МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

ГРИЦАЙ МАКСИМ СЕРГІЙОВИЧ

УДК 637.521.47:66.022.36

ДИСЕРТАЦІЯ
УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПОСІЧЕНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ АКТИВНИХ СТАБІЛІЗАТОРІВ М'ЯСНИХ СИСТЕМ

181 Харчові технології
18 Виробництво та технології
Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

М.С. Грицай

Науковий керівник Страшинський Ігор Мирославович, кандидат технічних наук, доцент

Київ – 2025

АНОТАЦІЯ

Грицай М.С., **Удосконалення технології посічених напівфабрикатів з використанням активних стабілізаторів м'ясних систем – кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.**

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 181 «Харчові технології» – Національний університет харчових технологій, Київ, 2025.

Метою роботи є удосконалення технології посічених напівфабрикатів шляхом використання активних стабілізаторів м'ясних систем, зокрема безфосфатних харчових добавок.

Пріоритетним завданням підприємств харчової промисловості є стабільне забезпечення споживачів високоякісними і конкурентноспроможними продуктами харчування. Якість м'ясопродуктів обумовлюють не лише рівень розвитку техніки і технології, а значною мірою властивості і стан сировини, яка у собівартості готової продукції становить до 70-80%.

Забезпечення підприємств м'ясопереробної галузі якісною сировиною тваринництва і птахівництва набуває особливу гостроту. Функціональні властивості м'ясної сировини залежать головним чином від хімічного складу, який змінюється відповідно до анатомічного походження м'язів, генотипу та віку тварин і птиці, а також складу кормів, що впливає на якість м'ясопродуктів. Значна частка сировини має відхилення від традиційного перебігу автолізу (NOR) і характеризується ознаками вад якості (DFD, PSE, RSE, RFN) через інтенсивні технології відгодівлі і підвищення швидкості росту та виходу м'язової тканини, утворення міопатій та м'язових дистрофій (SM – м'ясо спагеті, WS – білі смуги, WB – дерев'яні груди, характерні для м'яса птиці), незрілість внутрішньом'язової сполучної тканини, які погіршують функціонально-технологічні властивості м'ясної сировини. Крім вище наведеного природна різноманітність якості м'ясної сировини внаслідок мінливості передзабійних, післязабійних та вплив факторів технологічної

обробки, а також використання низькосортного, мороженого м’яса ускладнюють його промислову переробку.

Використання функціональних інгредієнтів для оптимізації функціонально-технологічних властивостей м’ясної сировини нівелює вплив природної мінливості якості і в той же час забезпечує виготовлення широкого асортименту продуктів для задоволення потреб споживачів.

Обґрунтовано використання методик для аналізу сировини, модельних м’ясних фаршевих систем та готової продукції. Для визначення функціонально-технологічних показників застосовані фізико-хімічні та інструментальні методи аналізу.

Розроблено схему проведення комплексних досліджень за тематикою дисертаційної роботи яка передбачала: аналітичний огляд літературних і патентних джерел; формулювання мети і завдань роботи; екпериментальні дослідження; промислова апробація удосконаленої технології в умовах м’ясопереробних підприємств; висновки.

Проведено маркетингові дослідження поведінки споживачів для оцінки ринку м’ясних посічених напівфабрикатів з точки зору споживчих пріоритетів та прихильностей споживачів. Підтверджено, задоволення споживчих пріоритетів та прихильностей споживачів можливе шляхом використання в рецептурах інгредієнтів природного походження, що відповідає тенденції чисте маркування (“Clean label”), яке є приорітетним в харчовій промисловості Європейського Союзу.

Визначено вплив нефосфатних харчових добавок на модельні м’ясні фаршеві системи яловичини величиною pH 5,54 ± 0,12. Для забезпечення мінімальних втрат маси м’ясних систем при термообробленні експериментальним шляхом досліджено та з використанням математичних методів отримано регресивні залежності, які вказують на те, що частка "Амідину" в складі комплексної добавки повинна складати 0,81%, карбонату калію 0,39%, а цитрату натрію 0,21% до маси м’ясної сировини.

Встановлено, що для досягнення одного і того ж рівня pH порівнюваних 1-% розчинів активних стабілізаторів необхідно вносити різну кількість 0,1н HCl. Для розробленого безфосфатного комплексу активних стабілізаторів цей показник становить 37,9 мл 0,1н HCl і має максимальний рівень як загальної, так і поетапної буферної ємності, що забезпечує показник pH у діапазоні технологічного процесу м'ясних фаршів посічених напівфабрикатів.

Порівняно вплив розробленого комплексу і харчових фосфатів на біохімічні зміни, які обумовлюють втрати при розморожуванні, зміни кольору і текстури в модельних м'ясних фаршевих системах з такими співвідношеннями м'ясної сировини свинини: нежирна/сало:100/0%, 95/5%, 90/10%, 85/15% і 80/20%. Для прискорення біохімічних процесів імітували цикли розморожування – заморожування, зраки заморожували при температурі -30 °С…-35 °С до температури всередині нижче -18 °С. Зразки зберігали в замороженому стані при -18 °С протягом 7 днів, а потім розморожували при 4 °С протягом 12 годин, доки температура всередині не досягла 0–2 °С, а потім перший цикл заморожування – розморожування вважався завершеним.

Визначення втрати маси при розморожуванні свідчить що для контрольних модельних зразків цей показник становить 13,77%, а для дослідних 13,53%. Процес термооброблення підвищує величину втрат маси до 19,75% у контрольних проти 18,61% у дослідних зразках. Характеристики світлості (L^*), насичення червоним кольором (a^*) і жовтизна досліджуваних зразків (b^*) у дослідних зразках не поступаються контрольним, а переважають їх, що свідчить про вдало підібраний якісний і кількісний склад розробленого комплексу.

За результатами визначення твердості можна побачити, що зі збільшення вмісту жирної сировини відбувається формування більш рихлої м'язово-білкової матричної мережі, що призводить до зниження твердості. Разом з тим показники твердості зразків спочатку зростали, а потім знижувався зі збільшенням циклів заморожування – розморожування. Ці

зміни можна пояснити утворенням міцної тривимірної білкової матриці під час перших циклів, що призводить до підвищення показників твердості.

Розщеплення ліпідів і білків на більш прості молекули знижує не лише харчову і біологічну цінність, негативно вливає на термін зберігання, але і є причиною небажаного згіркнення та зміни кольору, що знижує органолептичні показники м'ясних систем. Дослідженнями підтверджено зменшення кількості утворених продуктів окиснення ліпідів у зразках з безфосфатним комплексом, а саме 0,42 мг MDA/кг проти 0,45 мг MDA/кг у контрольних зразках. Виявлено зниження накопичення вторинних продуктів окиснення ліпідів в другому періоді та різке зниження в наступний період зберігання в замороженому стані через нестійкість гідропероксидів та їх легкий розпад до низькомолекулярних сполук. Доведено, що із збільшенням кількості жирної сировини в м'ясній системі підвищується показник окислення білків, який визначено за вмістом карбонілів, а його значення для дослідних зразків нижчі у порівнянні з контрольними.

Досліджено функціонально-технологічні властивості дослідних зразків з використанням розробленого безфосфатного комплексу активних стабілізаторів у порівнянні з контрольними з харчовими фосфатами при класичних способах теплової обробки – смаження, відварювання на пару та запікання посічених напівфабрикатів і обробки "Sous Vide". Теплова обробка зумовлює дегенерацію міофібрилярних, саркоплазматичних білків і білків сполучної тканини, призводить до структурних змін у м'ясі, модифікує структурно-механічні властивості. Проведені дослідження дали можливість довести перевагу використання розробленого безфосфатного комплексу активних стабілізаторів у дослідних зразках порівняно з контрольними, які містять у складі фосфатні препарати. Це підтверджено зменшенням втрат маси при використанні різних способів теплової обробки м'ясних посічених напівфабрикатів та відповідає результатам визначення функціонально-технологічних властивостей.

Втрати маси м'ясних посічених напівфабрикатів при кулінарній обробці в основному визначаються скороченням міофібрилярних білків (40-60 °С),

скороченням колагену (60-70 °С), денатурацією актину (70-80 °С), а також визначаються вмістом води та жиру в м’ясі. Незалежно від способу теплового оброблення (технології “Sous Vide” або класичних способів) менші для виробів з розробленим безфосфатним комплексом активних стабілізаторів.

Вивчено динаміку зміни кількості мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів в процесі зберігання контрольного і дослідних зразків посічених напівфабрикатів з використанням безфосфатного комплексу активних стабілізаторів м’ясних систем. Усі зразки напівфабрикатів при зберіганні відповідають вимогам та не перевищують регламентовані нормативним документом показники за умови зберігання у замороженому стані за температури -18(±1) ºС. Бактеріостатичний ефект розробленого безфосфатного комплесу підтверджено зниженням показника активності води (a_w), який є важливим параметром в контролі росту мікроорганізмів в харчових продуктах.

Достовірність отриманих експериментальних даних забезпечена використанням сучасних методик досліджень, відповідного обладнання, використанням математичних засобів для опрацювання результатів досліджень. Наукові положення та рекомендації підтверджені лабораторними дослідженнями та виробничими випробуваннями.

Проведено сукупність заходів щодо впровадження запропонованого безфосфатного комплексу та удосконаленої технології посічених напівфабрикатів. На основі проведених досліджень розроблені проєкти ТУ та ТІ У 15.8-02070938-338:2025 «Композиції функціональні харчові: безфосфатний комплекс активних стабілізаторів для м’ясопереробної промисловості» і ТУ та ТІ У 10.1-02070938-339:2025 «Напівфабрикати м’ясні та м’ясомісткі посічені з використанням безфосфатного комплексу активних стабілізаторів». За удосконаленою технологією посічених напівфабрикатів проведено промислову апробацію на виробництвах ТОВ «КІМ» Львівська область, ТОВ «АРЦИЗЬКА М’ЯСНА КОМПАНІЯ» ТОВ «АДВ» м. Дніпропетровськ та на ТОВ «ФУДТЕК» впроваджено у виробництво

дослідно-промислову партію безфосфатного комплексу активних стабілізаторів для м'ясопереробної промисловості.

Ключові слова: м'ясна сировина, функціональні властивості, посічені напівфабрикати, модельні фаршеві системи, емульсія, активні стабілізатори, безфосфатний комплекс, якість, окиснення, консервант, термін зберігання, розморожування, заморожування, рецептура.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті

1. Фурсік О., Страшинський І., Грицай М., Єпішкін С., Пергат О. Особливості післязабійних біохімічних процесів у м'ясній сировині на ТОВ «Тернопільський м'ясокомбінат» // *Науковий вісник ЛНУ ветеринарної медицини та біотехнологій. Серія: Харчові технології*. 2022. Вип. 24(97). С. 34–40. DOI: https://doi.org/10.32718/nvlvet-f9706. (*Особистий внесок: опрацювання методів досліджень, проведення та організація експериментальних досліджень, аналіз отриманих результатів, підготовка їх до друку.*)

URL: https://nvlvet.com.ua/index.php/food/article/view/4339/4444

(Наукове фахове видання України, категорія Б, індексується в наукометричних базах GoogleScholar, Directory of Open Access Journals (DOAJ), Bielefeld Academic Search Engine (BASE), Directoryof Open Access Scholarly Resources (ROAD), Vernadsky national library of Ukraine, National Scientific Agricultural Library, Ulrichsweb global serials directory, IndexCopernicus, Scientific Literature (SCILIT), Dimensions)**.**

2. Страшинський І.М., Грицай М.С. Особливості застосування замінників неорганічних фосфатів у технології виробництва м'ясопродуктів // *Харчова промисловість*. 2023. Вип. 33–34. С. 25–35. DOI: https://doi.org/10.24263/2225-2916-2023-33-34-5. *(Особистий внесок: проведення літературного пошуку, опрацювання методів досліджень, аналіз отриманих результатів, формулювання висновків та оформлення матеріалів до друку.)*

URL: https://nuft.edu.ua/doi/doc/fi/2023/33-34/5.pdf

(Наукове фахове видання України, категорія Б,індексується в науково метричних базах GoogleScholar, Index Copernicus).

3. Страшинський І.М., Грицай М.С. Розробка комплексу нефосфатних вологоутримуючих добавок на основі активних стабілізаторів м'ясних систем // *Вісник ЛТЕУ. Технічні науки*. 2024. Вип. 37. С. 71–79. DOI: https://doi.org/10.32782/2522-1221-2024-37-10. *Особистий внесок: опрацювання літературних джерел, методів досліджень, виготовлення модельних м'ясних систем та моделювання складу комплексу активних стабілізаторів, аналіз отриманих результатів, формулювання висновків та оформлення матеріалів до друку.*

URL: http://journals-lute.lviv.ua/index.php/visnyk-tech/article/view/1560/1471

(Наукове фахове видання України, категорія Б, індексується в наукометричних базах EBSCO, GoogleScholar, Index Copernicus).

4. Страшинський І.М., Грицай М.С. Вплив активних стабілізаторів на функціональні властивості м'ясних фаршів // *Наукові праці НУХТ*. 2024. Вип. 30(6). С. 133–142. DOI: https://doi.org/10.24263/2225-2924-2024-30-6-13.

Особистий внесок: опрацювання літературних джерел, методів досліджень, виготовлення м'ясних фаршів та дослідження їх функціональних властивостей, *обробка отриманих результатів, оформлення матеріалів до друку.*

URL: https://nuft.edu.ua/doi/doc/swnuft/2024/6/13.pdf

(Наукове фахове видання України, категорія Б, індексується в наукометричних базах EBSCO, GoogleScholar, IndexCopernicus).

5. Грицай М.С., Страшинський І.М. Вплив теплового оброблення «Sous-Vide» і традиційних способів на втрати маси посічених напівфабрикатів // *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки* / Херсонський державний аграрно-економічний університет. Херсон: Видавничий дім «Гельветика», 2025. Вип. 1. С. 317–324. DOI: https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2025.1.32. (*Особистий внесок: проведення та організація експериментальних досліджень,*

виготовлення зразків посічених напівфабрикатів, обробка отриманих результатів, підготовка їх до друку.)

URL: https://journals.ksauniv.ks.ua/index.php/tech/article/view/807/751

(Наукове фахове видання України, категорія Б, індексується в наукометричних базах Index Copernicus, Google Scholar.)

Тези доповідей і матеріали конференцій

6. Страшинський І.М., Маринін А.І., Грицай М.С. Використання білкової сировини тваринного походження у технології м'ясних напівфабрикатів // *Inprodmash & Upakovka 2021 Trade Fair*: програма та тези матеріалів міжнар. наук.-практ. конф. «Реалії та перспективи м'ясопереробки», 15 вересня. 2021 р., м. Київ. – Київ: НУХТ, 2021. – С. 41. – 92 с. URL: https://dspace.nuft.edu.ua/handle/123456789/38997

7. Страшинський І.М., Маринін А.І., Грицай М.С., Поліщук І.А. Використання гліцину в харчових продуктах // *Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті євроінтеграції*: програма та тези матеріалів IX міжнар. наук.-техн. конф., 9–10 листоп. 2021 р., м. Київ. – Київ: НУХТ, 2021. – С. 326–327. URL: https://dspace.nuft.edu.ua/handle/123456789/39004

8. Страшинський І.М., Маринін А.І., Грицай М.С. Використання гліцину в технології харчових продуктів // *Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті*: книга рефератів 88-ї міжнар. наук. конф. молодих учених, аспірантів і студентів, квіт.–трав. 2022 р., м. Київ. – Київ: НУХТ, 2022. – Ч. 1. – С. 227. URL: https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/4ea41a18-bf25-488e-a6d7-6d334b452505/content

9. Страшинський І.М., Маринін А.І., Коросташов А.Ю. Медико-біологічні аспекти використання фосфатних препаратів у технології м'ясопродуктів // *Scientific Collection «InterConf»*, №119: матеріали 2-ї міжнар. наук.-практ. конф. «Нові досягнення наукового світу», 6–8 серп. 2022 р., Монтеррей, Мексика. –

Монтеррей: Mendez Editores, 2022. – С. 195–198. URL: https://dspace.nuft.edu.ua/handle/123456789/38789

10. Страшинський І.М., Маринін А.І., Грицай М.С., Поліщук І.А. Використання солей карбонату і цитрату натрію у рецептурах м'ясопродуктів // *Інноваційні технології та перспективи розвитку м'ясопереробної галузі*: програма та тези матеріалів ІІІ міжнар. наук.-практ. конф., 18 жовт. 2022 р., м. Київ. – Київ: НУХТ, 2022. – С. 100. – 169 с.

11. Страшинський І.М., Маринін А.І., Фурсік О.П. Використання активних стабілізаторів у технології м'ясних продуктів // *Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті євроінтеграції*: програма та тези матеріалів XI міжнар. наук.-техн. конф., 8 листоп. 2022 р., м. Київ. – Київ: НУХТ, 2022. – С. 253–255. – 347 с.

12. Страшинський І.М., Маринін А.І., Фурсік О.П., Грицай М.С. Активні стабілізатори у технології емульгованих м'ясопродуктів // *Сучасні тенденції розвитку науки і практики*. Т. 2: колективна монографія / упоряд. В. Шпак; голова редкол. С. Табачников. – Sherman Oaks, California: GS Publishing Services, 2022. – Вип. 181. – С. 151–155. DOI: https://doi.org/10.51587/9781-7364-13364-2022-006-151-155

13. Страшинський І.М., Маринін А.І., Грицай М.С., Шкірдов Д. Перспективні технології альтернативної заміни фосфатних препаратів у м'ясопродуктах // *Scientific Collection «InterConf+»*. 2022. – Вип. 21(109). – С. 287–296. DOI: https://doi.org/10.51582/interconf.19-20.05.2022.036

14. Страшинський І.М., Маринін А.І., Грицай М.С., Косюк О.Ю. Необхідність застосування безфосфатних вологоутримуючих добавок // *Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті*: матеріали 89-ї міжнар. наук. конф. молодих учених, аспірантів і студентів, 3–7 квіт. 2023 р., м. Київ. – Київ: НУХТ, 2023. – Ч. 1. – С. 263, 433. URL: https://conference.nuft.edu.ua/young/Books%20of%20abstracts/2023/Part_1.pdf

15. Страшинський І.М., Маринін А.І., Фурсік О.П., Грицай М.С. Заміна фосфатів у технології м'ясних продуктів // *Промисловість та крафт для*

HoReCa в туризмі: досвід, проблеми, інновації: програма та матеріали міжнар. наук.-практ. конф., 23–24 трав. 2023 р., м. Київ. – Київ: НУХТ, 2023. – С. 33. – 240 с. URL: https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/23d24a59-8c31-4f23-a74f-1d6214d3b054/content

16. Грицай М.С., Страшинський І.М. Медико-біологічні особливості використання фосфатів у м'ясних продуктах // *Сучасні тренди і перспективи в галузі переробки м'яса і молока*: програма та тези матеріалів IV міжнар. наук.-практ. конф., 21 верес. 2023 р., м. Київ. – Київ: НУХТ, 2023. – С. 24. – 124 с. URL: https://dspace.nuft.edu.ua/handle/123456789/41803

17. Страшинський І.М., Грицай М.С., Ольга К. Дослідження ступеня розчинності колагену свинини на ТОВ «Тернопільський м'ясокомбінат» // *Сучасні тенденції розвитку індустрії гостинності*: зб. тез доп. IV міжнар. наук.-практ. конф., 12 жовт. 2023 р., м. Львів. – Львів: ЛДУФК ім. Івана Боберського, 2023. – С. 172–175. – 384 с.

18. Грицай М.С., Страшинський І.М. Технологічні особливості карбонатів для рівноцінної заміни фосфатних препаратів // *Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті євроінтеграції*: програма та тези матеріалів XI міжнар. наук.-техн. конф., 7 листоп. 2023 р., м. Київ. – Київ: НУХТ, 2023. – С. 189–191. – 337 с.

19. Грицай М.С., Страшинський І.М. Використання натуральних інгредієнтів для зменшення неорганічного фосфату в м'ясних продуктах // *Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті*: матеріали 90-ї міжнар. наук. конф. молодих учених, аспірантів і студентів, 11–12 квіт. 2024 р., м. Київ. – Київ: НУХТ, 2024. – Ч. 1. – С. 257. – 439 с.

20. Страшинський І.М., Грицай М.С. Тенденція "Clean Label" у технології м'ясопродуктів для HoReCa // *Промисловість та крафт для HoReCa в туризмі: досвід, проблеми, інновації*: програма та матеріали II міжнар. наук.-практ. конф., 23–24 трав. 2024 р., м. Київ. – Київ: НУХТ, 2024. – С. 139–141. – 248 с.

21. Грицай М.С., Страшинський І.М. Комплексне використання безфосфатних вологоутримуючих добавок на основі активних стабілізаторів м'ясних систем в технології посічених напівфабрикатів // *Сучасні тренди і перспективи в галузі переробки м'яса і молока*: програма та тези матеріалів V міжнар. наук.-практ. конф., 18 верес. 2024 р., м. Київ. – Київ: НУХТ, 2024. – С. 32. – 131 с.

22. Грицай М.С., Страшинська Л.В., Страшинський І.М. Застосування сучасних технологій маркетингових досліджень при оцінці поведінки споживачів посічених напівфабрикатів в системі моніторингу споживчих тенденцій та пріоритетів // *Education and science: theory & praxis*: collective monograph / comp. V. Shpak; ed. board S. Tabachnikov. – Sherman Oaks, California: GS Publishing Services, 2025. – Вип. 195. – С. 18–34. DOI: https://doi.org/10.51587/9798-9917-51919-2025-022-18-34

23. Грицай М.С., Страшинський І.М. Порівняння буферної здатності активних стабілізаторів // *Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті*: матеріали 91-ї міжнар. наук. конф. молодих учених, аспірантів і студентів, 2025 р., м. Київ. – Київ: НУХТ, 2025. – Ч. 1. – С. 218.

24. Грицай М.С., Олексійовець І.Ю., Маринін А.І., Страшинський І.М. Втрати маси посічених напівфабрикатів при термообробленні // *Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті*: матеріали 91-ї міжнар. наук. конф. молодих учених, аспірантів і студентів, 2025 р., м. Київ. – Київ: НУХТ, 2025. – Ч. 1. – С. 240.

List of publications of the applicant on the topic of the dissertation

1. Fursik O., Strasynskyi I., Hrytsai M., Iepishkin S., Perhat O. Features of post-slaughter biochemical processes in meat raw materials at LLC "Ternopil Meat Plant" // *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni S. Z. Gzhytskoho. Seriia: Kharchovi tekhnolohii – Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series:*

Food Technologies. 2022. Vol. 24(97). P. 34–40. DOI: https://doi.org/10.32718/nvlvet-f9706 (*Personal contribution: elaboration of research methods, conducting and organizing experimental studies, analyzing the results obtained, preparing them for publication.*)

URL: https://nvlvet.com.ua/index.php/food/article/view/4339/4444

(Scientific professional publication of Ukraine, category B, is indexed in scientific metric databases GoogleScholar, Directory of Open Access Journals (DOAJ), Bielefeld Academic Search Engine (BASE), Directoryof Open Access Scholarly Resources (ROAD), Vernadsky national library of Ukraine, National Scientific Agricultural Library, Ulrichsweb global serials directory, IndexCopernicus, Scientific Literature (SCILIT), Dimensions).

2. Strasynskyi I.M., Hrytsai M.S. Features of the application of inorganic phosphate substitutes in meat production technology // *Kharchova promyslovist – Food Industry*. 2023. Vol. 33–34. P. 25–35. DOI: https://doi.org/10.24263/2225-2916-2023-33-34-5 (*Personal contribution: conducting a literary search, working out research methods, analyzing the results obtained, formulating conclusions and preparing materials for publication.)*

URL: https://nuft.edu.ua/doi/doc/fi/2023/33-34/5.pdf

(Scientific professional edition of Ukraine, category B, is indexed in scientific metric databases GoogleScholar, Index Copernicus).

3. Strasynskyi I.M., Hrytsai M.S. Development of a complex of non-phosphate moisture-retaining additives based on active stabilisers of meat systems // *Visnyk Lvivskoho torhovelno-ekonomichnoho universytetu. Tekhnichni nauky – Herald of LUTE. Technical Sciences*. 2024. Vol. 37. P. 71–79. DOI: https://doi.org/10.32782/2522-1221-2024-37-10 *(Personal contribution: study of literary sources, research methods, production of model meat systems and modeling the composition of a complex of active stabilizers, analysis of the results obtained, formulation of conclusions and design of materials for printing.)* URL: http://journals-lute.lviv.ua/index.php/visnyk-tech/article/view/1560/1471

(Scientific professional edition of Ukraine, category B, is indexed in scientific metric databases EBSCO, GoogleScholar, Index Copernicus).

4. Strasynskyi I.M., Hrytsai M.S. The impact of active stabilizers on the functional properties of minced meat // *Naukovi pratsi Natsionalnoho universytetu kharchovykh tekhnolohii – Scientific Works of NUFT*. 2024. Vol. 30(6). P. 133–142. DOI: https://doi.org/10.24263/2225-2924-2024-30-6-13 *(Personal contribution: study of literary sources, research methods, production of minced meat and study of their functional properties, processing of the results obtained, registration of materials for printing.)*

URL: https://nuft.edu.ua/doi/doc/swnuft/2024/6/13.pdf

(Scientific professional edition of Ukraine, category B, is indexed in scientific metric databases EBSCO, GoogleScholar, Index Copernicus).

5. Hrytsai M.S., Strasynskyi I.M. Influence of sous-vide heat treatment and traditional methods on weight loss of cut semi-finished products // *Tavriiskyi naukovyi visnyk. Seriia: Tekhnichni nauky – Tavria Scientific Bulletin. Series: Technical Sciences*. 2025. Vol. 1. P. 317–324. DOI: https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2025.1.32

(*Personal contribution: conducting and organizing experimental studies, making samples of split semi-finished products, processing the results obtained, preparing them for printing.)*

URL: https://journals.ksauniv.ks.ua/index.php/tech/article/view/807/751

(Scientific professional edition of Ukraine, category B, is indexed in scientific metric databases Index Copernicus, Google Scholar.)

Abstracts and conference materials

6. Strashynskyi I.M., Marynin A.I., Hrytsai M.S. Usage of protein-like raw materials of animal origin in technology of meat semi-finished products // *Inprodmash & Upakovka 2021 Trade Fair* : abstracts of the Int. sci.-pract. conf. “Realities and Prospects of Meat Processing”, 15 Sept. 2021, Kyiv. – Kyiv : NUFT, 2021. – P. 41. – 92 p. URL: https://dspace.nuft.edu.ua/handle/123456789/38997

7. Strashynskyi I.M., Marynin A.I., Hrytsai M.S., Polishchuk I.A. Use of glycine in food products // *Scientific problems of food technologies and industrial biotechnology in the context of European integration* : abstracts of the IX Int. sci.-tech. conf., 9–10 Nov. 2021, Kyiv. – Kyiv : NUFT, 2021. – P. 326–327. URL: https://dspace.nuft.edu.ua/handle/123456789/39004

8. Strashynskyi I.M., Marynin A.I., Hrytsai M.S. The use of glycine in food technology // *Scientific Achievements of Youth – Solving the Problems of Human Nutrition in the 21st Century* : book of abstracts of the 88th Int. sci. conf. of young scientists, postgraduates and students, Apr.–May 2022, Kyiv. – Kyiv : NUFT, 2022. – Part 1. – P. 227. URL: https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/4ea41a18-bf25-488e-a6d7-6d334b452505/content

9. Strashynskyi I.M., Marynin A.I., Korostashov A.Yu. Medical and biological aspects of the use of phosphate preparations in the technology of meat products // *Scientific Collection «InterConf»*, No. 119 : proc. of the 2nd Int. sci.-pract. conf. «Recent Advances in Scientific World», 6–8 Aug. 2022, Monterrey, Mexico. – Monterrey : Mendez Editores, 2022. – P. 195–198. URL: https://dspace.nuft.edu.ua/handle/123456789/38789

10. Strashynskyi I.M., Marynin A.I., Hrytsai M.S., Polishchuk I.A. Use of sodium carbonate and citrate salts in meat product formulations // *Innovative technologies and prospects for the development of the meat processing industry* : abstracts of the III Int. sci.-pract. conf., 18 Oct. 2022, Kyiv. – Kyiv : NUFT, 2022. – P. 100. – 169 p.

11. Strashynskyi I.M., Marynin A.I., Fursik O.P. The use of active stabilizers in the technology of meat products // *Scientific problems of food technologies and industrial biotechnology in the context of European integration* : abstracts of the XI Int. sci.-tech. conf., 8 Nov. 2022, Kyiv. – Kyiv : NUFT, 2022. – P. 253–255. – 347 p.

12. Strashynskyi I.M., Marynin A.I., Fursik O.P., Hrytsai M.S. Active stabilizers in the technology of emulsified meat products // *Modern trends in the development of science and practice*. Vol. 2 : collective monograph / comp. V.

Shpak; ed. board S. Tabachnikov. – Sherman Oaks, California : GS Publishing Services, 2022. – Vol. 181. – P. 151–155. DOI: https://doi.org/10.51587/9781-7364-13364-2022-006-151-155

13. Strashynskyi I.M., Marynin A.I., Hrytsai M.S., Shkirdov D. Promising technologies for alternative replacement of phosphate preparations in meat products // *Scientific Collection «InterConf+»*. 2022. – Vol. 21(109). – P. 287–296. DOI: https://doi.org/10.51582/interconf.19-20.05.2022.036

14. Strashynskyi I.M., Marynin A.I., Hrytsai M.S., Olga K. The necessity of using non-phosphate moisture-retaining additives // *Scientific Achievements of Youth – Solving the Problems of Human Nutrition in the 21st Century* : materials of the 89th Int. sci. conf. of young scientists, postgraduates and students, 3–7 Apr. 2023, Kyiv. – Kyiv : NUFT, 2023. – Part 1. – P. 263, 433. URL: https://conference.nuft.edu.ua/young/Books%20of%20abstracts/2023/Part_1.pdf

15. Strashynskyi I.M., Marynin A.I., Fursik O.P., Hrytsai M.S. Replacement of phosphates in the technology of meat products // *Industry and craft for HoReCa in tourism: experience, problems, innovations* : program and materials of the Int. sci.-pract. conf., 23–24 May 2023, Kyiv. – Kyiv : NUFT, 2023. – P. 33. – 240 p. URL: https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/23d24a59-8c31-4f23-a74f-1d6214d3b054/content

16. Hrytsai M.S., Strashynskyi I.M. Medical and biological features of the use of phosphates in meat products // *Modern trends and prospects in the field of meat and milk processing* : programme and abstracts of the IV Int. sci.-pract. conf., 21 Sept. 2023, Kyiv. – Kyiv : NUFT, 2023. – P. 24. – 124 p. URL: https://dspace.nuft.edu.ua/handle/123456789/41803

17. Strashynskyi I.M., Hrytsai M.S., Olga K. Study of the degree of collagen solubility in pork at «Ternopil Meat Processing Plant» Ltd // *Modern trends in the development of the hospitality industry* : book of abstracts of the IV Int. sci.-pract. conf., 12 Oct. 2023, Lviv. – Lviv : Ivan Boberskyi Lviv State Univ. of Physical Education, 2023. – P. 172–175. – 384 p.

18. Hrytsai M.S., Strashynskyi I.M. Technological features of carbonates for equivalent replacement of phosphate preparations // *Scientific problems of food technologies and industrial biotechnology in the context of European integration* : programme and abstracts of the XI Int. sci.-tech. conf., 7 Nov. 2027, Kyiv. – Kyiv : NUFT, 2023. – P. 189–191. – 337 p.

19. Hrytsai M.S., Strashynskyi I.M. Using natural ingredients to reduce inorganic phosphate in meat products // *Scientific achievements of youth – solving the problems of human nutrition in the 21st century* : materials of the 90th Int. sci. conf. of young scientists, postgraduates and students, 11–12 Apr. 2024, Kyiv. – Kyiv : NUFT, 2024. – Part 1. – P. 257. – 439 p.

20. Strashynskyi I.M., Hrytsai M.S. "Clean Label" trend in meat products technology for HoReCa // *Industry and craft for HoReCa in tourism: experience, problems, innovations* : programme and materials of the II Int. sci.-pract. conf., 23–24 May 2024, Kyiv. – Kyiv : NUFT, 2024. – P. 139–141. – 248 p.

21. Hrytsai M.S., Strashynskyi I.M. Complex use of non-phosphate moisture-retaining additives based on active stabilizers of meat systems in chopped semifinished technology // *Modern trends and prospects in the field of meat and milk processing* : programme and abstracts of the V Int. sci.-pract. conf., 18 Sept. 2024, Kyiv. – Kyiv : NUFT, 2024. – P. 32. – 131 p.

22. Hrytsai M.S., Strashynska L.V., Strashynskyi I.M. Application of modern marketing research technologies in assessing consumer behavior of semi-finished products in the system of monitoring consumer trends and priorities // *Education and science: theory & praxis* : collective monograph / comp. V. Shpak; ed. board S. Tabachnikov. – Sherman Oaks, California : GS Publishing Services, 2025. – Vol. 195. – P. 18–34. DOI: https://doi.org/10.51587/9798-9917-51919-2025-022-18-34

23. Hrytsai M.S., Strashynskyi I.M. Comparison of buffering capacity of active stabilizers // *Scientific achievements of youth – solving the problems of human nutrition in the 21st century* : materials of the 91st Int. sci. conf. of young scientists, postgraduates and students, 2025, Kyiv. – Kyiv : NUFT, 2025. – Vol. 1. – P. 218.

24. Hrytsai M.S., Oleksiiovets I.Yu., Marynin A.I., Strashynskyi I.M. Mass losses of chopped semi-finished products during heat treatment // *Scientific achievements of youth – solving the problems of human nutrition in the 21st century* : materials of the 91st Int. sci. conf. of young scientists, postgraduate students and students, 2025, Kyiv. – Kyiv : NUFT, 2025. – Vol. 1. – P. 240.

SUMMARY

Hrytsai M.S., Improvement of the technology of choppedsemi-finished products using active stabilizers of meat systems – qualifying scientific work in the form of a manuscript.

Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in specialty 181 "Food Technology" – National University of Food Technologies, Kyiv, 2025.

The purpose of the work is to improve the technology of chopped semi-finished products by using active stabilizers of meat systems, in particular phosphate-free food additives.

The priority task of food industry enterprises is to provide consumers with high-quality and competitive food products. The quality of meat products is determined not only by the level of development of equipment and technology, but also to a large extent by the properties and condition of raw materials, which account for up to 70-80% of the cost of finished products.

Providing meat processing enterprises with high-quality raw materials from livestock and poultry farming is becoming especially acute. The functional properties of meat raw materials depend mainly on the chemical composition, which varies according to the anatomical origin of the muscles, the genotype and age of animals and poultry, as well as the composition of feed, which affects the quality of meat products. A significant proportion of raw materials deviates from the traditional course of autolysis (NOR) and is characterized by signs of quality defects (DFD, PSE, RSE, RFN) due to intensive fattening technologies and increased growth rate and yield of muscle tissue, formation of myopathies and muscular dystrophies (SM - spaghetti meat, WS - white stripes, WB - wooden breasts, characteristic of poultry meat), immaturity of intramuscular connective tissue, which worsen thefunctionally technological propertiesof meat raw materials. In addition to the above, the natural diversity of the quality of meat raw materials due to the variability of pre-slaughter, post-slaughter and the influence of technological processing factors, as well as the use of low-grade, frozen meat, complicate its industrial processing.

The use of functional ingredients to optimize the functionally technological properties of meat raw materials eliminates the influence of natural quality variability and at the same time ensures the manufacture of a wide range of products to meet consumer needs.

The use of methods for the analysis of raw materials, model minced meat systems and finished products is substantiated. To determine functional and technological indicators, physicochemical and instrumental methods of analysis are used.

A scheme for conducting comprehensive research on the subject of the dissertation work has been developed, which included: an analytical review of literary and patent sources; formulation of the goal and objectives of the work; experimental studies; industrial testing of improved technology in meat processing enterprises; conclusions.

Marketing research of consumer behavior were conducted to assess the market of chopped meat semi-finished products from the point of view of consumer priorities and consumer preferences. It is confirmed that satisfaction of consumer priorities and consumer preferences is possible by using ingredients of natural origin in formulations, which corresponds to the trend of clean labeling ("Clean label"), which is a priority in the food industry of the European Union.

The influence of non-phosphate food additives on model minced beef meat systems with a pH of 5.54 ± 0.12 is determined. To ensure minimal loss of mass of meat systems during heat treatment experimentally, regressive dependencies were studied and using mathematical methods, which indicate that the share of Amidin in the composition of the complex additive should be 0.81%, potassium carbonate 0.39%, and sodium citrate 0.21% to the mass of meat raw materials.

It was found that to achieve the same pH level of the compared 1% solutions of active stabilizers, a different amount of 0.1 N HCl must be added. For the developed BKAS, this indicator is 37.9 ml of 0.1 N HCl and has a maximum level of both total and staged buffer capacity, which provides the pH indicator in the range of the technological process of minced meat of chopped semi-finished products.

The effect of the developed complex and food phosphates on biochemical changes that cause thawing losses, color and texture changes in model minced meat systems with the following ratios of pork meat raw materials: lean/fatty: 100/0%, 95/5%, 90/10%, 85/15% and 80/20% was compared. To accelerate biochemical processes, thaw-freeze cycles were simulated, the samples were frozen at a temperature of -30 °C…-35 °C to an internal temperature below -18 °C. The samples were stored frozen at -18 °C for 7 days, and then thawed at 4 °C for 12 hours until the internal temperature reached 0–2 °C, and then the first thaw-freeze cycle was considered complete.

The determination of mass loss during thawing shows that for the control model samples this indicator is 13.77%, and for the experimental 13.53%. The heat treatment process increases the mass loss to 19.75% in the control against 18.61% in the experimental samples. The characteristics of lightness (L∗), red color saturation (a∗) and yellowness of the studied samples (b∗) in the experimental samples are not inferior to the control ones, but prevail over them, which indicates a well-chosen qualitative and quantitative composition of the developed complex. quantitative composition of the developed complex.

Based on the results of determining the hardness, it can be seen that with an increase in the content of fatty raw materials, a looser muscle-protein matrix network is formed, which leads to a decrease in hardness. At the same time, the hardness indices of the samples first increased, and then decreased with increasing thawing-freezing cycles. These changes can be explained by the formation of a strong three-dimensional protein matrix during the first cycles, which leads to an increase in hardness.

Splitting lipids and proteins into simpler molecules reduces not only the nutritional and biological value, negatively affects the shelf life, but also causes undesirable rancidity and color change, which reduces the organoleptic performance of meat systems. Studies have confirmed a decrease in the amount of lipid oxidation products formed in samples with a phosphate-free composition, namely 0.42 mg MDA/kg versus 0.45 mg MDA/kg in control samples. A decrease in the

accumulation of secondary lipid oxidation products in the second period and a sharp decrease in the subsequent period of storage in the frozen state due to the instability of hydroperoxides and their easy decomposition to low molecular weight compounds were revealed. It is proved that with an increase in the amount of fatty raw materials in the meat system, the oxidation index of proteins increases, which is determined by the content of carbonyls, and its values for experimental samples are lower compared to control ones.

The functional and technological properties of the experimental samples using the developed phosphate-free complex of active stabilizers were investigated in comparison with the control samples with food phosphates during classical heat treatment methods – frying, steaming and baking cutlets and "Sous Vide" treatment. Heat treatment causes degeneration of myofibrillar, sarcoplasmic proteins and connective tissue proteins, leads to structural changes in meat, modifies structural and mechanical properties. The conducted studies made it possible to prove the advantage of using the developed BKAS in experimental samples compared to the control samples containing phosphate preparations. This is confirmed by a decrease in weight loss when using various methods of heat treatment of chopped meat semi-finished products (cutlets) and corresponds to the results of the determination of functional and technological studies.

The weight losses of chopped meat semi-finished products during cooking is mainly determined by the reduction of myofibrillar proteins (40-60 ° C), the reduction of collagen (60-70 ° C), the denaturation of actin (70-80 ° C), and also determined by the content of water and fat in meat. Regardless of the heat treatment method (Sous Vide technologies or classical methods), smaller for products with the developed phosphate-free complex of active stabilizers.

The dynamics of changes in the number of mesophilic aerobic and facultative-anaerobic microorganisms during storage of control and experimental samples of chopped semi-finished products using a phosphate-free complex of active stabilizers of meat systems was studied. All samples of semi-finished products during storage

meet the requirements and do not exceed the indicators regulated by the regulatory document when stored in a frozen state at a temperature of -18(±1) ºC.

