зразках №1, №2 та №3 вона становила $4,4 \times 10^7$, $3,1 \times 10^7$ та $2,8 \times 10^7$ КУО/г відповідно. На 10-ту добу максимальне значення було зафіксовано у контролі — $7,1 \times 10^8$ КУО/г, тоді як у дослідних зразках цей показник був нижчим і становив $5,1 \times 10^7$, $4,8 \times 10^7$ та $4,0 \times 10^7$ КУО/г відповідно.

Важливо відзначити, що протягом усього періоду досліджень у всіх зразках не було виявлено бактерій групи кишкових паличок (коліформ), сульфітредукувальних клостридій та патогенних мікроорганізмів, зокрема бактерій роду *Salmonella*, що свідчить про належний санітарно-гігієнічний стан продукції та безпечність використаної сировини.

Отримані результати підтверджують антимікробну дію фруктово-ягідних компонентів маринаду. Найкращий консервувальний ефект продемонстрував зразок №3 із чорносмородиновим бальзамічним оцтом, у якому протягом усього терміну зберігання спостерігалися найнижчі значення МАФАНМ, що може бути пов'язано з наявністю органічних кислот та поліфенольних сполук, здатних пригнічувати розвиток мікроорганізмів .

Впродовж 10 діб холодильного зберігання у всіх досліджуваних зразках не виявлено бактерій групи кишкової палички, сульфітредукуючих клостридій та патогенних мікроорганізмів зокрема бактерії роду *Salmonella*.

4.9. Математичне моделювання якісного стану зразків натуральних маринованих напівфабрикатів з м'яса дикого кабана із фруктово-ягідними інгредієнтами

Одним із ключових аспектів забезпечення якості натуральних маринованих напівфабрикатів з м'яса дикого кабана із використанням фруктово-ягідних інгредієнтів є визначення їх цінності за фізико-хімічними, функціонально-технологічними, мікробіологічними характеристиками та показниками біологічної цінності.

Спочатку, нами визначено оціночні якісні параметри досліджуваних натуральних маринованих напівфабрикатів з м'яса дикого кабана із фруктово-ягідними інгредієнтами.

Об'єктом досліджень у даній науковій роботі були використано 3 зразки м'ясних напівфабрикатів із розробленим рецептурним складом та контрольний зразок. Для оцінки якісного стану даної продукції використовувались інтервали еталонних або нормативних величин для кожного із обраних

параметрів якості. Величини якісних параметрів напівфабрикатів з м'яса дикого кабана визначались за результатами експериментальних досліджень. Середні величини даних характеристик для досліджуваних зразків продукції наведено у таблиці 4.16.

Таблиця 4.16

Вихідні дані для проведення математичного моделювання з оцінки якісного стану натуральних маринованих напівфабрикатів з м'яса дикого кабана із фруктових-ягідними інгредієнтами

Показник	Еталон	Тип показника	Контрольний зразок	Зразок № 1	Зразок № 2	Зразок № 3
Фізико-хімічні характеристики						
Масова частка білка, %	19-22	стимулятор	20,74	20,11	20,52	20,83
Масова частка жиру, %	3-6	оптимум	3,46	3,85	1,12	1,47
Масова частка мінеральних речовин, %	1,1-1,4	оптимум	1,29	1,46	1,68	1,24
Мікробіологічні характеристики						
Кількість МАФАНМ, КУО/г	$1 \times 10^5 - 5,0 \times 10^5$	дестимулятор	$2,3 \times 10^5$	$2,8 \times 10^5$	$9,7 \times 10^4$	$4,6 \times 10^4$
Функціонально-технологічні характеристики						
Вологозв'язуюча здатність (ВЗЗ), % до загальної вологи	60-70	стимулятор	60,02	62,1	66,42	68,94
Вологоутримуюча здатність (ВУЗ), %	70-80	стимулятор	71,65	70,21	72,82	72,38
Робота різання, Дж/см ²	1,5-3,5	оптимум	1,32	1,50	1,82	1,95
Зусилля зрізу, кН/м ²	150-200	дестимулятор	194,92	142,08	161,87	183,73
Показники біологічної цінності						
Жирнокислотний склад						
Омега-3 жирні кислоти, %	1-5	стимулятор	1,229	1,649	1,349	1,446
Амінокислотний склад						
Коефіцієнт різниці амінокислотного складу (КРАС), %	37-52	дестимулятор	51,951	53,831	54,517	51,305

Використовуючи метод математичного моделювання «факторними площами» здійснено розрахунок і побудову геометричних моделей якості дослідних зразків натуральних маринованих напівфабрикатів з м'яса дикого кабана, для чого використано 10 якісних експериментальних характеристик даної продукції з таблиці 4.16.

На 1 етапі моделювання перераховано зазначені параметри у безрозмірні одиниці, використовуючи відповідні еталонні характеристики. Результати проведеного розрахунку для 1 зразка м'ясних напівфабрикатів за розробленою рецептурою наведено у таблиці 4.17.

Таблиця 4.17

Розрахункові параметри для оцінки якісного стану зразка №1 м'ясних напівфабрикатів за розробленою рецептурою

№ п/п	Експериментальні характеристики	Нормативні дані			Обрані критерії оцінки якості			
		F_c	F_{max}	R_{max} , ум. од.	R_i , ум. од.	S_i, S_{max}, S_n , ум. од. ²	$K_{в\dot{я}}$	$K_{в\dot{н}}$
1	Масова частка білка, %	20,5	22	1,073	0,981	2,38 5,14 2,939	0,81	0,463
2	Масова частка жиру, %	4,5	9	2,0	0,856			
3	Масова частка мінеральних речовин, %	1,25	1,4	1,12	1,168			
4	Кількість МАФАНМ, × 10 ⁵ КУО/г	3	5	1,67	0,933			
5	Вологозв'язуюча здатність (ВЗЗ), % до загальної вологи	65	70	1,077	0,955			
6	Вологоутримуюча здатність (ВУЗ), %	75	80	1,067	0,936			
7	Робота різання, Дж/см ²	2,5	3,5	1,4	0,6			
8	Зусилля зрізу, кН/м ²	175	200	1,143	0,812			
9	Омега-3 жирні кислоти, %	3	5	1,67	0,55			
10	Коефіцієнт різниці амінокислотного складу (КРАС), %	44,5	52	1,17	1,21			

Примітка: F_c та F_{max} – відповідно середнє та максимальне значення еталонної характеристики оціночного параметру; R_{max} – граничні еталонні характеристики, перераховані у безрозмірні одиниці за максимальним нормативом, ум. од.; R_i – якісні характеристики досліджуваних зразків м'ясних напівфабрикатів за розробленою рецептурою, перераховані у безрозмірні одиниці за середнім нормативом, ум. од.; S_i – величина факторних площ для зразків м'ясних напівфабрикатів за розробленою рецептурою при

використанні обраних 10 параметрів якісного стану, ум. од2; S_n – величина нормативної факторної площі за середніми величинами еталонних параметрів, ум. од2; S_{max} – величина нормативної факторної площі за максимальними величинами еталонних параметрів, ум. од2; $k_{вія}$ та $k_{вгн}$ – критерії оцінки якісного стану досліджуваних зразків м'ясних напівфабрикатів відповідно за середніми та граничними еталонними характеристиками

Під час математичного моделювання якісного стану дослідних зразків натуральних маринованих напівфабрикатів з м'яса дикого кабана вважали, що обрані показники експериментальних досліджень м'ясних напівфабрикатів інтегрально описуються факторними площами, алгебраїчне співвідношення яких з відповідними нормативними площами дозволяє провести оцінку меж безпеки та тенденції ефективного використання експериментальних зразків (*перша гіпотеза*) [124, 125, 126]. Еквівалентність такої оцінки характеризується можливістю використання практично безмежного числа використаних експериментальних критеріїв, приймаючи до уваги обґрунтований вибір, яких забезпечує всебічну якісну експертизу (*друга гіпотеза*).

Перерахунок оціночних характеристик у безрозмірні величини здійснювали за співвідношенням до відповідних еталонних або нормативних їх значень з таблиці 4.16.

Результати розрахованих параметрів відклали по напівдіагоналях, застосовуючи полярні системи координат. Геометрична візуалізація моделі якісного стану конкретного зразка продукції була створена у вигляді неправильного 10-кутника площею S_i , а факторна нормативна площа S_n – у вигляді правильного 10-кутника, оскільки його напівдіагоналі становлять одиницю.

Алгебраїчний аналіз заданих геометричних фігур дав змогу вивести математичний алгоритм для 10-факторного простору [124, 125, 126].

$$S_{07} = 0,5 \sin \alpha \cdot [R_1 \cdot R_2 + R_2 \cdot R_3 + R_3 \cdot R_4 + R_4 \cdot R_5 + R_5 \cdot R_6 + R_6 \cdot R_7 + R_8 \cdot R_7 + R_8 \cdot R_9 + R_9 \cdot R_{10} + R_{10} \cdot R_1] \quad (4.1)$$

де $m = 10$ - кількість оціночних параметрів, яка відповідає кількості кутів багатокутника, що утворює його геометричну форму.

Еталонну або нормативну факторну площу для 10-факторного простору визначали, як для відповідної площі правильного багатокутника [1, 2, 3, 4]:

$$S_n = \frac{mR^2 \sin^2\left(\frac{180}{m}\right)}{\operatorname{tg}\left(\frac{180}{m}\right)} = mR^2 \sin\left(\frac{180}{m}\right) \cdot \cos\left(\frac{180}{m}\right) = 0,5mR^2 \sin\left(\frac{360}{m}\right) = 5 \sin 36 = 2,939 \text{ ум.од}^2 \quad (4.2)$$

Як критерії якості для досліджуваних зразків м'ясних маринованих напівфабрикатів обрано коефіцієнт відповідності заданому інтервалу якості $k_{\text{вія}}$ за середніми еталонними величинами оціночних характеристик та коефіцієнт відповідності граничним нормативам якості $k_{\text{вгн}}$ за максимальними еталонними величинами оціночних характеристик. Дані критерії оцінки визначали при допомозі формул (3) за співвідношеннями між наведеними вище факторними площами [124, 125, 126].

$$k_{\text{вія}} = S_i / S_n ; \quad k_{\text{вгн}} = S_i / S_{\text{max}} \quad (4.3)$$

Коефіцієнт відповідності заданому інтервалу якості $k_{\text{вія}}$ показує середню межу безпечності обраного зразка, тоді, як коефіцієнт відповідності граничним нормативам якості $k_{\text{вгн}}$ – граничну або максимальну межу.

Перераховані у безрозмірні величини, значення поточних якісних параметрів R_i з таблиці 4.17 нами побудовано факторні площі якісного стану для зразка №1 досліджуваних напівфабрикатів з м'яса дикого кабана та відповідного нормативного показника на основі двобічного оцінювання та показано на рисунку 4.22.

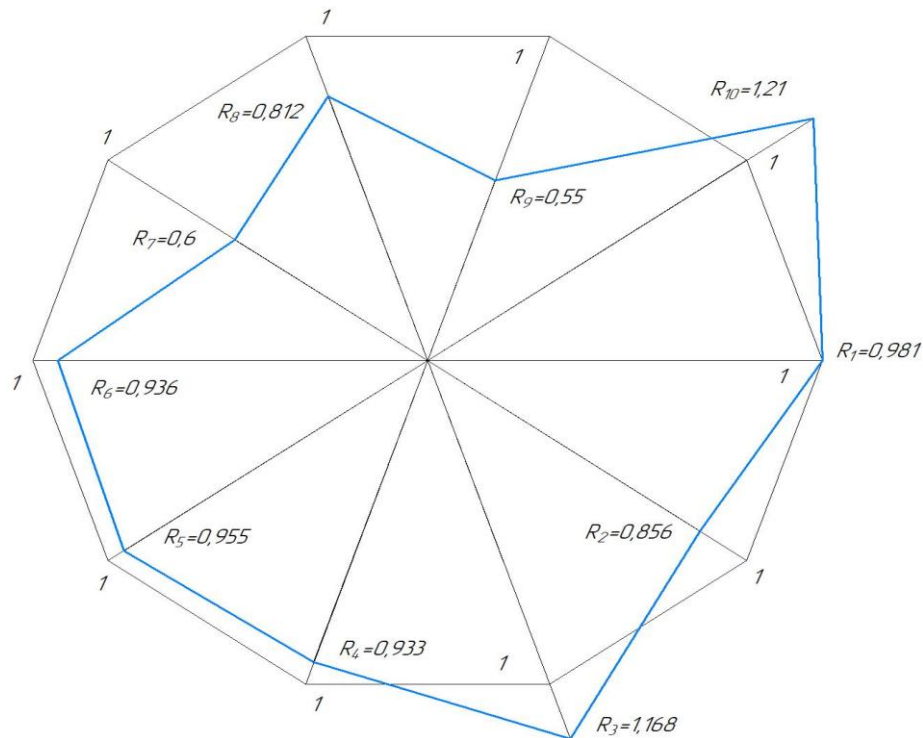


Рисунок 4.22. Моделі якісного стану зразка №1 експериментальних натуральних маринуваних м'ясних напівфабрикатів та середніми нормативними характеристиками

Графоаналітичний аналіз еталонної моделі та моделі якісного стану зразку №1 м'ясних напівфабрикатів на рисунку 4.22 показав, що факторна площа за експериментальними показниками достатньо рівномірно розподілена у нормативному факторному просторі. За диференціальною оцінкою спостерігається незначне перевищення середніх нормативних значень за масовою часткою мінеральних речовин та коефіцієнтом різниці амінокислотного складу відповідно на 17 % і 21%. Найбільш наближеними до середніх граничних величин, тобто найбільш ефективними за критеріями безпеки харчового продукту, виявились більшість оціночних параметрів, серед яких масові частки білка та жиру, кількість МАФАНМ, вологозв'язуюча та вологоутримуюча здатності, зусилля зрізу. Проте за вмістом омега-3 жирних кислот складають лише 55 % якісного рівня за середніми показниками. Така оцінка свідчить про достатньо високий якісний стан зразка №1 маринуваних напівфабрикатів із м'яса дикого кабана за розробленою рецептурою та

збалансований за фізико-хімічними, функціонально-технологічними, мікробіологічними характеристиками та показниками біологічної цінності.

Відповідно до наведеної вище методики обробки експериментальних даних для зразку № 2 досліджуваного напівфабрикату з м'яса дикого кабана у безрозмірні величини, отримано необхідні дані для побудови геометричних моделей та параметрів оцінки якісного стану, які наведені в таблиці 4.18.

Таблиця 4.18

Розрахункові параметри для оцінки якісного стану натуральних маринованих напівфабрикатів з м'яса дикого кабана досліджуваного зразка №2

№ п/п	Експериментальні характеристики	Нормативні дані			Обрані критерії оцінки якості			
		F _c	F _{max}	R _{max} , ум. од.	R _i , ум. од.	S _i , S _{max} , S _n , ум. од. ²	k _{вія}	k _{вгн}
1	Масова частка білка, %	20,5	22	1,073	1,0	1,67 5,14 2,939	0,56	0,325
2	Масова частка жиру, %	4,5	9	2,0	0,25			
3	Масова частка мінеральних речовин, %	1,25	1,4	1,12	1,344			
4	Кількість МАФАНМ, × 10 ⁵ КУО/г	3	5	1,67	0,323			
5	Вологозв'язуюча здатність (ВЗЗ), % до загальної вологи	65	70	1,077	1,022			
6	Вологоутримуюча здатність (ВУЗ), %	75	80	1,067	0,971			
7	Робота різання, Дж/см ²	2,5	3,5	1,4	0,728			
8	Зусилля зрізу, кН/м ²	175	200	1,143	0,925			
9	Омега-3 жирні кислоти, %	3	5	1,67	0,45			
10	Коефіцієнт різниці амінокислотного складу (КРАС), %	44,5	52	1,17	1,225			

Нами побудовано геометричні моделі шляхом відкладання по напівдіагоналях розрахункових значень поточних параметрів R_i та нормативних $R=1$ з таблиці 4.18 якісного стану еталонного та зразка №2 досліджуваного напівфабрикату з м'яса дикого кабана за розробленою рецептурою на основі двобічного оцінювання наведено на рисунку 4.23.

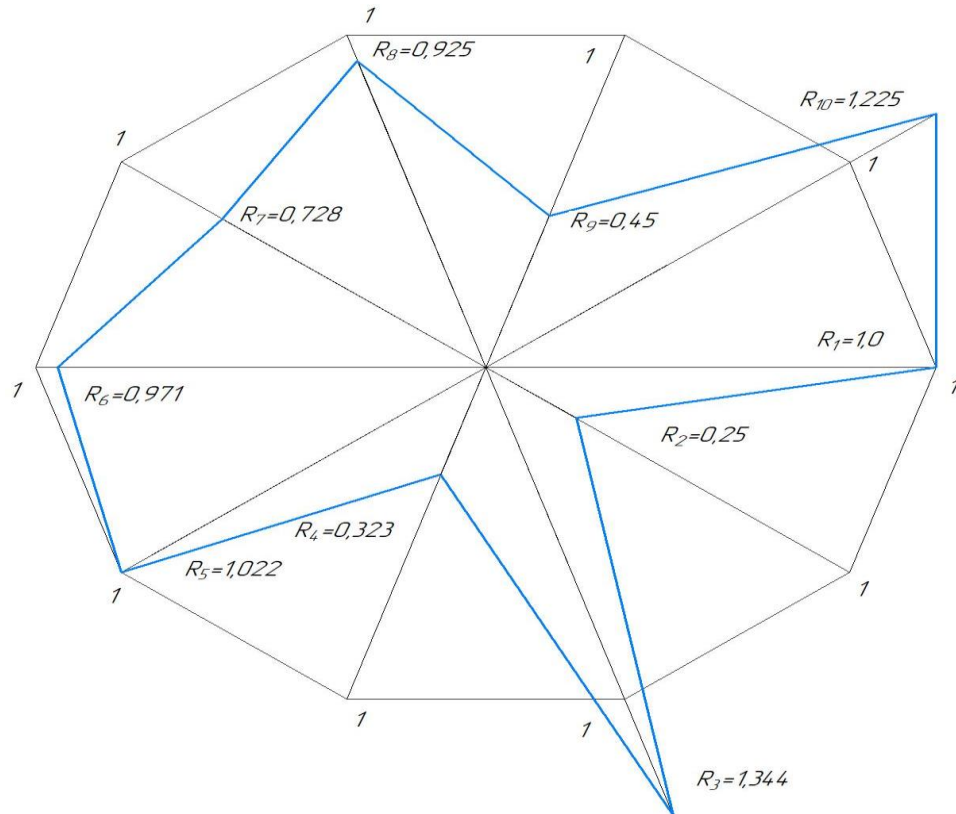


Рисунок 4.23. Моделі якісного стану зразка №2 досліджуваних натуральних маринованих напівфабрикатів з м'яса дикого кабана та середніми нормативними характеристиками

Графоаналітичний аналіз еталонної моделі та моделі якісного стану зразку №2 м'ясних напівфабрикатів на рисунку 4.23 виявив яскраво виражену нерівномірність розподілу факторної площі за експериментальними показниками у нормативному факторному просторі з аномально меншими порівняно із середньо нормативними масової частки жиру та вмісту омега-3 жирних кислот (на 75 % та 55%), хоча і кількість МАФАНМ є також меншою на 67 % від еталонних значень. За диференціальною оцінкою спостерігається перевищення середніх нормативних значень за масовою часткою мінеральних речовин на 34,4 % та коефіцієнтом різниці амінокислотного складу на 22,5 %.

Найбільш наближеними до середніх граничних величин, тобто найбільш ефективними за критеріями безпеки харчового продукту, виявились більшість оціночних параметрів а саме: масова частка білка, вологозв'язуюча та вологоутримуюча здатність, зусилля зрізу. Така оцінка свідчить про достатньо низький якісний стан зразка №2 маринованих напівфабрикатів із м'яса дикого кабана за розробленою рецептурою та відсутнє розбалансування за фізико-хімічними, функціонально-технологічними, мікробіологічними характеристиками та показниками біологічної цінності.

Відповідно наведеній раніше методиці переведення експериментальних даних для зразку № 3 з м'яса дикого кабана у безрозмірні величини отримано необхідні дані для побудови геометричних моделей та критеріїв оцінки якісного стану, які наведені в таблиці 4.19.

Таблиця 4.19

Розрахункові параметри для оцінки якісного стану зразка №3 м'ясних напівфабрикатів за розробленою рецептурою

№ п/п	Експериментальні характеристики	Нормативні дані			Обрані критерії оцінки якості			
		F _c	F _{max}	R _{max} , ум. од.	R _i , ум. од.	S _i , S _{max} , S _n , ум. од. ²	k _{вія}	k _{вгн}
1	Масова частка білка, %	20,5	22	1,073	1,016	1,71 5,14 2,939	0,58	0,333
2	Масова частка жиру, %	4,5	9	2,0	0,327			
3	Масова частка мінеральних речовин, %	1,25	1,4	1,12	0,992			
4	Кількість МАФАНМ, × 10 ⁵ КУО/Г	3	5	1,67	0,153			
5	Вологозв'язуюча здатність (ВЗЗ), % до загальної вологи	65	70	1,077	1,061			
6	Вологоутримуюча здатність (ВУЗ), %	75	80	1,067	0,965			

Продовження таблиці 4.19

7	Робота різання, Дж/см ²	2,5	3,5	1,4	0,78			
8	Зусилля зрізу, кН/м ²	175	200	1,143	1,049			
9	Омега-3 жирні кислоти, %	3	5	1,67	0,482			
10	Коефіцієнт різниці амінокислотного складу (КРАС), %	44,5	52	1,17	1,153			

Побудовані геометричні моделі шляхом відкладання по напівдіагоналях розрахункових значень поточних параметрів R_i та нормативних $R=1$ з таблиці 4.19 якісного стану еталонного та зразка №3 досліджуваного напівфабрикату з м'яса дикого кабана за розробленою рецептурою на основі двобічного оцінювання наведено на рисунку 4.24.

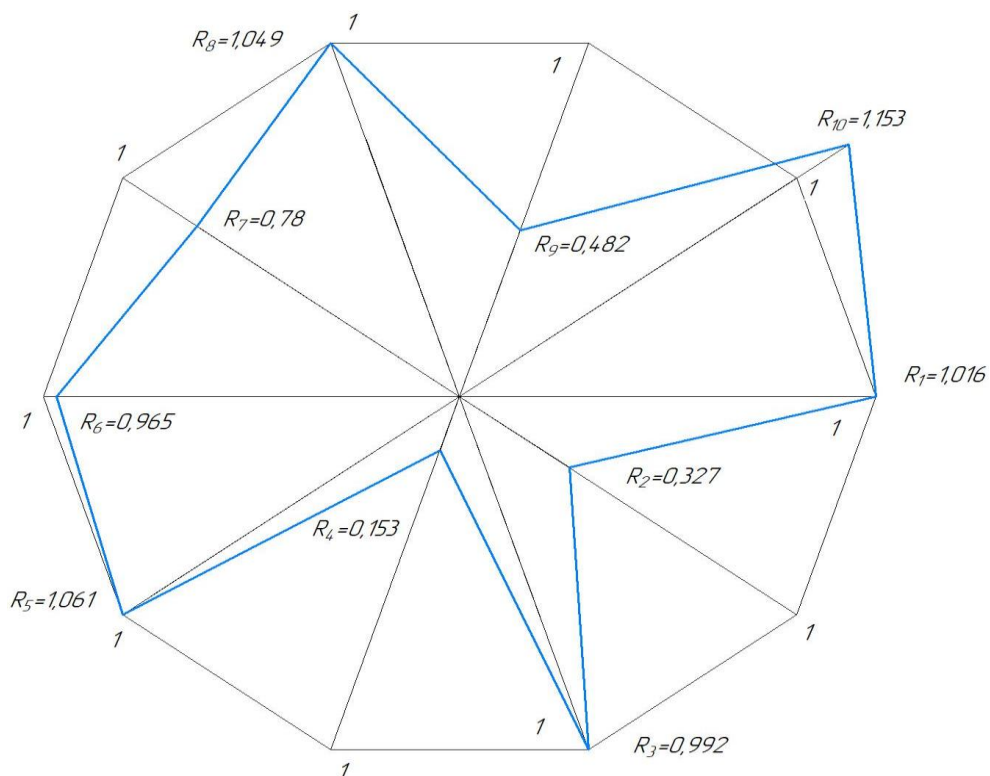


Рисунок 4.24. Моделі якісного зразка №3 досліджуваних натуральних маринованих напівфабрикатів з м'яса дикого кабана та середніми нормативними характеристиками

Графоаналітичний аналіз еталонної моделі та моделі якісного стану зразку №3 м'ясних напівфабрикатів на рисунку 4.24 виявив певну нерівномірність розподілу факторної площі за експериментальними показниками у нормативному факторному просторі з аномально меншими порівняно із середньо нормативними масової частки жиру на 67%, хоча і кількість МАФАНМ є також меншою на 84% від еталонних значень. За диференціальною оцінкою спостерігається перевищення середніх нормативних значень лише за коефіцієнтом різниці амінокислотного складу на 15,3%. Найбільш наближеними до середніх граничних величин, тобто найбільш ефективними за критеріями безпеки харчового продукту, виявилась половина оціночних параметрів; а саме, масові частки білка та мінеральних компонентів, вологозв'язуюча та вологоутримуюча здатність, зусилля зрізу. Така оцінка свідчить про задовільний якісний стан зразка №3 маринованих напівфабрикатів із м'яса дикого кабана за розробленою рецептурою та певне розбалансування за фізико-хімічними, функціонально-технологічними, мікробіологічними характеристиками та показниками біологічної цінності.