The reliability of the obtained experimental data is ensured by the use of modern research methods, appropriate equipment, the use of mathematical tools for processing research results. Scientific provisions and recommendations are confirmed by laboratory research and production tests.

A set of measures was taken to introduce the proposed phosphate-free complex and improved technology of split semi-finished products. On the basis of the conducted research, the projects technical conditions and technical instructions of Ukraine 15.8-02070938-338: 2025 "Functional food compositions: phosphate-free complex of active stabilizers for the meat processing industry" and technical conditions and technical instructions of Ukraine 10.1-02070938-339: 2025 "Semi-finished meat and meat-containing products are excised using a phosphate-free complex of active stabilizers." According to the improved technology of chopped semi-finished products, industrial testing was carried out at the production facilities of KIM LLC Lviv region, ARTSIZKA MEAT COMPANY LLC ADV LLC Dnepropetrovsk and an experimental industrial batch of phosphate-free complex of active stabilizers was introduced into production for the meat processing industry.

Key words: meat raw materials, functional properties, chopped semi-finished products, model minced meat systems, emulsion, active stabilizers, phosphate-free complex, quality, oxidation, preservative, shelf life, defrosting, freezing, recipe.

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ..... 2
ЗМІСТ..... 24
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ..... 27
ВСТУП..... 28
РОЗДІЛ 1. СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ АКТИВНИХ СТАБІЛІЗАТОРІВ У ТЕХНОЛОГІЇ М'ЯСНИХ ПОСІЧЕНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ..... 35
1.1. Особливості традиційних видів м'ясної сировини для посічених напівфабрикатів..... 31
1.2. Сучасні виклики використання функціонально-технологічних добавок у м'ясопродуктах..... 43
1.3. Перспективні технології альтернативної заміни фосфатних препаратів у м'ясопродуктах..... 54
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1..... 65
РОЗДІЛ 2. ОРГАНІЗАЦІЯ РОБОТИ, ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....66
2.1 Організація експериментів, характеристика об'єктів та предметів досліджень..... 66
2.2 Методи досліджень..... 67
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2..... 79
РОЗДІЛ 3. ОБҐРУНТУВАННЯ СКЛАДУ БЕЗФОСФАТНОГО КОМПЛЕКСУ АКТИВНИХ СТАБІЛІЗАТОРІВ ДЛЯ УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ М'ЯСНИХ ПОСІЧЕНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ..... 80
3.1 Застосування сучасних технологій маркетингових досліджень при оцінці поведінки споживачів посічених напівфабрикатів..... 80
3.2 Розробка комплексу безфосфатних вологоутримуючих добавок на основі активних стабілізаторів м'ясних систем..... 94
3.3 Порівняння буферної здатності БКАС та фосфатних

препаратів.....102
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3..... 107
РОЗДІЛ 4. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЦИКЛІВ ЗАМОРОЖУВАННЯ – РОЗМОРОЖУВАННЯ НА М'ЯСНИХ МОДЕЛЬНИХ СИСТЕМАХ.....109
4.1 Вплив кількості жиру на колір модельних систем м'ясних посічених напівфабрикатів під час циклів розморожування – заморожування..... 110
4.2 Вплив кількості жиру на втрати від розморожування – заморожування.....114
4.3 Вплив кількості жиру на втрати маси при термообробленні при циклах розморожування – заморожування..... 117
4.4 Інтенсивність окиснювальних змін ліпідів у модельних зразках при циклах розморожування – заморожування.....119
4.5 Інтенсивність накопичення вторинних продуктів окиснення ліпідів у модельних зразках при циклах розморожування – заморожування..... 122
4.6 Накопичення продуктів окиснення білків у модельних зразках при циклах розморожування – заморожування..... 124
4.7 Зміни структурно-механічних характеристик модельних зразків при циклах розморожування – заморожування..... 127
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 4..... 124
РОЗДІЛ 5. ВПЛИВ РОЗРОБЛЕНОГО БКАС НА ФУНКЦІОНАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ ТА ЯКІСТЬ ПОСІЧЕНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ І ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ ЇХ У ВИРОБНИЦТВО..... 132
5.1 Вплив технологічних параметрів і способів теплової обробки напівфабрикатів на втрати маси.....132
5.2 Вплив технологічних параметрів і способів теплової обробки напівфабрикатів на функціональні властивості.....139
5.3 Органолептичні характеристики контрольного і дослідних зразків напівфабрикатів.....141

5.4 Дослідження показників активності води та мікробіологічної стабільності посічених напівфабрикатів при зберіганні 143
5.5 Впровадження безфосфатного комплексу активних стабілізаторів та удосконаленої технології посічених напівфабрикатів у виробництво…..146
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 5..... 153
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ……..……155
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....158
ДОДАТКИ …..... 185
Додаток А..... 186
Додаток Б..... 189
Додаток В..... 194
Додаток Г..... 199
Додаток Д..... 200
Додаток Е..... 205
Додаток Є..... 212
Додаток Ж..... 213
Додаток З..... 214

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ФТВ – фуннкціонально-технологічні властивості

ВУЗ – вологоутримуюча здатність

ЖУЗ – жироутримуюча здатність

ВЗЗ – волозв’язувальна здатність

БКАС – безфосфатний комплекс активних стабілізаторів

Характеристики м’ясної сировини

DFD– темне, жорстке, сухе;

NOR–м’ясна сировина з традиційним перебігом автолізу;

PSE –бліде, м’яке, водянисте

RSE – розово-червоне, м’яке, водянисте

RFN – розово-червоне, тверде, не водянисте

Колір поверхні досліджуваних зразків

L^* – характеристики світлості

a^* – насичення червоним кольором

b^* – жовтизна

ВСТУП

Актуальність теми. Протягом останніх років зміни споживчих вподобань на вітчизняних продовольчих ринках пов’язані зі зручністю харчування, що стає однією з головних особливостей у способі життя споживачів. Європейський досвід засвідчує, що у загальному обсязі стимулів для інновацій у сфері харчових продуктів, питома вага вимог до зручності харчування складає близько 16-18 відсотків.

У своїй найтрадиційнішій формі практичність харчових продуктів досягається завдяки високому рівню промислової обробки та зумовлена прагненням до легкості приготування та споживання, зокрема з урахуванням обмеженості часу та особливостей праці. Споживачі зацікавлені у зменшенні фізичних та розумових витрат у загальному процесі підготовки, обробки та приготування їжі.

Основними рушійними силами щодо розвитку тенденцій зручності харчування стали суттєві зміни у способі життя, зокрема асиміляція жінок, поява одноосібних та малих домогосподарств, не чітко визначений час прийому їжі в сім’ї, перевантаження ролей, зниження обізнаності споживачів у приготуванні їжі та обмеженість їх кулінарних навичок. За результатами останніх досліджень, проведених незалежними аудиторськими компаніями, час на приготування їжі зараз становить в середньому менше півгодини щодня, тоді як у середині ХХ-го століття він становив від 45 хвилин до 2,5 годин.

Особливий інтерес для споживачів викликає практичність і простота приготування м’ясних і м’ясомістких напівфабрикатів, представлених у широкому асортименті підприємствами галузі. Серед них значний попит мають посічені напівфабрикати, виготовлені з подрібнених м’ясних компонентів (подрібнених м’ясних і подрібнених нем’ясних компонентів) з додаванням або без додавання кухонної солі, прянощів і харчових добавок. Що стосується напівфабрикатів з м’яса, то їх легкість доведення до кулінарної готовності здебільшого забезпечується технологічною обробкою з урахуванням

мінімальних вимог до приготування і тісно пов'язана з такими питаннями, як ціноутворення, доступність та вибір, сталий розвиток, безпечність для здоров'я.

Однією з проблем, пов'язаних із виготовленням м'ясних продуктів як в Україні, так і у світі, є використання харчових добавок, таких як неорганічні фосфати, оскільки їх споживання провокує гіперфосфатемію. Це обумовлено підвищеним ризиком серцево-судинних захворювань, атеросклерозу та захворюванням кісток через зниження рівня поглинання деяких мінералів в осіб із хронічною нирковою недостатністю.

Тематиці удосконалення посічених напівфабрикатів та пошукам альтернативних фосфатам функціональних харчових добавок присвятили свої роботи багато вчених, зокрема Янчева М.О., Пасічний В.М., Паска М.З., Баль-Прилипко Л.В., Віннікова Л.Г., Войцехівська Л.У., Топчій О.А., Ritz E., Balestra F., Petracci M., Thangavelu K.P., Cao C, Yuan D, Li X, Kong B, Chen Q, Sun F, Liu Q., Goemaere O., Glorieux S., Govaert M.

Тому представлене в дисертаційній роботі використання безфосфатних харчових добавок у складі комплексу активних стабілізаторів для підвищення функціональних властивостей м'ясної сировини і удосконалення технології посічених напівфабрикатів є актуальним завданням.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана на кафедрі технології м'яса та м'ясних продуктів Національного університету харчових технологій (НУХТ) в рамках теми держбюджетної науково-дослідної роботи кафедри технології м'яса і м'ясних продуктів НУХТ на тему «Наукові основи створення м'ясних і м'ясомістких продуктів цільового призначення» (РН 0120U103107) та держбюджетної тематики проблемної науково-дослідної лабораторії НУХТ «Обґрунтування методів виробництва, консервування і зберігання харчових продуктів цільового призначення» (ДР №0118U003557).

Мета і завдання досліджень. Метою роботи є наукове обґрунтування та удосконалення технології посічених напівфабрикатів шляхом використання активних стабілізаторів м'ясних систем, зокрема безфосфатних харчових

добавок, конкурентоспроможних на ринку функціональних добавок для м’ясопереробної промисловості України.

Визначена мета обумовила необхідність вирішення наступних основних завдань:

– провести аналіз та узагальнення наукових досліджень, публікацій про медико-біологічні аспекти і ризики використання неорганічних фосфатів в продуктах харчування, зокрема у технології м’ясопродуктів;

– обґрунтувати використання інгредієнтів, які покращують функціонально-технологічні характеристики м’ясних систем з низькофункціональною м’ясною сировиною, як потенційної альтернативи неорганічним фосфатам;

– провести комплексну оцінку ринку м’ясних посічених напівфабрикатів з урахуванням споживчих пріоритетів та уподобань;

– розробити безфосфатний функціональний комплекс на основі гліцину, карбонату калію та цитрату натрію, як конкурентну альтернативу харчовим фосфатам, визначивши раціональну кількість кожного компонента для забезпечення оптимального рівня ВУЗ м’ясних фаршевих систем;

– інструментальними методами провести комплексну оцінку впливу харчових фосфатів і безфосфатного комплексу активних стабілізаторів на модельні м’ясні системи в процесі заморожування – розморожування;

– визначити ефективність реалізації функціонально-технологічних властивостей основної сировини із застосуванням харчових фосфатів і розробленого безфосфатного комплексу активних стабілізаторів;

– дослідити вплив різних методів теплової обробробки – технології “Sous Vide” та традиційних способів (смаження, відварювання на пару та запікання) – на втрати маси м’ясних фаршевих систем на прикладі посічених напівфабрикатів;

– виконати комплекс організаційно-технологічних заходів щодо впровадження безфосфатного комплексу активних стабілізаторів і удосконаленої технології посічених напівфабрикатів у виробництво, розробити

проєкти нормативної документації, та визначити соціально-економічний ефект впровадження наукової роботи.

Об'єкт дослідження – технологія посічених напівфабрикатів з використанням активних стабілізаторів.

Предмет досліджень – м'ясна сировина, фосфатні препарати, модельні м'ясні системи до та після термічної обробки, активні стабілізатори м'ясних систем та безфосфатний комплекс на їх основі, м'ясні посічені напівфабрикати.

Методи дослідження – органолептичні, фізико-хімічні, хімічні, аналітичні, мікробіологічні методи досліджень з використанням сучасних засобів вимірювань, інформаційних технологій, математичних та математично-статистичних методів аналізу (статистична обробка результатів досліджень).

Наукова новизна одержаних результатів. На підставі експериментальних досліджень властивостей розробленого безфосфатного комплексу активних стабілізаторів м'ясних систем обґрунтована доцільність його використання для підвищення ФТВ м'ясних фаршевих систем посічених напівфабрикатів.

Виявлено ефективність використання безфосфатного комплексу активних стабілізаторів м'ясних систем на основі солей карбонату калію, цитрату натрію та гліцину при встановленому поєднанні за рахунок як загальної, так і поетапної буферної ємності для підвищення ФТВ м'язових білків;

Використання розробленого безфосфатного комплексу активних стабілізаторів сприяє підвищенню вологозв'язувальної здатності білків м'яса PSE шляхом зсуву pH від ізоелектричної точки міофібрилярних білків, що покращує їх гідратацію та набухання м'язових волокон. При переробці DFD-сировини додавання цього комплексу до м'ясних фаршів не руйнує актоміозиновий комплекс м'язової тканини, зберігаючи первинну структуру волокон та сприяючи їх розслабленню, що в сукупності підвищує вологозв'язувальну здатність м'яса.

Виявлено позитивний ефект використання безфосфатної суміші на гальмування швидкості утворення продуктів окислення.

Вперше отримано комплекс порівняльних даних зміни органолептичних, фізико-хімічних, мікробіологічних показників посічених напівфабрикатів з використанням безфосфатного комплексу активних стабілізаторів в ході технологічного процесу і протягом терміну зберігання.

Набуло подальшого розвитку та узагальнення уявлення щодо впливу заморожування-розморожування на функціонально-технологічні властивості посічених напівфабрикатів.

Практичне значення отриманих результатів. На основі виконаних комплексних досліджень розроблено і науково обгрутовано використання безфосфатного комплексу активних стабілізаторів, що дозволяє підвищити ФТВ м'ясної сировини у технології м'ясних посічених напівфабрикатів. .

Додавання у м'ясні фарші розробленого безфосфатного комплексу активних стабілізаторів збільшує вихід готової продукції на 1…1,5%, знижує втрати при доведенні до кулінарної готовності, забезпечує пружну консистенцію, якість та стабільні мікробіологічні показники протягом терміну зберігання.

Використання безфосфатного комплексу активних стабілізаторів розширює асортимент функціональних добавок для виробництва м'ясних посічених напівфабрикатів.

Виготовлення м'ясопродуктів з розробленим БКАС, безумовно, позитивно вплине на медико-біологічну оцінку готових виробів, стабілізує якість готових продуктів в процесі зберігання, в тому числі знизить швидкість окислювальних змін у м'ясопродуктах і зменшить інтенсивність мікробіологічних процесів. Проведені дослідження свідчать про можливість виробництва м'ясних продуктів без використання харчових фосфатів.

Розроблено проєкти нормативної документації ТУ та ТІ У 15.8-02070938-338:2025 «Композиції функціональні харчові: безфосфатний комплекс активних стабілізаторів для м'ясопереробної промисловості» і ТУ та ТІ У 10.1-02070938-339:2025 «Напівфабрикати м'ясні та м'ясомісткі посічені з використанням безфосфатного комплексу активних стабілізаторів» За удосконаленою

технологією посічених напівфабрикатів проведено промислову апробацію на виробництвах ТОВ «КІМ» Львівська область**,** ТОВ «АРЦИЗЬКА М'ЯСНА КОМПАНІЯ» ТОВ «АДВ» м. Дніпропетровськ та на ТОВ «ФУДТЕК» впроваджено у виробництво дослідно-промислову партію безфосфатного комплексу активних стабілізаторів для м'ясопереробної промисловості.

Особистий внесок здобувача полягає в аналітичному узагальненні літературних джерел згідно тематики дисертації, формулюванні мети, плануванні та проведенні наукового дослідження, узагальненні результатів. Планування основних напрямків роботи, розроблення схеми проведення комплексних дисертаційних досліджень, підготовка публікацій за результатами досліджень, обговорення, аналіз та узагальнення результатів досліджень та промислова апробація проходили за безпосередньої участі наукового керівника к.т.н., доц. кафедри технології м'яса та м'ясних продуктів НУХТ Страшинського І. М. Активність води зразків посічених напівфабрикатів досліджено спільно із завідувачем Проблемної науково-дослідної лабораторії НУХТ ст.н.с., к.т.н. А.І. Мариніним. Оптимізацію процесів та математичне опрацювання даних проведено спільно з доц., к.т.н. Н.М. Бреус.

Особистий внесок здобувача підтверджується опублікованими матеріалами та документами.

Експериментальну частину дисертаційної роботи виконано у лабораторіях кафедри технології м'яса та м'ясних продуктів і Проблемної науково-дослідної лабораторії НУХТ, ТОВ «ФУДТЕК», бактеріологічній лабораторії ДУ «Житомирський обласний лабораторний центр МОЗ України».

Апробація результатів дисертаційного дослідження. Основні та значимі розділи дисертаційної роботи були представлені для доповіді та обговорення на міжнародній науково-практичній конференції «Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті Євроінтеграції» (м. Київ, 2021, 2022, 2023), міжнародній науково-практичній конференції «Реалії та перспективи м'ясопереробки» (м. Київ, 2021), міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні тренди і перспективи в

галузі переробки м’яса і молока» (м. Київ 2021, 2023, 2024), міжнародній науково-практичній конференції «Нові досягнення наукового світу» (м. Монтеррей, Мексика, 2022), міжнародній науковій конференції «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті» (м. Київ, 2022, 2024, 2025); міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні тенденції розвитку індустрії гостинності» (м. Львів, 2023); міжнародній науково-практичній конференції «Інноваційні технології та перспективи розвитку м’ясопереробної галузі» (м. Київ, 2022); міжнародній науково-практичній конференції «Промисловість та крафт для HoReCa в туризмі: досвід, проблеми, інновації» (м. Київ, 2023, 2024).

Публікації. Результати теоретичних та експериментальних досліджень, основні наукові положення і висновки по дисертаційній роботі викладено у 24 наукових працях, у тому числі 5 наукових статтях, що входять до переліку фахових видань України, у 3 розділах колективних монографій, 16 тез доповідей у збірних міжнародного та всеукраїнського рівня, науково-практичних конференціях.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційну роботу викладено на 130-ти сторінках основного тексту, що містить 15 таблиць та 49 рисунків. Робота складається зі змісту, переліку умовних позначень, вступу, 5-ти розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків.

РОЗДІЛ І
СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ АКТИВНИХ СТАБІЛІЗАТОРІВ У ТЕХНОЛОГІЇ М'ЯСНИХ ПОСІЧЕНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ

Важливим для підтримки здоров'я та якості життя людей є споживання у достатніх кількостях повноцінних джерел білка. Це особливо актуально для сьогодення у зв'язку зі збільшенням середньої тривалості життя населення планети ніж у попередніх поколінь [1]. Тому все більш актуальною проблемою є розробка здорових продуктів харчування з високим вмістом білка. М'ясо та м'ясні продукти є важливою частиною раціону людини, оскільки вони забезпечують широкий спектр сполук з високою біологічною цінністю, включаючи необхідні поживні речовини. М'ясопродукти, виготовлені за рецептурами, що містять натуральні інгредієнти, можуть бути найбільш ефективним вибором для забезпечення багатих поживними речовинами продуктів, які задовольняють попит споживачів як з точки зору органолептичних характеристик та зручності, так і з точки зору здоров'я [2; 3]

1.1. Особливості традиційних видів м'ясної сировини для посічених напівфабрикатів

1.1.1. М'ясо яловичини

М'ясо яловичини містить широкий спектр необхідних макро- та мікроелементів, зокрема білків високої біологічної цінності, а наявність гемового заліза, цинку, вітамінів B_3, B_6 і B_{12}, обумовлює його високу харчову цінність.

Засвоюваність білків м'яса великої рогатої худоби, є дуже високою і становить (90–95%). Приготування м'яса яловичини при високій температурі (~90 °C) протягом тривалого часу (>30 хв) може помірно знизити засвоюваність білка (90%) порівняно з приготуванням при нижчій температурі протягом короткого часу (55 °C, 5 хв) (95%). Засвоюваність незамінних від 80 до 99%

залежно від методів приготування підтверджує, що яловичина є джерелом високоякісного білка [4, 5].

Більшість м’язової тканини яловичини містить менше 10% ліпідів після видалення видимого жиру. Незважаючи на те, що жирнокислотний склад м’язової тканини часто є предметом критики через високий вміст жирних кислот, включаючи пальмітинову ($C_{16:0}$) і мононенасичені жирні кислоти, які складають від 42 до 52% і 43-48% від загальної кількості жирних кислот відповідно, він залишається джерелом n-6 і n-3 поліненасичених жирних, особливо n-3, визнано корисними для здоров’я [7].

Вміст внутрішньом’язового жиру в м’ясі впливає на його сенсорні властивості та визначає харчову цінність сировини. Він сильно відрізняється між породами та м’язами в межах однієї породи, залежно від типу метаболізму. Інші фактори, пов'язані з системою землеробства, також беруть участь: стать, вік і раціон. Варіабельність вмісту внутрішньом’язового жиру в основному пов’язана з кількістю та розміром внутрішньом’язових жирових клітин, здатних накопичувати жир та залежить від статі. Порода є основним фактором варіації: вміст внутрішньом’язового жиру є низьким у тварин зі значним розвитком м’язів, пов’язаним із високою гліколітичною активністю [8]. Яловичина є джерелом вироблених у рубці кон’югованих лінолевих кислот, які є потенційно корисними для здоров’я людини і містяться в яловичині та молочних продуктах [9].

Вважається, що функціональні властивості м’яса, як правило, охоплюють його здатність до зберігання та переробки, а саме здатність утримувати вологу та жир. Однак вологоутримувальна здатність і можливість зберігання є важливими і визначальними. Крім того, значний вплив післязабійних факторів, зокрема часу, температури, посмертного задубіння, у варіабельності інструментальної та сенсорної чутливості, як правило, досить високий (близько 70%) [10]. Величина pH відіграє дуже важливу роль у контролі якості, оскільки вона значною мірою визначає термін зберігання та функціональність, в першу чергу водоутримуючу здатність. Показник pH також має значний вплив на

органолептичні характеристики, зокрема на колір і ніжність, а також на смак [11].

Гліколіз, який відбувається в післязабійний період, пов'язаний зі зниженням pH від 7 до приблизно 5,5, якщо запаси глікогену в м'язах тварини були достатніми на момент забою. Нижчий запас глікогену призводить до DFD-м'яса, що відповідає характеристикам темне, сухе і тверде. Висока температура навколишнього середовища, тривале транспортування, виснаження тварин перед забоєм збільшують кількість DFD м'ясної сировини DFD [12, 13].

Кінцеве значення pH може дещо змінюватися (порядок десятої одиниці pH) залежно як від анатомічного відрубу, так від одного м'яза до іншого залежно від його гліколітичного потенціалу. Концентрація глікогену змінюється в залежності від типу м'язового волокна. М'язи, де переважають волокна типу I (=червоні окислювальні), мають нижчу концентрацію глікогену, ніж м'язи, де переважають волокна типу II (=гліколітичні); тому вони мають дещо вищий кінцевий pH [14]. На показник pH впливають відмінності між породами та генотипами і, частково вплив методу вирощування.

Окрім кінцевого значення pH, надто швидке зниження pH після забою також може вплинути на якість м'яса. ВРХ менш чутлива, ніж свині, до цього типу дефекту – бліде, м'яке та ексудативне (PSE), але він може виникнути, коли pH м'язів досягає значення нижче 6, а температура тіла все ще висока (35–40 °C), що призводить до денатурації міофібрилярних і саркоплазматичних білків, погіршення зміни кольору та зниження водоутримуючої здатності [15]. Потенціал розм'якшення та стабільність кольору цього м'яса знижуються через зниження активності протеолітичних ферментів і зниження окисно-відновної стабільності міоглобіну. Ці дефекти більшою мірою впливають на м'язи глибоко в туші, де охолодження відбувається повільніше [16]. Варіабельність показників якості туш і м'яса великої рогатої худоби дуже висока, і походження цієї мінливості є багатофакторним, що обумовлює необхідність кваліфікованих технологічних підходів для вирішення питань повноцінного використання.

1.1.2. Функціональність м’яса птиці промислової відгодівлі

В усьому світі споживання м’яса птиці продовжує зростати, як у розвинених країнах, так і в країнах, що розвиваються. Ця тенденція у споживанні м’яса, а саме заміна яловичини на м’ясо птиці, в тому числі в Україні, пов’язана з його доступністю для споживачів. Менша ціна порівняно з іншими видами м’яса робить його приорітетним у виборі споживачів та доступнішим для більшості населення. Крім того, порівняно із вирощуванням ВРХ, відгодівля птиці вважається менш шкідливим для навколишнього середовища. Високим споживчим попитом користується свіже куряче м’ясо та вироби з нього. Це можна пояснити тим, що на це м’ясо не накладаються культурні або релігійні обмеження і воно сприймається як поживно цінний харчовий продукт з низьким вмістом жиру, в якому більше бажаних ненасичених жирних кислот, ніж в інших видах м’яса [17, 18]. Що ще важливіше, якісна продукція птахівництва доступна за прийнятними цінами, хоча витрати на її виробництво можуть відрізнятися [19, 20]. Якщо говорити про загальне споживання всіх видів м’яса, споживання м’яса птиці займає одне з провідних місць у всіх країнах світу.

На таку високу оцінку м’яса птиці впливає багато факторів, таких як короткий термін відгодівлі, високий коефецієнт використання площі, висока репродуктивна здатність птиці, відмінний корм задодвільною харчовою цінністю м’яса птиці та відносно низькими цінами реалізації. На якість м’яса бройлерів впливає низка факторів, а саме: система відгодівлі, тривалість відгодівлі, гібрид і стать, режим годівлі, обробка перед забоєм, заморожування тушок, терміни зберігання тощо [21, 22].

Слід підкреслити, що нині птиця відгодовується інтенсивним способом, тому стрес є неминучим фактором, а корми з підвищеним вмістом мікроводоростей і рослинних олій, які використовуються для збагачення продуктів птахівництва бажаними жирними кислотами, сприйнятливі до окислення [23, 24, 25]. Так само, як і розроблені кормові суміші для птиці з підвищеним вмістом мікроводоростей або олії, продукти

птахівництва (м’ясо та яйця), збагачені омега-3 поліненасиченими жирними кислотами, також піддаються окисленню. Щоб зменшити окислення в кормах для птиці, необхідно додавати деякі антиоксиданти, такі як селен або вітамін Е. Таке м’ясо птиці вважається «функціональним харчуванням», оскільки має підвищений вміст біоактивних речовин, що позитивно впливає на здоров’я споживачів. Найпоширенішими біологічно активними речовинами, які використовуються для збагачення курячого м’яса, є кон’югована лінолева кислота, вітаміни, мікроелементи, амінокислоти, мікроводорості та олії, багаті омега-3 поліненасиченими жирними кислотами [26, 27, 28].

З огляду на аспекти поживної цінночті, м’ясо птиці є корисним для споживачів, оскільки воно багате білком і мінеральними речовинами, містить невелику кількість жиру з високим вмістом ненасичених жирних кислот і низьким рівнем холестерину. Зміни в способі життя споживачів у розвинених країнах вплинули на ринок м’яса, змінивши попит і пропозицію на певні види м’яса, які харчова промисловість використовувала як перевагу для продажу так званого «швидкого харчування», а останнім часом також і «функціонального харчування». В обох харчових групах значну частку займає куряче м’ясо. Ця зростаюча потреба в м’ясі птиці спонукала вчених створити курей із швидкозростаючим генотипом, які мають хорошу конверсію корму, краще формування туші (більша частка грудного м’яса зі зниженим вмістом жиру), нижчу смертність поголів’я тощо. Проте всі ці позитивні зміни в новому генотипі курчат спричиняють більший стрес, і багато дослідників зазначають, що такий швидкий ріст птиці призвів до гістологічних та біохімічних модифікацій м’язової тканини [29, 30].

Дослідження показали, що селекція швидкорослих курчат негативно впливала на деякі параметри якості м’яса: знижена водоутримуюча здатність м’яса, погана структура вареного м’яса, поява PSE і DFD характеристик м’ясної сировини [31, 32, 33, 34]. Крім зазначених факторів, в літературі зазначено, що на параметри якості м’яса птиці впливають

система утримання та тривалість відгодівлі птиці, режим годівлі та стать, передзабійна обробка, транспортування на переробку тощо.

Важливим фактором для споживачів при прийнятті рішення про покупку м'яса є його зовнішній вигляд, технологічні характеристики, такі як колір, значення pH, втрати вологи при зберіганні і втрати при термообробленні обумовлені вологоутримувальною здатністю, які безпосередньо впливають на м'ясо.

Генотип впливає на значення pH. Птиця кросу Hubbard Classic мала найнижче значення показника *L** у грудних м'язах (53,86), тоді як курчата кросів Ross 308 і Cobb 500 мали дещо вищі значення показників *L** (55,12 і 54,36 відповідно). В роботах [30, 33] автори повідомили про статистично значний вплив генотипу на pH, втрати вологи при зберіганні. Значення pH вимірювали через 45 хвилин після забою і через 24 години після забою та охолодження тушок птиці. Автори стверджують, що стать забійної птиці мала суттєво впливає на колір м'яса. Вплив взаємодії між генотипом і статтю спостерігався у значеннях текстури грудних м'язів. У дослідженні впливу значень pH на якість м'яса різних генотипів птиці автори прийшли до висновку, що генотип і стать птиці впливають на показник pH, виміряний через 15 хвилин після забою [35]. Самці забійної птиці мали нижчі значення pH, ніж самки. У дослідженнях впливу генотипу птиці (Ross, Cobb і Hubbard) і віку (42 і 50 днів) на якість м'яса Glamoclija та інші стверджують, що на значення pH, виміряні в різний час 15 хвилин після забою і після 24 годин після забою впливав вік курчат на момент забою [35]. Старші курчата мали вищі значення pH грудного м'яса, ніж молодші.

Птиця піддається тривалому стресу (перевезення до цеху забою, відсутність корму перед транспортуванням і забоєм, переповнені клітки для транспортування, високі або низькі температури у виробничому приміщенні або під час транспортування тощо), вони будуть виснажені, а глікоген накопичуватиметься в м'язах погано перетворюються на молочну кислоту, що призведе до раптового зниження значення pH у м'язах після

забою, коли туша ще тепла. Висока температура і низький pH у курячому м'ясі стимулюють денатурацію білка, що в подальшому впливає на зниження водоутримуючої здатності м'яса. Низькі значення pH стимулюють окислення міоглобіну (рожевий колір) і оксигемоглобіну (червоний колір) до метміоглобіну (коричневий колір м'яса). Якщо птицю перед забоєм довше витримувати, у неї буде менший запас глікогену в м'язах через виснаження. Знижений запас глікогену впливає на посмертні зміни після забою, тобто pH залишається високим, що спричиняє появу DFD м'яса. У цьому м'ясі сповільнюється денатурація білків і втрата вологи [30].

Споживачі пов'язують колір м'яса з його свіжістю. Оскільки зовнішній вигляд і запах, як параметри якості м'яса, суттєво впливають на переваги споживачів при покупці, важливо досягти «нормального» кольору м'яса із запахом, характерним для свіжого м'яса. Автори в роботі [36] оцінили відгуки споживачів про бліде, м'яке та ексудативно м'ясо птиці. У своєму дослідженні вони використовували м'ясо більш світлого кольору (L^* = 59,26), тобто колір м'яса, який вважався нормальним (L^* = 49,24). Авторами в роботах [37, 38] зазначено про відмінності між PSE та м'ясом нормальної якості (NOR), визначено граничні значення для кольору грудних м'язів птиці: світліший за норму ($L^*>53$), нормальний ($48<L^*<53$) і темніший за норму ($L^*<48$). Значення кольору грудних м'язів, виміряні через 24 години після забою, мають такі характеристики: темний L^*45,68, нормальний L^*51,32 і світлий L^*55,95.

Woelfel та інші вчені в роботі [39] визначили граничні показники грудних м'язів, що відповідають характеристикам NOR і мають L^* 52,15, втрати м'ясного соку 3,32% і втрати при варінні 21,02%, тоді як для м'яса PSE ці значення були: L^*59,81, втрати м'ясного соку 4,38% і втрати при варінні 26,39%.

Граничні значення, наведені Karunanayaka та іншими авторами дещо вищі [40]. За даними Karunanayaka, значення для нормального м'яса

становлять *L** 56,82 і ВУЗ 77,95%, тоді як PSE м'ясо має такі значення: *L** 61,83 і ВУЗ 77,12%.

Відповідно результатів досліджень науковців Zhang і Bošković, колір м'яса, типовий для м'яса PSE, *L**>53, м'ясо нормальної якості має значення в межах 46<*L**<53, а м'ясо DFD має значення *L**<46 [41, 42]. Автори заявили про втрати м'яса, класифікованого за кольором, при варінні: 20,96% для м'яса PSE, 25,77% для звичайного м'яса і 21,32% для м'яса DFD. Посилаючись на значення кольору м'яса (*L**, *a** і *b**) автори класифікували куряче м'ясо як нормальне з наступними характеристиками кольору *L** – 51,42, *a** – 7,26 і *b** – 6,74, і як м'ясо PSE з показниками *L** – 57,63, *a** – 2,11 і *b** – 5,46. У своїх дослідженнях м'яса птиці PSE у подальшій обробці (маринування та варіння) Barbut та інші [43] повідомили, що свіже м'ясо PSE було світлішого кольору (*L** – 57,7) і мало нижчий pH (5,72),тоді як м'ясо DFD було темнішого кольору *L** – 44,8 і вищий pH (6,27). Carvalho та інші характеризують м'ясо-PSE має *L** – 58,90; втрати вологи 6,52%, втрати при варінні складають 27,02% і ВУЗ 79,84% [37]. Автори навели характеристики м'яса, що відповідає м'ясній сировині з традиційним перебігом автолізу (NOR), якщо воно має такі показники: L* становить 56,86; втрати вологи – 4,04, втрати при варінні – 24,41% і ВУЗ – 85,43%.

Використання м'яса птиці з відхиленнями від класичного розвитку автолітичних процесів негативно впливає на сенсорну якість і функціонально-технологічні властивості білків при подальшій переробці сировини. Протеом біологічних систем варіює в часі та під впливом різноманітних факторів, наприклад, стресу, впливу якого може зазнавати як окремі клітини так і весь організм. Дослідженнями науковців виявлено протеомні відмінності між нормальним і PSE-подібним м'ясом птиці та визначено їх зв'язок з якістю м'яса – органолептичними характеристиками і сприйнятті споживачами, структурно-механічними властивостями та відмінностями у втратах при термічній обробці [44].

Крім вищенаведеного зростання негативних тенденцій у функціональних властивостях сировини, інтенсифікація птахівництва та програми генетичної селекції, які віддають перевагу швидкому росту та високому виходу грудних м'язів, призвели до появи міопатій, пов'язаних із ростом, у курчат-бройлерів [45, 46]. М'ясо спагетті (SM), що характеризується загальним порушенням цілісності м'язів із відривом волокон [47], є останньою виявленою аномалією, що призводить до дегенеративних розладів у м'язових тканинах бройлерів. Однак SM залишається неадекватно зрозумілим. Навпаки, білі смуги (WS), позначені білими смугами великого грудного м'яза паралельно волокнам [48], і дерев'яні груди (WB), що характеризуються фіброзом і твердістю великого грудного м'яза [49]. Поява відхилень якості м'яса птиці з характеристиками WS, WB і SM може досягати до 96,0%, 11,8% і 36,3% відповідно [50]. Згідно аналізу експериментальних даних Bordignon та інші повідомили про найвищу частоту міопатії WS (64,7%), потім SM (12%) і WB (11%) [51].

Білі м'язи характеризуються змінами у своєму хімічному складі, що відображається головним чином у зниженні рівня білка, підвищеному вмісті вологи та жиру, а також зміненому профілі жирних кислот і амінокислот [52] порівняно зі звичайним м'ясом. Хоча ці зміни недостатньо серйозні, щоб поставити під сумнів поживну цінність курячого м'яса через їх низькі абсолютні значення – вони можуть значно погіршити зовнішній вигляд і технологічні властивості, такі як колір, текстура, здатність утримувати та здатність зв'язувати вологу. Таким чином, хоча міопатії, пов'язані з ростом, не становлять ризику для безпечності продукції, але такі відхилення можуть різко обмежити функціональність м'яса в продуктах подальшої обробки, залежно від тяжкості міопатії та ступеня структурних змін [53, 54].

1.1.3. Характеристика і особливості свинини

Харчова цінність свинини обумовлена її складом, тобто кількістю поживних речовин з особливо корисних для здоров'я. В першу чергу її визначає вміст: білків з незамінними амінокислотами, жирів з незамінними жирними

кислотами, вітамінів та мінеральних речовин. Свинина багата на необхідні мінеральні речовини та вітаміни (Fe, Zn, Se, вітаміни D, B_1, B_2, B_6, B_{12}) з високою біодоступністю. У той час як вміст білка (18–22% свіжої м'язової маси) і його амінокислотний склад є стабільним та збалансованими для потреб людини, існують значні відмінності у вмісті жиру та складі жирних кислот через тип м'язів і відмінностями між тушамизабійних тварин.

За складом жиру складові жирні кислоти включають насичені, мононенасичені та поліненасичені жирні кислоти. Дієтичні рекомендації в харчуванні спрямовані на зниження кількості насичених жирних кислот і збільшенні поліненасичених жирних кислот (особливо ліноленової кислоти) [55]. У свиней вміст внутрішньом'язового жиру коливається від 1 до 10% від залежно від м'язів і ці ліпіди складаються з тригліцеридів (запасні ліпіди, від 0,5 до понад 5%), фосфоліпідів (структурні ліпіди, від 0,5 до 1%) і холестерину (0,05–0,1%) [57]. Вміст фосфоліпідів більший в окисних (червоних), ніж у гліколітичних (білих) м'язах. Вміст тригліцеридів і профіль жирних кислот дуже варіабельні і залежать від факторів м'язів і тваринництва: генотипу, статі, але головним чином від раціону свиней, особливо щодо складу жирних кислот. Що стосується профілю жирних кислот, на насичені жирні кислоти припадає 35–45 % від загальної кількості жирних кислот, у той час як мононенасичені жирні кислоти переважають у м'язах свиней і салі, де вони становлять 42–52 % від загальної кількості жирних кислот, і близько 60 % у деяких жирних порід [58]. Олеїнова кислота $C_{18:1}$ є основною тканинною жирною кислотою (понад 40% від загальної кількості жирних кислот). Частка поліненасичених жирних кислот нижча і найбільш варіабельна (5–20% від загальної кількості) залежно від факторів, пов'язаних з жирністю туші (порода, стать) і відгодівлею. Частка n-3 поліненасичених жирних кислот, як правило, набагато нижча, ніж частка n-6 поліненасичених жирних кислот (0,8–1,5% проти 5–18% від загальної кількості жирних кислот), що призводить до співвідношення n-6:n-3 приблизно 15, що набагато більше, ніж рекомендовано для дієти людини (<5) із

співвідношенням лінолевої (С18:2 n-6) до ліноленової (С18:3 n-3) кислоти в межах від 15 до 30 для звичайної свинини [59].

Вищенаведене обумовлює представлення на ринку широкого асортименту м'ясопродуктів зі свинини або її використання в рецептурах, в тому числі м'ясних напівфабрикатів та становить майже третину від загальної кількості споживання м'яса. Це розмаїття продуктів призводить до конкретних очікувань щодо якості м'ясної сировини від м'ясопереробних підприємств і споживачів.

Основною технологічною властивістю м'ясної сировини є вологоутримувальна здатність, оскільки вона впливає на вихід продукції. Здатність до утримання вологи в першу чергу визначається змінами після забою, особливо швидкістю та ступенем зниження величини pH через першу годину після забою, яке зазвичай називають pH_1 та остаточним pH після завершення процесу дозрівання. М'ясо від тварин, у яких після забою в м'язовій тканині проходять біохімічні процеси, що істотно відрізняються від нормального ходу розвитку автолізу, має два види дефектів: PSE і DFD.

Слід відзначити, що крім чітко виражених ознак PSE і DFD є значна кількість м'яса зі стертими, проміжними характеристиками [60, 61]:

– розово-червоне, м'яке, водянисте (RSE);

– розово-червоне, тверде, не водянисте (RFN).

Характерними відхиленнями від класичного перебігу автолітичних процесів, які переважають для м'яса свинини є PSE- та RSE-сировина.

В основі відхилень від класичного ходу автолізу лежать порушення механізму гліколітичних процесів, що проходять у м'язах при житті тварини і після забою.

Величина pH м'яса здорових тварин у парному стані находиться у межах 7,0...7,2. Після забою припиняється подача кисню у м'язи і в кінці анаеробного процесу розпаду глікогену м'яса утворюється молочна кислота. Під час класичного ходу гліколізу в м'язах свинини значення pH через 4,5...18 годин

після забою лежить у межах 5,4...5,8. У яловичині цей процес протікає повільніше – величина pH досягає 5,4 через 10...24 години після забою [62, 63].