Аналогічним методом відкладання по напівдіагоналях розрахункових значень поточних параметрів R_i та нормативних $R=1$ з таблиці 4.20, побудовано геометричні моделі якісного стану еталонного об'єкту та контрольного зразка досліджуваного напівфабрикату з м'яса дикого кабана на основі двобічного оцінювання, який показано на рисунку 4.25.

Таблиця 4.21

Розрахункові параметри для оцінки якісного стану контрольного зразка маринованих напівфабрикатів із м'яса кабана

№ п/п	Експериментальні характеристики	Нормативні дані			Обрані критерії оцінки якості			
		F_c	F_{max}	R_{max} , ум. од.	R_i , ум. од.	S_i, S_{max}, S_n , ум. од. ²	$k_{в\dot{я}}$	$k_{в\dot{н}}$
1	Масова частка білка, %	20,5	22	1,073	0,943	2,07 5,14	0,7	0,403
2	Масова частка жиру, %	4,5	9	2,0	0,769	2,939		

Продовження таблиці 4.21

3	Масова частка мінеральних речовин, %	1,25	1,4	1,12	1,032			
4	Кількість МАФАНМ, $\times 10^5$ КУО/Г	3	5	1,67	0,767			
5	Вологозв'язуюча здатність (ВЗЗ), % до загальної вологи	65	70	1,077	0,923			
6	Вологоутримуюча здатність (ВУЗ), %	75	80	1,067	0,955			
7	Робота різання, Дж/см ²	2,5	3,5	1,4	0,528			
8	Зусилля зрізу, кН/м ²	175	200	1,143	1,114			
9	Омега-3 жирні кислоти, %	3	5	1,67	0,41			
10	Коефіцієнт різниці амінокислотного складу (КРАС), %	44,5	52	1,17	1,167			

Побудовані геометричні моделі шляхом відкладання по напівдіагоналях розрахункових значень поточних параметрів R_i та нормативних $R=1$ з таблиці 4.21 якісного стану еталонного та контрольного зразка досліджуваного напівфабрикату з м'яса дикого кабана за розробленою рецептурою на основі двобічного оцінювання наведено на рисунку 4.25.

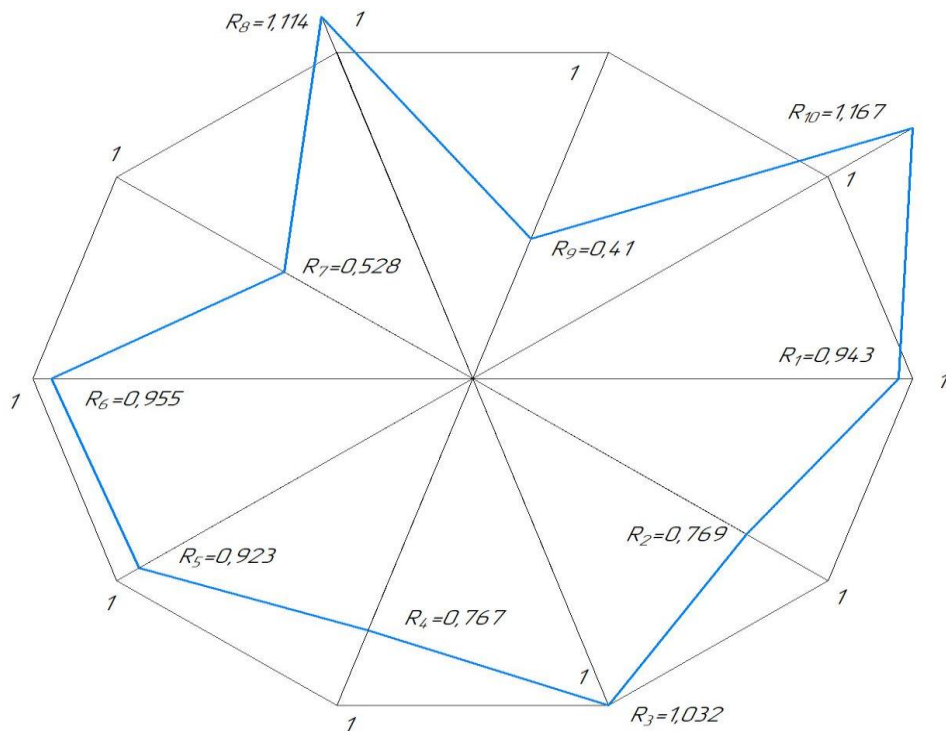


Рисунок 4.25. Моделі якісного контрольного зразка натуральних маринуваних напівфабрикатів з м'яса дикого кабана та середніми нормативними характеристиками

Графоаналітичний аналіз еталонної моделі та моделі якісного стану контрольного зразку м'ясних напівфабрикатів з рисунку 4.25 виявив, що факторна площа за експериментальними показниками достатньо рівномірно розподілена у нормативному факторному просторі. За диференціальною оцінкою спостерігається незначне перевищення середніх нормативних значень за масовою часткою мінеральних речовин та зусиллям зрізу на 11% та коефіцієнтом різниці амінокислотного складу відповідно на 17%. Найбільш наближеними до середніх граничних величин, тобто найбільш ефективними за критеріями безпеки харчового продукту, виявились 4 із оціночних параметрів, серед яких масові частки білка та мінеральних речовин, вологозв'язуюча та вологоутримуюча здатності; достатньо високою величиною характеризується масова частка жиру. Проте за вмістом омега-3 жирних кислот даний продукт складає лише 41 % якісного рівня за середніми показниками.

Така оцінка свідчить про середній якісний стан контрольного зразка маринуваних напівфабрикатів із м'яса дикого кабана та певну

розбалансованість за фізико-хімічними, функціонально-технологічними, мікробіологічними характеристиками та показниками біологічної цінності.

Під час здійснення математичного моделювання, була отримана розрахункова база даних, яка наведена у таблицях 4.17 – 4.21, а також їхня геометрична інтерпретація на рисунках 4.22 – 4.25, дозволяють упорядкувати результати проведеного аналізу якісного стану дослідних зразків натуральних маринованих напівфабрикатів з м'яса дикого кабана у таблиці 4.22.

Таблиця 4.22

Критерії оцінки якості досліджуваних зразків маринованих напівфабрикатів із м'яса кабана

№ п/п	Зразки м'ясних напівфабрикатів	Величина факторного простору		Обрані критерії оцінки якості	
		S_c , ум. од ²	S_i , ум. од ²	$k_{в\dot{я}}$ (k_{sqi})	$k_{вгн}$ ($k_{пqb}$)
1	Зразок №1	2,939	2,38	0,81	0,463
2	Зразок №2	2,939	1,67	0,56	0,325
3	Зразок №3	2,939	1,71	0,58	0,333
4	Контрольний зразок	2,939	2,07	0,7	0,403

За даними таблиці 4.22 побудували діаграми обраних критеріїв оцінки досліджуваних зразків м'ясних натуральних маринованих напівфабрикатів на рисунку 4.26, із якого за інтегральними показниками спостерігається високий якісний стан зразка № 1 та контрольного, зразки № 2 та № 3 володіють достатньо наближеним якісним станом. При цьому всі досліджувані зразки не перевищують граничні нормативні якісні параметри, а також для всіх зразків притаманне певне перевищення середніх нормативних величин за коефіцієнтом різниці амінокислотного складу.

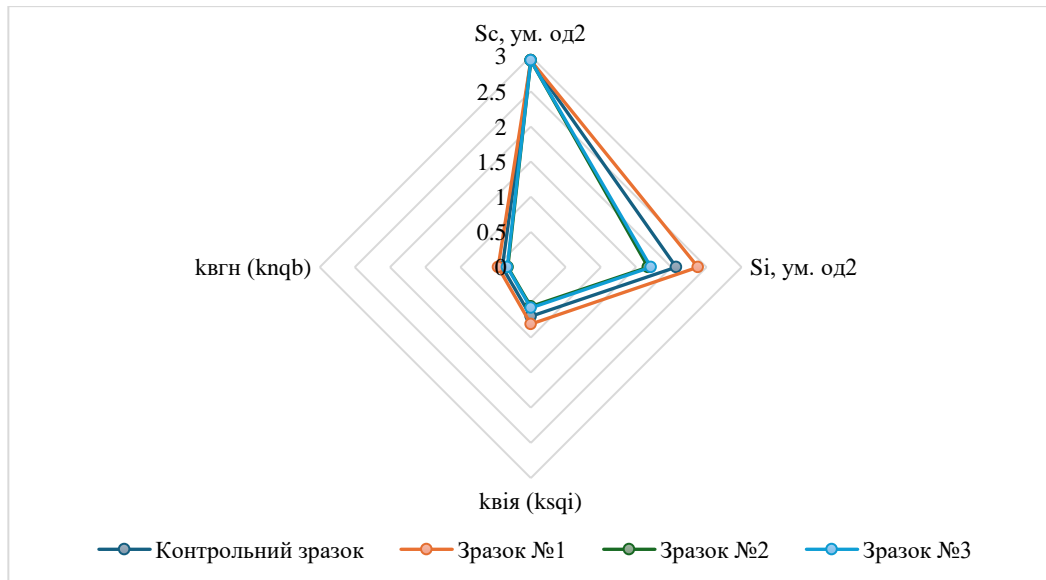


Рисунок 4.26. Динаміка зміни критеріїв оцінки якісного стану для контрольних та рецептурних зразків маринованих напівфабрикатів із м'яса кабана: k_{sqi} - коефіцієнт відповідності заданому інтервалу якості; k_{nqb} - коефіцієнт відповідності граничним нормативам якості

Найбільший ефективний якісний стан спостерігається у зразка №1 маринованих напівфабрикатів із м'яса дикого кабана за розробленою рецептурою (табл. 6), а найнижчий якісний стан виявився у зразка №2.

4.11. Висновки до розділу 4

Застосування різних маринадних композицій має певний вплив на формування хімічного складу натуральних маринованих напівфабрикатів, насамперед на вміст вологи, вуглеводів та загальну енергетичну цінність, тоді як показники білка і мінеральних речовин змінювалися менш виражено.

Отримані дані в результатах досліджень свідчать, що маринування сприяє зниженню та стабілізації рН напівфабрикатів у процесі зберігання, тоді як у контрольному зразку спостерігалася протилежна тенденція до його зростання. Це підтверджує доцільність використання досліджуваних маринадних композицій для покращення фізико-хімічної стабільності натуральних м'ясних напівфабрикатів

Встановлено, що застосування маринадних композицій сприяє підвищенню виходу натуральних напівфабрикатів порівняно з контрольним

зразком. Найнижчий вихід встановлено у контролі, тоді як у дослідних зразках спостерігалося послідовне його зростання. Максимальне значення характерне для зразка №3, що свідчить про найбільш виражений позитивний вплив маринаду на утримання вологи та масу продукту після маринування.

Встановлено, що застосування натуральних маринадів забезпечує зниження зусилля зрізу порівняно з контролем у середньому на 15–30 %, що свідчить про покращення ніжності продукту. Отримані результати підтверджують тісний зв'язок між складом маринаду, тривалістю зберігання та структурно-механічними властивостями м'яса.

Результати досліджень мікроструктурних змін свідчать, про контрольований вплив маринаду: відбувається помірне розпушення м'язової структури без глибокого руйнування волокон. Це є технологічно сприятливим, оскільки забезпечує покращення ніжності та соковитості продукту при збереженні структурної цілісності тканини.

Встановлено, що маринад із порошком сушених плодів журавлини та чорної смородини має помірно виражений вплив на сполучну тканину м'ясної сировини, що супроводжується частковим руйнуванням міжволоконних зв'язків і початковою деструкцією м'язових волокон. Це забезпечує розм'якшення тканини, водночас зберігаючи загальну структурну організацію м'яза.

Встановлено, що маринад із бальзамічним оцтом з плодів чорної смородини має значний вплив на м'язову тканину м'ясної сировини, яка характеризується глибокою деструкцією, вираженою дезорганізацією волокон, їх фрагментацією та значним розширенням міжволоконних просторів, що свідчить про інтенсивні структурні зміни тканини.

На підставі аналізу здійснених мікробіологічних досліджень зразків натуральних маринованих напівфабрикатів, встановлено що фруктово-ягідні інгредієнти пригнічують розвиток бактеріальної мікрофлори, про що свідчить відсутність санітарно-показових мікроорганізмів та нижча кількість МАФАНМ у зразках із використанням сушених та подрібнених плодів

журавлини і чорної смородини та бальзамічного оцту із чорної смородини у порівнянні із контрольним зразком.

Розроблені аналітичні та графічні моделі дозволили зробити порівняльну оцінку якісного стану зразків маринованих напівфабрикатів із м'яса дикого кабана за розробленою рецептурою та контрольного для середньо та максимально граничних нормативних характеристик. Обрані як критерії оцінки коефіцієнт відповідності інтервалу якості $k_{в\text{ія}}$ дав можливість оцінити частку експериментальних характеристик у нормативному просторі, а розрахований коефіцієнт відповідності нормативної границі якості $k_{в\text{гн}}$ дозволив здійснити оцінку можливих відхилень характеристик продукції від гранично максимальних нормативних величин. Оцінку здійснювали як диференціально, так і інтегрально за 10 якісними характеристиками, серед яких масові частки білку, жиру та мінеральних речовин; вологозв'язуюча та вологоутримуюча здатності; вміст омега-3 жирних кислот та МАФАНМ; зусилля зрізу та робота різання; коефіцієнт різниці амінокислотного складу.

За результатами математичного моделювання методом факторних площ найкращі характеристики виявились у зразка №1 маринованих напівфабрикатів із м'яса дикого кабана за розробленою рецептурою, що відзначається найкращою збалансованістю за фізико-хімічними, функціонально-технологічними, мікробіологічними характеристиками та показниками біологічної цінності.

РОЗДІЛ 5 ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ФРУКТОВО-ЯГІДНИХ ІНГРЕДІЄНТІВ У ТЕХНОЛОГІЇ М'ЯСНИХ НАТУРАЛЬНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ ІЗ М'ЯСА ДИКОГО КАБАНА

Економічна ефективність є одним із ключових критеріїв оцінювання доцільності впровадження нових технологічних рішень у виробництво харчових продуктів, зокрема натуральних маринованих напівфабрикатів із м'яса диких тварин. У сучасних умовах харчова промисловість орієнтується не лише на забезпечення високих показників якості та безпечності продукції, а й на досягнення раціонального використання сировинних, енергетичних і трудових ресурсів, зниження виробничих витрат, а також підвищення конкурентоспроможності готової продукції [170, 171].

У наукових працях останніх років підкреслюється, що ефективність харчових технологій доцільно розглядати комплексно — через співвідношення між витратами на виробництво та отриманими технологічними, якісними й ринковими перевагами продукції. Особливе значення це має для продуктів з доданою вартістю, у яких використання функціональних інгредієнтів або нетрадиційної сировини повинно бути не лише технологічно обґрунтованим, а й економічно доцільним. У зв'язку з цим визначення економічної ефективності розроблених натуральних маринованих напівфабрикатів є важливим етапом дослідження, який дає змогу оцінити доцільність практичного впровадження запропонованих рецептур і технологічних рішень [170, 171].

Для визначення економічної доцільності впровадження результатів досліджень натуральних маринованих напівфабрикатів з м'яса дикого кабана із фруктово-ягідними інгредієнтами здійснено розрахунок витрат за статтями калькуляції собівартості на виробництво 100 кг натуральних маринованих напівфабрикатів.

Формування прибутку від реалізації продукції зумовлюється впливом трьох ключових чинників: обсягу реалізації, собівартості виробництва та ціни продажу. Зміна обсягу реалізації може по-різному позначатися на фінансовому

результаті: за умови зростання частки прибуткової продукції вона сприяє збільшенню прибутку, тоді як підвищення частки збиткових продажів, навпаки, призводить до його зменшення [172].

Економічна ефективність виробництва оцінюється за сукупністю показників, серед яких важливе місце займають співвідношення між виробництвом і споживанням, а також відповідність ціни рівню якості кінцевої продукції. Суттєвий вплив мають забезпеченість галузі сировиною та її залежність від зовнішньоекономічних зв'язків, що проявляється через обсяги експорту та імпорту. Формування собівартості продукції визначається масштабами виробництва, особливостями реалізації та системою витрат, на які впливають організаційно-економічні, ресурсні й природні чинники, зокрема рівень спеціалізації, концентрації, інтеграції, продуктивність праці, технічне забезпечення, вартість ресурсів і якість продукції.

Перед визначенням загальної собівартості виробництва було проведено розрахунок витрат на компоненти маринадної суміші відповідно до розроблених рецептур. Оскільки рецептурний склад наведено у грамах на 1 кг напівфабрикату, для економічного обґрунтування кількість кожного інгредієнта було перераховано на умовну партію 100 кг продукції. Отримані значення дали змогу визначити вартість маринадної суміші для контрольного та дослідних зразків (таб. 5.1).

Таблиця 5.1

Розрахунок витрат за статтею «Сировина та основні матеріали» для експериментальних зразків натуральних маринованих напівфабрикатів з м'яса дикого кабана з фруктовими інгредієнтами, грн

Компонент	Ціна, грн/кг	Контрольний зразок	Зразок №1	Зразок №2	Зразок №3
Бальзамічний оцет чорної смородини	420	—	—	—	630
Гірчичний порошок	95	15,2	15,2	15,2	15,2
Мускатний горіх	720	201,6	201,6	201,6	201,6

Продовження таблиці 5.1

Паприка копчена мелена	480	120	120	120	120
Перець чорний мелений	620	93	93	93	93
Сушені та подрібнені плоди журавлини	780	–	234	–	–
Сушені та подрібнені плоди чорної смородини	860	–	–	258	–
Розмарин	350	35	35	35	35
Сіль кухонна	18	18	18	18	18
Цибуля сушена	210	27,3	27,3	27,3	27,3
Цукор-пісок	38	13,3	13,3	13,3	13,3
Часник сушений гранульований	280	28	28	28	28
Разом	–	551,4	785,4	809,4	1181,4

Для визначення повної собівартості виробництва натуральних маринованих напівфабрикатів із м'яса дикого кабана було враховано не лише витрати на основну сировину та компоненти маринадної суміші, а й витрати на допоміжні матеріали. До їх складу віднесено вакуумну упаковку, етикетки та контейнери, необхідні для фасування, маркування, зберігання і транспортування готової продукції. Розрахунок виконано на умовну партію 100 кг продукції (таб. 5.2).

Таблиця 5.2

Розрахунок витрат допоміжних матеріалів на 100 кг натуральних
маринованих напівфабрикатів з м'яса дикого кабана

Стаття витрат	Ціна за одиницю, грн	Норма	Сума, грн
Вакуумна упаковка	3,5	100 шт.	350
Етикетка	0,5	100 шт.	50
Контейнери	22	10 шт.	220
Всього	–	–	620

Для виробництва контрольного та дослідних зразків натуральних маринованих напівфабрикатів з м'яса дикого кабана витрати на допоміжні матеріали однакові та становлять 620 грн.

Для оцінки доцільності впровадження удосконалених рецептур натуральних маринованих напівфабрикатів із м'яса дикого кабана проведено розрахунок основних техніко-економічних показників виробництва. Розрахунки виконано для умовного обсягу 100 кг готової продукції з урахуванням вартості основної сировини, компонентів маринадної суміші та виробничих витрат (таб. 5.3).

Таблиця 5.3

Економічна ефективність виробництва натуральних маринованих
напівфабрикатів із м'яса дикого кабана

Показник	Контрольний зразок	Зразок №1	Зразок №2	Зразок №3
Вартість м'яса дикого кабана, грн	33000	33000	33000	33000
Вартість маринадної суміші, грн	551,4	785,4	809,4	1181,4
Витрати на допоміжні матеріали, грн	620	620	620	620
Інші виробничі витрати*, грн	5032,7	5067,8	5071,4	5127,2
Повна собівартість 100 кг продукції, грн	39204,1	39473,2	39500,8	39928,6

Продовження таблиці 5.3

Собівартість 1 кг продукції, грн	392,04	394,73	395,01	399,29
Оптова ціна реалізації 1 кг, грн	500	530	540	570
Виручка від реалізації 100 кг, грн	50000	53000	54000	57000
Прибуток від реалізації 100 кг, грн	10795,9	13526,8	14499,2	17071,4
Рентабельність, %	27,5	34,3	36,7	42,8

**Інші виробничі витрати включають витрати на енергоносії, оплату праці, амортизацію обладнання та загальновиробничі витрати (прийнято на рівні 15 % від вартості сировини)*

Проведені розрахунки показали, що використання фруктових-ягідних інгредієнтів у складі маринадних сумішей не призводить до суттєвого збільшення собівартості продукції. Повна собівартість виробництва 100 кг натуральних маринуваних напівфабрикатів становила 39,20 тис. грн для контрольного зразка та коливалася в межах від 39,47 до 39,93 тис. грн для дослідних зразків. Різниця між контрольним і дослідними варіантами не перевищувала 1,9 %, що свідчить про незначний вплив вартості функціональних інгредієнтів на загальні виробничі витрати.

Найнижча собівартість серед дослідних зразків була характерна для зразка №1 із додаванням порошку журавлини і становила 394,73 грн/кг продукції. Для зразка №2 з порошком чорної смородини цей показник дорівнював 395,01 грн/кг, тоді як найбільшу собівартість встановлено для зразка №3 із використанням бальзамічного оцту чорної смородини — 399,29 грн/кг. Зростання собівартості останнього зразка пояснюється вищою вартістю оцту та його більшою кількістю у рецептурі порівняно з іншими функціональними компонентами.

Водночас підвищення відпускної ціни на продукцію з покращеними споживчими та функціональними властивостями забезпечило зростання економічних показників виробництва. Виручка від реалізації 100 кг продукції

збільшилася з 50,0 тис. грн у контрольному зразку до 57,0 тис. грн у зразку №3. Відповідно прибуток зріс від 10,80 тис. грн до 17,07 тис. грн, тобто майже на 58 %.

Аналіз показника рентабельності підтверджує економічну доцільність використання фруктово-ягідних інгредієнтів у технології натуральних маринованих напівфабрикатів із м'яса дикого кабана. Для контрольного зразка рентабельність становила 27,5 %, тоді як для дослідних зразків вона зросла до 34,3; 36,7 та 42,8 % відповідно. Найкращі економічні результати отримано для зразка №3, який характеризувався максимальним прибутком і найвищим рівнем рентабельності.

Отже, впровадження розроблених рецептур натуральних маринованих напівфабрикатів із використанням порошку журавлини, порошку чорної смородини та бальзамічного оцту чорної смородини є економічно обґрунтованим. Незважаючи на незначне підвищення собівартості, додавання фруктово-ягідних інгредієнтів сприяє зростанню прибутку та рентабельності виробництва, що підтверджує перспективність промислового впровадження розробленої технології

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі на основі теоретичних та експериментальних досліджень удосконалено технологію натуральних маринованих напівфабрикатів з м'яса дикого кабана із фруктовими інгредієнтами для підвищення харчової цінності, забезпечення сталих показників якості та подовження терміну зберігання.

1. Дисертаційне дослідження обґрунтовує та доводить ефективність застосування сушених плодів ягід і фруктів, а також бальзамічного оцту з фруктовими інгредієнтами сировини. Ці компоненти є ключовими у розробці технології натуральних маринованих напівфабрикатів, покращуючи їх смакові якості та термін зберігання.

2. На підставі проведених експериментальних досліджень сенсорних характеристик встановлено, що фруктові інгредієнти маринаду чинять позитивний вплив на м'ясну сировину натуральних маринованих напівфабрикатів. Найвищу бальну оцінку отримав зразок № 2 із сушеними та подрібненими ягодами чорної смородини, який характеризувався соковитістю, ніжною консистенцією, приємним кольором та ароматом. Водночас, експериментальні зразки № 1 із сушеними та подрібненими плодами журавлини та зразок № 3 із використанням бальзамічного оцту з плодів чорної смородини також характеризувались вищими оцінками у порівнянні з контрольним зразком.

3. Аналіз хімічного складу дослідних зразків засвідчив стабільно високу концентрацію білка від 20,11 % до 20,83 % та низьку масову частку жиру від 1,12 % до 3,85 % в усіх варіантах. Найбільшу кількість вологи зафіксовано у зразку № 2 – 74,73 % (із додаванням сушеної подрібненої чорної смородини) та зразку № 3 – 74,01 % (із бальзамічним смородиновим оцтом). Динаміка вмісту мінеральних речовин у досліджуваних зразках була незначною; при цьому максимальний рівень зольності виявлено у зразку № 2 (1,68 %), тоді як зразок № 3 (1,24 %) відзначився найменшим вмістом макро- та мікроелементів.