У м'ясі PSE гліколіз протікає дуже швидко, величина pH становить нижче 5,8 протягом однієї години, інколи протягом кількох хвилин після забою. У даному випадку не низьке значення pH, а, напевно, швидкість його зниження – суттєвий недолік: за короткий проміжок часу pH знижується до того рівня, якого нормальне м'ясо досягає протягом 18...24 годин після забою. Внаслідок швидкого накопичення молочної кислоти в умовах високої температури м'яса (іноді більше 40 ^{0}C) проходить денатурація деяких саркоплазматичних білків, які, осідаючи на міофібрілярних, знижують їх здатність утримувати вологу навіть у неденатурованому стані.

Зниження ВЗЗ безпосередньо впливає на втрати маси при термообробленні такої сировини. Встановлено [64, 65], що для м'язової тканини, величина pH якої через 40 хвилин після забою менше 5,9, втрати маси при варінні досягають 40...50%, а для м'язової тканини з величиною pH вище 6,0 – не перевищують 20%.

Утворення м'яса з дефектними відхиленнями пояснюється обмеженим рухом й інтенсивною відгодівлею тварин висококонцентрованими кормами при значному нарощуванні м'язової тканини, послабленням конституції, підвищеною чутливістю до стресів, гібридизацією. Значна частка промислового вирощування тварин відбувається з використанням звичайних «інтенсивних» систем відгодівлі, що в свою чергу впливає на функціонально-технологічні показники м'ясної сировини та є надзвичайно важливими, оскільки більшість свинини споживається у вигляді продуктів промислової переробки.

1.2. Сучасні виклики використання функціонально-технологічних добавок у м'ясопродуктах

В м'ясопереробній промисловості з метою вирішення різних завдань та отримання готових виробів з необхідними якісними показниками використовують широкий спектр нем'ясних інгредієнтів. Вони можуть бути

використані для зниження вартості компонентів рецептури, збільшення поживної цінності та підвищення споживчого іміджу продукту з основною метою – покращення функціональності, смаку, зовнішнього вигляду (кольору) та терміну зберігання [66].

На відміну від харчових інгредієнтів, харчові добавка – це речовина, яка додається до продуктів харчування для зміни їхніх властивостей або для досягнення певних технологічних ефектів.

Однак у м'ясній промисловості використовуються як інгредієнти, так і добавки для збереження вологи та зміни текстури. Умовно функціонально-технологічні інгредієнти/добавки, можна розділити на ті, що додаються для покращення функціональності міофібрилярних білків м'язової тканини (активні стабілізатори м'ясних систем), або ті, що додають як додаткова «система» для сприяння утриманню вологи та жиру, а також для модифікації текстури.

Ступінь прийнятності зв'язуючої речовини для м'ясної системи обмежується або конкуренцією за вологу, або порушенням гелевої структури м'яса. Білки м'яса потребують вологу для утворення міцного гелю, і взагалі бажано, щоб додані інгредієнти не конкурували за вологу (або не зменшували доступність до вологи). Водночас для м'ясних і м'ясомістких продуктів з високими виходами зі значною гідратацією м'ясних систем потрібний потужний зв'язуючий агент, оскільки така м'ясна система містить більшу кількість доступної (вільної) вологи. Проте конкуренція за вологу залишається актуальною в таких м'ясних системах, оскільки інгредієнти повноцінно проявляють свої властивості лише при достатньому насиченні вологою [67].

До першої групи функціонально-технологічних інгредієнтів, які підвищують функціональність м'ясного білка, входять хлорид натрію, фосфати, карбонати та цитрати, а до другої групи – крохмалі, борошно, гідроколоїди, рослинні волокна, а також рослинні та тваринні білки [68].

Використання функціональних інгредієнтів для оптимізації технологічних властивостей обробленого м'яса також може зменшити

негативний вплив як прижиттєвих вад, так і низькосортної, мороженої та м'ясної сировини з відхиленням від класичного розвитку автолітичних процесів. У той же час, це може забезпечити більшу гнучкість для виробників м'ясопродуктів, щоб представити широкий асортимент виробів для задоволення потреб споживачів і оптимізувати вартість рецептур (підвищення рентабельності). Деякі з основних нем'ясних функціональних інгредієнтів (тобто текстуровані та не текстуровані рослинні білки, пшеничний глютен, яєчний білок, гідроколоїди, ферменти, крохмалі) також є ключовими інгредієнтами м'ясних аналогів [69].

1.2.1. Механізм дії кухонної солі

Одним із найбільш поширених і щоденних практик використання в якості функціонального інгредієнта в технології м'ясопродуктів є кухонна сіль. Однак, використання лише кухонної солі не дає можливості повністю відновити вологоутримуючу здатність, притаманну парному м'ясу. Хлориду натрію, який зазвичай називають сіллю, складається з 40% натрію та 60% хлориду за вагою, вважається багатофункціональним інгредієнтом і надає багатофункціональні властивості обробленим м'ясним продуктам. Крім використання для формування органолептичних показників (смако-ароматичних характеристик), кухонна сіль відіграє визначальну роль у формуванні вологоутримувальної здатності і необхідних структурних властивостей обробленого м'яса [70].

У м'ясній матриці хлорид натрію дисоціює на натрій (Na^+) і хлорид (Cl^-) іони яких Cl^--іони адсорбуються сильніше, ніж Na^+ іонів до позитивно заряджених груп міозину. Зв'язування іонів хлориду з філаментами міозину та актину збільшує електростатичні сили відштовхування між волокнами, викликаючи розгортання білкової структурної матриці, таким чином розширюючи простір між актоміозином. Крім того, адсорбція Cl^--іонів з позитивно зарядженими групами міозину призводять до зміщення ізоелектричної точки в бік більш кислого значення pH, збільшуючи різницю між кінцевим pH м'яса та ізоелектричною точкою (pI), таким чином

забезпечуючи більшу гнучкість для покращення здатності зв’язувати вологу [71]. Дійсно, коли хлорид натрію використовується в м’ясі, яке знаходиться на основній стороні ізоелектричної точки актоміозину (pI¼5,0), прив'язка Cl^--іонів до позитивно заряджених бічних груп білків екранує позитивний заряд і руйнує сольові містки, дозволяючи білковим стендам поширюватися, що призводить до більшої гідратації. Крім того, зв'язування аніонів зміщує ізоелектричну точку до нижчого pH [72].

Однак надмірне споживання натрію було пов’язане з негативними наслідками для здоров’я, причому найбільш тривожним є підвищення артеріального тиску та, як наслідок, вищий ризик серцево-судинних і ниркових захворювань. Було підраховано, що якщо середня людина зменшить споживання солі приблизно на 5 г на день до споживання, рекомендованого Всесвітньою організацією охорони здоров’я, зменшення на 23% випадків інсультів і 17% серцево-судинних захворювань призведе до запобігання приблизно 4 мільйонам смертей щорічно в усьому світі. У промислових країнах близько 75%-80% харчової солі отримують шляхом споживання обробленої їжі, 5%-10% природних продуктів, що входять до складу раціону, а решта 10%-15% припадає на сіль, якудодають під час приготування або за столом. М’ясні продукти вважаються другим джерелом споживання натрію після хлібобулочних виробів, що обумовило започаткування близько 30 років тому стратегій щодо зменшення кількості солі в м’ясних продуктах [73, 74].

Незважаючи на прогрес у розробці замінників солі, інгредієнтів і підсилювачів смаку в останні десятиліття, все ще існує негативний сенсорний вплив, пов’язаний з їх використанням. Проблеми є результатом необхідності використовувати інші іонні сполуки для заміни функцій утримання води, зв’язування білка та жиру, що виконується видаленою сіллю. Загалом солоність підвищується в продуктах з високим вмістом жиру і зменшується в продуктах з високим вмістом білка. Тому легше зменшити вміст солі в м’ясних продуктах з високим вмістом жиру, ніж у нежирних м’ясних продуктах. Розробка стратегій консервування для підтримки мікробної безпеки в продуктах зі зниженим

вмістом солі є складною, оскільки кожна з них залежить від комбінації різних факторів консервації. Ступінь безпеки продукту часто обмежується сенсорними властивостями. Щоб задовольнити думку споживачів щодо параметрів м'ясного продукту з низьким вмістом солі (смак, колір, аромат, консистенція, аромат тощо), необхідно зіткнутися з низкою проблем, які можуть стати неприйнятними, якщо видалити занадто багато натрію [75].

1.2.2. Медико-біологічні аспекти використання фосфатних препаратів у технології м'ясопродуктів

Загальновідомо, що неорганічні фосфати (і особливо лужні фосфати) використовуються в м'ясній промисловості для виконання багатьох важливих функцій. Вони включають в себе покращення вологоутримуючої здатності (через вплив на pH), збільшення сили відштовхування м'ясних білків, підвищення іонної сили в м'ясних системах та підвищення стабільності емульсії завдяки ефекту синергизму з хлоридом натрію [76, 77]. Усі ці функціональні властивості неорганічних фосфатів позитивно впливають на консистенцію та соковитість м'ясних продуктів [78].

Додатковою функцією, яку неорганічні фосфати виконують у м'ясних системах, є їхня здатність сприяти дисоціації актоміозинового комплексу, утвореного при посмертному задубінні під час біохімічних перетворень у м'язовій тканині. Негативно заряджені низькомолекулярні фосфатні іони зв'язуються з іонами Mg^{2+} або Ca^{2+}, які беруть участь як у скороченні, так і в розслабленні живої м'язової тканини, а також присутні в зв'язках між актином і міозином (тобто актоміозиновому комплексі) у м'язах після задубіння [79]. Дисоціація актоміозинового комплексу деполімеризує товсті та тонкі волокна, збільшуючи розчинність білка, що призводить до збільшення вологоутримуючої здатності, а також до покращення емульгуючих і гелеутворюючих властивостей [80, 81]. Ці ефекти позитивно впливають на зменшення втрат при термообробленні, а також на стабільність і консистенцію подрібнених і емульгованих м'ясних продуктів.

Неорганічні фосфати здатні зв’язувати іони важких металів і брати участь у видаленні каталітичних агентів, які ініціюють окислення ліпідів, таким чином уповільнюють окиснювальні процеси та стабілізують колір протягом тривалого зберігання, тобто мають антиоксидантний потенціал [82] Крім того, було встановлено, що неорганічні фосфати позитивно впливають на смак у повторно нагрітих продуктів, зменшуючи окислення жирних кислот, а також відіграючи роль в окисленні фосфоліпідів.

Завдяки своїй здатності зв’язувати іони металів або поліелектроліти, фосфати мають консервуючу дію завдяки уповільненню окислювальних процесів, які беруть участь у мікробному псуванні [83]. У присутності фосфатних сполук мікроорганізми позбавлені двовалентних катіонів і вільної, або доступної води, необхідної для метаболічних функцій. Однак позитивний вплив неорганічних фосфатів на мікробіологічну стабільність м’ясопродуктів обмежений через їхню велику кількість, необхідну для впливу на зменшення діяльності мікроорганізмів.

У виробництві подрібнених, рестуктурованих або емульгованих м’ясних продуктів неорганічні фосфати необхідні для досягнення належної стабільності емульсії [84]. Зокрема, було показано, що пірофосфат натрію та триполіфосфат натрію покращують консистенцію та підвищують стабільність емульсії, що зменшує втрати при термообробленні [85]. У технології переробки м’яса найбільш часто використовуваними фосфатами є лужні поліфосфати, де триполіфосфат натрію становить понад 50% від загальної кількості використовуваних в м’ясній промисловості неорганічних фосфатів [86].

Однією з проблем, пов’язаних із виготовленням м’ясних продуктів, є використання харчових добавок, таких як неорганічні фосфати, оскільки їх споживання провокує гіперфосфатемію. Це пов’язано з підвищеним ризиком серцево-судинних захворювань, атеросклерозу та захворюванням кісток із-за зниження рівня поглинання деяких мінералів в осіб із хронічною нирковою недостатністю [87]. Внесення до фаршевих систем харчових фосфатів в якості добавок у технології м’ясопродуктів впливає на м’язові білки. Фосфатні солі і

їх суміші використовують з метою підвищення вологозв'зувальної здатності та емульгуючої здатності м'яса, стабілізації pH фаршу, збільшення виходу і покращання консистенції готової продукції (рисунок 1.1). Разом з цим фосфатні препарати позитивно впливають на стійкість кольору, окиснювальні процеси у м'ясопродуктах, а також сприяють зменшенню зростання мікрофлори.

Для виробництва м'ясопродуктів використовують натрієві і частково калієві солі ортофосфорної (H_3PO_4), пірофосфорної ($H_4P_2O_7$), триполіфосфорної ($H_5P_3O_{10}$) і гексаметафосфорної $(HPO_3)_6$ кислот. Вони відрізняються між собою ступенем впливу на білки і жири м'язової тканини, яку зумовлює головним чином величина pH їх 1%-го розчину. Кислі солі знижують ВЗЗ м'ясного фаршу, нейтральні характеризуються низькою активністю, а лужні сприяють зміщенню pH середовища в лужний бік, надаючи при цьому продукту неприємний смак. У м'ясній промисловості неорганічні фосфати використовуються в різних рецептурних співвідношеннях, оскільки суміші розроблені для специфічного застосування та працюють ефективніше, ніж одна сполука неорганічного фосфату [88].

Неорганічні фосфати містять до 65% оброблених м'ясопродуктів, а практика їх впровадження фахівцями у технології м'яса та м'ясних продуктів як на виробництві, так і в наукових дослідженнях має більше п'яти десятиліть. Використання неорганічних фосфатів дозволено Європейським Союзом відповідними регламентами в яких зазначається, що вони не становлять ризику для здоров'я людини [89], а у Сполучених Штатах неорганічні фосфати визнано загалом безпечними (статус GRAS).

Рисунок 1.1 – Основний функціональний вплив неорганічних фосфатів на м'ясні системи

Харчові стандарти Європейського Союзу, Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН і Всесвітньої організації охорони здоров'я дозволяють використовувати неорганічні фосфати в м'ясній промисловості в максимальній кількості 5 г/кг у вигляді оксиду фосфору (P_2O_5), що є еквівалентним рівню включення 0,5% у готову продукті. На даний час м'ясні продукти, що містять неорганічні фосфати, є популярними в усьому світі, що, ймовірно, збільшить кількість неорганічних фосфатів, які сьогодні використовуються, порівняно з попередніми роками.

Споживання і застосування фосфатів останнім часом зростає в інших галузях харчової промисловості, що обумовлено їх використанням в багатьох оброблених харчових продуктах в якості стабілізаторів та емульгаторів. Зокрема, для хімічної закваски в технології крекерів, як кислота в реакції з бікарбонатом натрію для отримання CO_2, H_2O та нейтральної солі. Крім того, фосфати використовують в молочних продуктах. Натрієва кислота пірофосфат використовується у фруктах і овочах для запобігання «потемніння» після приготування. У технології безалкогольних напоїв фосфорна кислота використовується як ароматизатор.

Відповідний вміст фосфатів у харчових продуктах можно представити таким чином: сосиски (200-300 мг/150 г), плавлений сир (400 - 500 мг/50 г), цільнозерновий хліб (100-200 мг/100 г) і шоколад (100-200 мг/50 г). Навіть кола, пиво і фруктовий сік містить 50-100 мг фосфату на 200 мл.

1.3. Перспективні технології альтернативної заміни фосфатних препаратів у м'ясопродуктах

Кілька останніх десятиліть в харчовій промисловості Європейського Союзу набула популярності тенденція чисте маркування ("Clean label"). Під "Clean label" (дослівно «чиста етикетка») мають на увазі, що оброблені харчові продукти містять інгредієнти природного походження та що інформація на етикетці є зрозумілою для споживачів, а «штучні» або «синтетичні» добавки, які вважаються шкідливими для здоров'я людини, не використовуються [82]. Очікується, що м'ясні продукти з «чистими етикетками» не будуть містити синтетичних добавок, ароматизаторів і пігментів, і в той же час вони мають містити натуральні інгредієнти, з якими знайомий споживач (рисунок 1.2). Покупці м'ясопродуктів вимагають «чистих етикеток» на продуктах на тому ж рівні, що і споживачі інших видів харчових продуктів. Тому одним із завдань м'ясної промисловості є пошук і використання в рецептурах альтернатив неорганічним фосфатам, які забезпечують аналогічну функціональність, а

кінцевий продукт відповідає стандартам, показникам якості та вимогам споживачів [82].

1.3.1 Неорганічні замінники фосфатів

Проведені дослідження по використанню природних інгредієнтів для зменшення рівня (або видалення з рецептур) неорганічного фосфату, які мають здатність змінювати pH, але це негативно впливає на декілька інших параметрів. Наприклад, автори зазначили, що слід допускати компроміси при обробці вареної шинки з цілими м'язами при заміні триполіфосфату натрію декстрозою, рисовим крохмалем і фруктоолігосахаридами [90].

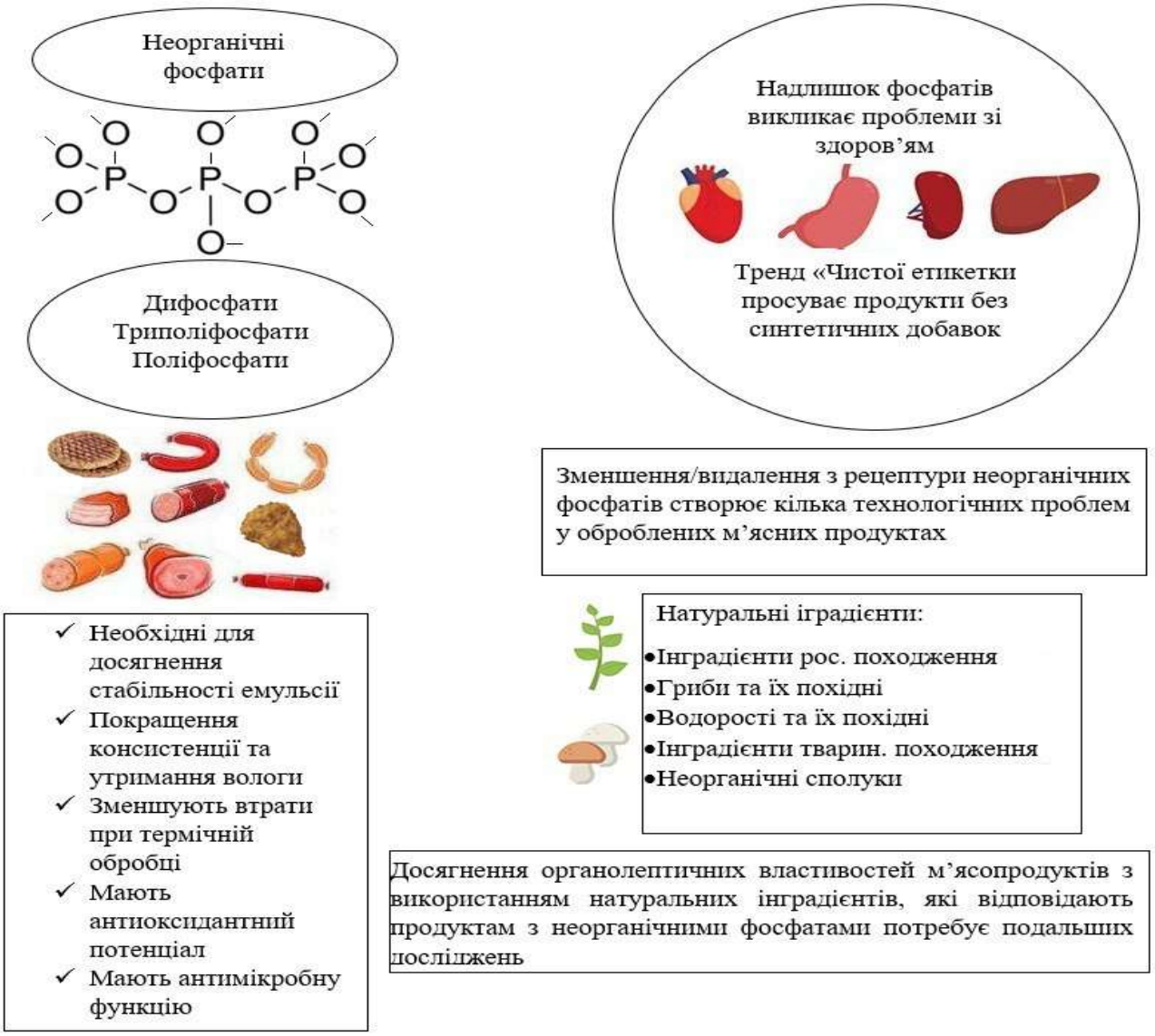

Рисунок 1.2 Технологічні особливості неорганічних фосфатів та тренд «чистої етикетки»

В роботі [91] Powell та інші і в роботі [92] автори повідомили, що рівень триполіфосфату натрію можна знизити (але не видалити з рецептур), при додаванні до рецептури болонської ковбаси цитрусових волокон, тоді як Palanisamy Thangavelu та інші [93] повідомили про подібні висновки при використанні яблучних волокон для заміни триполіфосфату натрію в сосисках для сніданку. Інші досдіження свідчать, що внесення 5,7% порошку топінамбура можна було б ефективно використовувати для заміни триполіфосфату натрію, якщо також включити карбонат натрію [94]. З точки зору додавання інгредієнтів грибів, органолептичні характеристики викликають більше занепокоєння, ніж вихід продукту при обробці, оскільки 1,0% суміші порошку грибів (що є рівнем включення, необхідним для досягнення утримання вологи) впливають на характеристики консистенції оброблених м'ясних продуктів. Крім того, існують культурні обмеження, які необхідно враховувати при використанні грибних інгредієнтів [95, 96, 97, 98, 99]. Незважаючи на те, що смак і аромат грибів прийнятний і навіть викликає апетит у багатьох споживачів, це можна вважати набутими індивідуальними вподобаннями і може відвернути деяких людей.

Використання попередньо сформованих гелів, наприклад додавання 2,0% гелю зі слизу чіа продемонструвало функціональні властивості, які дозволили знизити на 50% кількість неорганічного фосфату для болонських сосисок. Інші дослідники також наводять результати, що підтверджують доцільність внесення попередньо сформованих гелів у м'ясні та м'ясомісткі емульсії [100, 101]. Подібним чином, в інші автори висловлюєть думку, що включення кіноа може бути одним з варіантів для зменшення вмісту фосфатів у м'ясних емульсіях завдяки її гелеутворюючій здатності, а також вона покращує поживну цінність м'ясних продуктів, будучи джерелом харчових волокон. Інгредієнти з водоростей, такі як порошок з бурих водоростей, виявилися перспективними для заміни пірофосфату натрію в сосисках емульсійного типу, не враховуючи характеристики консистенції, яка не виправдала очікувань [102].

Інгредієнти на основі кальцію, такі як порошки з яєчної скорлупи та ракушок устриці, показали різний вплив на подрібнені м'ясні системи [103, 104]. Але консистенція готових виробів поступається м'ясопродуктам, виготовленим з додаванням неорганічних фосфатів, що зумовлює використання додаткових інгредієнтів у рецептурах. Крім того, деякі нещодавно розроблені інгредієнти можуть містити непоживні сполуки або сполуки, що викликають алергічну реакцію. Наприклад, пропозиція замінити неорганічні фосфати кунжутною макухою є ефективною пропозицією з технологічної точки зору, але слід взяти до уваги, що кунжут зараз оголошено розповсюдженим алергеном, тому це необхідно враховувати при складанні продуктів обробленого м'яса з цим новим інгредієнтом і це, в свою чергу, може обмежити його універсальність [85].

Окислення ліпідів у м'ясних продуктах є обмежуючим фактором для м'ясної промисловості через присутність жирів у високих концентраціях у рецептурах переважної більшості м'ясопродуктів. Окислення знижує якість м'ясних виробів, негативно впливаючи на смак, колір, консистенцію та поживну цінність [105, 106]. Таким чином, важливо приділяти увагу при видаленні неорганічних фосфатів з оброблених м'ясних продуктів до їхньої здатності уповільнювати окислювальні реакції.

Повна відповідність органолептичних якостей оброблених м'ясних продуктів, які містять неорганічні фосфати, продуктам з використанням натуральних інгредієнтів все ще залишається великою проблемою, оскільки передбачувані результати при використанні натуральних інгредієнтів зазвичай впливають на прийнятність споживачами, які хочуть і надалі відчувати ті ж самі органолептичні якості традиційних м'ясних продуктів. Крім того, інгредієнт-замінник відіграє дуже важливу роль у вподобаннях споживачів [107]

Значним викликом, який стоїть перед м'ясопереробною промисловістю, є підтримка низьких і сталих виробничих витрат. Тому необхідно звернути увагу, щоб використання натуральних інгредієнтів не призвело до додаткових витрат,

пов’язаних із процесами екстракції, очищення та іншими необхідними процесами обробки. Також може знадобитися створення нової або масштабної переробної інфраструктури для виробництва нових натуральних інгредієнтів у достатній кількості для промисловості. Отже, витрати, пов’язані з використанням нових технологій, необхідно враховувати перш ніж перейти до промислового впровадження нових природних інгредієнтів та інноваційних технологій.

1.3.2 Використання натрієвих і калієвих солей карбонатів та цитратів у рецептурах м’ясопродуктів

Карбонати – солі вугільної кислоти (H_2CO_3), а найпоширенішими солями, що використовуються в м’ясній промисловості, є карбонати натрію та калію, наведені в таблиці 1.1, які класифікуються законодавством ЄС як регулятори кислотності (Е 500). Тринатрій або трикалій, солі лимонної кислоти, використовуються як інгредієнти в оброблених м’ясних продуктах через їх підлужнювальний ефект і класифікуються в категорії Е 300.

Таблиця 1.1 – Властивості карбонатів і цитратів, які зазвичай використовуються в м’ясних продуктах [108]

Загальніназви	Формули	pH (1%розчин)	Розчинність (г/100гH2O) при 208С	Е номер
Бікарбонати				
натрію	Na_2CO_3	8,3	8,7	501
калію	K_2CO_3	8,5	112	501
Карбонати				
натрію	$NaHCO_3$	11,4	30,7	500
калію	$KHCO_3$	11,6	111	500
Цитрати				
натрію	$C_6H_5O_7Na_3$	7,5	42,5	331
калію	$C_6H_5O_7K_3$	7,5	Недоступний	332

Як і для лужних фосфатів, функціональні властивості карбонатів і цитратів в основному пов’язані з їх ефектом підлужнення, який зміщує pH м’яса від

ізоелектричної точки міофібрилярних білків і збільшує сумарний негативний заряд [109, 110]. Наприклад, було підраховано, що pH м’яса після маринування лінійно реагує приблизно на 0,17 одиниці pH на додавання 0,1% одиниці бікарбонату натрію [111], тоді як додавання цитратів є менш ефективним для підвищення pH [109]. Загалом це підвищення pH призводить до розширення (набухання) м’язового волокна, спричиненого електростатичним відштовхуванням, що дозволяє іммобілізувати більше внутрішньої та доданої води в міофібрилярній решітці [112] продемонстрували, що бікарбонат натрію, порівняно з фосфатами, за певних умов, здається, викликає вищий ступінь набухання міофібрил і вищий ефект солюбілізації білкових структур м’яса, особливо при зменшенні викиду води під час приготування. Було припущення, що завдяки меншому розміру іонів HCO_3^-, порівняно з іонами $(P_3O_5)_{10}^-$ вони можуть легко проникати в м'ясні м'язи та взаємодіють з багатьма бічними ланцюгами білків, що призводить до більшого збільшення сил відштовхування між м'ясними білками [113].

Окрім зміни заряду білка, карбонати також виробляють вуглекислий газ під час приготування, що покращує здатність м’яса утримувати воду шляхом фізичного захоплення [114, 115]. Проте було продемонстровано, що дуже висока концентрація бікарбонату натрію в присутності хлориду натрію може негативно впливати на функціональні властивості та цілісність актоміозину [116].

Після використання карбонатів і цитратів у м’ясній промисловості немає серйозних занепокоєнь що до сприйняття споживачами та питань стійкості. Дійсно, бікарбонат натрію є звичайною сіллю, яка використовується в домашніх умовах для різних цілей, і її хімічне виробництво не створює проблем, пов’язаних із забрудненням навколишнього середовища. Таким чином, проблеми мають виключно технічний характер і пов’язані в основному з можливими негативними наслідками для терміну придатності продукту та зовнішнього вигляду через підвищення pH до рівня, що значно перевищує 6,0. Це пояснюється тим, що pH, недалекий від нейтрального, підтримує мікробне

псування протягом терміну придатності і може сприяти «феномену почервоніння м’яса» у приготованих продуктах (дефект, який потенційно може призвести до появи недостатньо прожареного)через підвищену стійкість до денатурації міоглобіну під час термічної обробки [117, 118, 119, 120]. Навпаки, спостерігалося збільшення темного кольору через реакцію Майяра у курки-гриль, маринованої бікарбонатом натрію [121]. З іншого боку, було продемонстровано, що додавання лактату калію зменшує різницю в кольорі та зовнішньому вигляді продукту через додавання бікарбонату. Крім того, одне дослідження засвідчило, що додавання лужних розчинів маринаду (через включення бікарбонату натрію) значно збільшило концентрацію канцерогенних полі циклічних ароматичних вуглеводнів у м’ясі курячої грудки на грилі. Крім того, не спостерігалося жодних недоліків окислення ліпідів і білків у яловичині (напівсухожильний м’яз), маринованій у лужному розчині [122, 123]. Однак слід звернути увагу на дозування щодо його впливу на якість продукту.

В даний час в м’ясній промисловості застосування карбонатів досить обмежене. Завдяки дуже ефективній здатності підвищувати pH, у перших заявках було запропоновано використовувати бікарбонати для мінімізації дефектів якості та зменшення коливань через появу блідої, м’якої, ексудативної (PSE) у свинині [124, 125] і в м’ясі бройлерів [126], а також для маскування нетипових ароматів і присмаків м'яса свиноматок [127]. Проте в останні десятиліття ринкова тенденція пошуку альтернативних функціональних інгредієнтів фосфатам спонукала дослідників до тестування карбонатів як замінників фосфатів і з багатообіцяючими результатами. Крім того, слідуючи тенденції до зменшення вмісту натрію в м’ясних продуктах, було показано, що карбонати калію мають подібну ефективність порівняно з аналогом натрію в яловичому фарші [128], сосиски свинячі і куряча грудка з м’язами [129, 130, 131]. Практичний інтерес до використання карбонатів також було продемонстровано нещодавнім прийняттям Регламенту ЄС601/2014/ЕС, який дозволяє використовувати карбонати натрію як зволожувач у деяких готових продуктах з м’яса птиці для збереження консистенції та соковитості під час

подальшої обробки. Інша причина полягає в тому, що його використання дозволяє довше та ефективніше готувати м’ясо птиці, зберігаючи його соковитість і уникаючи споживання недовареної птиці.

1.3.3. Використання амінокислот у технології м’ясопродуктів

Застосування амінокислот у м’ясній промисловості останнім часом привертає значну увагу [132, 133]. Наприклад, повідомлялося, що L-лізин (L-Lys) покращує смак [134, 135], консистенцію та вологоутримуючу здатність м’ясних продуктів і продуктів з гідробіонтів. Також було встановлено, що L-Lys і L-гістидин (L-His) збільшують розчинність міозину при низьких (1–300 ммоль/л) концентраціях KCl [136, 137]. До того ж, L-Lys сприяє зміні вторинної структури міозину у свинині, а також збільшенню гідрофобності поверхні та вмісту реакційноздатних сульфгідрилів [138, 139]. Ці результати вказують на те, що може існувати взаємодія між амінокислотами та солерозчинними білками м’яса, яка впливає на спричинене нагріванням гелеутворення солерозчинними білками м’яса, і, таким чином, впливає на властивості гелю. Цю точку зору підтверджує і той факт, що L-His має вплив на реологічні властивості міозину під час гелеутворення, спричиненого нагріванням, що призводить до утворення тонкої сітки [140, 141].

L-Arg є однією з найпоширеніших добавок розчинників, яка пригнічує агрегацію білків [142]. Наприклад, L-Arg використовувався для придушення агрегації білків, спричиненої відновником або тепловою обробкою. У той же час, L-Arg також застосовували для посилення рефолдингу білка [143]. Нещодавно було виявлено, що L-Arg підвищує розчинність міозину свинини у фізіологічному розчині солі, та покращує водоутримуючу здатність і консистенцію ковбаси зі свинини. Теоретично може існувати взаємодія між СРБМ і L-Arg, яка впливає на термічне гелеутворення солерозчинних білків м’яса з утворенням бажаного гелю. Однак вплив L-Arg на властивості гелю солерозчинних білків м’яса та його механізм залишаються непоясненими.

Глюкоза та гліцин, як реакційноздатні попередники реакції Майяра, важливі для створення аромату у багатьох варених продуктах. Гліцин і його натрієва сіль підсилюють смак і аромат натуральних продуктів. Гліцин (амінооцтова кислота) – це одна із двадцяти амінокислот, входить до складу багатьох, особливо фібрилярних білків, бере участь у біосинтезі глутатіону, серину, холіну, пуринових основ, креатину [144].

Ця природна амінокислота, яка міститься в багатьох натуральних білках. синтетична форма якої використовується як харчова добавка Е640. Сполука також відома під назвою аміноетанова кислота, глікокол. Гліцин це кристали, добре розчинні у воді і нерозчинні в спирті.

Гліцин міститься у складі молекул білка набагато частіше інших амінокислот і виконує важливі біологічні функції. Організм здорової людини самостійно синтезує амінокислоти в необхідних кількостях. Джерелом амінооцтової кислоти є продукти тваринного походження (наприклад, яловича печінка), горіхи і деякі фрукти. В складі харчової добавки Е 640 гліцин і його солі при споживанні в межах норми не мають шкідливого впливу на організм людини.

Підсилювач смаку і запаху Е-640 використовують у технологіях харчових продуктів в більшості країн світу. Добавка входить до списку офіційно дозволених для використання в харчовій промисловості Євросоюзу, США і Канади в межах допустимих норм, регламентованих СанПіН.

У харчовій індустрії Е 640 додають до фруктових соків, джемів, овочевим пюре, кухонної солі з поліпшеними біологічними властивостями. Гліцин використовується в якості оптимізатора смаку і запаху деяких напоїв, в основному алкогольних. В деякі види продуктів підсилювач смаку Е 640 додають як носій корисних речовин. Певні сполуки і комплекси, такі як гліцин і сульфат заліза беруть участь в збагаченні солі іонами заліза, а сполуками кальцію і гліцину використовують для збагачення кальцієм напоїв. Крім харчової промисловості гліцин широко використовують для пептидного

синтезу, при змішуванні з деякими іншими амінокислотами його застосовують для парентерального харчування.

Виділення амінокислоти з природних білків – процес тривалий і дорогий; реалізувати його в промислових масштабах не доцільно. Гліцин отримують органічним синтезом з оцтової кислоти, потім піддають ретельному очищенню.

Як речовина, яка пригнічувала активність кишкової палички, добавку Е 640 застосовують при виробництві м'ясопродуктів [145].

Препарат «Амідин» виробництва Barentz (Нідерланди), представляє собою комплекс амінокислот та характеризується високою буферною ємністю і здатністю підвищувати pH м’ясних фаршів, не руйнуючи актоміозиновий комплекс м’язової тканини. «Амідин» – висококонцентрований рідкий продукт, норма використання якого не перевищує 1 %. Він легко розчиняється у воді і може бути внесений у м’ясну систему при технологічних процесах як ін’єктування, так і масування. Як стверджують фахівці компанії «Партнер-М», препарат в кілька разів ефективніше впливає на м’ясну сировину ніж харчові фосфатні препарати [146, 147]. Це принципово новий продукт, використання якого дає можливість зменшити вміст фосфатів у м’ясопродуктах. Фосфати доцільно обмежено використовувати в м’ясній промисловості для продуктів, в яких потрібно зберігати первинну структуру волокон (вироби з соленого м’яса, дрібношмакові напівфабрикати і т. д.). В цьому випадку фосфати надають готовим виробам желеподібний зовнішній вигляд, який проявляється при нарізанні, знижуючи їх органолептичні характеристики. Крім того розчинені протеїни виділяються на поверхні виробів з соленого м’яса у вигляді «піноутворювачів», що погіршує зовнішній вигляд готової продукції.

Завдяки високій буферній ємності «Амідин» позитивно впливає на процеси кольороутворення і стабілізує колір готових виробів. Це обумовлено зростанням pH м’яса до 6,0-6,15 завдяки впливу «Амідину». Цього збільшення достатньо, щоб частково повернути ферменту активність, що дозволяє підвищити стійкість кольору при тривалішого зберіганні м’ясопродуктів.

Основою препарату «Амідин» є природна амінокислота, яка міститься в багатьох натуральних білках, синтетична форма якої використовується як харчова добавка Е-640. Сполука також відома під назвою аміноетанова кислота, глікокол.

Гліцин міститься у складі молекул білка набагато частіше інших амінокислот і виконує важливі біологічні функції. Організм здорової людини самостійно синтезує амінокислоти в необхідних кількостях. Джерелом амінооцтової кислоти є продукти тваринного походження (наприклад, яловича печінка), горіхи і деякі фрукти. В складі харчової добавки Е 640 гліцин і його солі при споживанні в межах норми не мають шкідливого впливу на організм людини [148].

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ І

Властивості і стан м’яної сировини, яка у собівартості готових виробів становить до 70-80% є визначальним фактором формування якості м’ясопродуктів. Інтенсивні технології відгодівлі у тваринництві і птахівництві, підвищення швидкості росту та виходу м’язової тканини обумовлюють надходження на м’ясопереробні підприємства значної частки сировини з низькими ФТВ. Це обумовлено відхиленнями від традиційного перебігу автолізу (NOR) і вадами якості (DFD, PSE, RSE, RFN), міопатій та м’язових дистрофій (SM – м’ясо спагеті, WS – білі смуги, WB – дерев’яні груди, характерні для м’яса птиці), незрілість внутрішньом’язової сполучної тканини, які погіршують ФТВ м’ясної сировини.

На основі аналітичного огляду сировинної бази з метою вирішення різних завдань та отримання готових виробів з необхідними якісними показниками підтверджено необхідність використання широкого спектру нем’ясних інгредієнтів, в тому числі активних стабілізаторів м’ясних систем, зокрема фосфатних препаратів, для підвищення ФТВ м’ясних систем.

Обгрунтовано медико-біологічні аспекти використання неорганічних фосфатів, які обумовлюють підвищений ризик серцево-судинних захворювань, атеросклероз та захворюванням кісток із-за зниження рівня поглинання деяких мінералів в осіб із хронічною нирковою недостатністю та перспективи їх заміни на інгредієнти природного походження. Наведено популярну у країнах Європи тенденцію чисте маркування (“Clean label”), яка передбачає внесення інгредієнти природного походження.

В результаті аналізу наукових джерел встановлено науково-технічні та соціально-економічні передумови удосконалення технології м’ясних посічених напівфабрикатів шляхом використання альтернативних безфосфатних активних стабілізаторів.

РОЗДІЛ 2.
ОРГАНІЗАЦІЯ РОБОТИ, ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Організація експериментів, характеристика об'єктів та предметів досліджень.

Відповідно до поставлених завдань було здійснено вибір об'єкту та предметів дослідження, умов організації експериментів.

Об'єктом досліджень була технологія посічених напівфабрикатів з використанням активних стабілізаторів м'ясних систем.

Предметами досліджень були:

м'ясні модельні системи на основі яловичини, свинини нежирної та сала, червоного курячого м'яса;

зразки посічених напівфабрикатів з активними стабілізаторами м'ясних систем та контрольні зразки посічених напівфабрикатів (ДСТУ 4437:2005), доведені до кулінарної готовності.

При постановці та реалізації експериментів використовували м'ясну сировину:

- свинина жилована нежирна за ДСТУ 7158:2010;
- свинина жилована напівжирна ДСТУ 7158:2010
- м'ясо яловичини вищого сорту за ДСТУ 6030:2008;
- м'ясо куряче червоне та шкурка куряча за ТУ У 15.1-31398117-001-2003.

У якості компонентів рецептур м'ясних посічених напівфабрикатів було використано:

- цибуля ріпчаста свіжа за ДСТУ 3234-95;
- сіль кухонна за ДСТУ 3583:2015;
- перець чорний молотий за ДСТУ ISO 959-1:2008;
- цукор;
- перець духмяний;
- перець червоний;
- часник свіжий;
- вода питна за ДСТУ 7525:2014.