4. Результати дослідження виходу експериментальних зразків після маринування свідчать, що використанням натуральних компонентів у складі маринаду підвищують вихід від 1,42 % до 4,68 %, що вказує на позитивний ефект фруктових-ягідних компонентів маринадів на функціонально-технологічні властивості напівфабрикатів.

5. З отриманих результатів показників роботи різання та зусилля зрізу помітно синхронні зміни цих показників у процесі зберігання натуральних маринованих напівфабрикатів із м'яса дикого кабана. Зокрема, показник зусилля зсуву у контрольному зразку становив 194,92 кН/м², тоді як у дослідних зразках — 142,08–183,73 кН/м², що підтверджує ефективність маринування для поліпшення текстурних властивостей м'яса дичини. Мариновані зразки характеризуються стабільно нижчими значеннями обох показників порівняно з контролем, що підтверджує ефективність використання натуральних інгредієнтів як фактору зниження механічної жорсткості та покращення текстурних властивостей продукту. За показниками пластичності зразок № 2 має найвищі значення на початкових етапах зберігання від 5,86 до 6,10 см²/г, що вказує на більш суттєві структурні зміни. Зразок №3 має дещо нижчі значення, але з аналогічною тенденцією до збільшення. Найменші значення має зразок №1 від 5,22 до 6,06 см²/г, що вказує на більш стабільну структуру м'язової тканини та вищу здатність до утримання вологи.

6. Отримані результати досліджень мікроструктурних змін вказують, на контрольований вплив маринаду, який за рахунок фруктових-ягідних компонентів розм'якшує м'язову структуру без глибокого руйнування волокон, що є технологічно сприятливим, оскільки забезпечує покращення ніжності та соковитості продукту при збереженні структурної цілісності тканини.

7. Встановлено що експериментальні зразки мають відносно збалансований склад незамінних амінокислот – від 47,03 % до 48,50 % та заміних амінокислот від 52,70 % до 54,17 %, оскільки основні незамінні амінокислоти містяться у порівняно однаковій концентрації. Тому, можна

стверджувати, що досліджувані зразки натуральних маринованих напівфабрикатів із м'яса дикого кабана мають високий біологічний потенціал білку та спроможність у забезпеченні необхідними амінокислотами організм людини.

8. Встановлено, що за співвідношення жирних кислот досліджувані зразки мають наближені показники біологічної ефективності жирів до гіпотетичного ідеального жиру, та містять від 37,4 % до 39,31 % насичених жирних кислот, від 44,61 % до 46,65 % мононенасичених жирних кислот, від 15,85 % до 17,15 %, поліненасичених жирних кислот, а вміст $\omega 3$ від 1,35 % до 1,65 %, $\omega 6$ від 12,62 % до 13,52 %, що дозволяє підтвердити доцільність використання м'яса дикого кабана та фруктово-ягідних компонентів у технології м'ясних натуральних напівфабрикатів.

9. За результатами математичного моделювання побудовано багатокутники на відповідних графічних моделях, які дають змогу оцінити якість досліджуваних зразків маринованих напівфабрикатів з м'яса дичини з додаванням ягідної сировини як візуально, так і аналітично завдяки використанню математичних співвідношень.

10. Економічний аналіз результатів упровадження розробленої технології маринованих м'ясних напівфабрикатів з фруктово-ягідними інгредієнтами на базі ТОВ «Керрі Україна» підтвердив її доцільність для м'ясопереробної галузі. Модернізація виробничого процесу забезпечує суттєве підвищення рентабельності продукції — з 27,5% до 42,8%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кондрацький С. Сучасний стан виробництва м'ясних паштетів в Україні. *Innovations and Technologies in the Service Sphere and Food Industry*. 2025. № 1 (15). С. 16–21. URL: [https://doi.org/10.32782/2708-4949.1\(15\).2025.3](https://doi.org/10.32782/2708-4949.1(15).2025.3)
2. Голембівський С. Оцінка сучасного стану і динаміки виробництва продукції м'ясного скотарства в Україні. *Економіка та суспільство*. 2025. № 80. URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-80-158>
3. Економічні аспекти виробництва яловичини в Україні / І. Ібатуллін та ін. *Сталий розвиток економіки*. 2024. № 3(50). С. 129–135. URL: <https://doi.org/10.32782/2308-1988/2024-50-20>
4. Беляєв Є. Структурно-функціональний аналіз ринку м'ясопереробної промисловості України. *Актуальні питання у сучасній науці*. 2025. № 8(38). URL: [https://doi.org/10.52058/2786-6300-2025-8\(38\)-20-34](https://doi.org/10.52058/2786-6300-2025-8(38)-20-34)
5. Логоша Р., Поліщук О. Стан та проблеми функціонування ринку м'яса в Україні в умовах воєнного стану та поствоєнного відновлення. *Наука і техніка сьогодні*. 2023. № 13(27). URL: [https://doi.org/10.52058/2786-6025-2023-13\(27\)-301-318](https://doi.org/10.52058/2786-6025-2023-13(27)-301-318)
6. Замлинський В., Замлинська О., Осик С. Сучасний стан і тенденції конкурентоспроможності агропродовольчої галузі на зовнішніх ринках. *Економічний вісник Причорномор'я*. 2024.
7. Trends of the Development of the Meat Processing Industry of Ukraine and Practical Approaches to the Optimization the Recipe of Sausage Products / L. Val-Prylypko et al. *Економіка АПК*. 2022. Vol. 29, no. 5. P. 10–19. URL: <https://doi.org/10.32317/2221-1055.202205010>
8. Прус Ю. О. Аналіз економічної ефективності діяльності мисливських господарств України // Збірник наукових праць Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного (економічні науки). 2025. № 2 (55). С. 47–. URL: <https://oj.tsatu.edu.ua/index.php/zbirnyk/article/view/1006/952>

9. Державне агентство лісових ресурсів України. Офіційний сайт. URL: <https://forest.gov.ua/>
10. Державна служба статистики України. Офіційний вебсайт. URL: <https://stat.gov.ua/>
11. Modern Economics : електронне наукове фахове видання з економічних наук. Миколаїв : Миколаївський національний аграрний університет. URL: <https://modecon.mnau.edu.ua>
12. Soriano A., Sánchez-García C. Nutritional Composition of Game Meat from Wild Species Harvested in Europe. *Meat and Nutrition*. 2021. URL: <https://doi.org/10.5772/intechopen.97763>
13. Vicente F., Pereira P. C. Pork Meat Composition and Health: A Review of the Evidence. *Foods*. 2024. Vol. 13, no. 12. P. 1905. URL: <https://doi.org/10.3390/foods13121905>
14. Wild Boar Meat as a Sustainable Substitute for Pork: A Mixed Methods Approach / K. Macháčková et al. *Sustainability*. 2021. Vol. 13, no. 5. P. 2490. URL: <https://doi.org/10.3390/su13052490>
15. Stadnik J. Nutritional Value of Meat and Meat Products and Their Role in Human Health. *Nutrients*. 2024; 16(10):1446. <https://doi.org/10.3390/nu16101446>
16. The role of meat in the human diet: evolutionary aspects and nutritional value / F. Leroy et al. *Animal Frontiers*. 2023. Vol. 13, no. 2. P. 11–18. URL: <https://doi.org/10.1093/af/vfac093>
17. Gouela M., Stergiadis S., Clegg M. E. The nutritional composition and impact on UK dietary intakes of meat and plant-based meat alternatives. *npj Science of Food*. 2025. Vol. 9, no. 1. URL: <https://doi.org/10.1038/s41538-025-00577-7>
18. Xipsiti M. Protein quality evaluation: FAO perspective. *Frontiers in Nutrition*. 2024. Vol. 11. URL: <https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1446879>
19. Barr B, Levitt DE, Gollahon L. Red Meat Amino Acids for Beginners: A Narrative Review. *Nutrients*. 2025; 17(6):939. <https://doi.org/10.3390/nu17060939>

20. Kasprzyk A. Amino Acid Content in the Muscles of the Red Deer (*Cervus elaphus*) from Three Types of Feeding Grounds. *Animals (Basel)*. 2024;14(19):2763. Published 2024 Sep 25. doi:10.3390/ani14192763
21. American Chemical Society. Journal of Agricultural and Food Chemistry: Author Guidelines. URL: <https://connect.acspubs.org/agricultural-food-chemistry-authors>
22. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Amino-acid content of foods and biological data. URL: <https://www.fao.org/4/ac854t/AC854T42>
23. Kasałka-Czarna N., Stachniuk A., Fornal E., Montowska M. Proteomic analysis of wild boar meat: Effect of storage method and time on muscle protein stability // Food Chemistry. 2025. Vol. 464, Part 3. Art. 141774. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.141774>
24. Fanelli N. S., Stein H. H. Amino Acid Quality of Meat Proteins. *Plant and Animal Proteins in Health and Disease Prevention*. Boca Raton, 2025. P. 71–81. URL: <https://doi.org/10.1201/9781003597926-6>
25. A micro-extraction/derivatization method for RP-HPLC-FLD analysis of amino acids in wild boar meat. / T. F. Soares et al. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2024. P. 106264. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2024.106264>
26. Changes in basic composition and in vitro digestive characteristics of pork induced by frozen storage / R. Wang et al. *Frontiers in Nutrition*. 2025. Vol. 11. URL: <https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1511698>
27. Pork as a source of nutrients in a human diet - comparison of meat obtained from conventional and organic systems offered in the Polish market / Z. Weronika et al. *NFS Journal*. 2024. P. 100199. URL: <https://doi.org/10.1016/j.nfs.2024.100199>
28. Content of amino acids and biogenic amines in stored meat as a result of a broiler diet supplemented with β -alanine and garlic extract / W. Wójcik et al. *Poultry Science*. 2023. C. 103319. URL: <https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.103319>

29. Comparison of the nutritional value of meat from farm-raised and wild fallow deer (dama dama) / j. Wach et al. *Animal science and genetics*. 2023. Vol. 19, no. 4. P. 81–90. URL: <https://doi.org/10.5604/01.3001.0054.3063>
30. Kasprzyk A. Comparison of the amino acid composition and biological value of protein in fallow deer meat from two farming systems. *NFS Journal*. 2025. P. 100231. URL: <https://doi.org/10.1016/j.nfs.2025.100231>
31. Nutritional Processing Quality of Sika Deer (*Cervus nippon*) Venison in Different Muscles / C. Jin et al. *Foods*. 2024. Vol. 13, no. 22. P. 3661. URL: <https://doi.org/10.3390/foods13223661>
32. Characteristics of Meat from Farmed Sika Deer (*Cervus nippon*) and the Effects of Age and Sex on Meat Quality / Z. Peng et al. *Foods*. 2024. Vol. 13, no. 23. P. 3978. URL: <https://doi.org/10.3390/foods13233978>
33. Meat Fatty Acid Composition of Wild Boars Hunted in Romania in Relationship to Gender and Age-Class / M. M. Ciobanu et al. *Animals*. 2022. Vol. 12, no. 7. P. 810. URL: <https://doi.org/10.3390/ani12070810>
34. Fatty Acid and Micronutrient Profile of Longissimus Lumborum from Red Angus and Red Angus x Akaushi Cattle Finished on Grass or Grain / L. Krusinski et al. *Foods*. 2022. Vol. 11, no. 21. P. 3451. URL: <https://doi.org/10.3390/foods11213451>
35. Comparative characterization of lipids and volatile compounds of Beijing Heiliu and Laiwu Chinese black pork as markers / J. Li et al. *Food Research International*. 2021. Vol. 146. P. 110433. URL: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110433>
36. Assessment of the Chemical Composition and Nutritional Quality of Breast Muscle from Broiler Chickens Receiving Various Levels of Fe Glycine Chelate / A. Winiarska-Mieczan et al. *Agriculture*. 2023. Vol. 13, no. 7. P. 1455. URL: <https://doi.org/10.3390/agriculture13071455>
37. Bogatko N. M. Fatty acid composition of meat of slaughtered animals in case of treatment with washing and disinfectants. *Veterinary science, technologies*

- of animal husbandry and nature management*. 2020. No. 6. P. 5–17.
URL: <https://doi.org/10.31890/vttp.2020.06.01>
38. Lestingi A. Use of Wild Boar (*Sus scrofa*) as a Sustainable Alternative in Pork Production. *Animals*. 2023. Vol. 13, no. 14. P. 2258.
URL: <https://doi.org/10.3390/ani13142258>
39. Comparative analysis of the chemical composition, functional-technological, rheological, and antioxidant properties of wild boar meat (*Sus scrofa*) with DFD properties and industrial pork [pdf] / N. V. Bozhko et al. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*. 2023. Vol. 22, no. 3. P. 257–266.
URL: <https://doi.org/10.17306/j.afs.2023.1144>
40. Monitoring of metal content in the tissues of wild boar (*Sus scrofa*) and its food safety aspect / Z. Lénárt et al. *Environmental Science and Pollution Research*. 2022. URL: <https://doi.org/10.1007/s11356-022-23329-6>
41. Raicu F., Vlagioiu C., Tudor N. Researches regarding the concentrations of heavy metals in game meat (deer and wild boar) // *Scientific Works. Series C. Veterinary Medicine*. 2020. Vol. LXVI, Issue 2. P. 76–84.
42. Changes in the concentrations of selected mineral elements in pork meat after sous-vide cooking / B. Macharáčková et al. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2021. Vol. 96. P. 103752.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2020.103752>
43. Djinovic-Stojanovic, J., Jankovic, S., Lazic, I. B., Vranic, D., Milijasevic, J. B., Begic, M., & Djordjevic, V. Mineral composition of meat from different species of animals from Serbia.
44. Nutritional Composition, Technological Quality, and Sensory Attributes of Chicken Breast Meat Affected by White Striping, Wooden Breast, and Spaghetti Meat: A Comprehensive Evaluation / M. Bošković Cabrol et al. *Foods*. 2024. Vol. 13, no. 24. P. 4007. URL: <https://doi.org/10.3390/foods13244007>
45. Digestibility of Meat Mineral and Proteins from Broilers Fed with Graded Levels of *Chlorella vulgaris* / M. Boskovic Cabrol et al. *Foods*. 2022. Vol. 11, no. 9. P. 1345. URL: <https://doi.org/10.3390/foods11091345>

46. Content of Selected Macro- and Microelements in the Liver of Free-Living Wild Boars (*Sus scrofa* L.) from Agricultural Areas and Health Risks Associated with Consumption of Liver / A. Kasprzyk et al. *Animals*. 2020. Vol. 10, no. 9. P. 1519. URL: <https://doi.org/10.3390/ani10091519>
47. Cranberry: Chemical Composition, Antioxidant Activity and Impact on Human Health: Overview / B. V. Nemzer et al. *Molecules*. 2022. Vol. 27, no. 5. P. 1503. URL: <https://doi.org/10.3390/molecules27051503>
48. Evaluation of Anthocyanin Profiles in Various Blackcurrant Cultivars over a Three-Year Period Using a Fast HPLC-DAD Method / B. Šimerdová et al. *Foods*. 2021. Vol. 10, no. 8. P. 1745. URL: <https://doi.org/10.3390/foods10081745>
49. Anthocyanin content in raspberry and elderberry: The impact of cooking and recipe composition / T. Cordeiro et al. *International Journal of Gastronomy and Food Science*. 2021. Vol. 24. P. 100316. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2021.100316>
50. Nutritional and Phytochemical Characterization of Freeze-Dried Raspberry (*Rubus idaeus*): A Comprehensive Analysis / M. Marino et al. *Foods*. 2024. Vol. 13, no. 7. P. 1051. URL: <https://doi.org/10.3390/foods13071051>
51. Red Fruits Composition and Their Health Benefits—A Review / F. Cosme et al. *Foods*. 2022. Vol. 11, no. 5. P. 644. URL: <https://doi.org/10.3390/foods11050644>
52. Characterization of Berry Pomace Powders as Dietary Fiber-Rich Food Ingredients with Functional Properties / I. Jurevičiūtė et al. *Foods*. 2022. Vol. 11, no. 5. P. 716. URL: <https://doi.org/10.3390/foods11050716>
53. Chemical Composition and Antioxidant Properties of Powders Obtained from Different Plum Juice Formulations / A. Michalska et al. *International Journal of Molecular Sciences*. 2017. Vol. 18, no. 1. P. 176. URL: <https://doi.org/10.3390/ijms18010176>
54. Compositional Characteristics of Currant Juices Prepared by Different Processes and Other Selected Currant Products / T. Podskalská et al. *Applied*

- Sciences*. 2024. Vol. 14, no. 14. P. 6029.
URL: <https://doi.org/10.3390/app14146029>
55. Phenolic profiles, bioaccessibility and antioxidant activity of plum (Prunus Salicina Lindl) / J. Yu et al. *Food Research International*. 2021. Vol. 143. P. 110300. URL: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110300>
56. Genetic Differentiation in Anthocyanin Content among Berry Fruits / A. Ponder et al. *Current Issues in Molecular Biology*. 2021. Vol. 43, no. 1. P. 36–51. URL: <https://doi.org/10.3390/cimb43010004>
57. Effects of Freeze-Drying on Sensory Characteristics and Nutrient Composition in Black Currant and Sea Buckthorn Berries / S. Kamanova et al. *Applied Sciences*. 2023. Vol. 13, no. 23. P. 12709. URL: <https://doi.org/10.3390/app132312709>
58. Optimizing plum drying: influence of ripening stages on cell wall composition, water status, drying characteristics, and phenolic profiles / X. Li et al. *Food Production, Processing and Nutrition*. 2025. Vol. 7, no. 1. URL: <https://doi.org/10.1186/s43014-025-00313-4>
59. Petronilho S., Coimbra M. A., Passos C. P. Quality Characteristics of Raspberry Fruits from Dormancy Plants and Their Feasibility as Food Ingredients. *Foods*. 2023. Vol. 12, no. 24. P. 4443. URL: <https://doi.org/10.3390/foods12244443>
60. Cranberry Research Progress: A Systematic Review of Chemical Composition, Pharmacological Mechanisms, Clinical Applications, and Nutritional Significance / J. Xu et al. *International Journal of Molecular Sciences*. 2025. Vol. 26, no. 19. P. 9707. URL: <https://doi.org/10.3390/ijms26199707>
61. Effects of drying and extraction methods on bioactive properties of plums / K. Gościńska et al. *Food Control*. 2021. Vol. 122. P. 107771. URL: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107771>
62. Mineral Composition of Blackcurrant (Ribes Nigrum L.) Fruits and Leaves / O. Struk et al. *The Open Agriculture Journal*. 2024. Vol. 18, no. 1. URL: <https://doi.org/10.2174/0118743315309357240507103606>

63. Determination of the antioxidant and mineral contents of raspberry varieties / S. SHOUKAT et al. *Food Science and Technology*. 2022. Vol. 42. URL: <https://doi.org/10.1590/fst.118521>
64. Golovinskaia O., Wang C.-K. Review of Functional and Pharmacological Activities of Berries. *Molecules*. 2021. Vol. 26, no. 13. P. 3904. URL: <https://doi.org/10.3390/molecules26133904>
65. Selected dried fruits as a source of nutrients / I. Rybicka et al. *European Food Research and Technology*. 2021. URL: <https://doi.org/10.1007/s00217-021-03802-1>
66. Advances in the research on phenolic acids and flavonoids in vinegar: Sources, formation and degradation mechanisms, and functional properties / C.-H. Jin et al. *Food Research International*. 2025. Vol. 222. P. 117702. URL: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2025.117702>
67. Comparison of Phenolic Profile of Balsamic Vinegars Determined Using Liquid and Gas Chromatography Coupled with Mass Spectrometry / M. Kašpar et al. *Molecules*. 2022. Vol. 27, no. 4. P. 1356. URL: <https://doi.org/10.3390/molecules27041356>
68. Melkis K., Jakubczyk K. The Chemical Profiles and Antioxidant Properties of Live Fruit or Vegetable Vinegars Available on the Polish Food Market. *Foods*. 2024. Vol. 13, no. 10. P. 1488. URL: <https://doi.org/10.3390/foods13101488>
69. Kašpar M., Česla P. Characterization of Balsamic Vinegars Using High-Performance Liquid Chromatography and Gas Chromatography. *Applied Sciences*. 2022. Vol. 12, no. 18. P. 8946. URL: <https://doi.org/10.3390/app12188946>
70. Multivariate Statistical Models for the Authentication of Traditional Balsamic Vinegar of Modena and Balsamic Vinegar of Modena on 1H-NMR Data: Comparison of Targeted and Untargeted Approaches / E. Truzzi et al. *Foods*. 2023. Vol. 12, no. 7. P. 1467. URL: <https://doi.org/10.3390/foods12071467>

71. Vinegar: A potential source of healthy and functional food with special reference to sugarcane vinegar / G.-L. Chen et al. *Frontiers in Nutrition*. 2023. Vol. 10. URL: <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1145862>
72. Physico-chemical properties of apple and berry vinegars / L. Jansone et al. *LWT*. 2025. Vol. 228. P. 118036. URL: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2025.118036>
73. Fruit vinegar as a promising source of natural anti-inflammatory agents: an up-to-date review / D. Ousaaïd et al. *DARU Journal of Pharmaceutical Sciences*. 2023. URL: <https://doi.org/10.1007/s40199-023-00493-9>
74. Sour cherry (*Prunus cerasus* L.) vinegars produced from fresh fruit or juice concentrate: Bioactive compounds, volatile aroma compounds and antioxidant capacities / M. Özen et al. *Food Chemistry*. 2020. Vol. 309. P. 125664. URL: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125664>
75. Fruits Vinegar: Quality Characteristics, Phytochemistry, and Functionality / D. Ousaaïd et al. *Molecules*. 2021. Vol. 27, no. 1. P. 222. URL: <https://doi.org/10.3390/molecules27010222>
76. A new approach to the use of apple pomace in cider making for the recovery of phenolic compounds / D. G. Bortolini et al. *LWT*. 2020. Vol. 126. P. 109316. URL: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109316>
77. A Comprehensive Study on the Amino Acids and Tryptophan-Derived Molecules in Iberian Wine Vinegar / C. Marques et al. *Foods*. 2024. Vol. 13, no. 21. P. 3384. URL: <https://doi.org/10.3390/foods13213384>
78. ZHAO Shunhua, ZHU Shenghu. Comparison of amino acid composition characteristics of four traditional cereal vinegars[J]. *China Brewing*, 2023, 42(8): 97-102 <https://doi.org/10.11882/j.issn.0254-5071.2023.08.016>
79. Effects of Organic Acids, Amino Acids and Phenolic Compounds on Antioxidant Characteristic of Zhenjiang Aromatic Vinegar / B. Zhang et al. *Molecules*. 2019. Vol. 24, no. 20. P. 3799. URL: <https://doi.org/10.3390/molecules24203799>

80. High-Density Balsamic Vinegar: Application of Stable Isotope Ratio Analysis to Determine Watering Down / M. Perini et al. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2023. URL: <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.2c08362>
81. Study on changes of bioactive substances and flavour characteristics during fermentation of jujube vinegar / S. Zhao et al. *International Journal of Food Science & Technology*. 2024. URL: <https://doi.org/10.1111/ijfs.17415>
82. Yildiz E. Characterization of Fruit Vinegars via Bioactive and Organic Acid Profile Using Chemometrics. *Foods*. 2023. Vol. 12, no. 20. P. 3769. URL: <https://doi.org/10.3390/foods12203769>
83. Fruit, vegetables, and mushrooms for the preparation of extracts with α -amylase and α -glucosidase inhibition properties: A review / K. Papoutsis et al. *Food Chemistry*. 2021. T. 338. C. 128119. URL: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128119>
84. Functional Properties of Vinegar / N. H. Budak et al. *Journal of Food Science*. 2014. Vol. 79, no. 5. P. R757–R764. URL: <https://doi.org/10.1111/1750-3841.12434>
85. Sengun I. Y., Kilic G., Ozturk B. Screening physicochemical, microbiological and bioactive properties of fruit vinegars produced from various raw materials. *Food Science and Biotechnology*. 2019. Vol. 29, no. 3. P. 401–408. URL: <https://doi.org/10.1007/s10068-019-00678-6>
86. Analysis of Selected Minerals in Homemade Grape Vinegars Obtained by Spontaneous Fermentation / J. Antoniewicz et al. *Biological Trace Element Research*. 2021. URL: <https://doi.org/10.1007/s12011-021-02671-9>
87. Aybek A., Akkemik E. Comparison of traditional Zivzik pomegranate vinegar against commercial pomegranate vinegar: antioxidant activity and chemical composition. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*. 2022. URL: <https://doi.org/10.46810/tdfd.1112619>
88. Topdas E. F. Potential toxic phthalates and heavy metals contamination in vinegars and human health risk assessment. *Journal of Food Composition and*