Інгредієнти для панірування: сухарі пшеничні, модифіковані крохмалі кукурудзяний і пшеничний, борошно пшеничне і рисове борошно.

Сировина та матеріали, що були використані у проведенні досліджень, за показниками якості та безпечності відповідають діючій нормативній документації України. Результати досліджень подано в одиницях Міжнародної метричної системи СІ. Експериментальна частина дисертаційної роботи була організована відповідно до схеми комплексних дисертаційних досліджень (рисунок 2.1.) та проведена в умовах лабораторії кафедри технології м'яса і м'ясних продуктів, Проблемної науково-дослідної лабораторії Національного університету харчових технологій, виробничій лабораторії ТОВ «ФУДТЕК», у виробничих умовах підприємств та бактеріологічній лабораторії.

2.2. Методи досліджень.

Відповідно до схеми досліджень для реалізації поставлених завдань проводили вивчення комплексу показників з використанням стандартних і загальноприйнятих методів.

Опитування – метод, який забезпечує отримання фактичної інформації або оціночних даних при заповненні анкет, яке проводиться в усній або письмовій формах. Опитування є необхідним, коли єдиним джерелом інформації виступає людина, яка є учасником або представником досліджуваного явища. Отримана вербальна інформація зазвичай є більш детальною та надійною, ніж невербальна, і легше піддається кількісному аналізу, що дозволяє активно використовувати обчислювальну техніку [149].

Аналіз недоліків у потребах (Needs&Gaps Analysis) – підхід до виявлення незадоволених потреб споживачів, при якому респондентів просять уявити ідеальний бренд або продукт, а потім оцінити різні існуючі бренди або продукти за ключовими ознаками; якщо жоден існуючий бренд або продукт не відповідає ідеалу, існує прогалина, яку можна заповнити новим брендом або продуктом. Оцінювання основних атрибутів для проведення Needs&Gaps Analysis наведено в таблиці 2.1 [150].

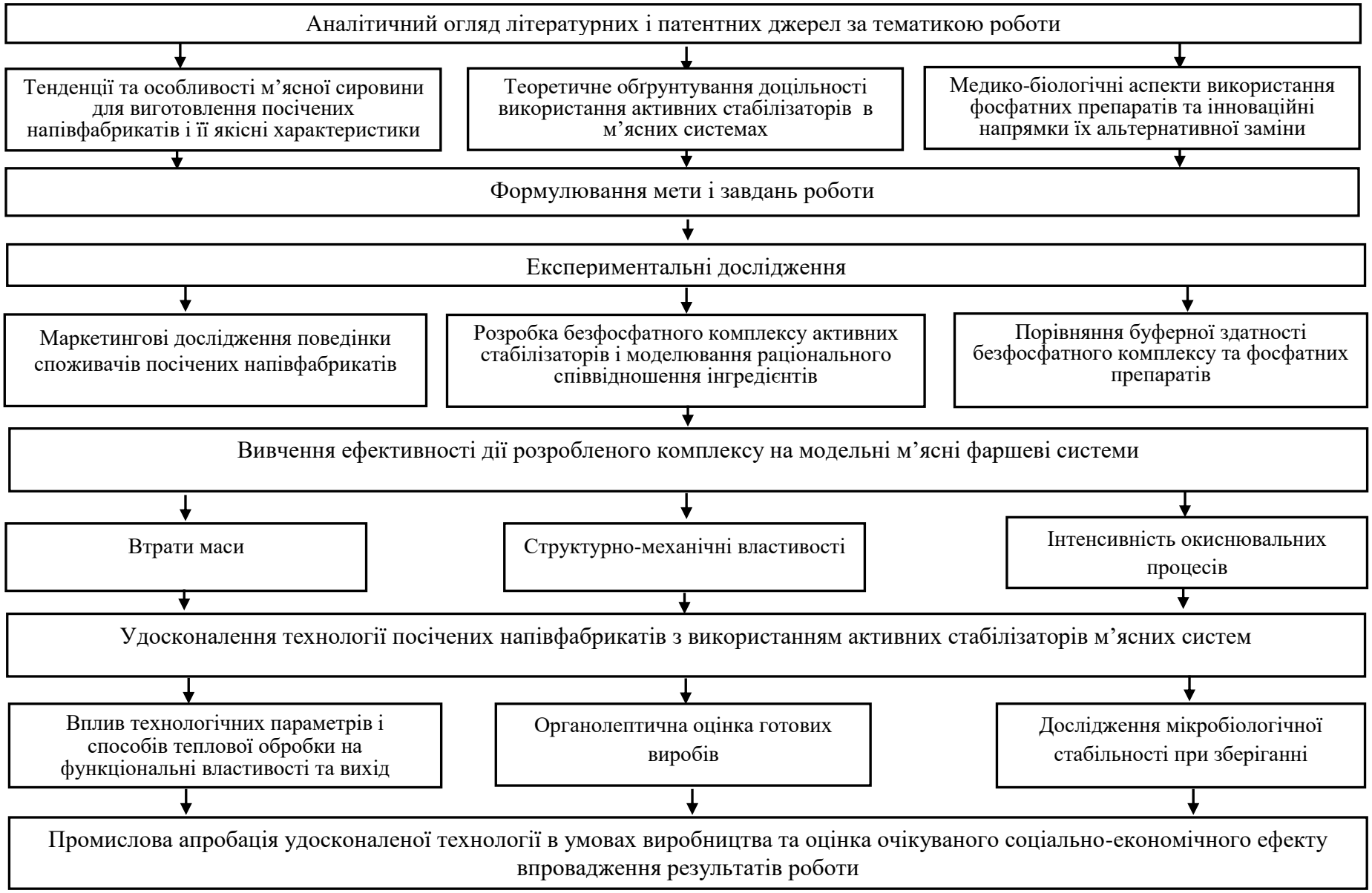

Рисунок 2.1 – Схема проведення комплексних дисертаційних досліджень

Таблиця 2.1 – Оцінювання основних атрибутів для проведення Needs&Gaps Analysis

№	Атрибут	ОЦІНКА													
		Важливість							Задоволеність						
		Кількість осіб, що поставила оцінку					Сума	Середнє значення	Кількість осіб, що поставила оцінку					Сума	Середнє значення
		1	2	3	4	5			1	2	3	4	5		
1.															
2.															
3.															
4.															
5.															
	Середнє значення														

При проведенні даного дослідження виявляють з одного боку атрибути важливості для споживача певних чинників або критеріїв, а з іншого боку – атрибути задоволеності споживача цими критеріями або чинниками. В результаті визначають середні значення кожного з критеріїв, на основі яких в подальшому будують карту сприйняття споживачами цих ознак. Середнє значення кожного з атрибутів представляє собою координати точок на карті сприйняття, а середнє арифметичне значення всіх атирибутів важливості і задоволеності представляють лінії перетину на карті сприйняття.

В результаті визначають наскільки кожен з перелічених чинників є важливим для споживача і в той же час задовольняє його вимоги. Якщо в результаті дослідженя з пропонованого переліку виявляються чинники, які не є важливими для споживача, необхідно передбачити їх заміну на більш важливі.

Якщо чинник є важливим, але не задовольняє споживача, необхідно прийняти управлінське рішенння щодо підвищення рівня задоволеності на основі існуючих на підприємстві засобів. Наочно результати аналізу можуть бути представлені за допомогою карти сприйняття (рисунок 2.2).

5 Задоволеність 1	Висока	1 Важливість 5	
		Низька	Висока
		Нв/Вз	Вв/Вз
	Низька	Нв/Нз	Вв/Нз

Рисунок – 2.2. Карта сприйняття важливості та задоволеності атрибутами

Досить важливим при проведенні даного дослідження є визначення обсягу вибірки [151]. У випадку, коли передбачається оцінювання виключно якісних ознак і розмір генеральної сукупності є досить значним, для розрахунку розміру безповторної випадкової вибірки використовують співвідношення:

$$n = \frac{t^2 \cdot p \cdot (1 - p)}{\Delta^2}, \tag{2.1}$$

де t – довірчий коефіцієнт, що встановлюється за таблицями стандартизованого нормального розподілу для рівня довірчої ймовірності α;

p – імовірність появи об’єктів з наявністю ознаки у пілотній вибірці;

Δ – гранична помилка, тобто максимально допустиме відхилення вибіркової оцінюваної ознаки від значення цієї ознаки у генеральній сукупності.

Відбір проб для органолептичних і фізико-хімічних досліджень та підготовку їх до аналізу здійснювали відповідно до вимог ДСТУ 4823.2:2007.

Величину *буферної ємності* визначали за стандартною методикою титруванням 1-відсоткових активних стабілізаторів 0,1н HCl з наступним потенціометричним вимірюванням концентрації водневих іонів та визначенням кількості кислоти, потрібної для зниження рівня pH на одиницю [152].

pH сировини, м'ясних фаршів та активних стабілізаторів визначали потенціометричним методом.

Вміст вологи у дослідних зразках визначали згідно ДСТУ ISO 1442:2005 методом висушування у сушільній шафі до постійної маси. Розрахунок проводили згідно формули

$$W = (m_1 - m_2) \times 100/(m_1 - m) \qquad (2.2)$$

Де, W – вміст вологи, %;

m – маса сухої бюкси, г;

m_1 – маса бюкси з наважкою, г;

m_2 – маса бюкси з наважкою після висушування, г.

Методики досліджень функціонально-технологічних властивостей м'ясних посічених напівфабрикатів.

ВУЗ м'ясного фаршу (% до маси фаршу) визначали як різницю між масовою часткою вологи у фарші і кількістю вологи, що відділилася у процесі термооброблення за формулою:

$$ВУЗ = W - \frac{m_{б1} m_в}{m_{б2} m} \times 100 \qquad (2.3)$$

де W – масова частка вологи у фарші, %;

m – маса наважки фаршу, г;

$m_{б1}$ – маса всього виділеного бульйону з жиром, г;

$m_з$ – маса згустку фаршу після термооброблення, г;

$m_{бн}$ – маса герметизованої консервної банки з наважкою фаршу, г;

$m_б$ – маса консервної банки, г.

$m_в$ – маса вологи у досліджуваному бульйоні, г;

$m_{б2}$ – маса досліджуваного бульйону з жиром, г.

ЖУЗ м'ясного фаршу (% до маси фаршу) визначали як різницю між масовою часткою жиру у фарші і кількістю жиру, що виділився при термообробленні:

$$ЖУЗ = Ж_ф - \frac{m_{б1} m_ж}{m_{б2} m} \qquad (2.4)$$

де $Ж_ф$ – масова частка жиру у фарші, %;

$m_ж$ – жиру у досліджуваному бульйоні, г.

x_1 – масова частка зв'язаної вологи у наважці, % до маси наважки;

– масова частка зв'язаної вологи у наважці, % до загального вмісту вологи у наважці;

M – загальний вміст вологи у наважці, мг;

S – площа вологої плями, мг;

m_o – маса наважки.

$$Жф = \frac{m_1 - m_2}{m_0} \times 100 \quad (2.5)$$

Де $Ж_ф$ – вміст жиру, %

m_1 – маса гільзи з наважкою до екстрагування, г

m_2 – маса гільзи з наважкою після екстрагування, г

m_2 – маса наважки, г.

Визначення вологозв'язуючої здатності м'ясних проводилось пресування, який розроблений Грау Р. і Хамм Р. в модифікації В. Воловінської і Б. Кельмана.

Визначення вологозв'язуючої здатності ($ВЗЗ_а$) проводили методом пресування. Для цього 0,3 г м'ясного фаршу поміщали під беззольний фільтрувальний папір (Whatman, № 41) між двома скляними пластинами (20 см × 20 см) та пресували протягом 10 хвилин, використовуючи вантаж

вагою 1 кг. Визначення проводять по розміру плями, що залишається на фільтрувальному папері після сорбції ним виділеної вологи, окреслюючи олівцем контур плями спресованого м'яса. Розмір вологої плями (зовнішньої) вираховують по різниці між загальною площею плями і площею плями, утвореної м'ясом (продуктом). Внутрішня пляма представляла пластичність.

Вміст зв'язаної вологи визначали за формулою:

$$x_1 = \frac{(M - 8{,}4S)}{m_o} \times 100 \qquad (2.6)$$

$$x_2 = \frac{(M - 8{,}4S)}{M} \times 100 \qquad (2.7)$$

де x_1 – масова частка зв'язаної вологи у наважці, % до маси наважки;

x_2 – масова частка зв'язаної вологи у наважці, % до загального вмісту вологи у наважці;

M – загальний вміст вологи у наважці, мг;

S – площа вологої плями, мг;

m_o – маса наважки.

Визначення пластичності проводили за даними, отриманими при визначенні ВЗЗ за загальноприйнятою методикою.

Для визначення пластичності використовуємо результати, отримані при визначені вологозв'язуючої здатності методом пресування.

Пластичність фаршу обчислили за формулою:

$$P = \frac{B_ф \times 1000 \times 1000}{m} \qquad (2.8)$$

Де $B_ф$ – площа плями фаршу, см^2; m – маса наважки фаршу, г.

Моделювання раціонального співвідношення нефосфатних добавок було

виконано за допомогою методології поверхні відгуку [151]. Обрана методологія є сукупністю математичних і статистичних прийомів, спрямованих на моделювання процесів та знаходження комбінацій експериментальних рядів предикторів.

У загальному вигляді функція відгуку описується таким поліномом:

$$\hat{y}(x,b) = b_0 + \sum_{l=1}^{n} b_1 x_1 + \sum_{k=1}^{n} b_k x_k{}^2 + \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^{n} b_{ij} x_i x_j, \qquad (2.9)$$

де $x \in R^n$ – вектор змінних, b – вектор параметрів.

Для оцінки невідомих параметрів b_0, b_1, b_2, b_3 застосовано метод найменших квадратів (МНК). Згідно з методом невідомі параметри функції вибираються таким чином, щоб сума квадратів відхилень експериментальних (емпіричних) значень Y_i від їх розрахункових (теоретичних) Y_{ip} значень була мінімальною, тобто:

$$S = \sum_{i=1}^{n} (Y_i - Y_{ip})^2 = \sum_{i=1}^{n} (Y_i - \varphi(X_i, b_0, b_1, ..., b_k))^2 \to \min, \qquad (2.10)$$

Дослідження циклів заморожування-розморожування м'ясних систем посічених напівфабрикатів.

Виготовлено п'ять різних модельних зразків *на основі свинини з різним вмістом сала* із використанням наступного співвідношення основної сировини свинина нежирна/сало: 100/0%, 95/5%, 90/10%, 85/15% і 80/20% (рисунок 2.3).

Визначення активності води

Активність води має важливе значення в оцінці безпечності харчових продуктів. Активність води (a_w) є важливим параметром для оцінки вологості продуктів та оточуючого середовища з точки зору їхньої придатності для біологічних процесів. Цей показник визначає кількість «вільної води», доступної для мікроорганізмів, і виражається у відношенні парціального тиску водяної пари в газовій фазі до парціального тиску чистої води при однаковій температурі [153]. Значення активності води розташовуються в діапазоні від 0 (відсутність вільної води) до 1 (повна насиченість вологості).

Визначення активності води проводили з використанням аналізатора HygroLab 2, з точністю ±0,01 a_w

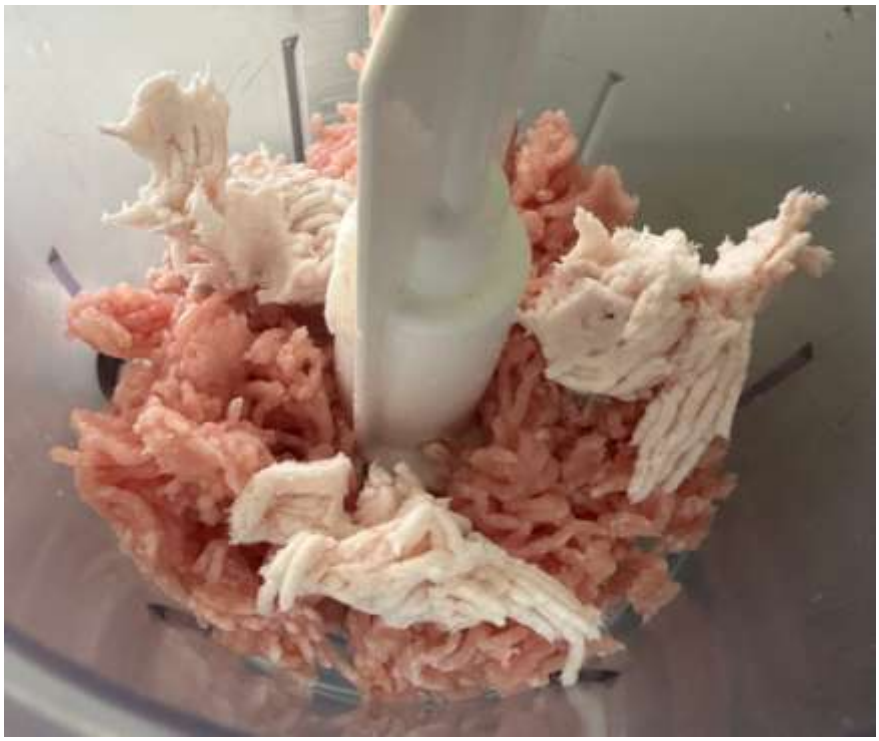

Рисунок 2.3 – Приготування м’ясних систем посічених напівфабрикатів

Після розморожування модельних зразків напівфабрикатів *вміст карбонілів* (продуктів окислення протеїнів, що базується на ковалентному зв’язуванні протеїнових СО-груп (утворених внаслідок окисної модифікації протеїнів)) у фашах посічених напівфабрикатів визначали за методом з використанням 2,4-динітрофенілгідразину (DNPH) [154, 155]. Карбонільні групи ідентифікували спектрофотометрично за поглинанням при λ = 370 нм в нмоль на міліграм білка з молярним коефіцієнтом поглинання 22 000 $М^{-1}$ $см^{-1}$ [156].

Після розморожування *вміст пероксидів ліпідів* у сирих модельних фаршах посічених напывфабрикатыв визначали, як згідно [157]. Для підготовки стандартної кривої використовували відновлене залізо. Результати виражали як мекв/кг м’яса.

Після розморожування модельних зразків напівфабрикатів досліджували *інтенсивність окиснювальних змін ліпідів* шляхом визначення

реактивних речовин на тіобарбітурову кислоту (TBARS) та кількісної оцінки малонового діальдегіду (MDA) [158]. Результати були виражені в мг MDA/кг м'яса з використанням молярного коефіцієнта екстинкції 152 000 M^{-1} $см^{-1}$

Втрати маси при розморожуванні, $B_р$, %, визначали за формулою

$$B_р(\%) = \left(\frac{M_0 - M_1}{M_0}\right) \times 100, \quad (2.11)$$

де M_0 і M_1 маса зразків до та після розморожування

Втрати маси при термообробленні, $B_т$ %, визначали за формулою

$$B_т(\%) = \left(\frac{M_2 - M_3}{M_2}\right) \times 100, \quad (2.12)$$

де M_2 і M_3 маса зразків до та після термооброблення

Для дослідження впливу розморожування заморожування на *структурно-механічні властивості* модельних фаршів визначено *твердість зразків* (gf/мм). Визначення твердості контрольного та дослідних зразків проведено на текстурометрі Shimadzu EZ-LX зображено на рисунку 2.4.

Рисунок 2.4 – Визначення твердості зразків на текстурометрі Shimadzu EZ-LX

Визначення спектрів та інтегральних колірних характеристик виробів [159, 160]. Визначення спектрів та інтегральних кольорових характеристик здійснювали на спектрофотометрі X–riteCi7600/Ci7800. Свіжий зріз кожного із

зразків прикладали до сенсорного датчика спектроколориметра, підключеного до комп'ютера, який будував на папері графік спектральних кривих відбивання R=f (λ). По осі абсцис графіку вимірюється довжина хвилі в діапазоні 380…720 нм в області видимого людським оком світла, по осі ординат – коефіцієнт відбивання Ry % кількості монохроматичного світла, розсіяного дослідного зразка, до кількості розсіяного світла на поверхні білого зразка. Паралельно комп'ютером було виведено на папір інтегральні кольорові характеристики для джерела світла С, які включають значення координат кольору X (в червоній області видимого людським оком світла), Y (в зеленій області) та Z (у синій області), координат кольоровості x та y, світлості L, яка одночасно є яскравістю кольору, червоності a, жовтизни b, насиченості S та тону H.

Органолептична оцінка м'ясних посічених напівфабрикатів Відбір проб для органолептичних і фізико-хімічних досліджень та підготовку їх до аналізу здійснювали у відповідності до вимог ДСТУ 4823.2:2007. Органолептичне оцінювання якості котлет здійснювали за п'ятибальною шкалою. До основних показників якості продукту, які визначалися при оцінюванні, належать: зовнішній вигляд, вид і колір на розрізі, аромат, смак, консистенцію. Органолептичну оцінку здійснювали у такій послідовності:

- зовнішній вигляд – за структурою, виглядом поверхні;

- колір – візуально на розрізі котлет;

- запах (аромат), смак і соковитість – випробуванням продуктів одразу після того, як їх нарізали шматочками; визначали відсутність або наявність стороннього запаху, присмаку, ступінь вираженості аромату спецій і солоність;

- консистенцію – надавлюванням на виріб.

На підставі результатів органолептичної оцінки робили висновки про якість котлет.

Визначення мікробіологічних показників м'ясних посічених напівфабрикатів. Загальна кількість мікроорганізмів в посічених напівфабрикатах не повинна перевищувати 1×10^7 на 1 г продукту.

Мікробіологічні показники (кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів (МАФАнМ), бактерії групи кишкової палички (БГКП), плісняві гриби та дріжджі) визначали загальноприйнятими методами (ГОСТ 10444.15-94, 2010).

10 г кожного зразку в стерильних умовах переносили в пакет для гомогенізатора та додавали 90 мл пептонно-сольового бульйону. Пробу гомогенізували за допомогою багміксеру протягом 60 секунд при кімнатній температурі. З початкового розведення приготували серію 10-кратних розведень.

Для визначення кількості МАФАнМ, 1 $см^3$ відповідних розведень переносити до чашки Петрі та заливали поживним агаром. Чашки термостатували при температурі 30 ± 1 °С протягом 72 годин.

Для визначення кількості пліснявих грибів та дріжджів, 1 мл розведень переносили до чашки Петрі та заливали агаром Сабуро. Чашки термостатували при температурі 24 ± 1 °С протягом 120 годин.

Для виявлення БГКП, 10 $см^3$ первинного розведення (10^{-1}) вносили у середовище Кесслер, яке термостатували при температурі 37 ± 1 °С протягом 48 годин. Після чого штриховим методом за допомогою петлі пересівали на чашки Петрі з агаром Ендо. Чашки витримували у термостаті при температурі 48 ± 1 °С протягом 24 годин.

Математична обробка експериментальних даних Оцінка похибки експериментальних даних і вимірюваних величин здійснювалась за загальноприйнятими методиками. Під час зіставлення результатів експериментальних даних враховували стандартні похибки дослідів. В дисертаційній роботі в повному обсязі використовувались сучасні комп’ютерні технології: розподілена пошукова мережа Google Chrom та Google з метою пошуку інформації Для обробки результатів досліджень використовувались табличний процесор Microsoft Excel 2007, 2010, пакет математичних обчислень MathCad та обробка статистичних даних. Застосовувались скануючи пристрої і

системи оптичного розпізнавання, зокрема Fine Reader для автоматизації введення результатів експериментів та графічної інформації.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2.

1. У другому розділі дисертаційної роботи відповідно до поставленої мети та завдань було визначено об’єкт та предмети дослідження, описано умови організації експериментів.

2. Розроблено схему проведення комплексних теоретичних та експериментальних досліджень удосконалення технології посічених напівфабрикатів з використанням активних стабілізаторів м’ясних систем.

3. Підібрано стандартні та спеціальні методики досліджень для визначення фізико-хімічних, структурно-механічних, функціонально-технологічних, органнолептичних, мыкробіологічних та інших якісних показників сировини, м’ясних фаршевих модельних систем та готових виробів.

РОЗДІЛ 3
ОБГУНТУВАННЯ СКЛАДУ БЕЗФОСФАТНОГО КОМПЛЕКСУ АКТИВНИХ СТАБІЛІЗАТОРІВ ДЛЯ УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ М'ЯСНИХ ПОСІЧЕНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ

3.1. Застосування сучасних технологій маркетингових досліджень при оцінці поведінки споживачів посічених напівфабрикатів.

Реалізація мети дослідження вимагає оцінки ринку м'ясних посічених напівфабрикатів з точки зору споживчих пріоритетів та прихильностей споживачів. Для проведення такого дослідження було розроблено дві анкети (за соціально-демографічними характеристиками споживачів та відповідно їх ставлення до продукції) для формування профілю споживачів стосовно посічених напівфабрикатів. Форми анкет для проведення опитування представлено в додатку А і додатку Б.

Обсяг вибірки при опитуванні склав 1000 осіб.

Отже, ключовими характеристиками при побудові анкети №1 були обрані такі параметри, як: вік респондентів, їх стать, рівень доходів, рівень освіти, регіон проживання, сімейний стан і кількість членів сім'ї.

Результати опитування споживачів стосовно їх віку представлено на рисунку 3.1.

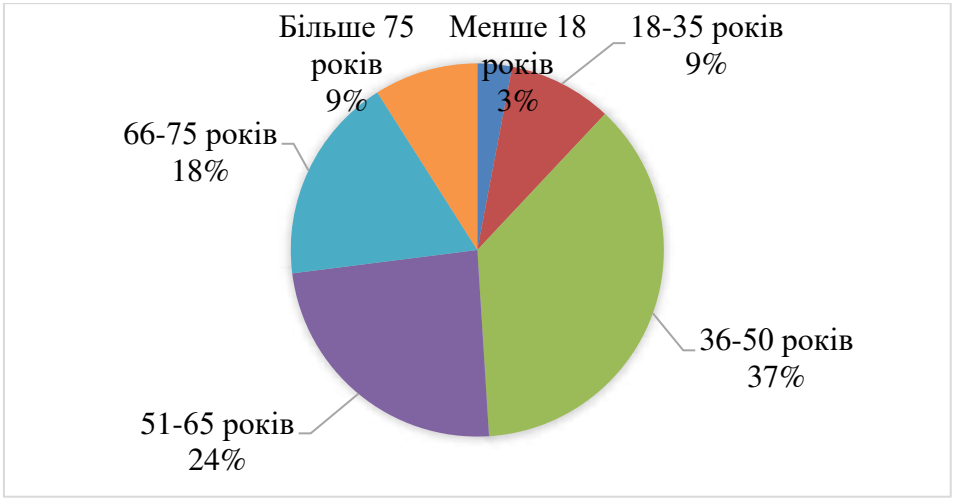

Рисунок 3.1 – Результати опитування споживачів відповідно їх віку

Отже, бачимо, що найбільшу частку серед споживачів посічених напівфабрикатів складають особи віком 36–50 років (37%), 51–65 років (24%)

та 66–75 років (18%). Частка споживачів від 18 до 35 років і більше 75 років складає по 9%, а менше 18 років – лише 3%. Це пояснюється тим, що в цілому спостерігаються тенденції зменшення часу у споживачів на приготування їжі, а молодь віддає перевагу швидкому харчуванню.

Результати опитування споживачів стосовно їх статі представлено на рисунку 3.2.

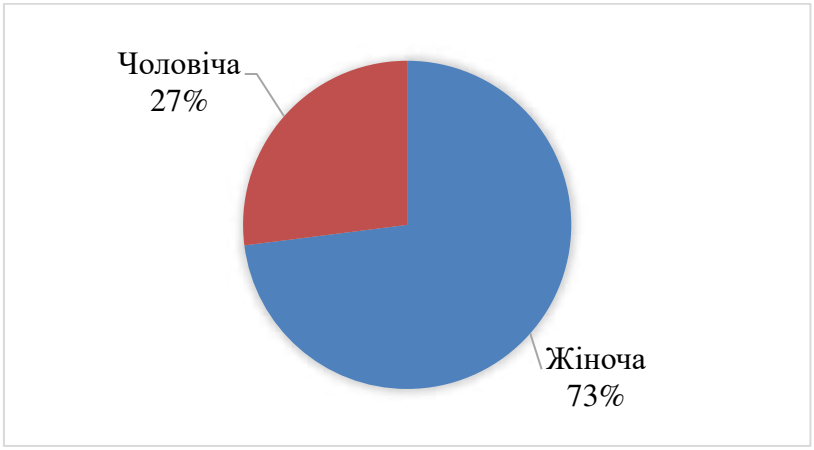

Рисунок 3.2 – Результати опитування споживачів відповідно їх статі

Як бачимо з рисунку 3.2 основну частину споживачів посічених напівфабрикатів складають жінки, частка яких складає 73%, в той час як частка чоловіків складає лише 27%.

Розподіл споживачів відповідно до рівня їх доходу представлено на рисунку 3.3.

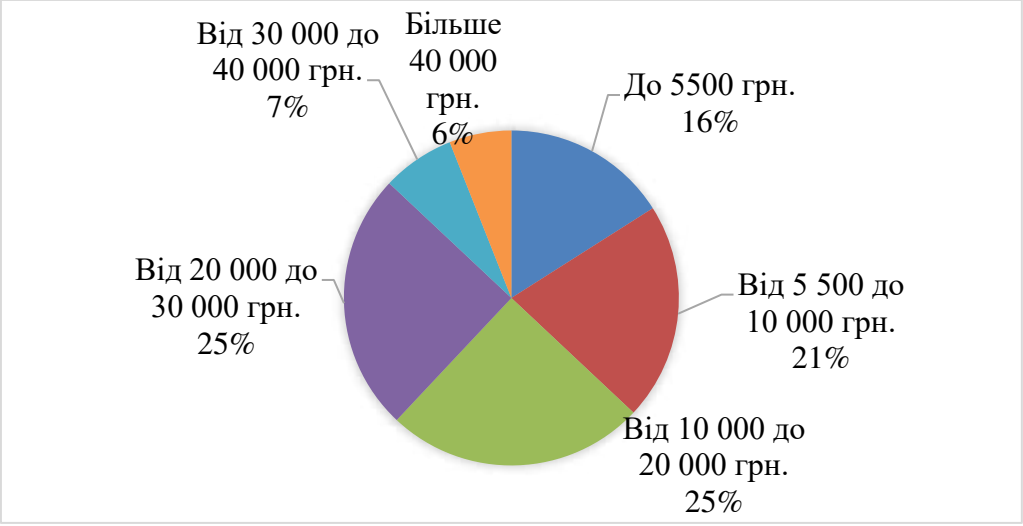

Рисунок 3.3 – Результати опитування споживачів відповідно рівня їх доходу

Згідно рисунку 3.3 найбільша частка споживачів посічених напівфабрикатів має рівень доходу від 20 до 30 тис. грн. та від 10 до 20 тис. грн. (по 25% відповідно). Досить суттєвою є частка споживачів з рівнем доходу від 5 до 10 тис. грн. (21%). Найменшу частку складають споживачі з рівнем доходу від 30 до 40 тис. грн. і більше 40 тис. грн. (відповідно 7% і 6%).

Результати опитуванні споживачів відповідно до рівня їх освіти представлено на рисунку 3.4.

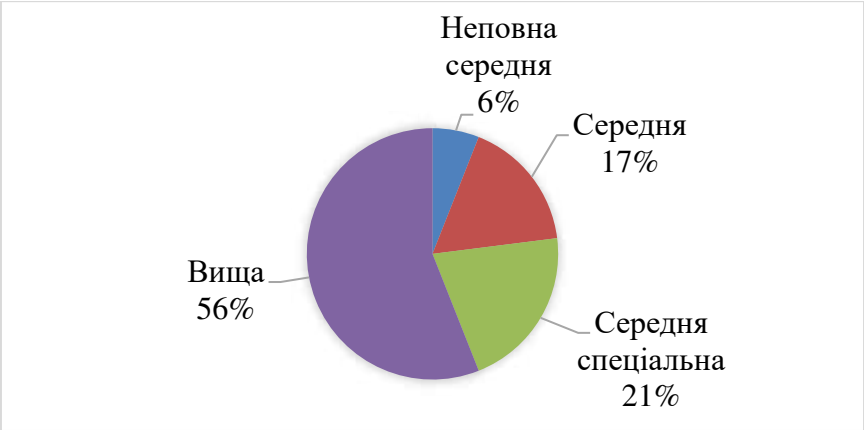

Рисунок 3.4 – Результати опитування споживачів відповідно рівня їх рівня освіти

Як бачимо з рисунка 3.4 за цим фактором найбільшу частку складають споживачі з вищою освітою (56%), середньою спеціальною освітою (21%) та середньою освітою (17%). Найбільш малочисельною є група споживачів, яка має неповну середню освіту, їх частка складає лише 6%.

Розподіл споживачів відповідно до їх місця проживання представлено на рисунку 3.5.

Згідно рисунка 3.5. основна маса споживачів посічених напівфабрикатів проживає у місті (64%), у селищах міського типу мешкає 31% споживачів, і досить незначна частина проживає у селі – лише 5% опитаних.

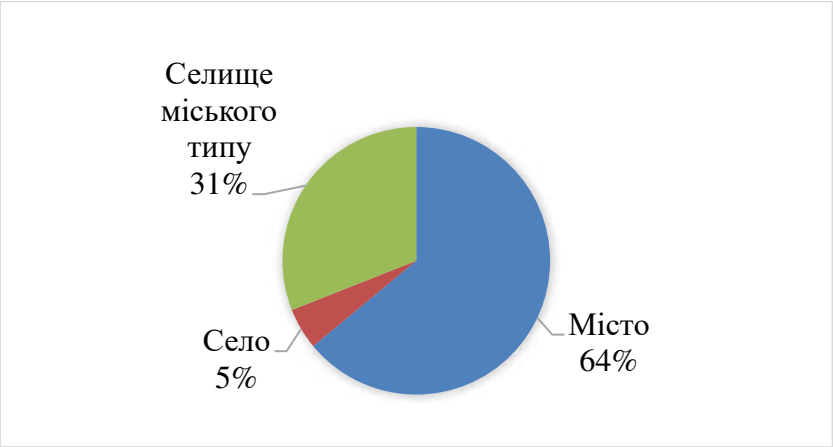

Рисунок 3.5 – Результати опитування споживачів відповідно їх місця проживання

Результати опитування споживачів стосовно кількості членів у сім'ї представлено на рисунку 3.6.

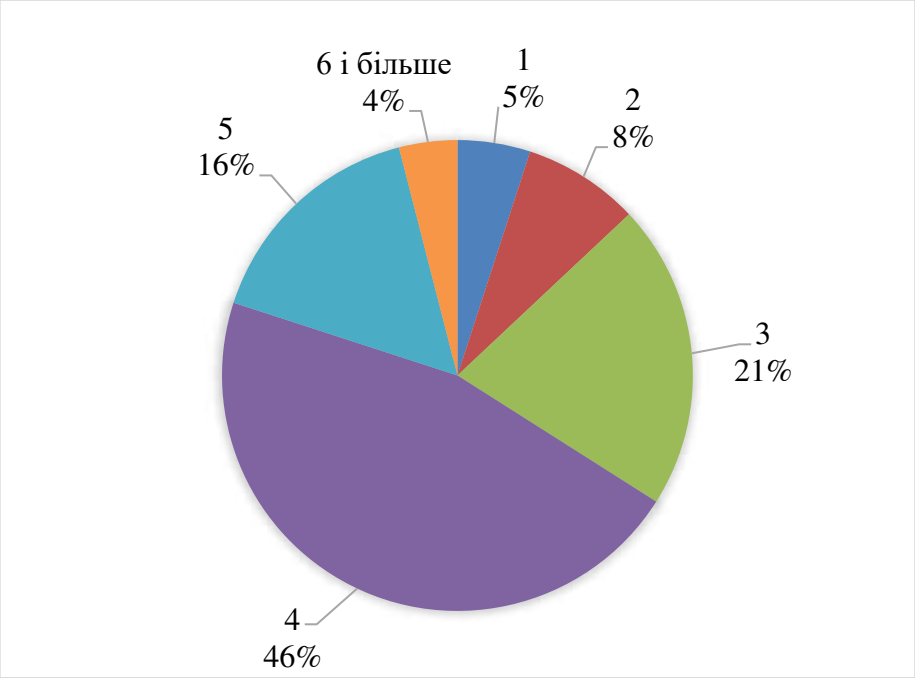

Рисунок 3.6 – Результати опитування споживачів відповідно до кількості членів у сім'ї

Як бачимо з рисунку 3.6, у більшості респондентів кількість членів у сім'ї складає 4 особи. Таких споживачів налічується 46%. Три особи у сім'ї має 21% респондентів, п'ять осіб – 16% респондентів. У досить незначного відсотку опитаних сім'я налічує одну особу – 5% опитаних, дві особи має 2% опитаних і шість і більше осіб – 4% опитаних.

Такі результати опитування свідчать про те, що купівлі посічених напівфабрикатів віддають перевагу сімейні люди з наявністю дітей (3 і 4 члени сім'ї). Для малочисельних сімей, де кількість членів складає 1–2 особи така купівля не є актуальною. Таке твердження повністю корелюється з результатами, що представлені на рисунку 3.7, де значна частина респондентів посічених напівфабрикатів є одруженими людьми.

На рисунку 3.7 представлено сімейний стан споживачів посічених напівфабрикатів.

Рисунок 3.7 – Результати опитування споживачів відповідно їх сімейного стану

Як бачимо з рисунку 3.7 більшість споживачів є одруженими, їх частка складає 82%, в той час як неодружені споживачі складають лише 18% від загальної кількості.

Опрацьовані результати відповідей респондентів щодо їх соціально-демографічних характеристик дали змогу сформувати профіль споживача посічених напівфабрикатів, який можна скласти наступним чином: основними споживачами зазначеної продукції є жінки (73%) віком від 36 до 50 років (37%) з рівнем доходів від 10 000 до 30 000 тис. грн. (по 25% відповідно), з вищою освітою (56%), які проживають в місті (64%), одружені (82%) і мають сім'ю, кількість членів якої складається з 4 осіб (46%).

В додатку А представлена анкета для опитування респондентів щодо їх ставлення до посічених напівфабрикатів.

Отже, ключовими характеристиками при побудові анкети №2 були обрані такі параметри, як: частота купівлі і споживання посічених напівфабрикатів; задоволеність споживачів асортиментом, який пропонується; фактори впливу на вибір посічених напівфабрикатів; кількість коштів, яка витрачається на одну купівлю посічених напівфабрикатів; прихильності вибору споживачів стосовно видів м'яса та споживчих пріоритетів стосовно асортиментної лінійки; привабливість продукції, що пропонується вітчизняними торговельними мережами; місце купівлі.

Результати опитування споживачів стосовно частоти їх купівлі і споживання посічених напівфабрикатів представлено на рисунку 3.8.

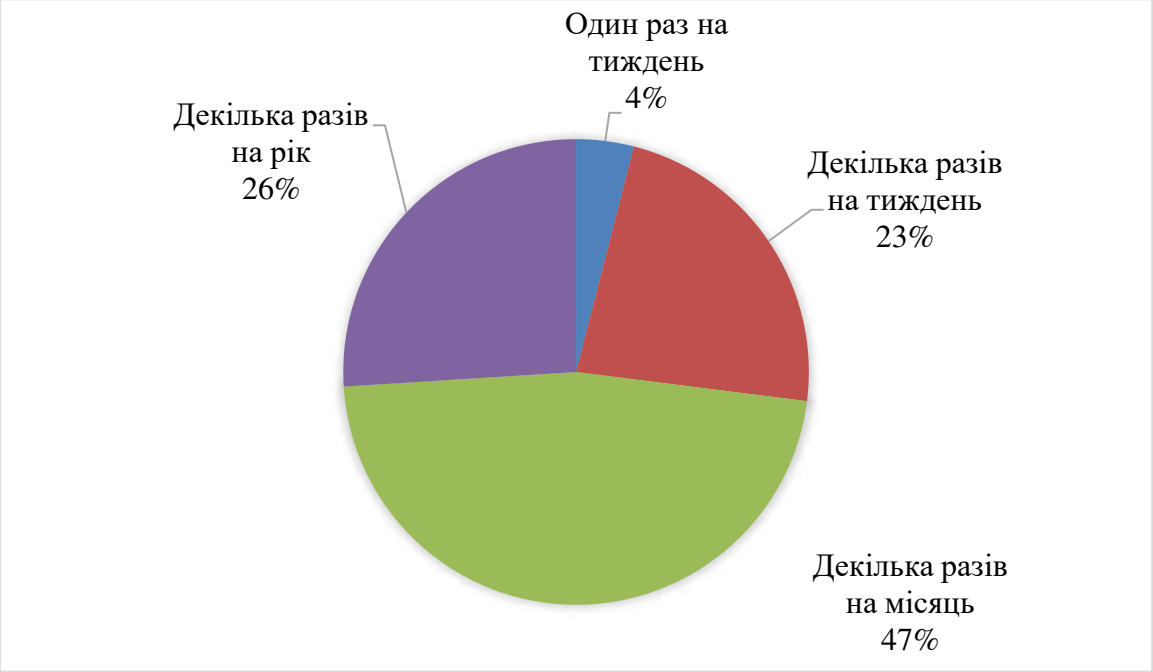

Рисунок 3.8 – Результати опитування споживачів відповідно частоти купівлі і споживання посічених напівфабрикатів

Як свідчать результати рисунка 3.8. найбільша частка споживачів, а саме 47% купують посічені напівфабрикати декілька разів на місяць, 26% – декілька разів на рік, 23% – декілька разів на тиждень, 4% – один раз на тиждень.

На рисунку 3.9. представлено результати відповідей респондентів щодо їх задоволеності асортиментом посічених напівфабрикатів.

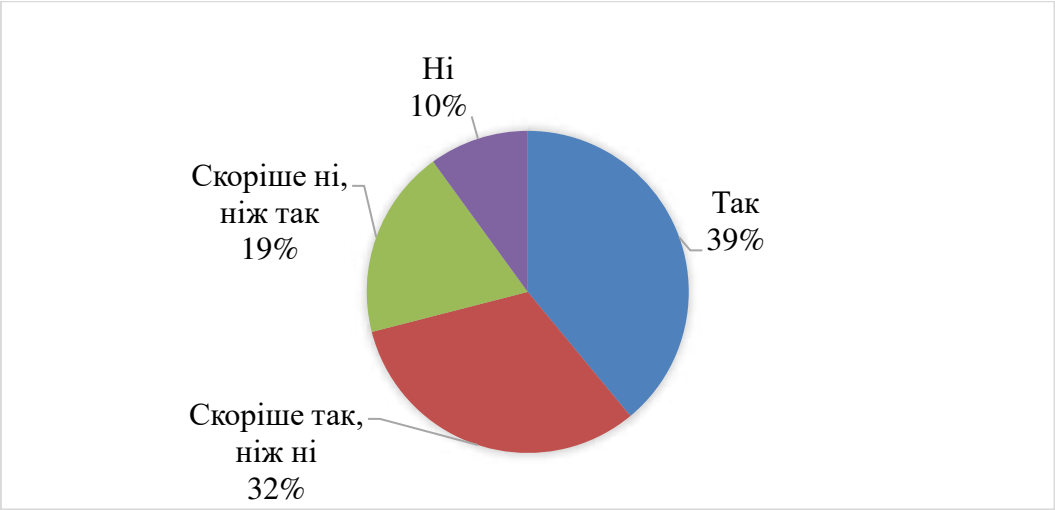

Рисунок 3.9 – Результати опитування споживачів відповідно їх задоволеності асортиментом посічених напівфабрикатів

Згідно рисунка 3.9 частка споживачів, які повністю задоволені асортиментом та скоріше задоволені, ніж не задоволені є досить суттєвою і складає відповідно 39% та 32%. Отже, більше половини опитаних споживачів в цілому є задоволеними пропонованим асортиментом посічених напівфабрикатів. Частка скоріше не задоволених, ніж задоволених складає 19%, а незадоволених – 10%.

На рисунку 3.10. представлено споживчі прихильності стосовно факторів впливу на вибір посічених напівфабрикатів.

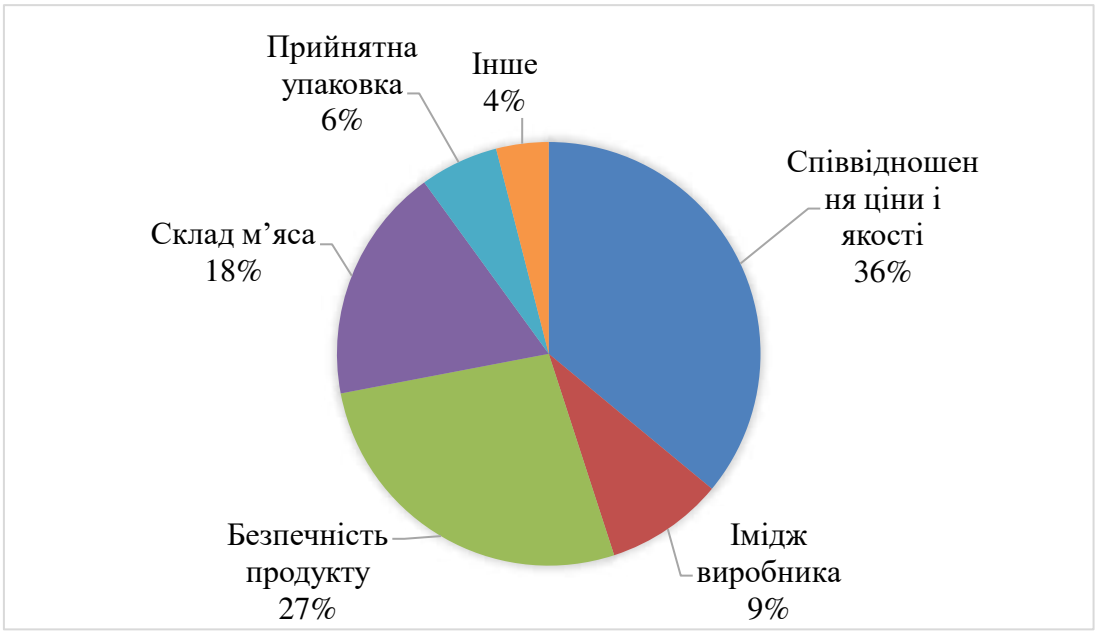

Рисунок 3.10 – Результати опитування споживачів відповідно факторів впливу на вибір посічених напівфабрикатів.

За результатами рисунка 3.10 основні споживчі прихильності розподілились наступним чином: співвідношення ціни і якості є основним фактором вибору, якому віддають перевагу 36% споживачів, безпечності продукту – 27%, складу м'яса – 18%, іміджу виробника – 9%, прийнятній упаковці – 6%, іншим чинникам – 4% опитаних респондентів.

На рисунку 3.11. представлено суму витрат (кількість коштів) на одну купівлю продукції

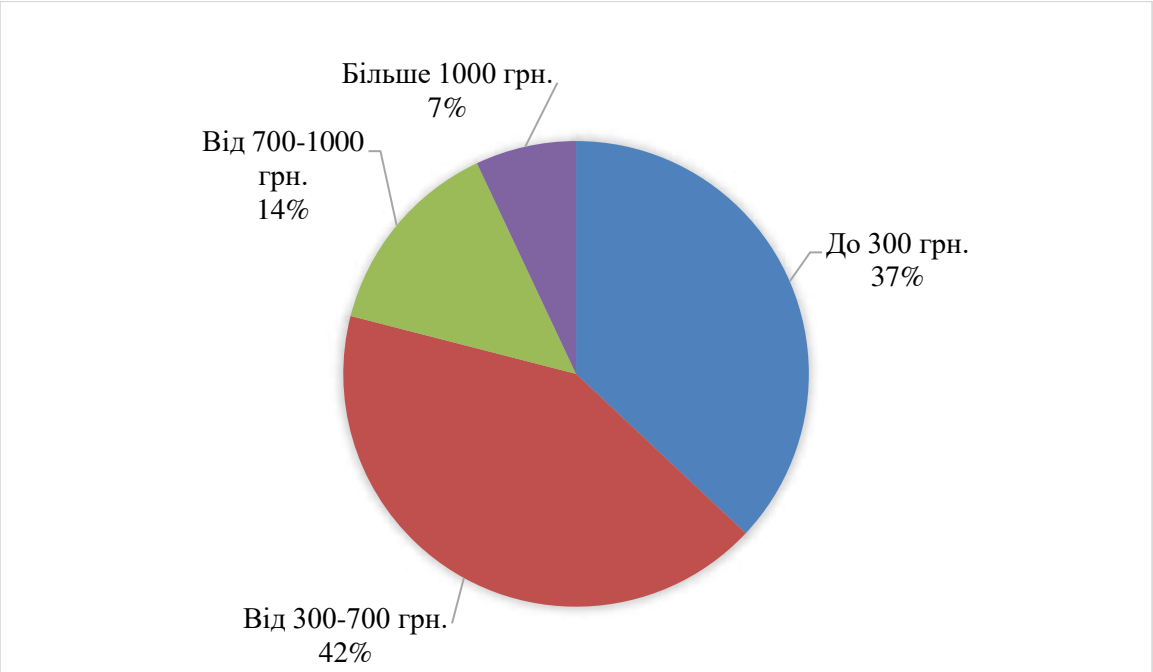

Рисунок 3.11 – Результати опитування споживачів відповідно суми витрат на одну купівлю продукції

Відповідно до рисунку 3.11, 42% споживачів витрачають за одну купівлю від 300 до 700 грн., 37% споживачів – до 300 грн., 14 % споживачів – від 700 до 1000 грн., і лише 7% споживачів витрачають за одну купівлю більше 1000 грн.

Споживчі пріоритети щодо привабливості продукції, що пропонується вітчизняними торговельними мережами представлено на рисунку 3.12.

Повну задоволеність продукцією, що пропонується вітчизняними торговельними мережами виявили 46% споживачів, часткову задоволеність продемонстрували 37% опитаних, скоріше не задоволеними виявилось 12% споживачів, частка незадоволених склала 5%. Отже, в цілому позитивну відповідь на дане питання надали 83% опитаних респондентів.

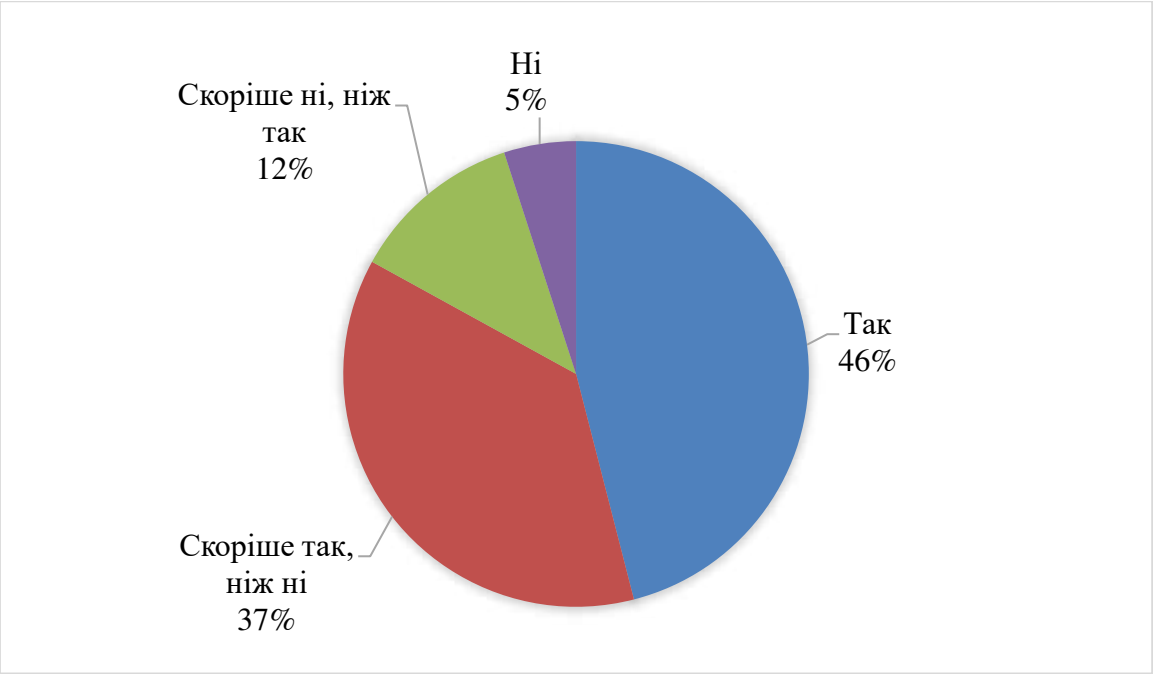

Рисунок 3.12 – Результати опитування споживачів відповідно факторів привабливості продукції, що пропонується вітчизняними торговельними мережами

Прихильності споживачів стосовно видів м’яса в посічених напівфабрикатах представлено на рисунку 3.13.

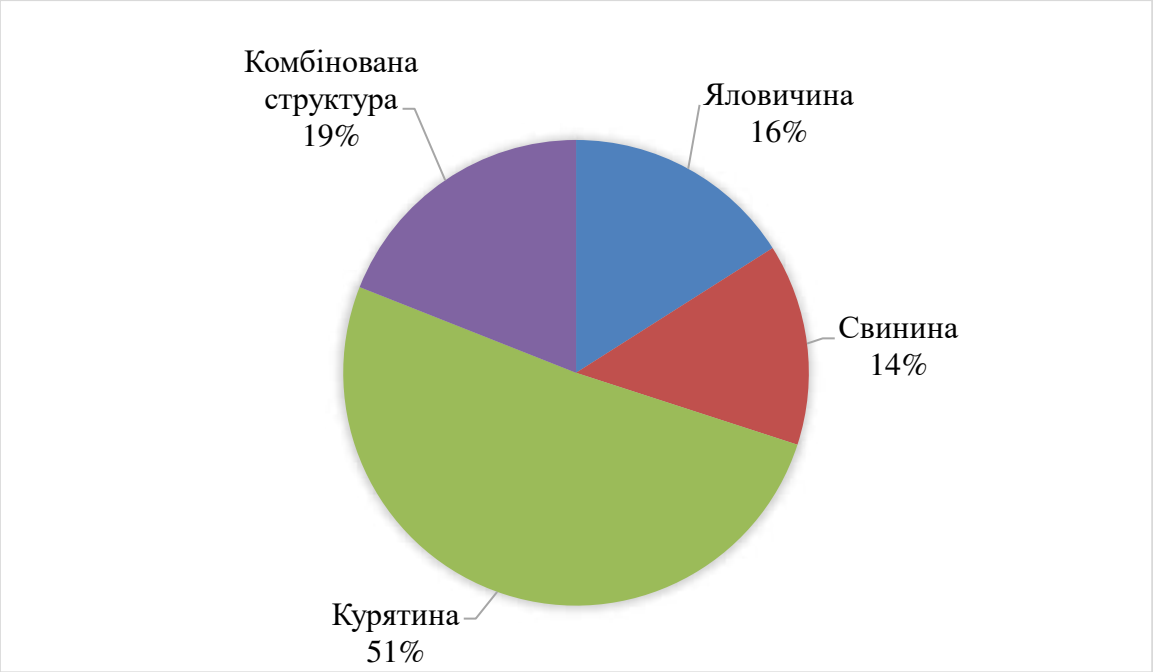

Рисунок 3.13 – Результати опитування споживачів відповідно видів м’яса посічених напівфабрикатів.

Результати опитування, представлені на рисунку 3.13 свідчать про те, що основна маса споживачів є прихильниками м'яса птиці (51% опитаних), 19% споживачів віддають перевагу комбінованій структурі м'яса, прихильниками яловичини є 16% опитаних і лише 14% споживачів віддають перевагу свинині.

На рисунку 3.14 представлено результати відповідей респондентів стосовно важливості походження посічених напівфабрикатів в аспекті вітчизняної чи іноземної продукції.

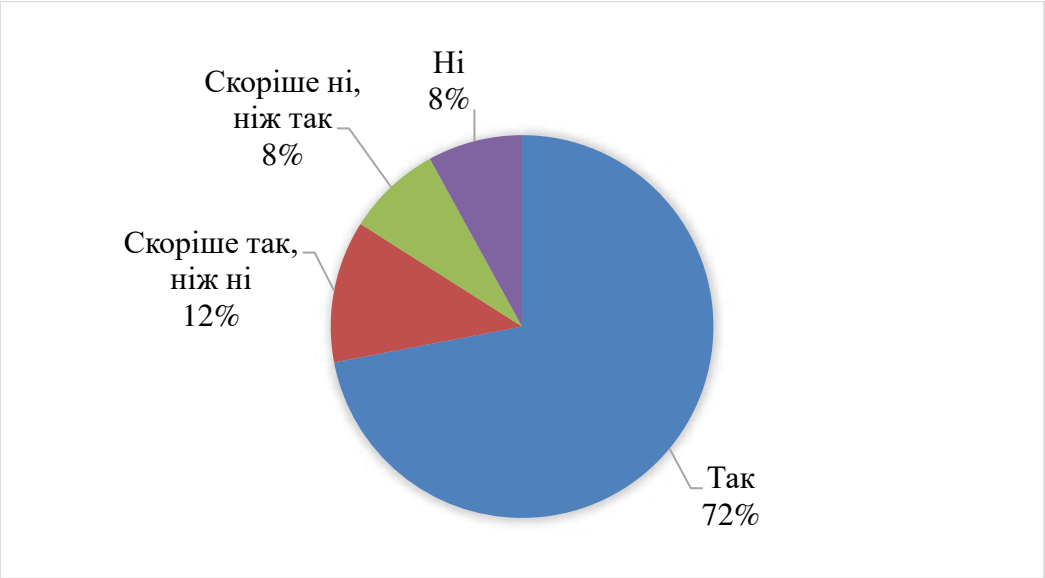

Рисунок 3.14 –. Результати опитування споживачів відповідно до походження посічених напівфабрикатів.

Результати відповідей респондентів свідчать про те, що даний фактор є досить важливим для 72% опитаних, скоріше важливим, ніж не важливим – для 12% респондентів, в більшості не важливим в сукупності – для 16% опитаних.

На рисунку 3.15 представлено споживчі прихильності стосовно купівлі посічених напівфабрикатів відповідно до асортименту продукції.

Дані рисунку 3.15 засвідчують, що найбільшим попитом у споживачів користується фарш – 38% опитаних, котлетам і фрикадельками віддають перевагу 32% споживачів, тобто 70% респондентів саме цим видам продукції віддають перевагу. Даний чинник потрібно враховувати виробникам в майбутньому, пропонуючи розширення асортиментної лінійки саме цих

товарних категорій. Біфштексам та ромштексам віддають перевагу 14% споживачів, гамбургерам – 9% і шніцелям – 7% опитаних.

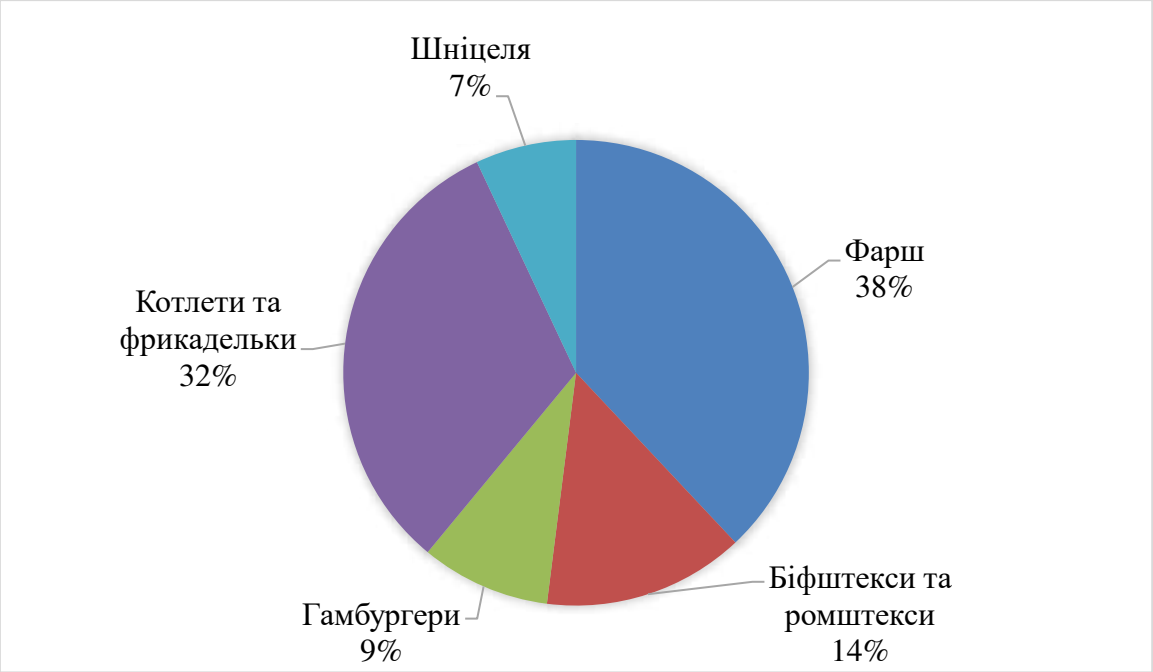

Рисунок 3.15 – Результати опитування споживачів відповідно до асортиментної лінійки посічених напівфабрикатів.

На рисунку 3.16 представлено споживчі прихильності стосовно фактору місця придбання посічених напівфабрикатів.

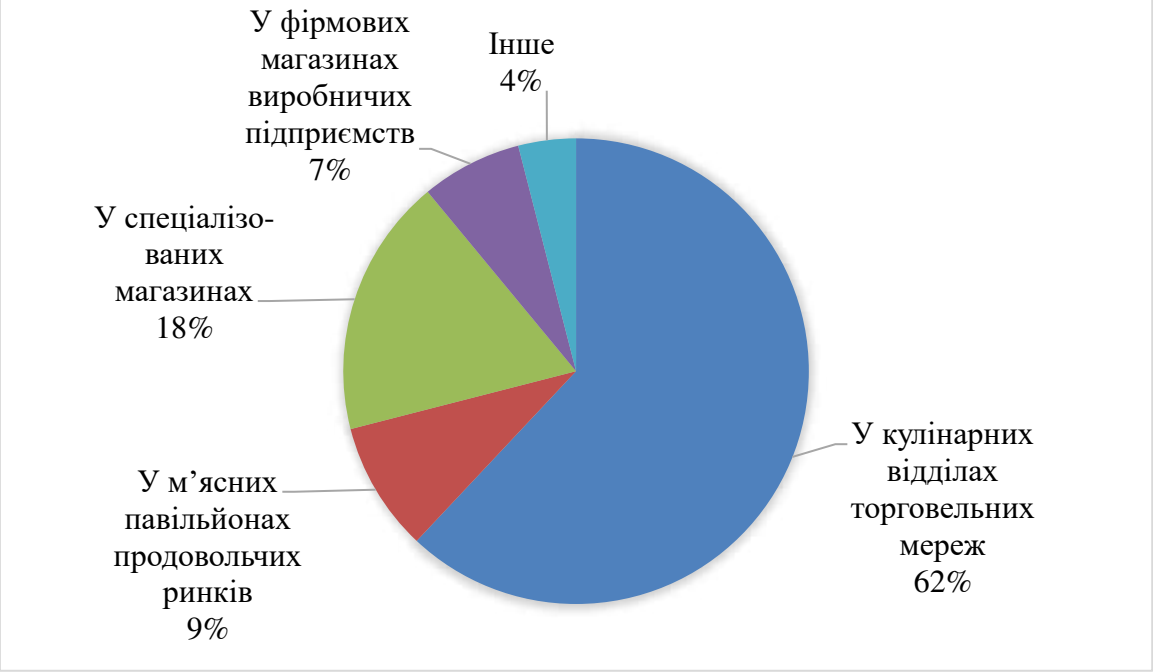

Рисунок 3.16 – Результати опитування споживачів стосовно фактору місця придбання посічених напівфабрикатів.

З рисунка 3.16 можемо зробити висновок, що основним місцем купівлі посічених напівфабрикатів є кулінарні відділи торговельних мереж. Їм віддають перевагу 62% опитаних. У спеціалізованих магазинах здійснюють купівлю 18% респондентів. У м'ясних павільйонах продовольчих ринків здійснюють купівлю 9% опитаних, у фірмових магазинах виробничих підприємств – 7%, в інших місцях – 4% опитаних респондентів.

Отже, на основі проведеного аналізу за результатами анкети №2, профіль споживачів посічених напівфабрикатів щодо їх відношення до аналізованої продукції можна скласти наступним чином: основний споживач посічених напівфабрикатів купує і споживає цю продукцію декілька раз на місяць (47%); його повністю задовольняє представлений асортимент (39%); найвагомішим фактором при виборі продукції є співвідношення ціни і якості (36%), а також безпечність продукції (27%); за одну купівлю посічених напівфабрикатів споживач витрачає від 300 до 700 грн. (42%); його приваблює продукція, що пропонується вітчизняними торговельними мережами (46%); основну перевагу стосовно видів м'яса надається курятині (51%); важливим для споживача є походження м'ясних посічених напівфабрикатів (72%); найбільшим попитом користується фарш (38%), а також котлети та фрикадельки (32%); найчастіше купуються посічені напівфабрикати у кулінарних відділах торговельних мереж (62%).

Оскільки в пропонованому дослідженні найбільша зацікавленість полягає в оцінці факторів вибору споживачами посічених напівфабрикатів, необхідно проаналізувати реакцію споживачів стосовно важливості і їх задоволеності певними атрибутами. Оцінку ступеня їх сприйняття пропонується здійснити за допомогою методики Needs&Gaps Analysis.

В таблиці 3.1 наведено атрибути, за якими може бути проведена оцінка. Для дослідження було використано думку 200 клієнтів супермаркетів, оскільки саме у кулінарних відділах торговельних мереж найчастіше купуються посічені напівфабрикати.

Таблиця 3.1 – Оцінювання основних атрибутів для проведення Needs&Gaps Analysis

№	АТРИБУТ	ОЦІНКА												
		Важливість							Задоволеність					
		Кількість осіб, що поставила оцінку					Сума	Середнє значення	Кількість осіб, що поставила оцінку					Сума	Середнє значення
		1	2	3	4	5			1	2	3	4	5		
1.	Співвідно-шення ціни і якості	7	10	21	65	97	835	4,18	0	4	43	87	66	815	4,08
2.	Імідж виробника	5	15	57	64	59	757	3,79	0	11	32	81	76	802	4,01
3.	*Безпечність продукту*	8	12	34	59	87	805	4,03	3	6	49	64	78	808	4,04
4.	Склад продукту	5	17	44	56	78	785	3,93	0	21	34	65	80	804	4,02
5.	*Прийнятна упаковка*	14	27	39	62	58	723	3,62	9	12	43	62	74	780	3,90
	Середнє значення							3,91							4,04

Отже, за результатами проведених розрахунків, лінії перетину на карті сприйняття середини важливості і задоволеності будуть відповідати значенням 3,91 і 4,04. А атрибути на карті сприйняття будуть мати наступні значення:

1. Співвідношення ціни і якості (4,18; 4,08);
2. Імідж виробника (3,79; 4,01);
3. Безпечність продукту (4,03; 4,04);
4. Склад продукту (3,93; 4,02);
5. Прийнятна упаковка (3,62; 3,90).

Карта сприйняття важливості та задоволеності атрибутами, побудована за результатами розрахунку таблиці 3.1, представлена на рисунку 3.17.

Рисунок 3.17 – Карта сприйняття важливості та задоволеності атрибутами

За даним рисунком можна проаналізувати сприйняття з боку споживачів основних атрибутів, які впливають на вибір посічених напівфабрикатів. Результати відповідності між важливістю та задоволеністю основними атрибутами дають підстави зробити наступні висновки:

- атрибут №1 (співвідношення ціни і якості) знаходиться у квадранті високої важливості та високої задоволеності. Це найкраща позиція, яку необхідно підтримувати в подальшому;
- атрибут №3 (безпечність продукту) знаходиться у квадранті високої важливості та середньої задоволеності. Отже, необхідно підвищувати рівень задоволеності цього атрибуту у споживачів;

- атрибут №4 (склад продукту) знаходиться у квадранті високої важливості та низької задоволеності. Це може пояснюватися тим, що споживачі не завжди задоволені представленою пропозицією стосовно складу посічених напівфабрикатів, хоча цей чинник відіграє важливу роль при виборі продукції;

- атрибути №2 (імідж виробника) та №5 (прийнятна упаковка) знаходяться у квадраті низької задоволеності та низької важливості. В цьому випадку необхідно переглянути свої рішення щодо вибору даних атрибутів. З одного боку виникає необхідність приділити їм більше уваги, а з іншого – необхідно передбачити можливу заміну даних атрибутів на більш важливі та значимі для споживача.

3.2. Розробка комплексу безфосфатних вологоутримуючих добавок на основі активних стабілізаторів м'ясних систем.

Згідно проведеного літературного огляду та інформації, наведеної в розділах роботи 1.3.2 і 1.3.3 проведено дослідження по створенню комплексу безфосфатних вологоутримуючих добавок на основі активних стабілізаторів м'ясних систем, який включає карбонат калію, цитрат натрію та «Амідин».

Для визначення впливу нефосфатних харчових добавок на м'ясні системи використовували м'ясо яловичини з величиною pH 5,54 ± 0,12. До попередньо подрібненої сировини вносили 1,0% кухонної солі (до маси м'яса) і перед використанням зберігали при температурі 4 °С протягом 12 годин. При складанні модельних фаршів вносили «Амідин», карбонат калію та цитрат натрію відповідного етапу досліджень, описаних нижче.

Величину ВУЗ визначали за втратами при варінні модельних зразків масою 75 г. Для цього на водяній бані проводили їх термооброблення при температурі 80 °С до температури 72 °С в центрі зразка. Після охолодження модельних зразків до температури 4 °С визначали величину втрат.

На першому етапі дослідили вплив кількості «Амідину» в межах 0…1,0% в модельних зразках м'ясних фаршів на втрати їх маси при термообробленні. Визначення проведені з використанням сталої кількості інших інгредієнтів:

карбонату калію – 0,4% і цитрату натрію – 0,2% відповідно наведених в таблиці 3.2 кількісних співвідношень та відображені на рисунку 3.18.

Таблиця 3.2 – Кількісне співвідношення нефосфатних вологоутримуючих добавок на першому етапі досліджень

№ зразка	Нефосфатні вологоутримуючі добавки, %		
	«Амідин	Карбонат калію	Цитрат натрію
	0	0,4	0,2
	0,2	0,4	0,2
	0,4	0,4	0,2
	0,6	0,4	0,2
	0,8	0,4	0,2
	1	0,4	0,2

Було виявлено, що показники втрат маси при термообробленні зменшувалися, але до збільшення кількості внесеного «Амідину» 0,6%. Після цього незважаючи на збільшення внесення препарату «Амідин» зниження втрат не відбувалося.

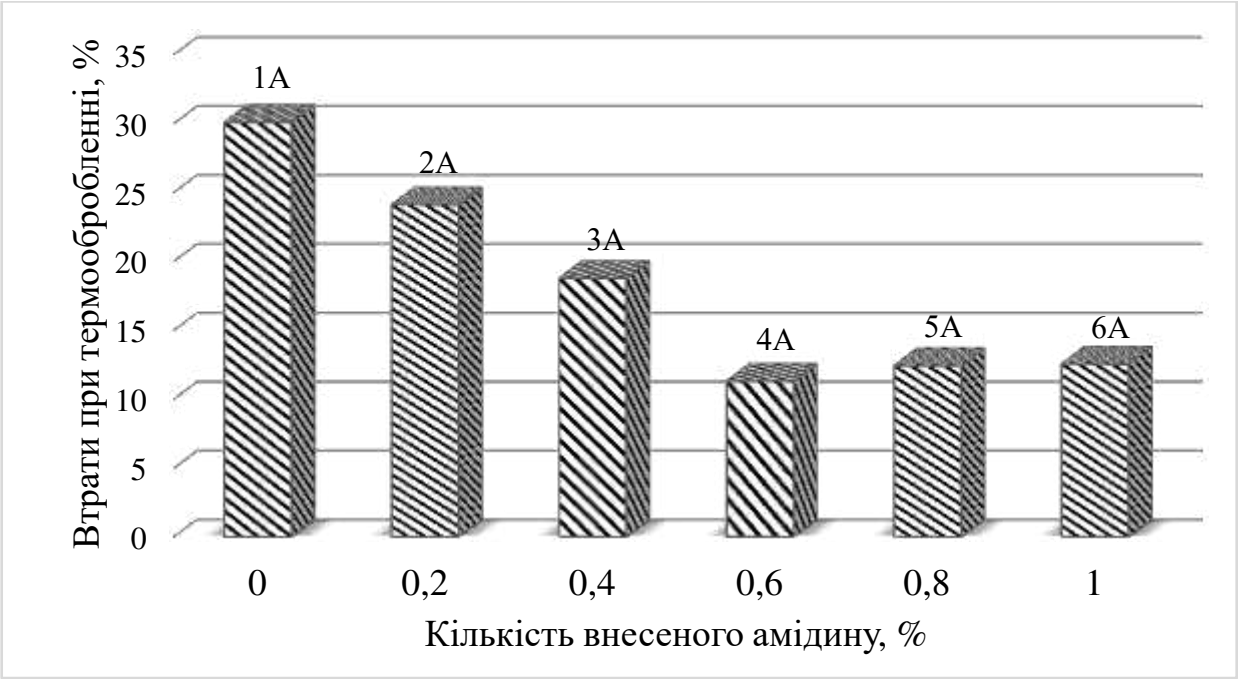

Рисунок 3.18 – Залежність втрат маси при термооброблені від кількості внесеного «Амідину»

На другому етапі досліджень визначили вплив кількості карбонату калію в межах 0–0,8% в дослідних зразках модельних м’ясних фаршів на втрати його маси при термообробленні. Кількість внесеного «Амідину» до м’ясних фаршів становила 0,6% та цитрату натрію 0,2% і була однаковою для м’ясних фаршів на цьому етапі досліджень (таблиця 3.3).

Таблиця 3.3 – Кількісне співвідношення нефосфатних вологоутримуючих добавок на другому етапі досліджень

№ зразка	Нефосфатні вологоутримуючі добавки, %		
	«Амідин	Карбонат калію	Цитрат натрію
1	0,6	0	0,2
2	0,6	0,1	0,2
3	0,6	0,2	0,2
4	0,6	0,4	0,2
5	0,6	0,6	0,2
6	0,6	0,8	0,2

Результати цього етапу відображені на рисунку 3.19 і свідчать, що втрати маси при варінні зменшувалися до збільшення вмісту карбонату калію до 0,4%. Після цього величина втрат становила не менше 12%.

Це обумовлено високим значенням pH, що спричинило денатурацію білків, а термообробка сприяє агрегатуванню білків, їх зшиванню та утворенню високоміцних гелів, здатних затримувати вологу в його структурі та зменшувати втрати при варінні [161, 162]. В дослідженнях інших авторів для підвищення вологоутримувальної здатності свинини в якості нефосфатної добавки використано сильно лужний розчин електроліту [163]. Але збільшення ВУЗ м’ясної сировини автори не виявили та висловили думку, що при високому значенні pH м’ясних систем порушується структура м’язових білків, що перешкоджають утриманню в них вологи.

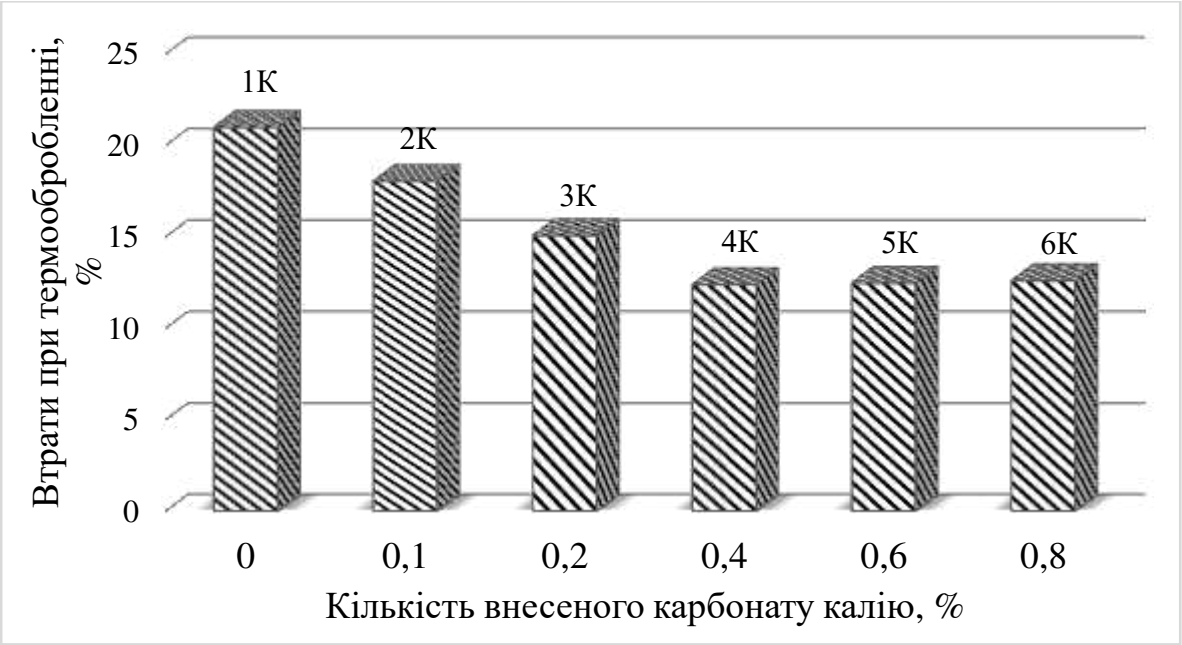

Рисунок 3.19 – Залежність втрат при термооброблені від кількості карбонату калію

На третьому етапі визначено вплив кількості цитрату натрію в межах 0–0,4%. Кількість внесеного «Амідину» та карбонату калію на цьому етапі досліджень була однаковою і становила 0,6% та 0,4% відповідно співвідношень, представлених в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Кількісне співвідношення нефосфатних вологоутримуючих добавок на третьому етапі досліджень

№ зразка	Нефосфатні вологоутримуючі добавки, %		
	«Амідин	Карбонат калію	Цитрат натрію
1	0,6	0,4	0
2	0,6	0,4	0,05
3	0,6	0,4	0,1
4	0,6	0,4	0,2
5	0,6	0,4	0,3
6	0,6	0,4	0,4

Залежність втрат маси при термооброблені від кількості цитрату натрію в дослідних зразках модельних м’ясних фаршів при вмісті «Амідину» 0,6% та карбонату калію 0,4% наведено на рисунку 3.20.

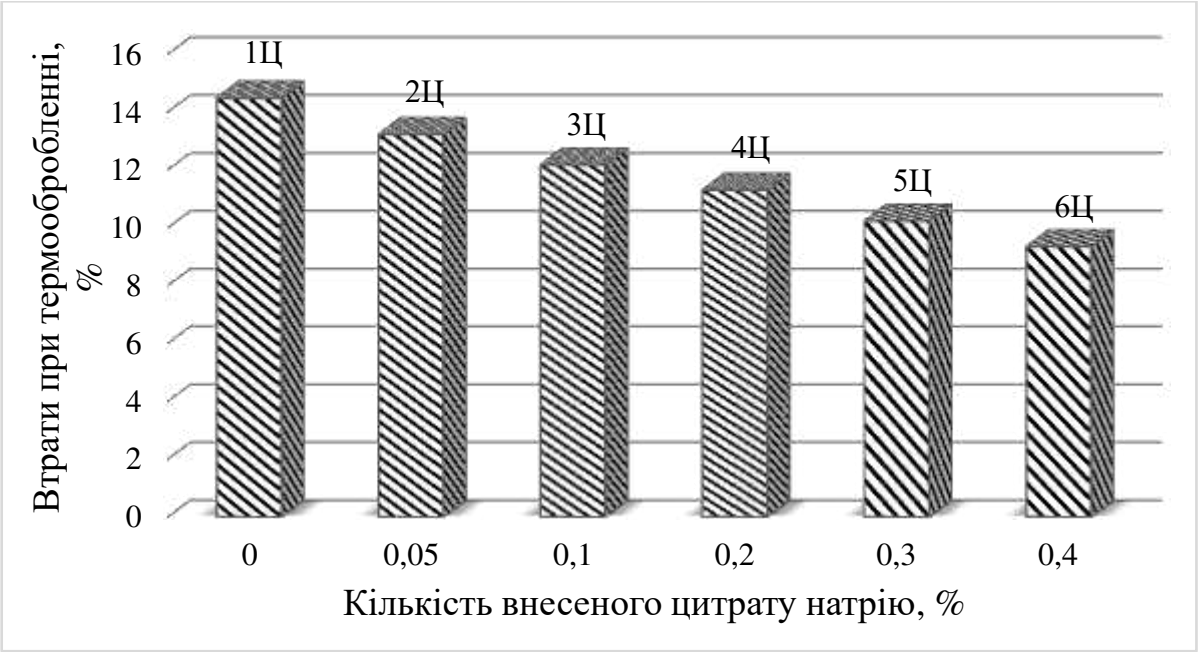

Рисунок 3.20 – Залежність втрат при термооброблені від кількості цитрату натрію

За результатами досліджень виявлено, що втрати при термообробленні зменшується зі збільшенням вмісту цитрату натрію, але зниження не настільки значне, як для різних кількостей використання «Амідину» або карбонату калію.