- Analysis*. 2023. Vol. 122. P. 105491.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2023.105491>
89. Fruit Extracts Incorporated into Meat Products as Natural Antioxidants, Preservatives, and Colorants / A. C. Orădan et al. *Processes*. 2024. Vol. 12, no. 12. P. 2756. URL: <https://doi.org/10.3390/pr12122756>
90. Tischenko V., Huba S., Bozhko N. Evaluation of technological properties and safety indicators of poultry products made using natural marinades. *Technology audit and production reserves*. 2026. Vol. 1, no. 3(87). P. 51–58. URL: <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2026.353035>
91. Rodionova K. Efficiency of Using Plant Antioxidants in the Meat Processing Industry. *Scientific Horizons*. 2022. T. 25, № 9. URL: [https://doi.org/10.48077/scihor.25\(9\).2022.75-83](https://doi.org/10.48077/scihor.25(9).2022.75-83)
92. Erdem N. Assessment of the Impact of Fruit Vinegars on the Tenderness and Quality Attributes of Spent Hen Meat. *Food Science & Nutrition*. 2025. Vol. 13, no. 7. URL: <https://doi.org/10.1002/fsn3.70544>
93. Assessment of the effect of marination with organic fruit vinegars on safety and quality of beef / I. Y. Sengun et al. *International Journal of Food Microbiology*. 2021. Vol. 336. P. 108904. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2020.108904>
94. Використання фруктової сировини як джерела органічних кислот у технології дрібношматкових м'ясних напівфабрикатів / А. Б. Бородай та ін. *Journal of Chemistry and Technologies*. 2023. Т. 30, № 4. С. 613–626. URL: <https://doi.org/10.15421/jchemtech.v30i4.260055>
95. Сімонова І., Пешук Л. Органічні кислоти ягідної сировини у фізіології харчування людини. *Grail of Science*. 2023. № 25. С. 163–168. URL: <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.17.03.2023.026>
96. Serdaroglu M., Yüncü-Boyaçlı Ö., Karaman M. Enhancing meat quality through marination: principle, ingredients and effects. *Food Science and Applied Biotechnology*. 2024. Vol. 7, no. 2. P. 162. URL: <https://doi.org/10.30721/fsab2024.v7.i2.369>

97. Latoch A., Czarniecka-Skubina E., Moczowska-Wyrwisz M. Marinades Based on Natural Ingredients as a Way to Improve the Quality and Shelf Life of Meat: A Review. *Foods*. 2023. Vol. 12, no. 19. P. 3638. URL: <https://doi.org/10.3390/foods12193638>
98. Marination ingredients on meat quality and safety – a review / S. M. E. Rahman et al. *Food Quality and Safety*. 2023. URL: <https://doi.org/10.1093/fqsafe/fyad027>
99. ДСТУ 2450:2006. Оцти з харчової сировини. Загальні технічні умови. [Чинний від 01.01.2007]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2007. 10 с.(Інформація та документація).
100. ДСТУ 4842:2007 Порошок гірчичний. Технічні умови. [Чинний від 01.01.2009]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2007. 10 с.(Інформація та документація).
101. Regulation (EC) No 853/2004 of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004 laying down specific hygiene rules for food of animal origin // *Official Journal of the European Union*. 2004. L 139. P. 55–205. (Інформація та документація).
102. ДСТУ 7411:2013. Прянощі. Мускатний горіх. Технічні умови. [Чинний від 01.07.2006]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2006. 11с. (Інформація та документація).
103. ДСТУ ISO 972:2008. Перець стручковий червоний, цілий чи змелений (порошкоподібний). Технічні умови (ISO 972:1997, IDT). [Чинний від 01.01.2010]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2009. 8 с. (Інформація та документація).
104. ДСТУ ISO 959-1:2008. Перець (*Piper nigrum* L.) горошком чи змелений. Технічні умови. Частина 1. Чорний перець (ISO 959-1:1998, IDT). [Чинний від 01.01.2010]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2009. 10 с. (Інформація та документація).

105. ДСТУ 5035:2008. Журавлина свіжа. Технічні умови. [Чинний від 01.01.2009]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2009. 8 с. (Інформація та документація).
106. ДСТУ 8319:2015. Смородина чорна свіжа. Технічні умови. [Чинний від 01.07.2017]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. 8 с. (Інформація та документація).
107. ДСТУ ISO 11164:2019 Розмарин сушений (*Rosmarinus officinalis* L.). Технічні умови (ISO 11164:1995, IDT). . [Чинний від 01.09.2019]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2019. 8 с. (Інформація та документація).
108. ДСТУ 3583:2015. Сіль кухонна. Загальні технічні умови. 3 поправкою. [Чинний від 01.07.2017]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ». 2016. 16с. (Інформація та документація).
109. ДСТУ 8103:2015 Цибуля ріпчаста сушена. Технічні умови. . [Чинний від 01.01.2017]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ». 2016. 8с. (Інформація та документація).
110. ДСТУ 4623:2023. Цукор. Технічні умови. [Чинний від 01.11.2023]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ». 2023. 15с. (Інформація та документація).
111. ТУ У 19125454.001-97. Часник сушений. Технічні умови. Київ, 1997. (Інформація та документація).
112. ДСТУ 7963:2015. Продукти харчові. Готування проб для мікробіологічних аналізів. [Чинний від 01.01.2017]. Вид. офіц. Київ: ДНДПКІ «Консервпромкомплекс». 2017. (Інформація та документація).
113. ДСТУ 7992:2015. М'ясо та м'ясна сировина. Методи відбирання проб та органолептичного оцінювання свіжості. [Чинний від 01.01.2017]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2017. 9 с. (Інформація та документація).
114. ДСТУ 8051:2015. Продукти харчові. Методи відбирання проб для мікробіологічних аналізів. [Чинний від 01.01.2017]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2017. 11 с. (Інформація та документація).

115. ДСТУ ISO 13903:2009. Корми для тварин. Метод визначення вмісту амінокислот (ISO 13903:2005, IDT). [Чинний від 01.01.2011]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2013. 18 с. (Інформація та документація).
116. Ципріян В. І., Матасар І. Т., Слободкін В. І. Гігієна харчування з основами нутріціології: у 2 кн. Київ : Медицина, 2007. 544 с.
117. ДСТУ ISO 1442:2005. М'ясо та м'ясні продукти. Метод визначення вмісту вологи (контрольний метод). [Чинний від 01.04.2007]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2007. 8 с. (Інформація та документація).
118. ДСТУ ISO 936:2008 М'ясо та м'ясні продукти. Метод визначення масової частки загальної золи (ISO 936:1998, IDT). [Чинний від 01.09.2008]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2009. 8 с. (Інформація та документація).
119. ДСТУ ISO 2917-2001 М'ясо та м'ясні продукти. Визначення рН (контрольний метод) (ISO 2917:1974, IDT). [Чинний від 01.09.2008]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2002. 6 с. (Інформація та документація).
120. Ізраелян В. М. Методичні вказівки до вивчення дисципліни «Фізико-хімічні та біохімічні основи переробки м'яса». Київ : НУБіП України, 2022. 20 с.
121. ДСТУ EN ISO 12966-4:2019. Жири тваринні і рослинні та олії. Газова хроматографія метилових ефірів жирних кислот. Частина 4. Визначення методом капілярної газової хроматографії (EN ISO 12966-4:2015, IDT; ISO 12966-4:2015, IDT). [Чинний від 01.09.2019]. Вид.офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2015. 26 с. (Інформація та документація).
122. ДСТУ ISO 937:2005. М'ясо та м'ясні продукти. Визначення вмісту азоту (контрольний метод) (ISO 937:1978, IDT). [Чинний від 01.07.2007]. Вид.офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2006. 8 с. (Інформація та документація).
123. ДСТУ 8380:2015 М'ясо та м'ясні продукти. Метод вимірювання масової частки жиру. [Чинний від 01.01.2017]. Вид.офіц. Київ : УкрНДНЦ, 2016. 10 с. (Інформація та документація).

124. Паламарчук І. П., Загорко Н. П., Яременко Я. В., Сватова Н.С. Математичні моделі якості м'ясопродуктів з рослинними домішками // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету: наукове фахове видання / ТДАТУ; гол. ред. д.т.н., проф. В. М. Кюрчев. Запоріжжя: ТДАТУ, 2024. Вип. 24, т. 3. С. 177-187.

125. Palamarchuk Igor P., Adamchuk Leonora, Palamarchuk Vladyslav I., T., Hutsol Taras, O., Bezalychna, Olena. Assessment of the Ecological Safety of Honey with the Help of «Factor Area» Models. Sustainability (Switzerland), 2024. <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57208018791161>

126. Palamarchuk I., Mushtruk M., Piddubny V., Tkachenko H. Modeling of the qualitative state of oilseeds from soybean seeds by multifactorial analysis of factor reas. Scifood. Vol.19. 2025. <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57208018791>

127. ДСТУ 8720:2017. Вироби ковбасні та продукти з м'яса. Методи визначення мікробного забруднення. [Чинний від 01.01.2019]. Вид.офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2019. 64 с. (Інформація та документація).

128. ДСТУ EN ISO 4833-1:2014. Мікробіологія харчового ланцюга. Горизонтальний метод підрахунку мікроорганізмів. Частина 1. Підрахунок колоній за температури 30 °С методом розливу по чашках (EN ISO 4833-1:2013, IDT). [Чинний від 01.01.2016]. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2015. 16 с. (Інформація та документація).

129. Хомич В. Т., Баль-Прилипко Л. В., Мазуркевич Т. А., Стегней Ж. Г. Мікроструктурний аналіз м'яса і м'ясних продуктів : навчальний посібник / за ред. В. Т. Хомича. Київ : НУБіП України, 2022.

130. ДСТУ EN 1134:2005. Соки фруктові та овочеві. Визначення вмісту натрію, калію, кальцію та магнію спектрометричним методом атомної абсорбції (EN 1134:1994, IDT). [Чинний від 01.07.2006]. Київ : Держспоживстандарт України, 2006. 8 с. (Інформація та документація).

131. ДСТУ 4823.2:2007. Продукти м'ясні. Органолептичне оцінювання показників якості. Частина 2. Загальні вимоги. [Чинний від 01.01.2009].

Вид.офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2009. 14 с. (Інформація та документація).

132. ISO 11036:2020. Sensory analysis — Methodology — Texture profile. Geneva : International Organization for Standardization, 2020.

133. Wheeler T. L., Shackelford S. D., Koohmaraie M. Warner-Bratzler shear force protocol. U.S. Meat Animal Research Center, Agricultural Research Service, United States Department of Agriculture.

134. Improving Hunted Wild Boar Carcass Hygiene: Roles of Different Factors Involved in the Harvest Phase / D. Ranucci et al. *Foods*. 2021. Vol. 10, no. 7. P. 1548. URL: <https://doi.org/10.3390/foods10071548>

135. Synergistic Effects of a Rotating Magnetic Field and Pulsed Light on Key Quality Characteristics of Refrigerated Pork: A Novel Approach to Shaping Food Quality / P. Duma-Kocan et al. *Applied Sciences*. 2024. Vol. 14, no. 24. P. 12013. URL: <https://doi.org/10.3390/app142412013>

136. Evaluation of the Difference in the Content of Essential and Non-Essential Elements in Wild Boar and Swine Tissues Sampled in the Same Area of Northern Italy / S. Draghi et al. *Animals*. 2024. Vol. 14, no. 6. P. 827. URL: <https://doi.org/10.3390/ani14060827>

137. The effect of storage method on selected physicochemical and microbiological qualities of wild boar meat / N. Kasalka-Czarna et al. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2022. URL: <https://doi.org/10.1002/jsfa.11878>

138. Physical parameters of wild boar meat quality: a review / N. Fabijanić et al. *Journal of Central European Agriculture*. 2023. Vol. 24, no. 2. P. 340–348. URL: <https://doi.org/10.5513/jcea01/24.2.3843>

139. Quality and safety of meat from wild boar hunted in Molise region / M. Palazzo et al. *Italian Journal of Animal Science*. 2021. Vol. 20, no. 1. P. 1889–1898. URL: <https://doi.org/10.1080/1828051x.2021.1965924>

140. Aguilera J. M. Berries as Foods: Processing, Products, and Health Implications. *Annual Review of Food Science and Technology*. 2023. Vol. 15, no. 1. URL: <https://doi.org/10.1146/annurev-food-072023-034248>

141. The role of emerging technologies in the dehydration of berries: Quality, bioactive compounds, and shelf life / M. Pateiro et al. *Food Chemistry: X*. 2022. P. 100465. URL: <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2022.100465>

142. Process Modeling and Convective Drying Optimization of Raspberry Pomace as a Fiber-Rich Functional Ingredient: Effect on Techno-Functional and Bioactive Properties / J. P. Tejada-Miramontes et al. *Foods*. 2024. Vol. 13, no. 22. P. 3597. URL: <https://doi.org/10.3390/foods13223597>

143. Вишневський В. М. Енергоефективна камерна сушарка з комбінованим нагрівом теплоносія : дис. ... д-ра філософії : 144. Київ, 2023. 132 с.