Моделювання раціонального співвідношення нефосфатних добавок було виконано за допомогою методології поверхні відгуку [151]. Обрана методологія є сукупністю математичних і статистичних прийомів, спрямованих на моделювання процесів та знаходження комбінацій експериментальних рядів предикторів.

У загальному вигляді функція відгуку описується таким поліномом:

$$\hat{y}(x,b) = b_0 + \sum_{l=1}^{n} b_1 x_1 + \sum_{k=1}^{n} b_k x_k{}^2 + \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^{n} b_{ij} x_i x_j, \qquad (2)$$

де $x \in R^n$ – вектор змінних, b – вектор параметрів.

Для оцінки невідомих параметрів b_0, b_1, b_2, b_3 застосовано метод найменших квадратів (МНК). Згідно з методом невідомі параметри функції вибираються таким чином, щоб сума квадратів відхилень експериментальних (емпіричних) значень Y_i від їх розрахункових (теоретичних) Y_{ip} значень була мінімальною, тобто:

$$S = \sum_{i=1}^{n} (Y_i - Y_{ip})^2 = \sum_{i=1}^{n} (Y_i - \varphi(X_i, b_0, b_1, ..., b_k))^2 \to \min, \qquad (3)$$

В результаті моделювання отримали рівняння регресію у вигляді полінома другого ступеню, який має вигляд:

$$Y1(x2, x3) := 35.95 - 4.13 \cdot x2 \cdot x3 + 156.5 \cdot x3^2 - 66.1 \cdot x3 - 32.21 \cdot x2 + 30.75 \cdot x2^2 \quad (4)$$ де:

Y1 – втрати маси форшу при термообробленні, %;

x2 –вміст карбонату калію, %;

x2 – вміст цитриту натрію, %.

Середньоквадратичне відхилення становить – e=1,141%, що свідчить про досить високий ступінь відтворюваності результатів дослідження.

На рисунку 3.21, наведено графічну залежність функції відгуку від варійованих параметрів – карбонату калію та цитриту натрію у складі фаршу.

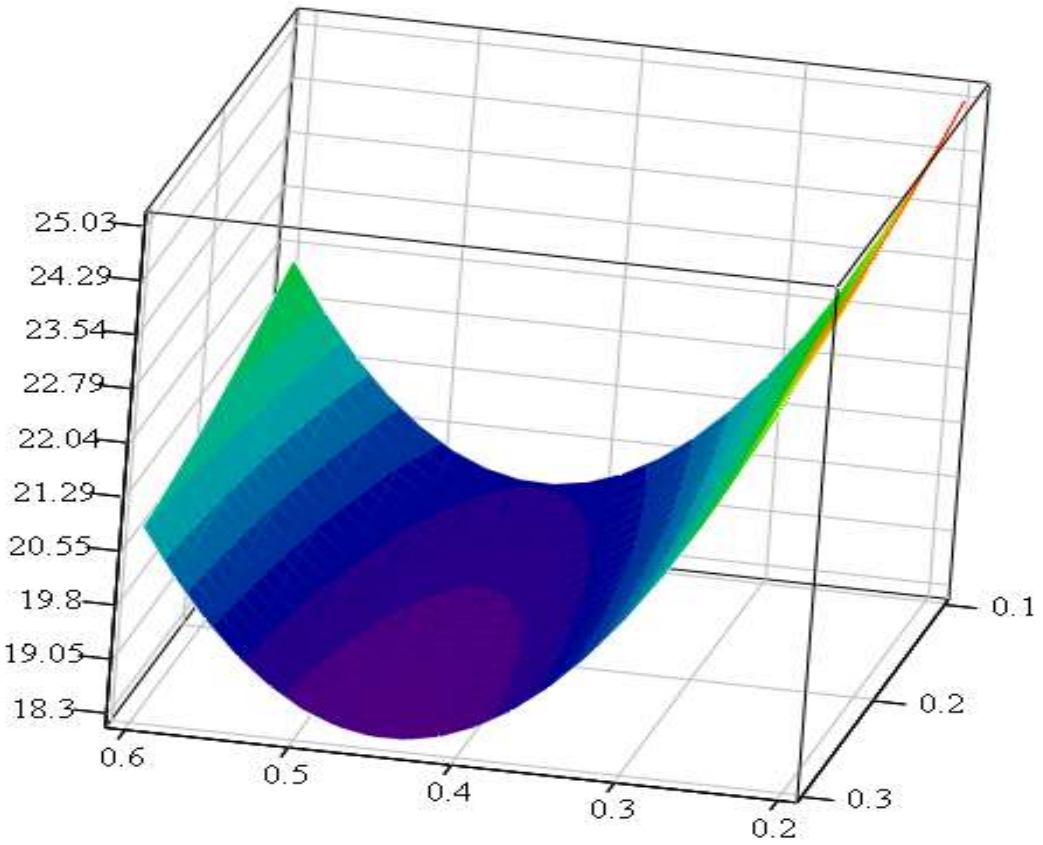

Рисунок 3.21 – Графічна 3D модель залежності втрати маси фаршу при термообробленні від вмісту карбонату калію та нітриту натрію при сталому вмісті амідину x1=0,4%.

Аналіз побудованої моделі дав зробити висновок, що мінімальні втрати

маси форшу при термообробленні досягаються при 0,53% – карбонату калію, 0,21% нітриту натрію і складає 18,9%, при сталому значенні амідину 0,4%.

В результаті моделювання, при значенні амідину на рівні 0,6%, отримали рівняння регресію у вигляді полінома другого ступеню, який має вигляд:

$$Y2(x2, x3) := 23.08 + 44 \cdot x2 \cdot x3 - 18.33 \cdot x3^2 - 19.37 \cdot x3 - 40.99 \cdot x2 + 35.29 \cdot x2^2 \quad (5)$$

Середньоквадратичне відхилення становить – e=0,72%, що свідчить про досить високий ступінь відтворюваності результатів дослідження.

На рисунку 3.22 наведено графічну залежність функції відгуку від варійованих параметрів – карбонату калію та цитрату натрію у складі фаршу.

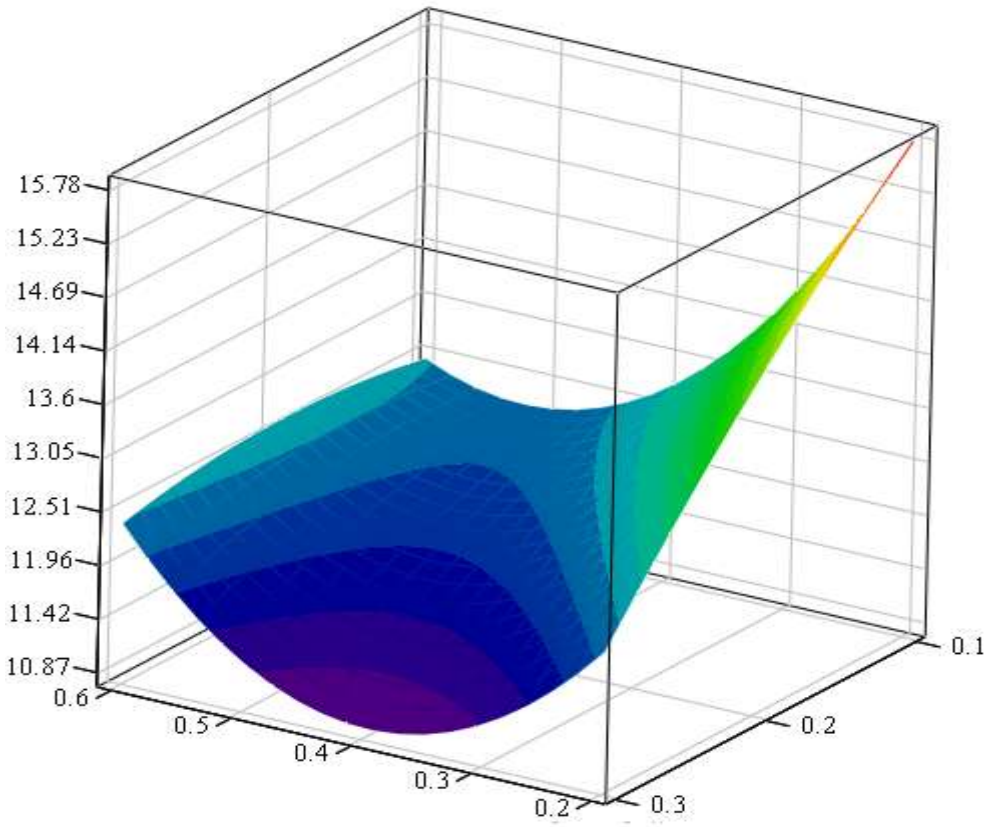

Рисунок 3.22 – Графічна 3D модель залежності втрати маси фаршу при термообробленні від вмісту карбонату калію та цитрату натрію при сталому вмісті «Амідину» x1=0,6%.

Аналіз побудованих моделей дав зробити висновок, що мінімальні втрати маси фаршу при термообробленні досягаються при 0,53% – карбонату калію, 0,21% – цитрату натрію і складає 11, 31%, за значення «Амідину» 0,6%.

На 3-етапі значення амідину було на рівні 0,8%.

В результаті моделювання отримали рівняння регресію у вигляді полінома другого ступеню, який має вигляд:

$$Y3(x2, x3) := 5.84 + 10.75 \cdot x2 \cdot x3 - 145.67 \cdot x3^2 + 51.33 \cdot x3 - 9.79 \cdot x2 - 9.79 \cdot x2^2 \quad (6)$$

Середньоквадратичне відхилення становить – e=0,72%, що свідчить про досить високий ступінь відтворюваності результатів дослідження.

На рисунку 3.23 наведено графічну залежність функції відгуку від варійованих параметрів – карбонату калію та цитрату натрію у складі фаршу.

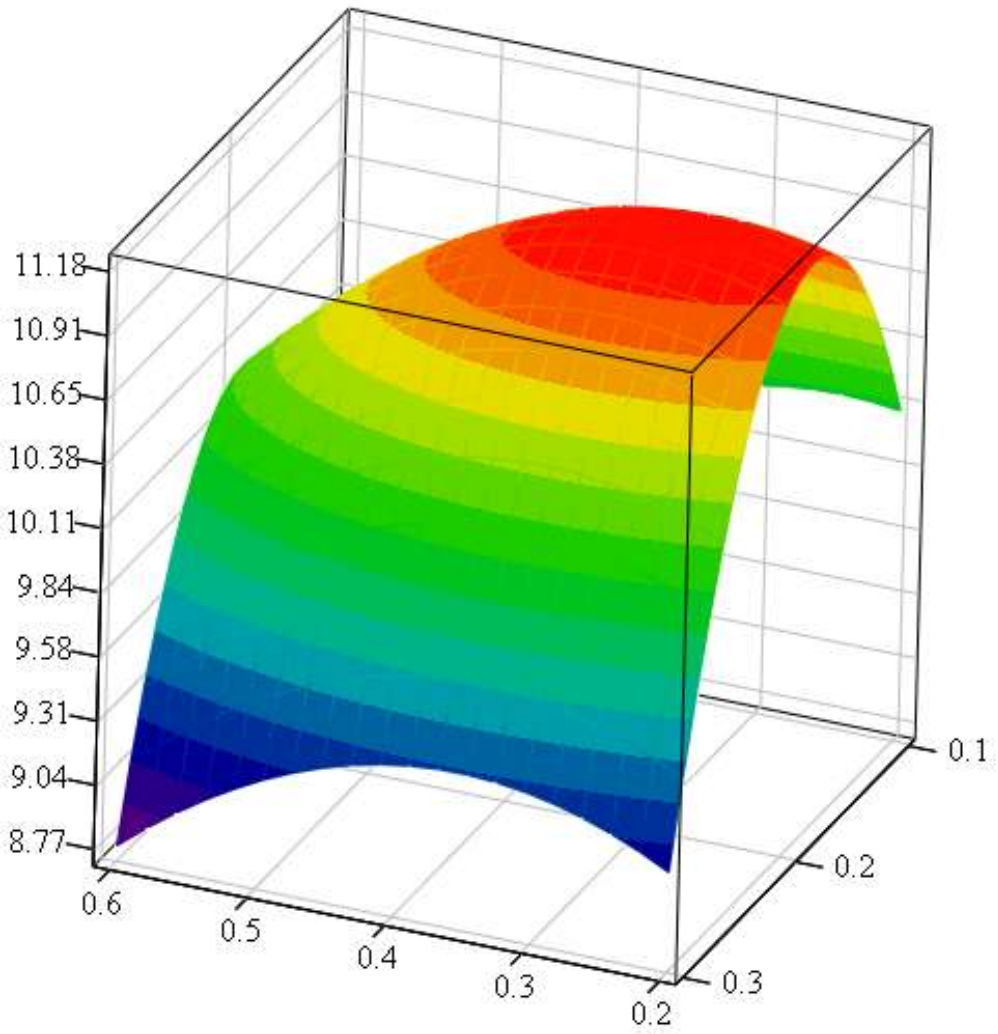

Рисунок 3.23 – Графічна 3D модель залежності втрати маси фаршу при термообробленні від вмісту карбонату калію та нітриту натрію при сталому вмісті «Амідину» x1=0,8%.

Аналіз побудованих моделей дав зробити висновок, що мінімальні втрати

маси фаршу при термообробленні досягаються при 0,39% – карбонату калію, 0,3% – цитрату натрію і складає 8%, при значенні «Амідину» 0,8%.

Отримані регресивні залежності вказують на те, що для забезпечення мінімальних втрат маси м'ясних фаршевих систем при термообробленні частка "Амідину" в складі комплексної добавки повинна складати 0,8 %, карбонату калію 0,39%, а цитрату натрію 0,21% до маси м'ясної сировини.

3.3. Порівняння буферної здатності БКАС та фосфатних препаратів.

Буферна здатність визначається як властивість матеріалу протистояти змінам pH після додавання кислоти або лугу. Фуннкціонально-технологічні властивості м'ясних і м'ясомістких фаршевих систем і структурно-механічні показники напівфабрикатів як до так і після термооброблення значною мірою формуються під впливом температури, іонної сили, рівня pH середовища та інших фізико-хімічних факторів [152]. Зміна активної кислотності дає можливість цілеспрямовано регулювати функціонально-технологічні характеристики білоквмісної сировини, окремих видів полісахаридів та інших інгредієнтів рецептури м'ясних систем. Це впливає на формування вологозв'язувальної, емульгуючої і гелеутворювальної здатності фаршевих систем, їх якісних характеристик, обумовлює втрати маси при розморожуванні та подальшій кулінарній обробці.

М'ясо та окремі компоненти рецептури м'ясних посічених напівфабрикатів, що входять до складу фаршів, мають значні відмінності за початковими значеннями активної кислотності. Тому в процесі складання фаршу при послідовному внесенні їх у мішалку у м'ясній системі відбувається суттєве зміщення показника pH [164]. Такі зміни впливають на функціональні властивості білків м'яса, білоквмісних добавок рослинного і тваринного походження, процеси міжмолекулярної взаємодії білків і структуроутворювання.

В роботі провели порівняння буферної здатності фосфатних препаратів, представлених в Україні на ринку функціональних харчових добавок, які

використовують виробники у технології посічених напівфабрикатів для підвищення і більш ефектного проявлення функціонально-технологічних властивостей м'ясної сировини та розробленого безфосфатного комплексу активних стабілізаторів (таблиця 3.2). На першому етапі роботи визначали загальну буферну ємність, тобто кількості кислоти, потрібної на зміщення pH розчину активних стабілізаторів до рівня, характерного для м'ясних фаршів посічених напівфабрикатів (pH 6,4).

Таблиця 3.5 – Досліджувані активні стабілізатори м'ясних систем

№ п/п	Назва препарату	pH 1-відсоткового розчину	
		Регламент	Фактично
1	Тарі К2	7,1...7,5	7,64
2	Тарі К7	8,6...9,1	9,04
3	Fosfat Braetfix	9,7...10,7	10,2
4	Макгель Ф22	7,3...7,7	7,39
5	Макгель Ф21	8,2...9,1	8,85
6	Базіс-Кут	8,7... 9,1	8,93
7	БКАС	9,9…10,1	10,07

Встановлено, що для досягнення одного і того ж рівня pH в порівнюваних 1-% розчинах активних стабілізаторів необхідно вносити різну кількість (в мл) 0,1н HCl, що представлено на рисунку 3.24. Наприкдад для 1-% розчину препарату «Макгель Ф22» необхідно додати 12,5 мл 0,1н HCl, для препарату «Тарі К7» – 37,1 мл 0,1н HCl, а для розробленого БКАС – 37,9 мл 0,1н HCl. Це свідчить про здатність розробленого комплексу утворювати буферну систему.

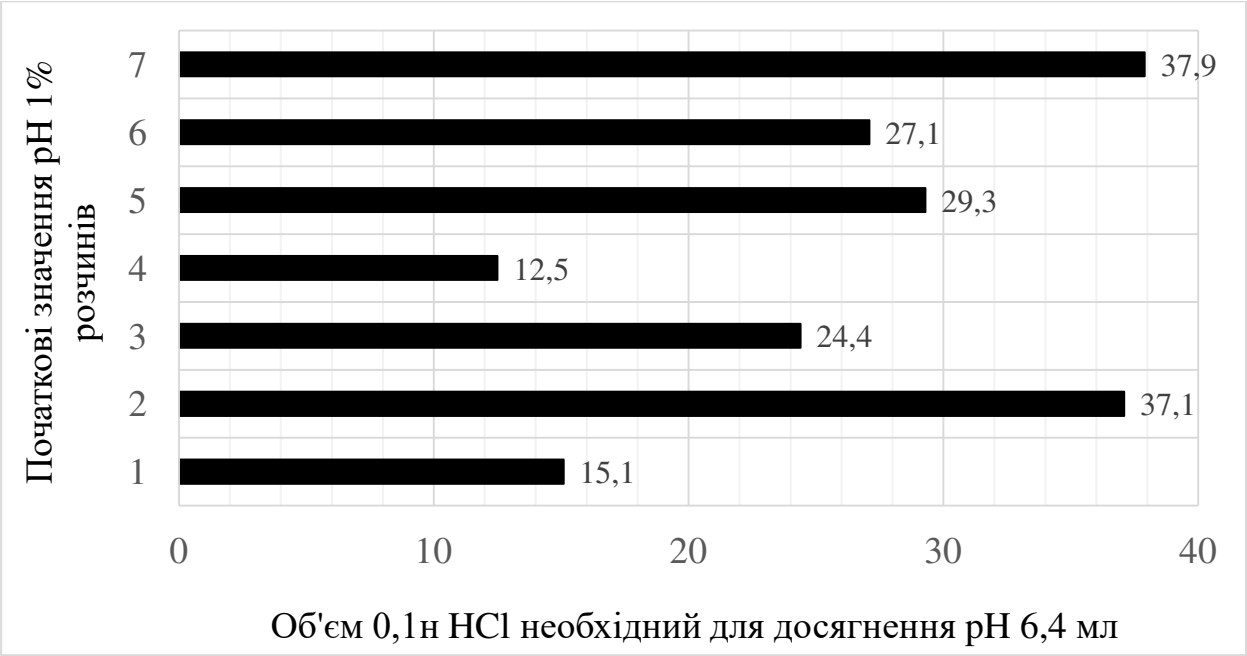

Рисунок 3.23 – Загальна буферна ємність активних стабілізаторів

Наступне визначення буферної ємності на 1-відсоткових досліджуваних розчинів активних стабілізаторів проводили вимірюванням буферної ємності досліджуваних 1-відсоткових розчинів активних стабілізаторів методом зниження pH на одиницю (ΔpH = 1,0), тобто $pH_{поч.} \rightarrow \Delta pH1_1 \rightarrow \Delta pH1_2 \rightarrow \Delta pH1_3 \rightarrow \Delta pH$ 6,4 [165] та представлено на рисунку 3.24.

Отримані дані свідчать про суттєві розбіжності в значеннях загальної буферної ємності стабілізаторів. Ці розбіжності іноді не залежать від їх початкового значення pH і, очевидно, зумовлені специфікою компонентів. Тому ми проаналізували зміни pH в 1-відсоткових розчинах від початкових значень до значень, характерних для фаршів (рівень pH не перевищує 6,4) послідовно через кожну одиницю (ΔpH = 1,0), тобто $pH_{поч.} \rightarrow \Delta pH1_1 \rightarrow \Delta pH1_2 \rightarrow \Delta pH1_3 \rightarrow \Delta pH$ 6,4.

Показники буферної ємності досліджуваних сумішей при поетапному зниженні pH дають можливість оцінити і порівняти ефективність їх використання в реальних м’ясних системах. Так, встановлено, що деяким активним стабілізаторам притаманна висока буферна ємність в певному діапазоні pH, іншим – характерні стійкі значення буферної ємності в широкому

діапазоні інтервалу pH, частина препаратів проявляє буферну ємність тільки на початковій ділянці $\Delta pH1_1$.

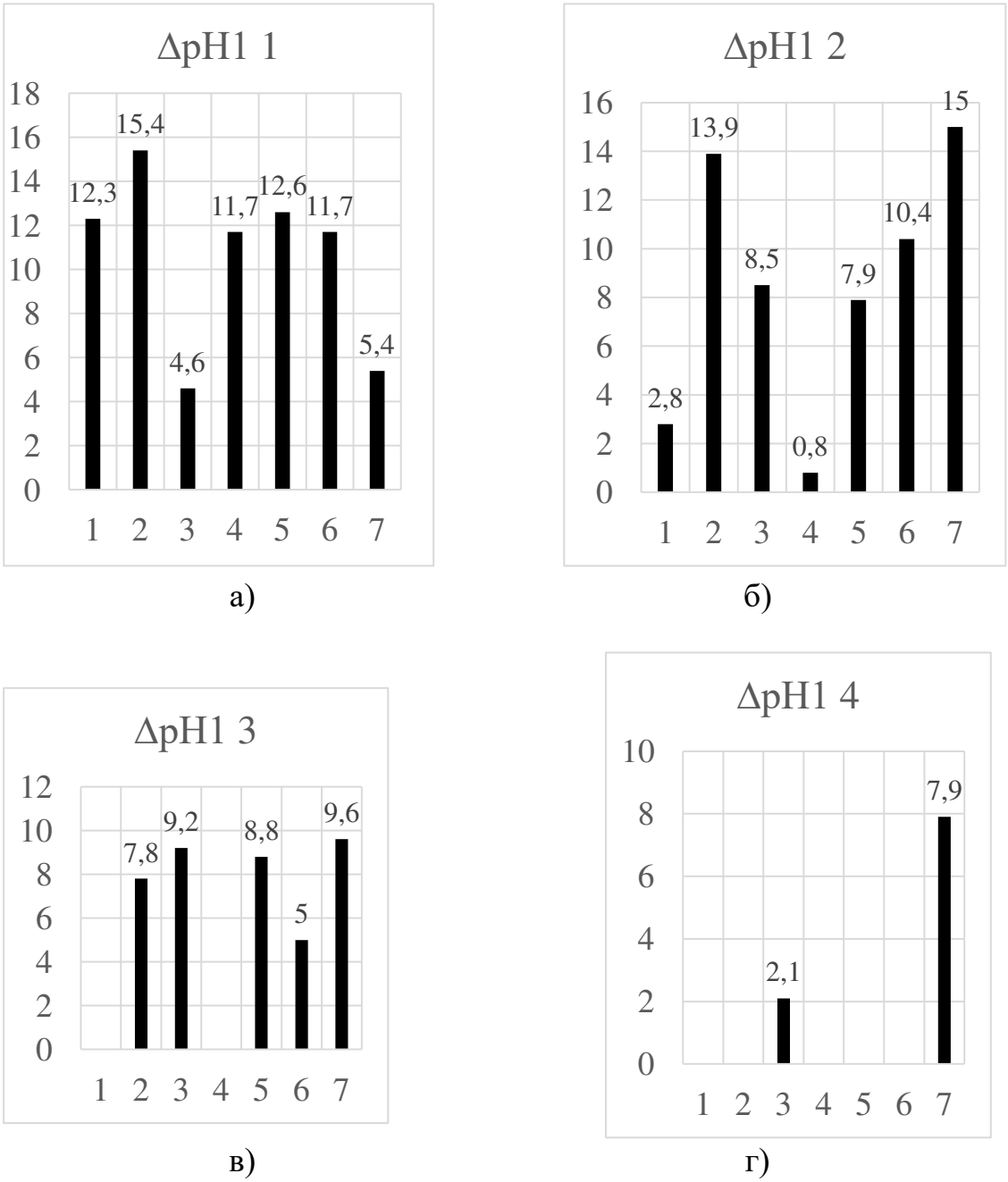

Рисунок 3.24 – Буферна ємність фосфатів на різних ділянках ΔpH:

а – ΔpH_1; б – ΔpH_2; в – ΔpH_3; г – ΔpH_4.

Отримані дані свідчать про суттєві розбіжності в значеннях загальної буферної ємності стабілізаторів. Ці розбіжності іноді не залежать від їх початкового значення pH і, очевидно, зумовлені специфікою компонентів. Для забезпечення стабільності м’ясних систем при переробці сировини з низькими

функціональними властивостями проаналізували зміни pH в 1-відсоткових розчинах від початкових значень до значень, характерних для фаршів (рівень pH не перевищує 6,4). Для цього визначено зниження pH при титруванні 1-відсоткових розчинів досліджуваних препаратів послідовно через кожну одиницю (ΔpH = 1,0), тобто $pH_{поч.} \rightarrow \Delta pH1_1 \rightarrow \Delta pH1_2 \rightarrow \Delta pH1_3 \rightarrow \Delta pH$ 6,4.

Показники буферної ємності досліджуваних сумішей при поетапному зниженні pH дають можливість оцінити і порівняти ефективність їх використання в реальних м'ясних системах. Так, встановлено, що деяким активним стабілізаторам притаманна висока буферна ємність в певному діапазоні pH, іншим – характерні стійкі значення буферної ємності в широкому діапазоні інтервалу pH, частина препаратів проявляє буферну ємність тільки на початковій ділянці $\Delta pH1_1$.

Використання розробленого безфосфатного комплексу активних стабілізаторів забезпечує максимальний рівень як загальної, так і поетапної буферної ємності, що забезпечує показник pH у потрібному діапазоні і його збереження в технологічному процесі при переробці м'ясної сировини якісних характеристик (DFD, PSE, RSE) та з традиційним перебігом автолізу (NOR).

В результаті проведених досліджень визначено буферні ємності сумішей фосфатів та розробленого комплексу активних стабілізаторів, що характеризують їхню здатність не тільки змінювати рівень pH в м'ясних системах, а й стабілізувати його в потрібному діапазоні.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3

Результати маркетингових досліджень відповідності між важливістю та задоволеністю споживачів основними атрибутами, які впливають на вибір посічених напівфабрикатів, дають підстави зробити висновки, що респонденти віддають перевагу безпечності їжі. Отже, тенденція потребує актуальних досліджень над безпечністю продукції та заміною фосфатних препаратів інгредієнтами або їх поєднанням для досягнення бажаного технологічного ефекту та не вплине на собівартість продукції. Задоволення споживчих пріоритетів та прихильностей споживачів можливе шляхом використання в рецептурах інгредієнтів природного походження, що відповідає тенденції чисте маркування (“Clean label”), яке є приорітетним в харчовій промисловості Європейського Союзу.

Згідно проведеного літературного огляду та інформації, наведеної в розділах роботи 1.3.2 і 1.3.3 проведено дослідження по створенню комплексу безфосфатних вологоутримуючих добавок на основі активних стабілізаторів м’ясних систем, який включає карбонат калію, цитрат натрію та «Амідин».

На основі карбонату калію, цитрату натрію та препарату «Амідин» розроблено 18 рецептур комплексів активних стабілізаторів м’ясних систем та на модельних зразках визначено їх вплив на втрати маси фаршів .

Шляхом експериментальних досліджень та математичних методів отримані регресивні залежності вказують на те, що для забезпечення мінімальних втрат маси м’ясних фаршевих систем при термообробленні частка "Амідину" в складі комплексної добавки повинна складати 0,81%, карбонату калію 0,39%, а цитрату натрію 0,21% до маси м’ясної сировини.

Проведено порівняння буферної здатності фосфатних препаратів, представлених в Україні на ринку функціональних харчових добавок, які використовують виробники у технології посічених напівфабрикатів для підвищення і більш ефектного проявлення функціонально-технологічних властивостей м’ясної сировини та розробленого безфосфатного комплексу активних стабілізаторів.

Для досягнення одного і того ж рівня pH порівнюваних 1-% розчинів активних стабілізаторів необхідно вносити різну кількість 0,1н HCl. Для розробленого БКАС цей показник становить 37,9 мл 0,1н HCl і має максимальний рівень як загальної, так і поетапної буферної ємності, що забезпечує показник pH у діапазоні технологічного процесу м'ясних фаршів посічених напівфабрикатів при переробці м'ясної сировини якісних характеристик (DFD, PSE, RSE, RFN) та з традиційним перебігом автолізу (NOR).

РОЗДІЗ 4
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЦИКЛІВ ЗАМОРОЖУВАННЯ – РОЗМОРОЖУВАННЯ НА М'ЯСНИХ МОДЕЛЬНИХ СИСТЕМАХ

Споживачі цінують м'ясні посічені напівфабрикати як готову до споживання їжу з високою поживністю, зручністю та коротким часом доведення до кулінарної готовності. Зберігання в замороженому стані — один із важливих процесів, який подовжує термін придатності м'ясних напівфабрикатів. Для подовження терміну споживання м'ясні посічені напівфабрикати, направляють на заморожування в морозильні камери при температурі не вище - 20 °С зі швидкістю руху повітря 0,1…0,2 м/с впродовж не менше 3 год. (або при -30…35 °С – не менше 1 год.) до температури в середині напівфабрикату не вище -10°С і зберігають при температурі -18 °С.

Термін зберігання швидкозаморожених м'ясних посічених напівфабрикаиів (в тому числі і котлет) зазвичай становить до 30 діб при температурі нижче -10 °С. Зберігання в замороженому стані призводять до фізіологічних і біохімічних пошкоджень м'язових систем, таких як втрати при розморожуванні, зміну кольору і текстури, а також деградації ліпідів і білків. Органолептичні властивості (колір, смак і консистенція), які базуються на візуальному зовнішньому вигляді і сенсорному сприйнятті та вологоутримувальна здатність, яка обумовлює втрати при розморожуванні і термообробленні посічених напівфабрикатів, їх соковитість, є визначальними у виборі споживачів і безпосередньо пов'язані з наміром та готовністю купити в торговій мережі [160]. Зміни органолептичних показників в основному пов'язані з окисленням ліпідів і білків, агрегацією білків і зшиванням, спричиненими розміром і розташуванням кристалів льоду [166], що призводить до спотворення структури тканини, механічного пошкодження та денатурації білків. Хоч внесення жирної сировини в м'ясні системи покращує смак і ніжність посічених напівфабрикатів, збільшення вмісту жиру може призвести до небажаного згіркнення та зміни

кольору, що не знижує органолептичні показники [167]. Збільшення вмісту жиру також може призвести до скорочення терміну зберігання м'ясопродуктів [168] та погіршення їх харчової цінності [169].

Вищенаведене спонукало до порівняння впливу харчових фосфатів і розробленого БКАС на модельні м'ясні фарші. Проведено визначення впливу вмісту жиру на колір, втрати від розморожування, втрати при термообробленні, текстуру та окислювальні процеси (окислення ліпідів і білків) модельних зразків протягом трьох циклів заморожування — розморожування. Для цього виготовлено п'ять різних модельних систем із такими співвідношеннями м'ясної сировини: свинина нежирна/сало: 100/0%, 95/5%, 90/10%, 85/15% і 80/20%.

Під час виготовлення в м'ясну фаршеву систему вносили 1,2% NaCl і 20% вологи, БКАС для дослідних зразків або для контрольних зразків триполіфосфат натрію. Температура модельних фаршів не перевищувала 12 °С. Сформовані зразки масою 75 г окремо упаковували в поліетиленові пакети, розділені на групи, і для кожної групи проводили однин, два і три цикли розморожування – заморожування. Для порівняння впливу розробленого БКАС та харчових фосфатів на м'ясні системи при зберіганні використано цикли розморожування – заморожування Зраки заморожували при температурі -30 °С…-35 °С до температури всередині нижче -18 °С. Зразки зберігали в замороженому стані при -18 °С протягом 7 днів, а потім розморожували при 4 °С протягом 12 годин, доки температура всередині не досягла 0–2 °С, а потім перший цикл розморожування – заморожування вважався завершеним.

4.1. Вплив кількості жиру на колір модельних систем м'ясних посічених напівфабрикатів під час циклів розморожування – заморожування контрольного і дослідних зразків.

Зміни кольору поверхні модельних зразків, виготовлених зі свинини та різною кількістю сала внаслідок циклів розморожування – заморожування

досліджували за характеристиками світлості (L^*), насичення червоним кольором (a^*) і жовтизни досліджуваних зразків (b^*). Як наведено в таблиці 4.1, характеристики світлості (L^*) зразків, які піддали трьом циклам розморожування – заморожування, зростала зі збільшенням вмісту жиру з 44,91 при 0% доданого жиру до 46,59 (5%), 47,68 (10%), 47,91 (15%) і 48,67 (20%) у контрольному зразку. Збільшення значень показників світлості можна пояснити тим, що зі збільшенням кількості жиру до 20 % у модельних зразках збільшується інтенсивність розсіювання світла.

Таблиця 4.1 – Вплив кількості жиру на характеристики кольору модельних систем під час циклів розморожування – заморожування контрольних зразків

Кількість сала в рецептурі, %	Кількість циклів заморожування – розморожування	Параметри кольору		
		L^*	a^*	b^*
0	0	37,95 ±0,06	16,19 ±0,11	9,59±0,08
	1	40,77 ±0,54	14,38 ±0,12	10,05 ±0,04
	2	42,09 ±0,99	12,13 ±0,14	11,19 ±0,04
	3	44,91 ±0,27	9,45±0,12	13,27 ±0,05
5	0	37,19 ±0,09	15,98 ±0,04	9,65±0,04
	1	41,27 ±0,15	13,96 ±0,15	10,12 ±0,05
	2	43,55 ±0,08	11,98 ±0,14	11,37 ±0,07
	3	46,59 ±0,06	9,26±0,06	13,69 ±0,09
10	0	38,39 ±0,12	15,85 ±0,07	9,69±0,06
	1	41,78 ±0,11	13,76 ±0,15	10,34 ±0,12
	2	43,79 ±0,31	11,79 ±0,04	11,71±0,07
	3	47,68 ±0,14	9,01±0,03	14,61 ±0,07
15	0	38,69 ±0,12	15,78 ±0,05	9,81±0,05
	1	41,96 ±0,08	13,01±0,16	10,39 ±0,06
	2	44,53 ±0,29	11,44 ±0,06	12,15 ±0,12
	3	47,91 ±0,16	8,76±0,05	15,07 ±0,12
20	0	38,77 ±0,14	15,62 ±0,07	9,89±0,05
	1	41,98 ±0,07	12,68±0,18	10,72 ±0,04
	2	45,76 ±0,12	11,12 ±0,12	12,45 ±0,07
	3	48,67 ±0,05	8,16±0,16	15,62 ±0,09

Крім того показник окиснення ліпідів збільшився, як свідчать дослідження кількості пероксидів ліпідів і вмісту TBARS, що, обумовило збільшення світлого кольору [170]. У роботі [171] авторами проведено порівняння ультразвукового заморожування за допомогою занурення, заморожування повітрям та заморожування зануренням на якість м'язів стверджують, що скорочення м'язових волокон у зразках також може призвести до підвищення показників світлості (L^*) зразків

Варто зазначити, що зі збільшенням циклів розморожування – заморожування спостерігається тенденція до зростання показників світлості як для контрольних, так і для дослідних зразків, про що свідчать результати досліджень, представлені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Вплив кількості жиру на характеристики кольору модельних систем під час циклів розморожування – заморожування дослідних зразків

Кількість сала в рецептурі, %	Кількість циклів заморожування - розморожування	Параметри кольору		
		L*	a*	b*
0	0	36,83 ±0,05	16,98 ±0,12	9,19±0,11
	1	39,41 ±0,51	15,01 ±0,14	9,75 ±0,14
	2	40,71 ±0,89	12,71 ±0,11	10,79 ±0,11
	3	43,68 ±0,29	9,87±0,14	12,25 ±0,15
5	0	35,79 ±0,12	16,72 ±0,06	9,19±0,09
	1	39,62 ±0,13	14,64 ±0,12	8,62 ±0,15
	2	41,85 ±0,11	12,54 ±0,16	11,37 ±0,12
	3	44,72 ±0,09	9,68±0,08	13,16 ±0,14
10	0	36,82 ±0,15	16,59 ±0,06	9,29±0,11
	1	40,15 ±0,13	14,39 ±0,13	9,87 ±0,19
	2	41,99 ±0,28	12,33 ±0,05	11,18±0,12
	3	46,02 ±0,12	9,42±0,06	13,39 ±0,11
15	0	37,14 ±0,14	16,51 ±0,12	9,33±0,09
	1	40,31 ±0,11	13,62±0,19	9, 47 ±0,13
	2	42,79 ±0,25	11,97 ±0,12	11,57 ±0,15
	3	45,99 ±0,14	9,16±0,09	14,36 ±0,18
20	0	37,27 ±0,16	16,34 ±0,11	8,58±0,09
	1	40,21 ±0,09	13,28±0,19	9,74 ±0,08
	2	43,98 ±0,14	11,59 ±0,19	11,89 ±0,12
	3	46,71 ±0,08	8,54±0,14	14,98 ±0,14

Подібну тенденцію у проведених дослідженнях наведено науковцями Zhang та іншими в роботі [172] зазначивши, що показник світлості (L^*) зростає після кількох циклів розморожування – заморожування. Збільшення світлості вони пояснюють більшою кількістю вільної вологи на поверхні зразків, що обумовлено повторюваними процесами заморожування та відтавання і сприяє збільшенню інтенсивності відбиття світла.

Характеристики насичення червоним кольором (a^*) досліджуваних зразків становили 16,19 (0%), 15,98 (5%), 15,85 (10%), 15,78 (15%) і 15,62 (20%), і вони значно зменшилися зі збільшенням додавання жиру після двох циклів розморожування – заморожування. Одночасно відбулося різке зниження показника насичення червоним кольором *a**-значення після двох циклів розморожування – заморожування (таблиця 4.1). Зниження *a**-значення в тому самому циклі розморожування – заморожування пояснюється збільшенням частки жиру відносно нежирного м'яса. Крім того, на нашу думку продукти окислення ліпідів можуть знижувати стабільність міоглобіну та сприяти окисленню оксиміоглобіну, що призводить до зниження насичення червоним кольором показника *a**-значення.

Зменшення насичення червоним кольором (*a**) у циклах розморожування – заморожування зразків модельних посічених напівфабрикатів на нашу думку обумовлено втратами міоглобіну разом із м'ясним соком. Це підтверджено проведеним авторами Leygonie та Chido електрофоретичним аналізом ексудатів розмороженого м'яса свинини, в якому виявлено наявність міоглобіну, який також спричини втрату кольору [173, 174]. Крім того, в процесі зберігання зменшення насичення червоним кольором обумовлено, зниженням у заморожених модельних зразках вмісту міоглобіну та зростання вмісту метміоглобіну. Міоглобін-Fe^{2+} зазнає спонтанного окислення до стану заліза з утворенням метміоглобіну-Fe^{3+}, який сприяє зменшенню показника *a** посічених напівфабрикатів під час процесів заморожування та розморожування. Разом з тим, збільшення у

процесі зберігання кількості альдегідних продуктів окислення ліпідів у м'ясних фаршевих системах прискорює утворення метміоглобіну і зменшує показник *a**. Аналогічні зміни, але з меншою інтенсивністю, мають місце у процесах холодильного зберігання м'ясної сировини.

Характеристики жовтизни b^* досліджуваних модельних зразків м'ясних посічених напівфабрикатів показали тенденцію, протилежну до насичення червоним кольором (a^*). Збільшення *b**-значення може бути пов'язане з вищезгаданим накопиченням метміоглобіну.

У м'ясних фаршевих системах мають місце неферментативні реакції між продуктами окислення ліпідів і білковими амінами. У роботі [175] Thanonkaew та інші дослідили розвиток жовтої пігментації у кальмарів в результаті окислення ліпідів та виявили жовті флуоресцентні пігменти, які обумовлюють зростання жовтизни *b*. Кількісні дослідження утворених первинних і вторинних продуктів окиснення (TBARS), представлені нижче підтверджують збільшенням b*-значення.

За результатами досліджень змін кольору поверхні контрольного (з триполіфосфатом натрію) і дослідних (з безфосфатним комплексом активних стабілізаторів) модельних зразків, виготовлених зі свинини та різною кількістю сала внаслідок циклів розморожування – заморожування характеристики світлості (L^*), насичення червоним кольором (a^*) і жовтизна досліджуваних зразків (b^*) у дослідних зразках не поступаються контрольним, а переважають їх, що свідчить про вдало підібраний якісний і кількісний склад розробленого комплексу.

4.2. Вплив кількості жиру на втрати від розморожування – заморожування

Зміни втрат модельних м'ясних фаршевих систем з різним вмістом жиру під час циклів розморожування – заморожування контрольних і дослідних зразків показано на рисунках 4.1 та 4.2. Втрати при

розморожуванні зразків із різним вмістом жиру значно зросли на 6,46%(0%), 8,48%(5%), 10,71% (10%),12,41% (15%) і 13,77% (20%) після трьох циклів розморожування – заморожування для контрольних зразків.

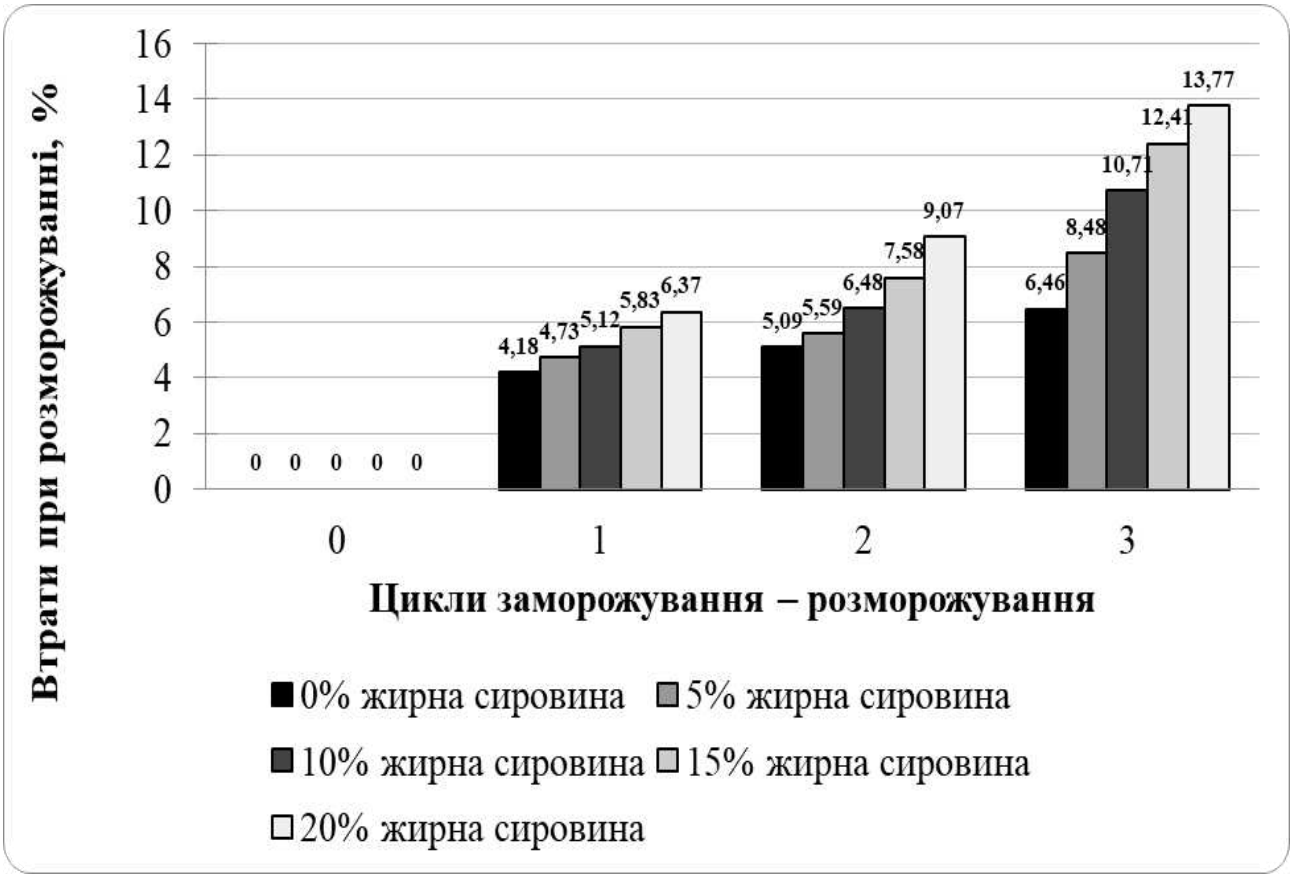

Рисунок 4.1 – Втрати від розморожування контрольних зразків модельних м’ясних фаршевих систем з різним вмістом жиру під час циклів розморожування – заморожування

Для дослідних зразків з використанням БКАС ці показники нижчі, і становлять 6,29%(0%), 8,23%(5%), 10,48% (10%),12,14% (15%) і 13,53% (20%) після трьох циклів розморожування – заморожування.

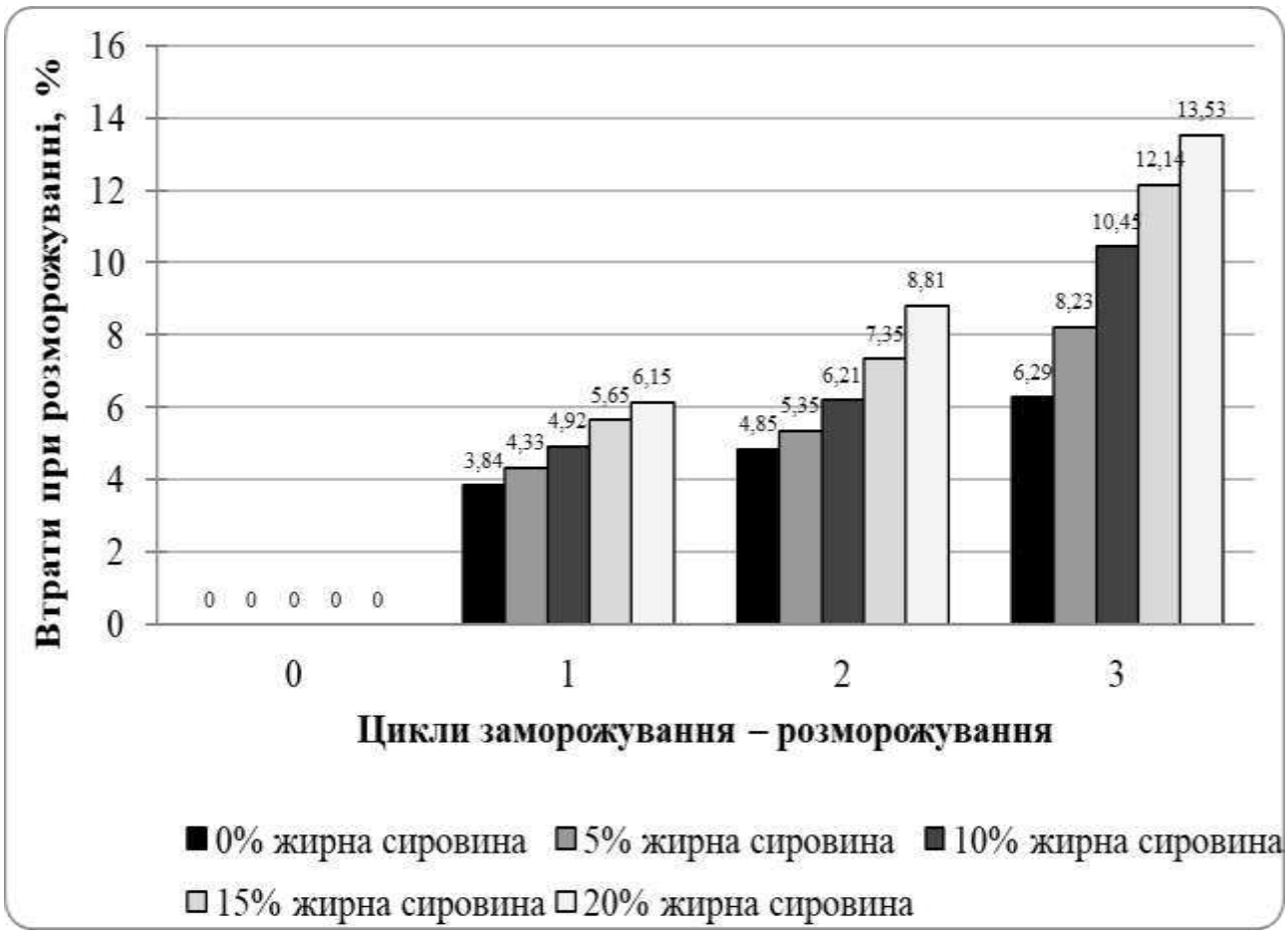

Рисунок 4.2 – Втрати від розморожування дослідних зразків модельних м'ясних фаршевих систем з різним вмістом жиру під час циклів розморожування – заморожування

Збільшення втрат при розморожуванні пов'язано з мікроструктурними пошкодженнями м'язових волокон модельних фаршів посічених напівфабрикатів, спричиненим повторним таненням і перетворенням кристалів льоду у рідинну вологу, що призводить до руху води з внутрішньоклітинного до позаклітинного простору, а також порушенням здатності повторно поглинати талу воду назад у клітину. Порушення структури фарш зменшує здатність білків зв'язувати вологу, що призводить до збільшення втрат при розморожуванні, що також може бути пов'язано з дегенерацією білка та структурними змінами, викликаними окисленням жиру, що знижує водоутримувальну здатність білків фаршів посічених напівфабрикатів.

Подібні процеси що до втрат при розморожуванні мають місце у

незруйнованих м’язах тваринного походження і гідробіонтів [176].

4.3. Вплив кількості жиру на втрати маси при термообробленні при циклах розморожування – заморожування

Як показано рисунку 4.3 зміни у втратах при термообробленні в зразках були очевидними після трьох циклів розморожування – заморожування і зростали зі збільшенням вмісту жирної сировини до 11,79% (0%), 13,57% (5%), 15,71% (10%), 17,33% (15%) і 19,75% (20%) після трьох циклів розморожування – заморожування для контрольних зразків з фосфатами.

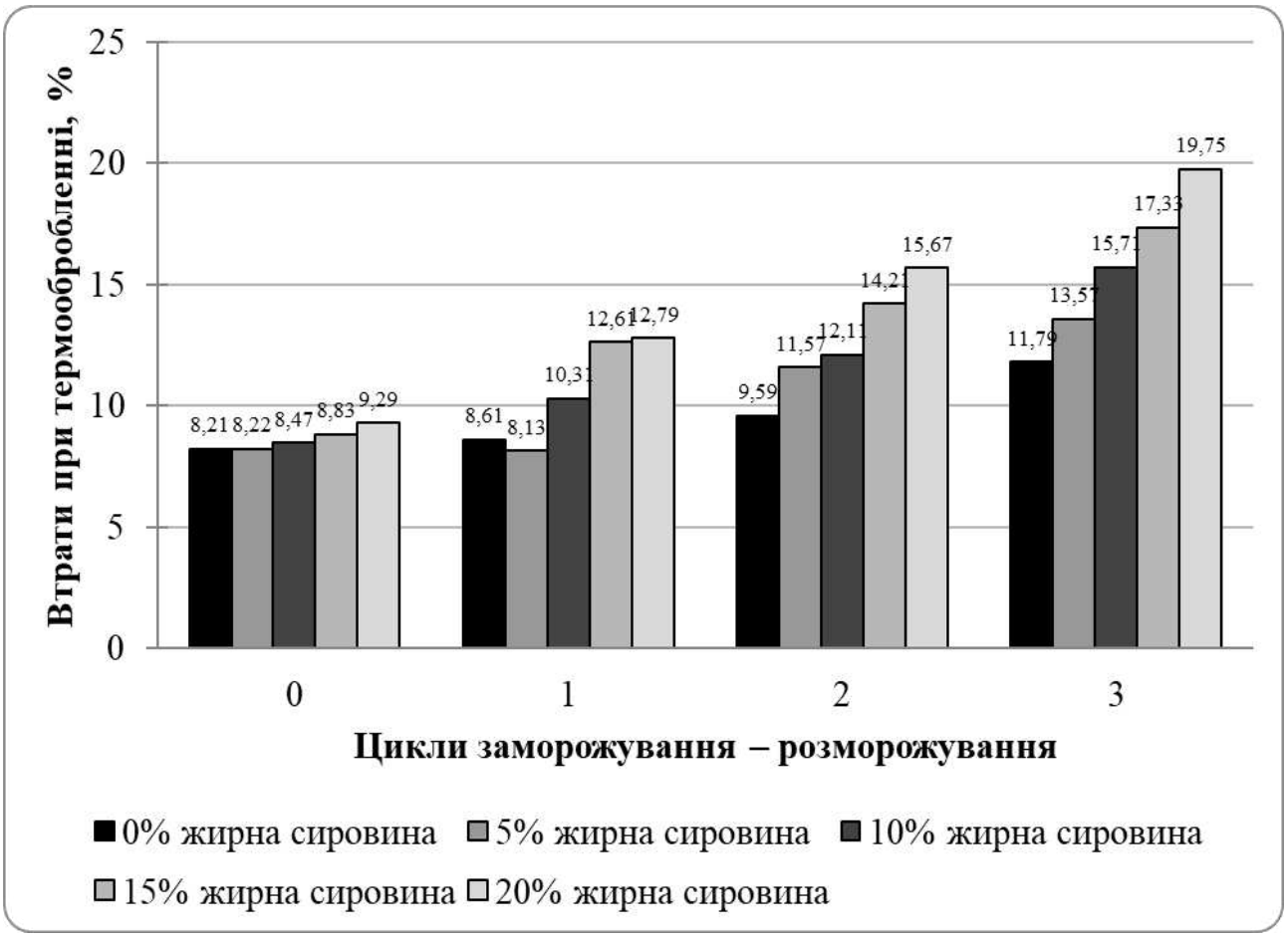

Рисунок 4.3 – Втрати при термообробленні контрольних зразків модельних м’ясних фаршевих систем з різним вмістом жиру під час циклів розморожування – заморожування

Збільшення вмісту жирної сировини в рецептурах підвищує втрати при термічній обробці під час зберігання в замороженому стані. Тенденція

підвищення втрат при термічній обробці модельних зразків після кількох циклів розморожування – заморожування обумовлена утворенням слабкої білкової мережі, що викликало незбалансовану внутрішньомолекулярну взаємодію білка та білок-вода.

У дослідних зразках з використання БКАС показники втрат при термооброблені (рисунок 4.4) були нижчими і становили відповідно 10,59% (0%), 12,44% (5%), 14,64% (10%), 16,44% (15%) і 18,61% (при 20% жирної сировини у модельній системі) після трьох циклів розморожування – заморожування.

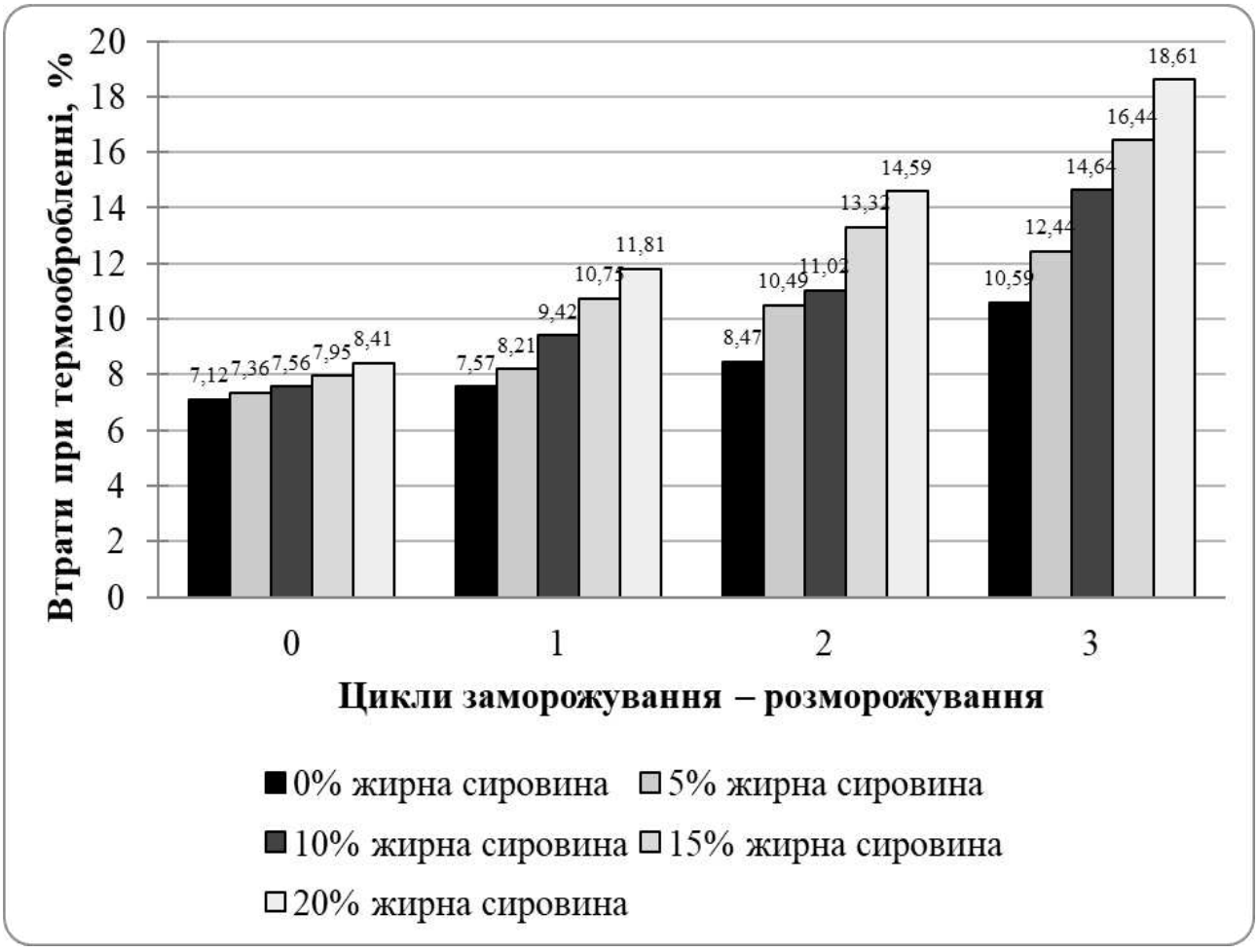

Рисунок 4.4 – Втрати при термообробленні дослідних зразків модельних м’ясних фаршевих систем з різним вмістом жиру під час циклів розморожування – заморожування

Спостерігалася тенденція швидкого збільшення втрат і швидкість

зростання була вищою зі збільшенням вмісту жирної сировини і циклів розморожування – заморожування. Збільшення втрат при термообробленні після кількох циклів пояснюється утворенням слабкої білкової мережі, що викликало незбалансовану внутрішньомолекулярну міжбілкову взаємодію та взаємодію білок-вода.

Отримані дані узгоджувався з результатами авторів робіт [177], які повідомили, що при збільшенні кількості жирної сировини значно зросли втрати наповнювачів для вареників при варінні під час зберігання в замороженому стані та зниження вологоутримувальної здатності за рахунок окиснювальних процесів.

4.4. Інтенсивність окиснювальних змін ліпідів у модельних зразках при циклах розморожування – заморожування

Серед окислювальних реакцій окислення ліпідів є основною причиною зниження якості м’яса та м’ясних продуктів, що призводить до розвитку неприємного смаку, зміни кольору, погіршення текстури та втрати поживної цінності. Це відбувається ланцюговою реакцією вільних радикалів, що призводить до утворення токсичних сполук, таких як вільні радикали, жирні ацильгідроперекиси та альдегіди.

Інтенсивність окиснювальних змін ліпідів у дослідних зразках визначили за накопиченням вторинних продуктів окиснення, які будучи леткими, відганяються з водяним паром та реагують з 2-тіобарбітуровою кислотою.

Визначення вмісту утворених первинних продуктів окиснення проводили шляхом визначення TBARS наведено на рисунку 4.5 і рисунку 4.6. Для зразків для контрольного і дослідних зразків на початку досліджень становив 0,15 мг MDA/кг зразка, і швидко зростає; швидкість збільшення величини TBARS була особливо очевидною після другого циклу розморожування – заморожування. Значення свіжої проби зросли до 0,24 (0%),

0,28 (5%), 0,32 (10%), 0,36 (15%) і 0,42 (20%) мг MDA/кг модельних фаршів після трьох циклів розморожування – заморожування.

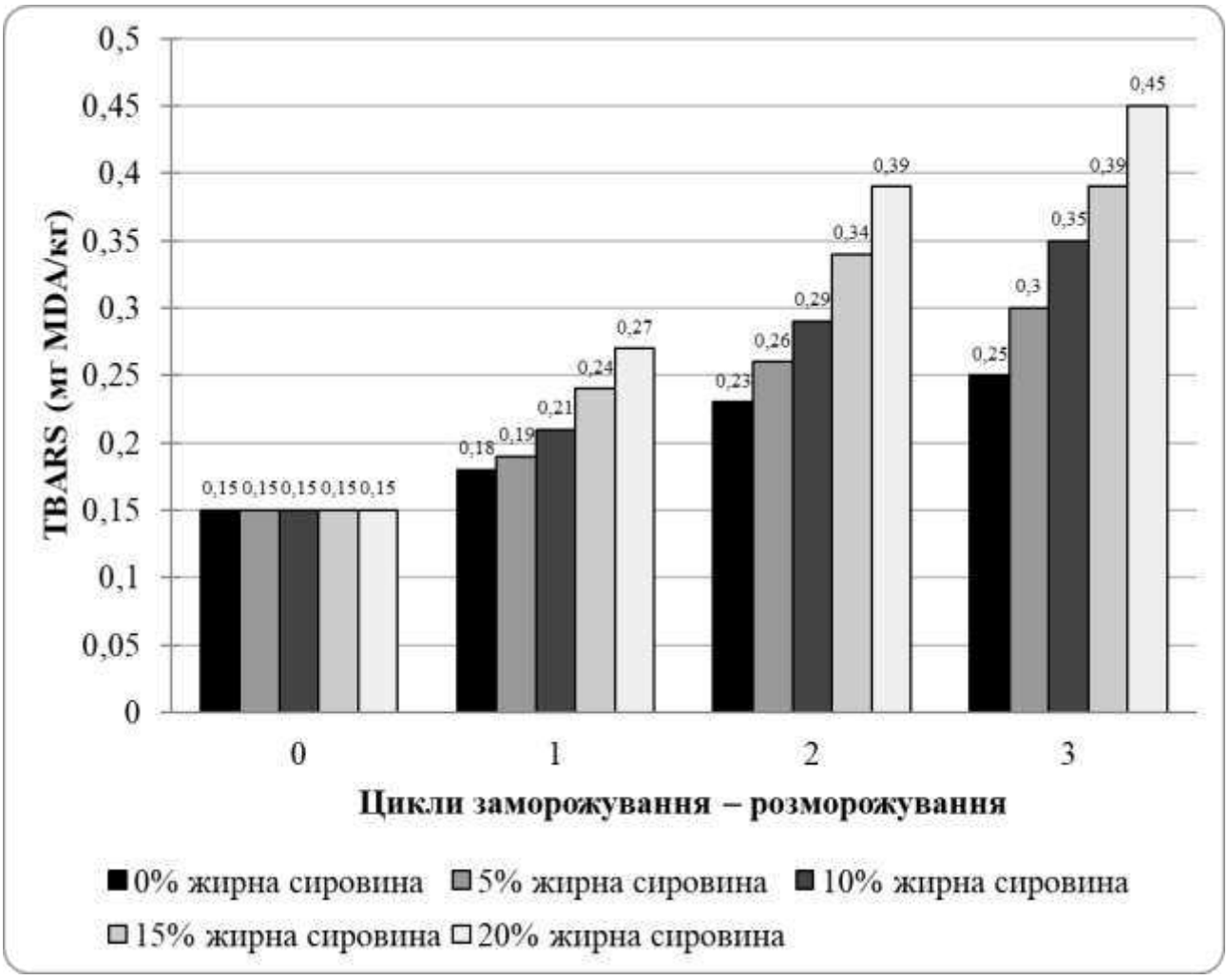

Рисунок 4.5 – Динаміка зміни TBARS під час циклів розморожування – заморожування контрольних зразків модельних м’ясних фаршевих систем з різним вмістом жиру

Ми спостерігаєм наявність чіткої позитивної кореляції між вмістом жиру та окисленням ліпідів. Зі збільшенням вмісту жиру підвищилася нестабільність жиру в умовах технологічної обробки (процес подрібнення та перемішування) та зберігання (заморожування та розморожування), а також посилилася взаємодія між прооксидантами, киснем та ліпідами, що підвищило сприйнятливість м’яса до окисної реакції. Коли зразки піддаються циклам розморожування – заморожування, відбувається пошкодження мікроструктури м’язової тканини, спричинене кристалами

льоду, може призвести до вивільнення прооксидантних факторів (окислених ліпідів, вільних радикалів і гемових пігментів), що прискорює процеси окислення ліпідів.

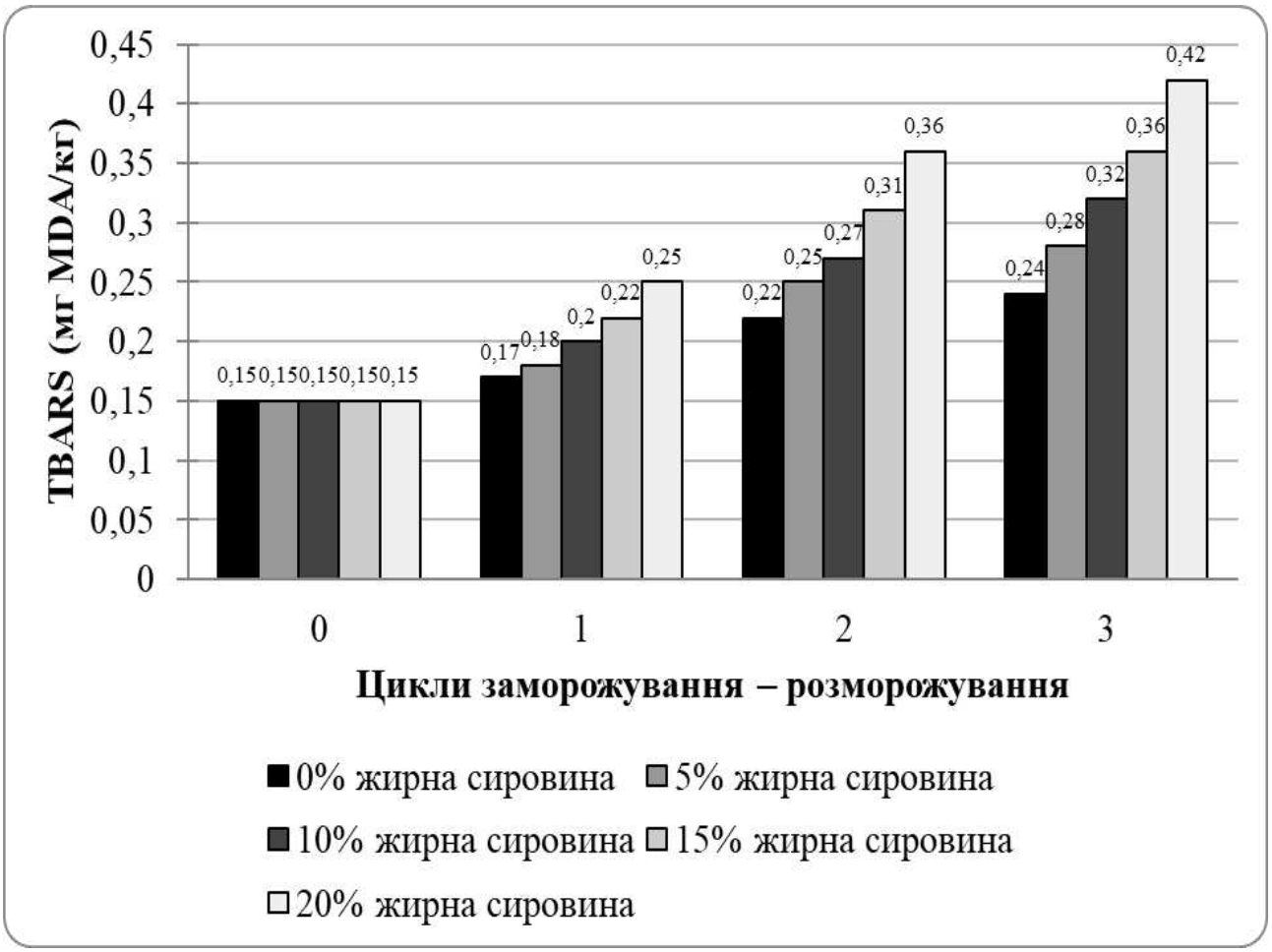

Рисунок 4.6 – Динаміка зміни TBARS під час циклів розморожування – заморожування дослідних зразків модельних м'ясних фаршевих систем з різним вмістом жиру

Крім того, ліпаза, протеаза, нуклеаза та попередники окисного ферменту всередині клітин вивільняються та беруть участь у реакціях окислення. Ці дослідження свідчать, що порівняно зі свіжими модельними зразками повторні цикли розморожування – заморожування мають більшу ймовірність прискорити окислення ліпідів під час зберігання в замороженому стані, причому ця зміна є найбільш очевидною після 2-го циклу розморожування – заморожування.

4.5. Інтенсивність накопичення вторинних продуктів окиснення ліпідів у модельних зразках при циклах розморожування – заморожування

Накопичення вторинних продуктів окиснення ліпідів у контрольному і дослідному зразках з різним вмістом жиру після циклів розморожування – заморожування наведено на рисунку 4.7 для контрольних і на рисунку 4.8 для дослідних зразків. Модельні м'ясні фаршеві систем з більшим вмістом жирної сировини робить їх більш чутливими до окисного псування, про що свідчать встановлені вищі рівні перекису ліпідів після такої ж кількості циклів розморожування – заморожування, про що свідчать результати досліджень. У модельних посічених напівфабрикатах з однаковим вмістом жиру вміст пероксидів ліпідів спочатку збільшувався, а потім зменшувався зі збільшенням кількості циклів.

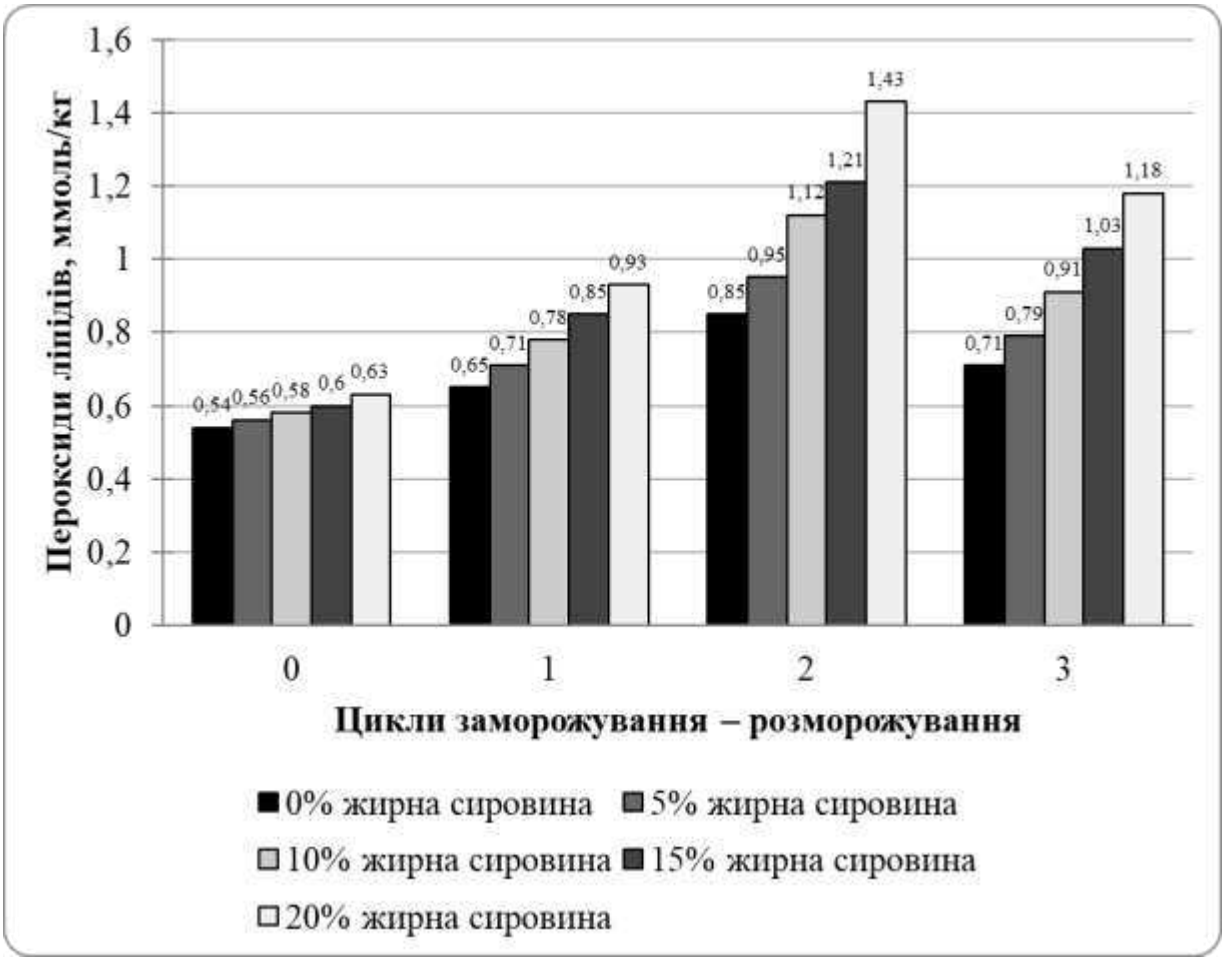

Рисунок 4.7 – Динаміка зміни вмісту пероксидів ліпідів під час циклів розморожування – заморожування контрольних зразків модельних м'ясних фаршевих систем з різним вмістом жиру

Максимальний вміст продуктів вторинного окиснення за результатами досліджень виявлені після другого циклу як для контрольних, так і для дослідних зразків. Збільшення вмісту пероксидів ліпідів протягом перших двох циклів розморожування – заморожування свідчить про збільшення утворення гідропероксидів.

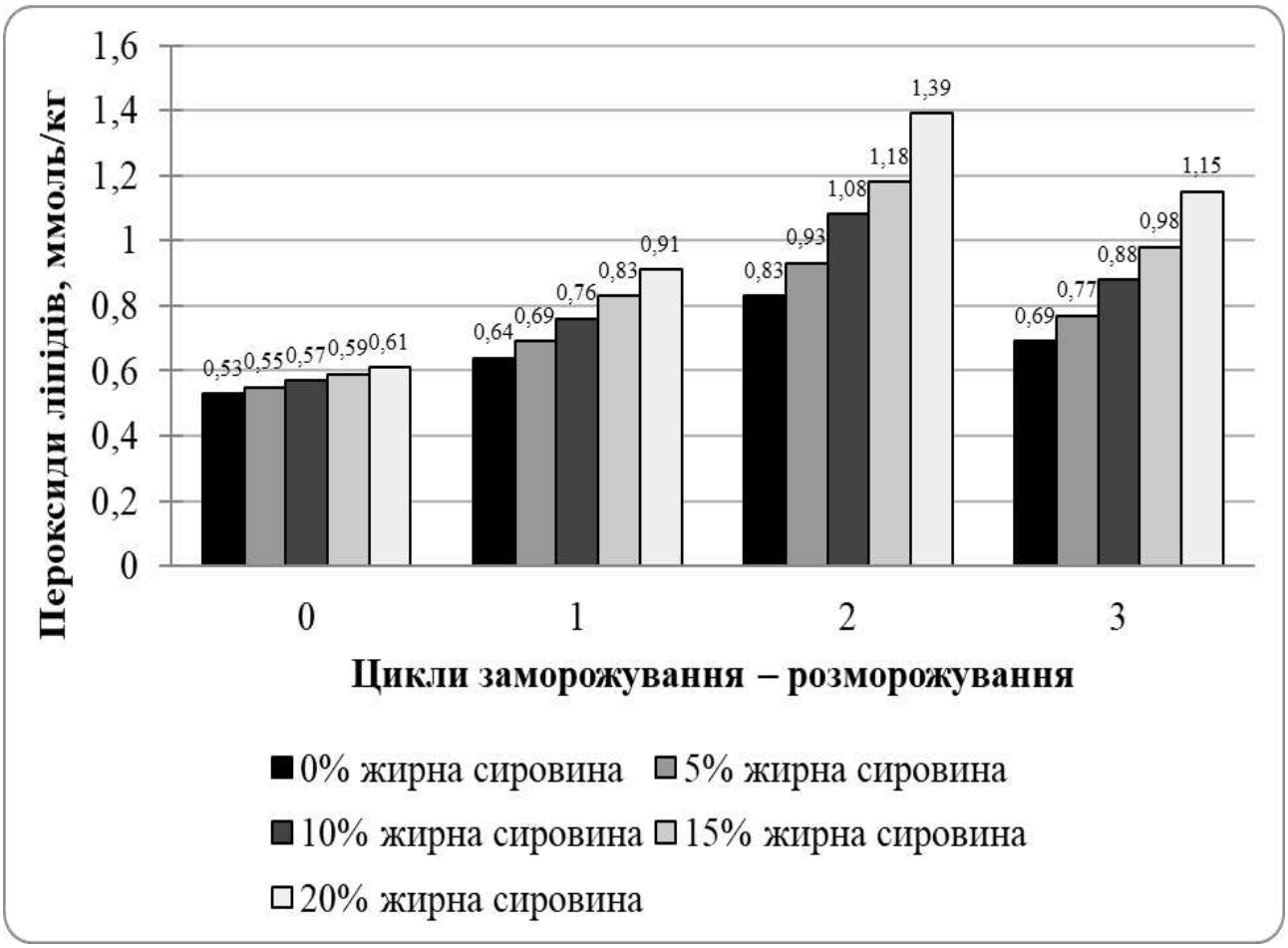

Рисунок 4.8 – Динаміка зміни вмісту пероксидів ліпідів під час циклів розморожування – заморожування контрольних зразків модельних м'ясних фаршевих систем з різним вмістом жиру

Однак різке зниження відбулося через нестійкість гідропероксидів та їх легкий розпад до низькомолекулярних сполук, про що свідчать результати досліджень після третього циклу. Для дослідних зразків з використанням БКАС накопичення продуктів окиснення дещо нижче.

Науковці в роботі [178] шляхом створення регресійних моделей між електронними даними носа та індексом окислення ліпідів у поєднанні з деякими алгоритмами розпізнавання образів досліджували погіршення якості ковбаси, і довели, що це негативне явище відбувається в основному через перекисне окислення ліпідів при зберіганні та підтверджує результати наших досліджень накопичення вторинних продуктів окиснення ліпідів.

Ненасичені жирні кислоти більш схильні до окислення. Тому велика частка ненасичених жирних кислот, що містяться в модельних зразках з використанням в якості сировини свинини, призводить до більш низької окислювальної стабільності ліпідів. Це особливо слід враховувати при наявності в рецептурах і переробці м'яса птиці.

4.6. Накопичення продуктів окиснення білків у модельних зразках при циклах розморожування – заморожування

М'ясо містить велику кількість білків, які також можуть бути мішенями для окислення. Окислення білків піддається радикальним реакціям, подібним до реакцій окислення ліпідів, що включають стадії ініціації, розмноження та припинення. Ці реакції призводять до карбонілювання бічних ланцюгів амінокислот, втрати вільних тіолових груп (протеаз з наявністю залишків амінокислот цистеїну, гістидину та аспарагіну), а далі до утворення білкових поперечних зв'язків та агрегації, що може негативно вплинути на функціональність м'ясних білків, а отже, призвести до втрати таких якісних показників м'ясопродуктів, як ніжність та харчова цінність.

У м'ясній системі білки і ліпіди розташовані близько один до одного, і тому дуже ймовірно, що реакції окислення можуть переходити від ліпідів до білків м'яса і навпаки. Вміст карбонілів є найбільш широко використовуваним показником для оцінки ступеня окислення білка [179]. Також, крім окислення ліпідів, це ще одна основна причина погіршення якості м'яса [180].