144. Trends and challenges of fruit by-products utilization: insights into safety, sensory, and benefits of the use for the development of innovative healthy food: a review / M. M. Hasan et al. *Bioresources and Bioprocessing*. 2024. Vol. 11, no. 1. URL: <https://doi.org/10.1186/s40643-023-00722-8>

145. ДСТУ 7670:2014. Сировина і продукти харчові. Готування проб. Мінералізація для визначання вмісту токсичних елементів. [Чинний від 01.07.2015]. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2015. 12 с. (Інформація та документація).

146. Ayuso P., García-Pérez P., Nieto G. New Insights and Strategies in the Nutritional Reformulation of Meat Products Toward Healthier Foods. *Molecules*. 2025. Vol. 30, no. 12. P. 2565. URL: <https://doi.org/10.3390/molecules30122565>

147. Paoletti A., Courtney-Martin G., Elango R. Determining amino acid requirements in humans. *Frontiers in Nutrition*. 2024. Vol. 11. URL: <https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1400719>

148. Oral Branched-Chain Amino Acids Supplementation in Athletes: A Systematic Review / D. V. Martinho et al. *Nutrients*. 2022. Vol. 14, no. 19. P. 4002. URL: <https://doi.org/10.3390/nu14194002>

149. Essential Amino Acids and Protein Synthesis: Insights into Maximizing the Muscle and Whole-Body Response to Feeding / D. D. Church et al. *Nutrients*. 2020. Vol. 12, no. 12. P. 3717. URL: <https://doi.org/10.3390/nu12123717>

150. Wu G. Important roles of dietary taurine, creatine, carnosine, anserine and 4-hydroxyproline in human nutrition and health. *Amino Acids*. 2020. Vol. 52, no. 3. P. 329–360. URL: <https://doi.org/10.1007/s00726-020-02823-6>
151. Source and Composition in Amino Acid of Dietary Proteins in the Primary Prevention and Treatment of CKD / P. Letourneau et al. *Nutrients*. 2020. Vol. 12, no. 12. P. 3892. URL: <https://doi.org/10.3390/nu12123892>
152. Gaudichon C. Evolution and significance of amino acid scores for protein quality. *Frontiers in Nutrition*. 2024. Vol. 11. URL: <https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1437853>
153. Grek O., Onopriichuk O., Tymchuk A. Biological value in milk-protein concentrates with malt ingredients. *Ukrainian Food Journal*. 2019. Vol. 8, no. 3. P. 571–583. URL: <https://doi.org/10.24263/2304-974x-2019-8-3-13>
154. The Healthy Fatty Index Allows for Deeper Insights into the Lipid Composition of Foods of Animal Origin when Compared with the Atherogenic and Thrombogenicity Indexes / A. Dal Bosco et al. *Foods*. 2024. Vol. 13, no. 10. P. 1568
155. Comparison of Lipid Profile and Oxidative Stability of Vacuum-Packed and Longtime-Frozen Fallow Deer, Wild Boar, and Pig Meat / A. Reitznerová et al. *Applied Sciences*. 2023. Vol. 13, no. 6. P. 4059. URL: <https://doi.org/10.3390/app13064059>
156. Зубар Н. М. Основи фізіології та гігієни харчування: Підручник. – К.: Центр учбової літератури. 2010. 336 с.
157. Iron Metabolism, Calcium, Magnesium and Trace Elements: A Review / T. Rolić et al. *Biological Trace Element Research*. 2024. URL: <https://doi.org/10.1007/s12011-024-04289-z>
158. Mehri A. Trace elements in human nutrition (ii) – An update. *International Journal of Preventive Medicine*. 2020. Vol. 11, no. 1. P. 2. URL: https://doi.org/10.4103/ijpvm.ijpvm_48_19
159. Essential Elements (Fe, Cu, Mn, Zn) in Meconium, and Newborn Length and Weight, in Relation to Maternal Lifestyle and Diet / B. Mimica et

al. *Nutrients*. 2025. Vol. 17, no. 16. P. 2700.
URL: <https://doi.org/10.3390/nu17162700>

160. Content of Essential Trace Elements in the Hair of Residents of the Caspian Region of the Republic of Kazakhstan Who Recovered from COVID-19 / G. Batyrova et al. *Diagnostics*. 2022. Vol. 12, no. 11. P. 2734.
URL: <https://doi.org/10.3390/diagnostics12112734>

161. López-Alonso M., Rivas I., Miranda M. Trace Mineral Imbalances in Global Health: Challenges, Biomarkers, and the Role of Serum Analysis. *Nutrients*. 2025. Vol. 17, no. 13. P. 2241. URL: <https://doi.org/10.3390/nu17132241>

162. Makević V., de L., Ilić A. Essential trace metals in health and disease. *Medicinski podmladak*. 2023. Vol. 74, no. 5. P. 1–8.
URL: <https://doi.org/10.5937/mp74-43573>

163. Про затвердження Норм фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах і енергії : наказ Міністерства охорони здоров'я України від 03.09.2017 № 1073 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1206-17>

164. Commission Regulation (EC) No 2073/2005 of 15 November 2005 on microbiological criteria for foodstuffs // *Official Journal of the European Union*. 2005. L 338. P. 1–26. URL: <https://surli.cc/rzbgbo>

165. Про затвердження Мікробіологічних критеріїв для встановлення показників безпеки харчових продуктів : наказ Міністерства охорони здоров'я України від 19.07.2012 № 548 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1321-12>

166. Про основні принципи та вимоги до безпеки та якості харчових продуктів : Закон України від 23.12.1997 № 771/97-ВР // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://surl.li/yqrqbsc>

167. ДСТУ 4436:2005. Ковбаси варені, сосиски, сардельки, хліби м'ясні. Загальні технічні умови. [Чинний від 01.01.2007]. Київ : Держспоживстандарт України, 2006. 18 с. . (Інформація та документація).

168. ДСТУ ISO 4832:2015. Мікробіологія харчових продуктів та кормів для тварин. Горизонтальний метод підрахування коліформ. Метод підрахування колоній (ISO 4832:2006, IDT). [Чинний від 01.01.2017]. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2017. 12 с. (Інформація та документація).

169. ДСТУ ISO 15213:2014. Мікробіологія харчових продуктів та кормів для тварин. Горизонтальний метод підраховування кількості сульфітовідновлювальних бактерій, які ростуть в анаеробних умовах (ISO 15213:2003, IDT). [Чинний від 01.07.2015]. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2015. 12 с. (Інформація та документація).

170. OECD, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). *Meat // OECD-FAO Agricultural Outlook 2025–2034*. Paris : OECD Publishing ; Rome : FAO, 2025. URL: <https://surl.li/qznqar>

171. Benefits and challenges of food processing in the context of food systems, value chains and sustainable development goals / M. Michel et al. *Trends in Food Science & Technology*. 2024. P. 104703. URL: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2024.104703>

172. Про затвердження Національного положення (стандарту) бухгалтерського обліку : наказ Міністерства фінансів України від 31.12.1999 № 318 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0027-00>

ДОДАТКИ

ПогодженоПроректор з наукової роботи та
інноваційної діяльності


Вадим КОНДРАТЮК
«15» _____ р.
М.П.


Затверджую

Директор ТОВ «Керрі Україна»



Станіслав КРИЛОВ
«19» _____ 2023 р.
М.П.


А К Т**про впровадження/використання результатів дисертаційної
роботи на здобуття наукового ступеня доктора філософії у
виробництво**

Даним актом стверджується, що результати дисертаційної роботи на тему: «Удосконалення технології м'ясних натуральних напівфабрикатів із фруктовоягідними інгредієнтами», що представлена на здобуття наукового ступеня доктора філософії PhD із спеціальності 181 «Харчові технології», ОНП «Харчові технології», виконаної Кулик Вікторією Костянтинівною, впроваджені у ТОВ «Керрі Україна».

1. Вид впроваджуваних результатів: Технологія натуральних м'ясних напівфабрикатів з використанням фруктовоягідних інгредієнтів.

2. Новизна отриманих результатів: Наукова новизна технічних рішень, підтверджена деклараційними патентами України на корисні моделі.


3. Практичне впровадження/використання результатів: ТОВ «Керрі Україна».

4. Значущість отриманих результатів: Економічний ефект від реалізації натуральних м'ясних напівфабрикатів з фруктовоягідними інгредієнтами полягає у зменшенні собівартості продукції, збільшення рентабельності, зменшення витрат на виробництво.

5. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами: Дисертаційна робота виконувалась в межах наукової теми № 110/2-нтр-2021 «Наукові основи створення комплексу технологій харчових продуктів спеціального призначення», номер державної реєстрації 0121U110254.

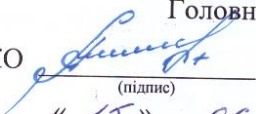
Від Національного університету
біоресурсів і природокористування
України

Начальник науково-дослідної
частини

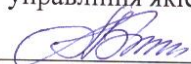

(підпис) Володимир ОТЧЕНАШКО (ПІБ)
« 15 » 06 2023 р.

Від організації
ТОВ «Керрі Україна»


Головний технолог

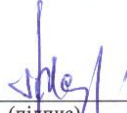



(підпис) Богдан СУБОТА (ПІБ)
« 15 » 06 2023 р.

Декан факультету харчових технологій та
управління якістю продукції АПК


(підпис) Лариса БАЛЬ-ПРИЛИПКО (ПІБ)
« 14 » 06 2023 р.

Здобувач


(підпис) Вікторія КУЛИК (ПІБ)
« 14 » 06 2023 р.

<p>Погоджено Проректор з наукової роботи та інноваційної діяльності</p> <p> (підпис) / Вадим КОНДРАТЮК</p> <p>« 15 » 06 2023 р.</p>	<p>Затверджую Проректор з науково-педагогічної роботи</p> <p> (підпис) / Василь ШИНКАРУК</p> <p>« 15 » 06 2023 р. М.П. </p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

А К Т

про впровадження/використання результатів дисертаційної роботи на здобуття наукового ступеня доктора філософії у навчальний процес

Даним актом стверджується, що результати дисертаційної роботи на тему: «Удосконалення технології м'ясних натуральних напівфабрикатів із фруктово-ягідними інгредієнтами», що представлена на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 181 «Харчові технології», ОНП «Харчові технології».

Виконаної Кулик Вікторією Костянтинівною, впроваджено у навчальну програму при викладанні дисциплін: «технологія м'яса та м'ясних продуктів» для студентів ОС «Бакалавр» спеціальності 181 «Харчові технології» та «актуальні проблеми м'ясопереробної галузі» для студентів ОС «Магістр», ОП «Технології зберігання, консервування та переробки м'яса», на кафедрі технології м'ясних, рибних та морепродуктів у Національному університеті біоресурсів і природокористування України.

Декан факультету харчових технологій та управління якістю продукції АПК
д.т.н., професор

 Лариса БАЛЬ-ПРИЛИПКО

Завідувач кафедри технології м'ясних, рибних та морепродуктів
к.т.н., доцент

 Наталія ГОЛЕМБОВСЬКА

ДКПП 10.10.25

УКНД 67.100.30

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректорка з наукової роботи та
інноваційної діяльності НУБіП
України, д-р. с-г. наук, професорка
Оксана ТОНХА
« 09 » 03 2026 р.



**«НАПІВФАБРИКАТИ З М'ЯСА ДИКОГО КАБАНА
МАРИНОВАНІ»**

Технічні умови
ТУ У 10.1-00493706-235:2026
(Уведено вперше)

Дата надання чинності « 09 » 03 2026 р.
Чинний до « 09 » 03 2031 р.

РОЗРОБЛЕНО:

Факультетом харчових наук, нутриціології
та управління якістю
В.о. декана, д-р. техн. наук, професорка
Лариса БАЛЬ-ПРИЛИПКО
« 09 » 03 2026 р.

В.о. завідувача кафедрою технології м'ясних,
рибних та морепродуктів НУБіП України,
канд. техн. наук, доцент
Олександр САВЧЕНКО
« 09 » 03 2026 р.

Керівник розробки, доцент кафедри
технології м'ясних, рибних та морепродуктів
НУБіП України, канд. техн. наук, доцент
Оксана ШТОНДА
« 09 » 03 2026 р.

Відповідальний виконавець, здобувач PhD
кафедри технології м'ясних, рибних та
морепродуктів НУБіП України,
Вікторія КУЛИК
« 09 » 03 2026 р.



Київ 2026