У нашому дослідженні вміст карбонілів у зразках зростав зі збільшенням вмісту жиру як для контрольних зразків, рисунок 4.9, так і для дослідних, наведених на рисунку 4.10. Зміни були найбільш очевидними після трьох циклів та становили 1,54 нмоль/мг білка 0% жирної сировини в рецептурах модельних фаршів, 1,65 нмоль/мг білка – 5% жирної сировини, 1,78 нмоль/мг білка – 10% жирної сировини, 1,98 ммоль/кг – 15% і 2,21 ммоль/кг – 20% нмоль/мг білка для дослідних зразків з використанням БКАС в рецептурах. Ми бачимо, що із збільшенням кількості жирної сировини в м'ясній фаршевій системі зростає вміст карбонілів. У контрольних зразках з триполіфосфатом показники вмісту карбонілів вищі ніж для дослідних зразків.

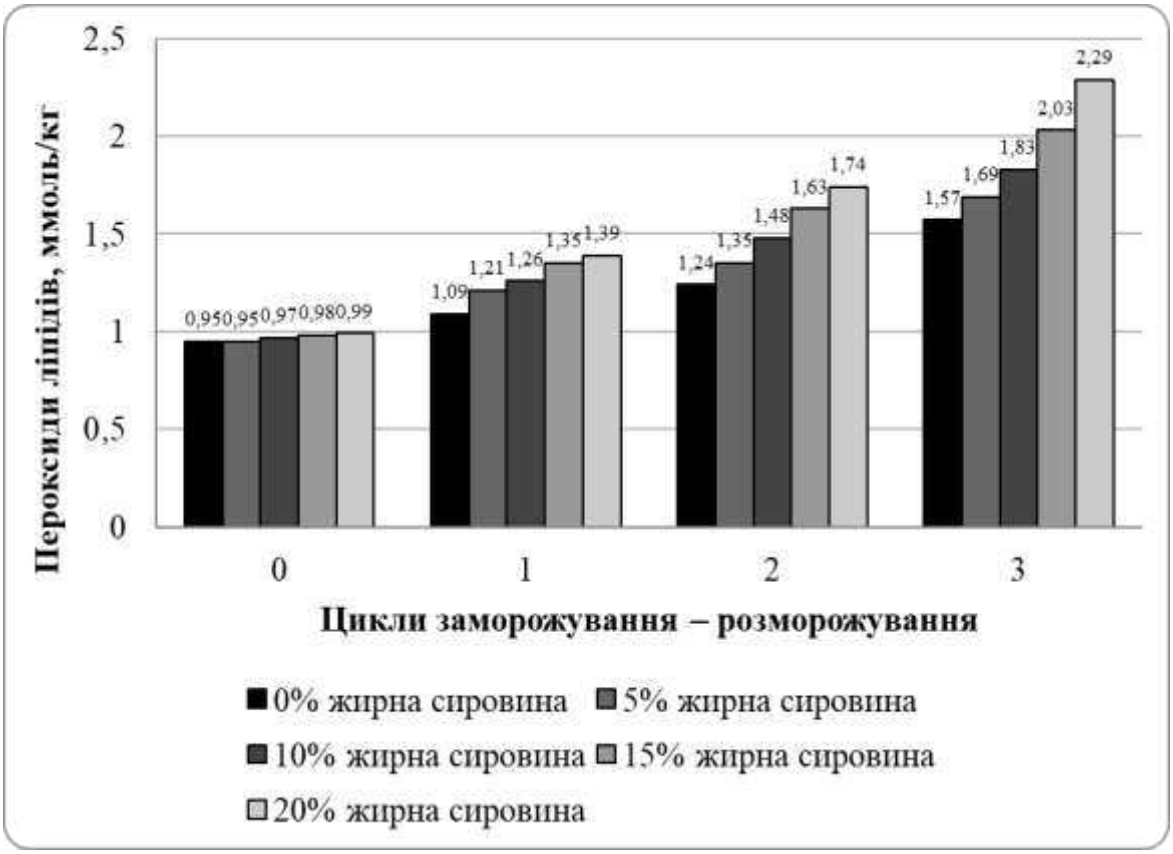

Рисунок 4.9 – Динаміка зміни вмісту продуктів окиснення білків під час циклів розморожування – заморожування контрольних зразків модельних м'ясних фаршевих систем з різним вмістом жиру

Крім того, вміст карбонілів як для контрольних так і для дослідних зразків підвищується зі збільшенням кількості циклів розморожування –

заморожування. Це обумовлено накопиченням продуктів окиснення у м'ясних фаршах модельних напівфабрикатів в технологічному процесі (складання фаршу і формування) та зберігання (заморожування і розморожування), атакують бічні ланцюги амінокислот, а також пептидний каркас, утворюючи карбонільні сполуки. У контрольних зразках ці показники дещо вищі порівняно з дослідними, які містять розроблену композицію.

Наші результати відповідають дослідженням проведеними Estévez та іншими в роботі [181], які вивчали фізико-хімічні властивості та окислювальну стійкість печінкових паштетів залежно від вмісту жиру та встановили зростання вмісту карбонілів у зразках паштетів з більшим вмістом жиру.

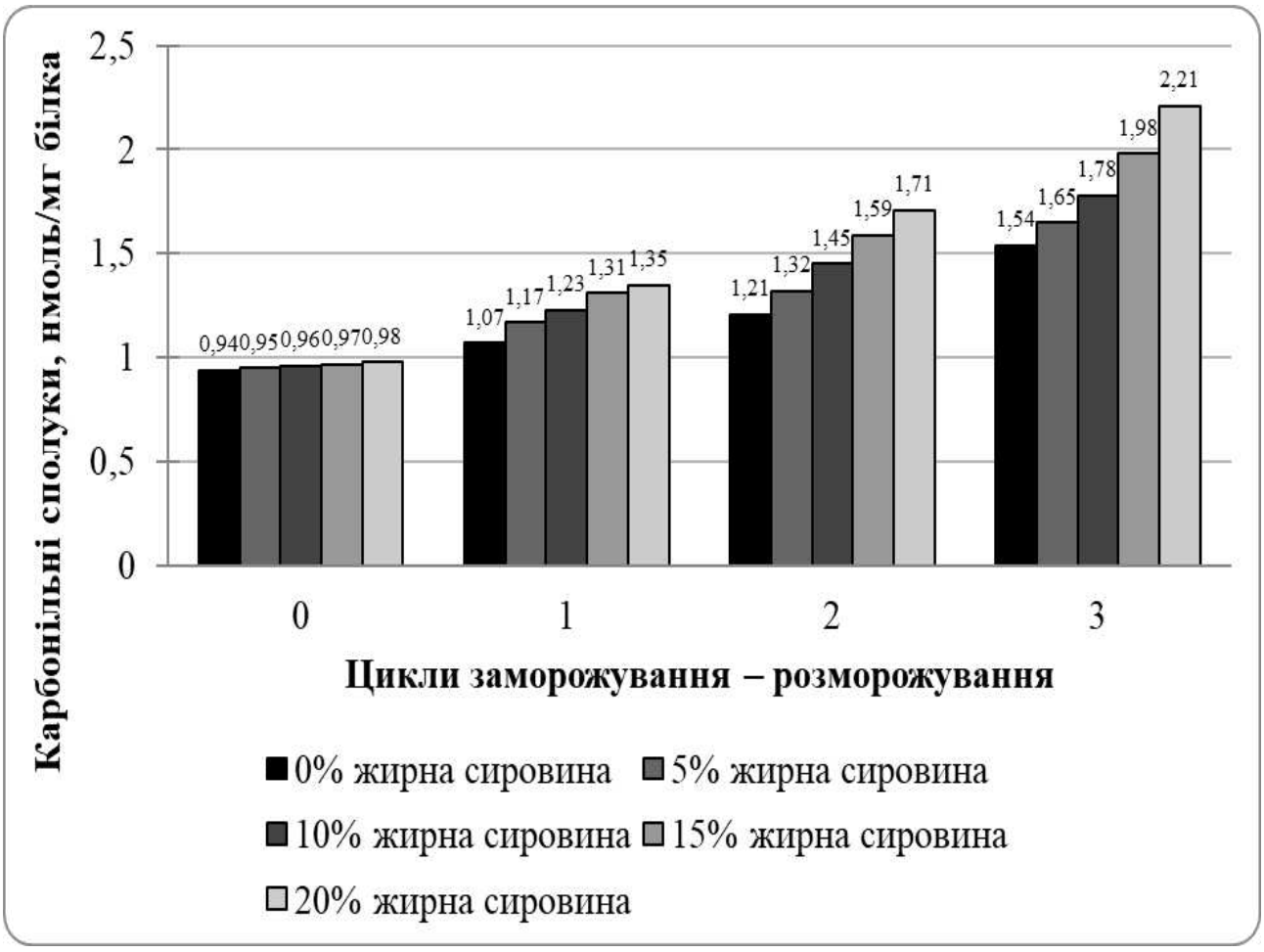

Рисунок 4.10 – Динаміка зміни вмісту продуктів окиснення білків під час циклів розморожування – заморожування дослідних зразків модельних м'ясних фаршевих систем з різним вмістом жиру

Також про збільшення вмісту карбонілів після кількох циклів розморожування – заморожуваня у фаршах свинячих пельменів з вищим

вмістом жиру під час зберігання в замороженому стані повідомляють науковці Huang та інші в роботі [182]. Wang та та інші в роботі [183] виявили відносно високий ступінь окислення білків у зразках підданих заморожуванню і розморожуванню. Silva та інші дослідники в роботі [184] повідомили про окислення білків і ліпідів у в'яленому курячому м'ясі та негативний вплив окислювальних процесів на органолептичні властивості. Прискорення процесів карбонілювання білків за рахунок продуктів окиснення ліпідів підтверджують результати досліджень Abbasi, Esmaeel у роботі [185] а також Liu та інші, які проаналізували взаємозв'язки між окисленням ліпідів і білків в роботах [186].

4.7. Зміни структурно-механічних характеристик модельних зразів при циклах розморожування – заморожування

На рисунках 4.11 і 4.12 показано зміни твердості модельних фаршевих систем контрольного і дослідних зразків з різним вмістом жирної сировини після циклів розморожування – заморожування.

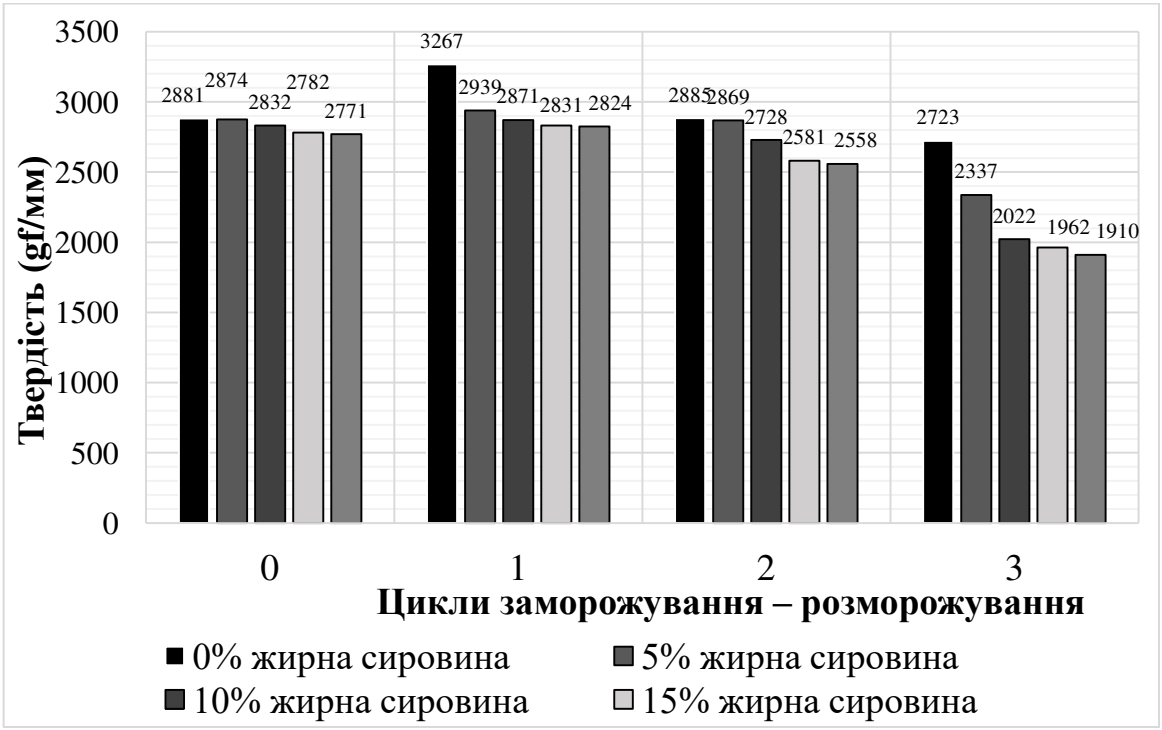

Рисунок 4.11 – Динаміка зміни твердості контрольних зразків під час циклів розморожування – заморожування

Для оцінки якості м’ясопродуктів важливу роль відіграють структурно-механічні характеристики, які формують органолептичні властивості готових виробів [187].

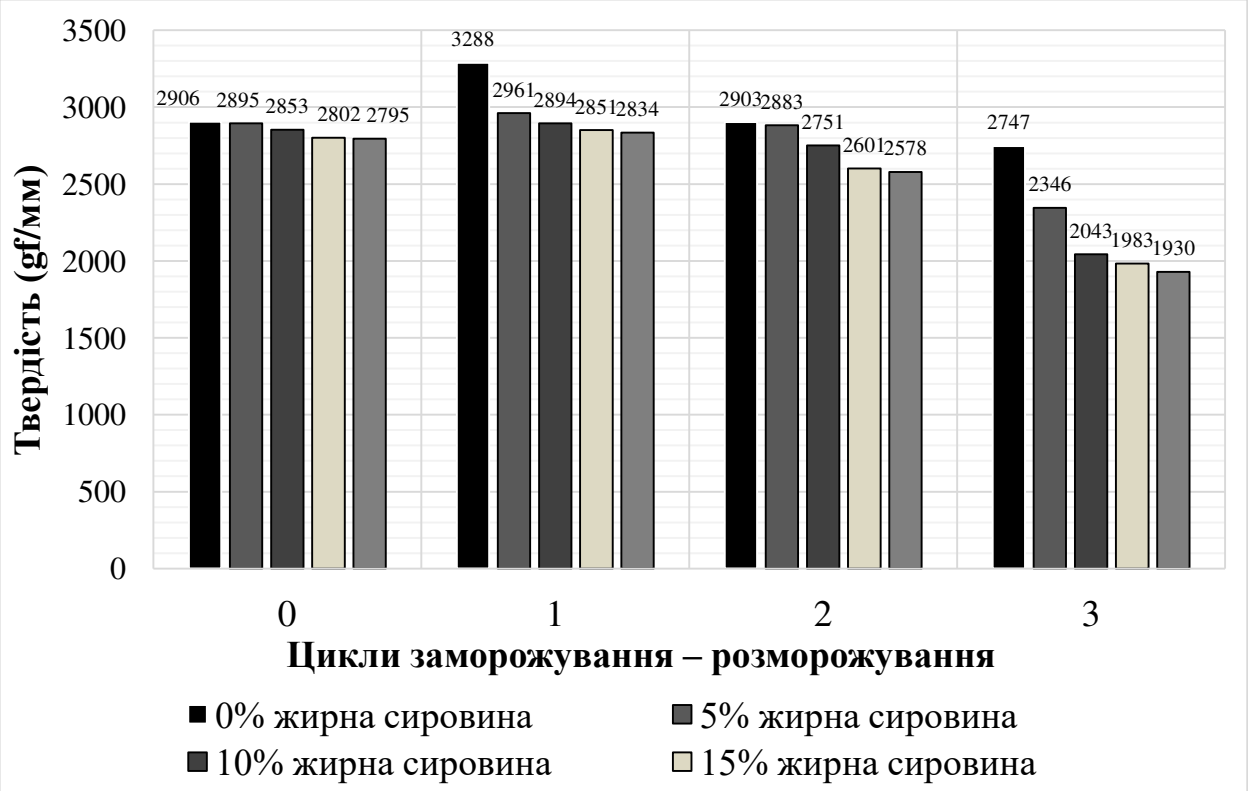

Рисунок 4.12 – Динаміка зміни твердості дослідних зразків під час циклів розморожування – заморожування

Твердість як контрольних, так і дослідних зразків після однакової кількості циклів зменшувалася зі збільшенням вмісту жирної сировини в рецептурах. За результатами визначення твердості можна побачити, що зі збільшення вмісту жирної сировини відбувається формування більш рихлої м’язово-білкової матричної мережі, що призводить до зниження твердості. Разом з тим показники твердості зразків спочатку зростали, а потім знижувався зі збільшенням циклів розморожування – заморожування. Ці зміни можна пояснити утворенням міцної тривимірної білкової матриці під час перших циклів, що призводить до збільшення вищих показників твердості. Кожен модельний зразок є складною гібридною системою, що складається в основному з м’язового білка, частинок жиру, води та солі, в якому під час заморожування та розморожування конформація цих

компонентів постійно змінюється. Наші результати показують, що повторні цикли розморожування – заморожування та окислення ліпідів прискорюють руйнування цілісності м’язового волокна, що призводить до погіршення властивостей текстури, особливо після двох циклів.

Аналогічну тенденцію що до інших показників структурно-механічних властивостей – пружності, когезії та розжовуваності м’ясної начинки для пельменів, які зростали на початку зберігання в замороженому стані, а потім знижувалися під час наступного зберігання представлено в роботах [188].

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 4

Проведено комплексну оцінку впливу харчових фосфатів і безфосфатного комплексу активних стабілізаторів на м'ясні модельні системи зразків із свинини нежирної/сала із співвідношеннями 100/0%, 95/5%, 90/10%, 85/15% і 80/20% при заморожуванні – розморожуванні.

Отримані результати досліджень змін кольору поверхні контрольного і дослідних зразків внаслідок циклів заморожування – розморожування: характеристики світлості (L^*), насичення червоним кольором (a^*) і жовтизна досліджуваних зразків (b^*) у дослідних зразках не поступаються контрольним, а переважають їх.

На підставі досліджень впливу циклів заморожування – розморожування фаршевих систем доведено збільшення денатурації міофібрилярних білків, про що свідчать зниження розчинності та гідрофобності поверхні білка, що обумовлює зменшення ВУЗ м'ясних фаршів і призводить до збільшення втрат при розморожуванні і термооброблені, а саме:

– встановлено втрати після трьох циклів заморожування – розморожування складають 13,77% у контрольних зразках проти 13,53% у дослідних;

– визначено втрати при термооброблені м'ясних систем після трьох циклів заморожування – розморожування складають 19,75% у контрольних зразках проти 18,61% у дослідних.

Окислення ліпідів модельних зразків з різним вмістом жиру після циклів заморожування – розморожування досліджено шляхом кількісного визначення пероксидів ліпідів та аналізу TBARS (утворення первинних і вторинних продуктів окиснення), зокрема:

– підтверджено зменшення утворення первинних продуктів окиснення ліпідів ненасичених жирних кислот м'ясного фаршу, а саме 0,45 мг MDA/кг (малонового диальдегіду на один кг м'ясного фаршу) у контрольних зразках проти 0,42 мг MDA/кг у дослідних зразках;

– виявлено зниження накопичення вторинних продуктів окиснення

ліпідів в другому періоді та різке зниження в наступний період зберігання в замороженому стані через нестійкість гідропероксидів та їх легкий розпад до низькомолекулярних сполук.

Крім окислення ліпідів, окислення білків є основною причиною погіршення якості м'ясопродуктів:

– доведено, що із більшенням кількості жирної сировини в системі збільшується вміст карбонілів, показника оцінки ступеня окислення білків. Після трьох циклів показники для дослідних зразків з використанням БКАС в рецептурах становили 1,54 нмоль/мг білка при 0% жирної сировини в рецептурах модельних фаршів, 1,65 нмоль/мг білка – 5% жирної сировини, 1,78 нмоль/мг білка – 10% жирної сировини, 1,98 ммоль/кг – 15% і 2,21 ммоль/кг – 20% нмоль/мг білка та є нижчі у порівнянні з контрольними.

Модельні фарші є складною гібридною системою, що складається в основному з м'язового білка, частинок жиру, води, кухонної солі та харчових добавок, в якому конформація цих компонентів постійно змінюється під час заморожування та розморожування. Результати показують, що повторні цикли та окислення ліпідів прискорюють руйнування цілісності м'язового волокна, що призводить до погіршення властивостей текстури, особливо після трьох циклів.

Це підтверджено дослідженням твердості зразків, зокрема після однакової кількості циклів досліджуваний показник зменшувася зі збільшенням вмісту жирної сировини в рецептурах. За результатами визначення твердості можна побачити, що зі збільшення вмісту жирної сировини відбувається формування більш рихлої м'язово-білкової матричної мережі, що призводить до зниження твердості.

РОЗДІЗ 5
ВПЛИВ РОЗРОБЛЕНОГО БКАС НА ФУНЦІОНАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ ТА ЯКІСТЬ ПОСІЧЕНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ І ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ ЇХ У ВИРОБНИЦТВО

5.1 Вплив технологічних параметрів і способів теплової обробки напівфабрикатів на втрати маси.

З врахуванням особливостей технології виробництва м'ясних посічених напівфабрикатів споживачі розрізняють два види котлет. Перший вид це котлети за традиційною технологією, в якій за рахунок більшого подрібнення м'ясної сировини дещо вища вологозв'язувальна та емульгуюча здатність м'ясної фаршевої системи. Це позитивно впливає на однорідність і структурно-механічні властивості та вихід доведених до кулінарної готовності виробів.

Другим видом м'ясних посічених напівфабрикатів є котлета-бургер, що в процесі термооброблення має більші втрати вологи та жиру, на розрізі видимі частки основної сировини за рахунок подрібнення м'ясної сировини до розміру видимих часток та внесенні в систему жирної сировини після того, як сформована загальна основа тонкої емульсії фаршу. Це унеможливлює повне зв'язування жиру з м'язовими білками та утворення в готовому продукті системи «білок у жирі».

Згідно рецептури, наведеної в таблиці 5.1, для виготовлення посічених напівфабрикатів котлета «Домашня куряча» використали м'ясо куряче червоне, свинину напівжирну, шкурку курячу, манку, цибулю, сіль кухонну, вологу, смако-ароматичні добавки. В процесі виробництва традиційних котлет важливим є доведення системи в процесі складання фаршу до максимальної однорідності, тому рецептурою передбачено додавання до м'ясної сировини не м'ясні компоненти – круп, хлібобулочних виробів, сухарів, тощо.

Технологічний процес виробництва посічених напівфабрикатів типу котлет відпрацьовано в лабораторії кафедри технології м'яса і м'ясних продуктів та ПНДЛ НУХТ передбачав наступні етапи: підготовка та

подрібнення м’ясної сировини; приготування м’ясного фаршу; формування напівфабрикатів; теплова обробка; реалізація.

Таблиця 5.1 – Рецептури контрольного і дослідних зразків котлет «Домашня куряча»

Сировина	Кількість
Основна сировина, %	
М’ясо куряче червоне	40
Свинина напівжирна	30
Шкурка куряча	15
Манка	2
Цибуля	13
Допоміжна сировина, г	
Сіль кухонна	1200
Фосфати (для контрольного зразка)	300
Безфосфатний комплекс активних стабілізаторів (БКАС) (для дослідних зразків)	1400
Цукор	150
Перець чорний	150
Перець духмяний	50
Перець червоний	50
Часник свіжий	500
Волога	*15000*
Інгредієнти для панірування (на 100 кг):	
Панірувальні сухарі пшеничні	1,5
Модифікований кукурудзяний крохмаль	1,5
Модифікований пшеничний крохмаль	1,0
Борошно з пшениці твердих сортів	4,0
Рисове борошно	2,0
Волога	10,0

Для досліджень впливу на м’ясну фаршеву систему розробленого безфосфатного комплексу активних стабілізаторів сировину двічі подрібнювали на м’ясорубці з діаметром отворів 5–6 мм, перемішували, вносили БКАС і кухонну сіль у виді розчину. На нашу думку додавання розчину цих інгредієнтів є найбільш доцільним, оскільки дає можливість видалення нерозчинних домішок (використання операції проціджування) і сприяє їх рівномірному розподілення в м’ясній системі.

Слід зауважити, що сіль є не тільки смаковим компонентом, але як і БКАС забезпечує збільшення розчинності м’язових білків – основних компонентів м’ясної емульсії, сприяє підвищенню стійкості під час зберігання, тому готовий фарш котлет залишали на експозицію протягом 20–30 хв. Внесена в цій технологічній системі волога є розчинником солей та білків, формує реологічні властивості фаршу, збільшує соковитість і вихід готової продукції.

Рецептура суміші для панірування на 100 кг виготовлених котлет включала в себе гідроколоїди, модифікований кукурудзяний крохмаль, модифікований пшеничний крохмаль, борошно з пшениці твердих сортів, рисове борошно, воду та панірувальні сухарі.

Якщо технологічним процесом не передбачене тривале зберігання, то котлети можна охолоджувати за температури 0...6 ºС до температури в товщі не вище 8 ºС. Для тривалого зберігання проводять заморожування за температури не вище – 18 ºС протягом 3 год. або за –25...–35 ºС протягом 1 год. до температури в товщі не вище – 10 ºС.

На підставі результатів аналізу рецептури та технологічного процесу виробництва м’ясних посічених напівфабрикатів з використанням м’яса птиці проведені дослідження впливу способів теплової обробки напівфабрикатів на втрати маси. Нами визначено вплив класичних способів теплової обробки – смаження, відварювання на парі і запікання охолоджених котлет та технології “Sous Vide” на характеристики готових виробів у разі використання в мережі підприємств швидкого обслуговування.

Технологічний процес смаження м’ясних посічених напівфабрикатів використовують в основному як для масово харчування безпосередньо перед відпусканням так і споживачами в домашній кухні. Напівфабрикати викладають на жарильну поверхню чи сковороду, попередньо розігріту до температури 150…160 °С, обсмажують протягом 3–5 хв з обох боків до утворення рум’яної скоринки, далі доводять до стану кулінарної готовності в жарильній шафі за температури 250…280 ºС протягом 5–7 хв.

Наступним методом теплової обробки м’ясних посічених напівфабрикатів до кулінарної готовності є обробка на пару. Для цього їх викладають одним шаром у перфоровані функціональні ємкості так, щоб вироби не стикалися між собою. Варіння здійснюють у пароварних шафах і пароковектоматах.

Запікання дослідних зразків котлет проводять 25…35 хвилин в попередньо розігрітій до температури 230…280°С духовці до утворення добре підсмаженої скоринки. Температура кулінарної готовності в товщі виробів для м’ясних посічених натуральних напівфабрикатів має становити 85°С.

В роботі використано інноваційний технологічний підхід з використанням пароконвектомату, за якого на основі «універсального» напівфабрикату з м’ясної посіченої маси завдяки різним режимам обробки можна отримати широкий асортимент готової кулінарної продукції [189].

В Україні пароконвекційні печі вже встигли зайняти важливе місце на кухнях ресторанів, кафе, їдалень та комбінатів харчування. Пароконвекційна піч є професійним тепловим обладнанням, яке використовує пару і конвекцію в різних поєднаннях для приготування їжі. Пароконвекційні печі прості в експлуатації й дуже економні. Виконуючи близько 70% усіх можливих операцій теплової обробки продуктів, пароконвекційні печі можуть замінити велику кількість теплового обладнання. Час приготування їжі в пароконвекційній печі приблизно на 15% менший, ніж на традиційному тепловому обладнанні. Крім того, це обладнання знижує витрати електроенергії, швидко включаючись у робочий режим і абсолютно не витрачаючи енергію між циклами роботи. Їжа, приготована в пароконвекційній

печі, максимально зберігає всі корисні речовини, що відповідає сучасним трендам нутриціології. Принцип роботи пароконвектоматів ґрунтується на процесах конвекції й пароутворення. Конвекція всередині робочої камери виникає під час циркуляції гарячого повітря під дією працюючого вентилятора. Завдяки герметичності робочої камери, вентилятор утягує циркулююче повітря і багаторазово проганяє його через ТЕН, що забезпечує швидке нагрівання робочої зони камери пароконвектомата до потрібної температури. Температура контролюється термостатом. Перевагами приготування виробів і страв у пароконвектоматі є рівномірність теплової обробки, використання гастроємностей, що сприяє максимальній механізації й автоматизації процесів.

Спільною метою обробки «Sous-vide» та традиційної термічної обробки є задоволення потреб споживачів у доведених до кулінарної готовності м’ясопродуктах за доступною ціною та з високими органолептичними показниками.

В Україні як у промисловості, так і у сфері закладів харчування дедалі більшого поширення набуває технологія «Sous-vide». Продукт у вакуумній упаковці згідно рекомендованих у роботі [190] режимів нагрівали впродовж 1 години при заданій температурі 60°С. Розрідження, близьке до вакууму, що створюється внаслідок видалення повітря з простору під упаковкою, дозволяє знизити температуру кипіння вологи у продукті, в той же час унеможливлюючи втрати вологи у навколишнє середовище. Технологічний процес здійснювали в пароконвектоматі з використанням програми варіння на пару. Для цього продукт у вакуумній упаковці поміщали у посуду з водою заданої температури варіння, яка є ефективнішим гріючим середовищем, ніж гаряче повітря у пароконвектоматі. Контроль температури здійснювали за допомогою електронного термометра.

В таблиці 5.2 наведено параметри середовища та тривалість процесу різних способів теплової обробки зразків напівфабрикатів.

Таблиця 5.2 – Параметри середовища та тривалість процесу різних способів теплової обробки зразків напівфабрикатів

№	Назва напівфаб-рикату за обробкою	Спосіб теплової обробки	Параметри середовища		Тривалість процесу, хв.
			Температура, °С	Вологість	
1	Котлети “Sous Vide”	“Sous Vide”	60	водяна баня	60
2	Котлети дієтичні	Варіння на парі	100	Пара 90%	10…15
3	Котлети класичні	Смаження	220…230	Видалення вологи 40 %	10...15
4	Котлети запечені	Запікання	240-250	Видалення вологи 60 %	10

Втрати при приготуванні – це загальна кількість рідких і розчинних речовин, втрачених з м’яса під час термічної обробки, і вони залежать від процесу масообміну під час термічної обробки. На рисунку 5.1 представлено втрати маси доведених до кулінарної готовності контрольного і дослідних (з використанням БКАС) зразків напівфабрикатів, які направляли на оброблювання в охолодженому виді, в залежності від параметрів і способів теплової обробки з використанням пароконвектомата.

З наведених на рисунку 5.1 даних можна зробити висновок про те, що усі зразки дослідних груп характеризують нижчі втрати маси після теплової обробки**,** ніж зразки контрольної групи.

Разом з цим втрати маси при приготуванні посічених напівфабрикатів пов’язані з крапельними втратами, включаючи втрату вологи з іншими поживними речовинами, які збільшуються з підвищенням температури, що відповідає результатам досліджень інших авторів [191]. Однак, залежно від м'ясного білка та стадії його денатурації, на яку впливають як температура, так і час обробки, вплив на втрати при приготуванні може бути як позитивним, так

і негативним. Втрати при кулінарній обробці в основному визначаються скороченням міофібрилярних білків (40-60 °С), скороченням колагену (60-70 °С), денатурацією актину (70-80 °С) [192], а також визначаються вмістом води та жиру в м’ясній системі [193].

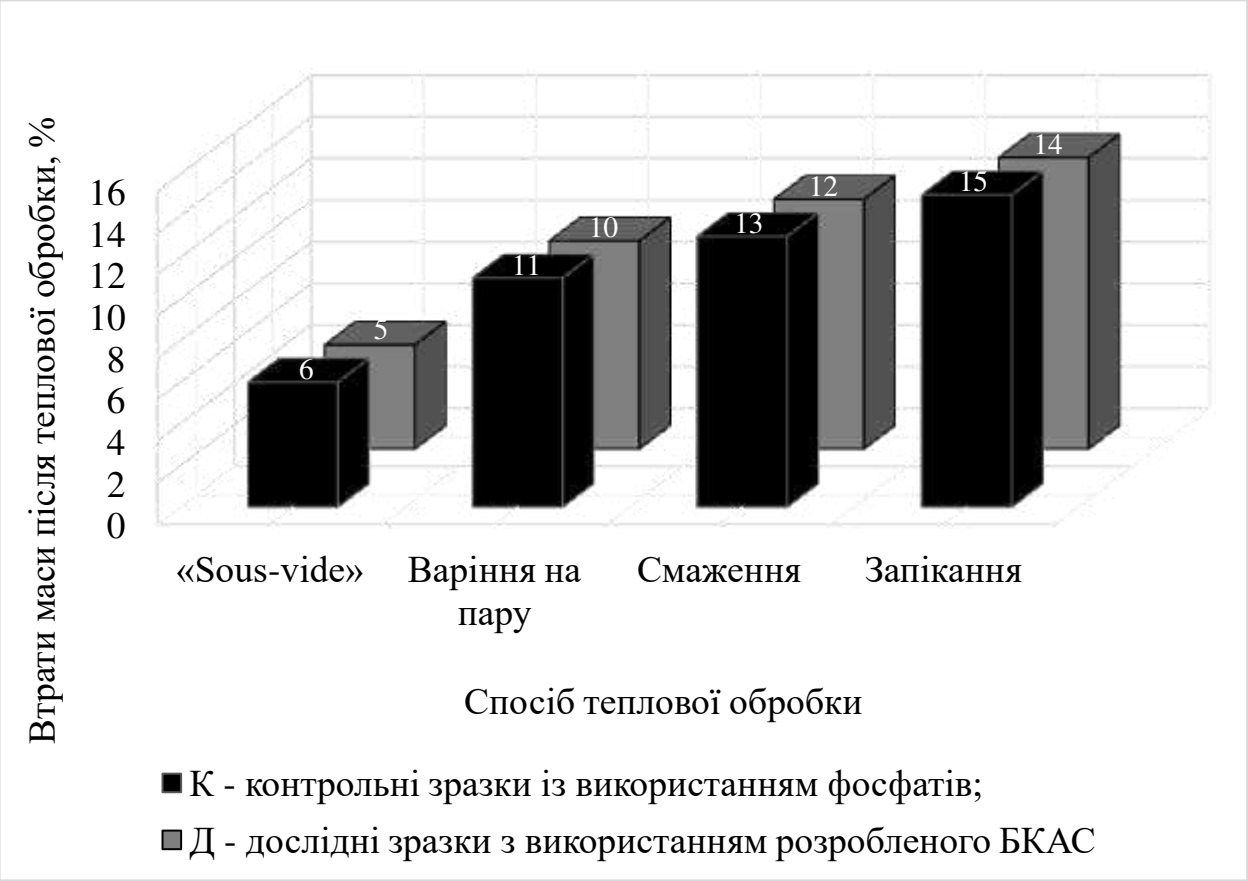

Рисунок 5.1 – Втрати маси контрольних і дослідних зразків посічених напівфабрикатів залежно від способів теплової обробки

Теплова обробка спричинює хімічні зміни в м’ясопродуктах і підвищує засвоюваність їжі. Так, під час теплової обробки тваринні і рослинні білки денатуруються, крохмаль клейстеризується, продукти розм’якшуються, утворюються нові смакові речовини, які впливають на виділення травних соків і, отже, на підвищення засвоюваності їжі. Теплова обробка також знезаражує продукти, оскільки при високій температурі гинуть мікроорганізми і їх спори, руйнуються токсини. Одночасно з позитивною дією вона спричинює й негативні зміни: руйнуються окремі поживні речовини, мінеральні солі,

розчинні у воді вітаміни, випаровуються ароматичні речовини, втрачається природний колір м'ясопродуктів.

5.2 Вплив технологічних параметрів і способів теплової обробки напівфабрикатів на функціональні властивості.

Нами визначено вплив способу теплового оброблення на функціонально-технологічні властивості (ВЗЗ, ВУЗ, ЖУЗ, активну кислотність pH та пластичність) м'ясних фаршевих систем з використанням фосфатних препаратів (контрольні зразки *К1, К2, К3 і К4*) та з використанням БКАС (дослідні зразки *Д1, Д2, Д3 і Д4*) згідно рекомендованих норм. Результати досліджень наведено в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 – Характеристики доведених до кулінарної готовності посічених напівфабрикатів – котлет

Назва зразка	Спосіб теплової обробки	ВЗЗ, %	ВУЗ, %	ЖУЗ, %	pH	Вміст жиру, %	Пластичність, $см^2 \cdot$ кг/г
К1	Обробка «Sous-vide»	81,2±1,1	62,8±1,2	61,9±0,8	6,19±0,13	26,1±0,7	548,3±10,2
Д1		83,5±1,3	65,1±0,8	64,2±1,2	6,23±0,08	25,9±0,4	515,6±8,3
К2	Варіння на парі	82,9±1,2	65,2±1,1	63,6±0,9	6,23±0,11	26,3±0,6	534,3±11,2
Д2		84,8±1,7	67,3±0,9	66,4±1,1	6,29±0,09	26,5±0,3	499,6±7,4
К3	Смаження	85,4±1,1	70,1±1,3	69,7±1,3	6,31±0,06	26,2±0,4	479,6±8,3
Д3		85,8±1,4	71,9±1,1	70,5±1,5	6,35±0,08	25,8±0,5	438,2±9,3
К4	Запікання	84,9±1,5	73,2±1,4	72,1±1,1	6,33±0,09	25,1±0,6	420±,3,8
Д4		86,7±1,3	75,3±1,2	73,3±0,9	6,41±0,10	24,2±0,5	412,2±6,8

Примітка: К1, К2, К3 і К4 – контрольні зразки із використанням фосфатів; Д1, Д2, Д3 і Д4 – дослідні зразки з використанням розробленого БКАС

З наведених результатів можна зробити висновок про те, що усі зразки дослідних груп не залежно від способів теплової обробки проявили вищі функціональні характеристики, ніж зразки контрольної групи. Це відповідає результатам визначення втрат маси контрольних і дослідних зразків посічених напівфабрикатів залежно від способів теплової обробки, наведеним на рисунку 5.2. Оскільки сильна денатурація білків, скорочення м'язових волокон і розчинення колагену в м’ясі та м’ясних продуктах відбуваються при більш високих температурах, при менших температурах більше вологи залишається зв’язаною з м'язовою тканиною м’яса, що призводить до отримання соковитих продуктів.

Теплова обробка зумовлює дегенерацію міофібрилярних, саркоплазматичних білків і білків сполучної тканини, призводить до структурних змін у м’ясі, модифікує структурно-механічні властивості. Проведені дослідження дали можливість довести перевагу використання розробленого БКАС у дослідних зразках порівняно з контрольними, які містять у складі фосфатні препарати. Це підтверджено зменшенням втрат маси при використанні різних способів теплової обробки м’ясних посічених напівфабрикатів (котлет) та відповідає результатам визначення функціонально-технологічних досліджень ВЗЗ, ВУЗ, ЖУЗ.

Підвищення температурних режимів доведення до кулінарної готовності контрольного і дослідних зразків обумовлює зміщення активної кислотності готових виробів в лужний бік. Це відбувається за рахунок інтенсивнішого утворення гідроксильних груп, в першу чергу з гідроксильних амінокислот серину, треоніну і тирозину при більш високих температурах термооброблення. Використання БКАС незалежно від способів теплової обробки – смаження, відварювання на парі, запікання або технології “Sous Vide” для дослідних зразків сприяє нижчому показнику pH порівняно з контрольними, що позитивно впливає на функціональні показники ВЗЗ, ВУЗ, ЖУЗ м’ясопродуктів посічених напівфабрикатів.

Показники пластичності характеризують структурно-механічні

властивості і свідчать про їх залежність від способів термооброблення напівфабрикатів та згідно отриманих результатів дослідні зразки переважають контрольні.

5.3. Органолептичні характеристики конрольних і дослідних зразків напівфабрикатів.

Проведено органолептичну оцінку доведених до кулінарної готовності різними способами теплової обробки – смаження, відварювання на пару, запікання і технології “Sous Vide” контрольних і дослідних зразків м’ясних посічених напівфабрикатів (котлет). Для здійснення оцінки проводилась сліпа дегустація, а також заповнено дегустаційні листи у відповідності до форми, встановленої у ДСТУ 4823:2007. Отримані результати досліджень були детально оброблені та графічно відображені на представлену на рисунках 5.2 і 5.3, а середній бал органолептичної оцінки зразка в таблиці 5.4.

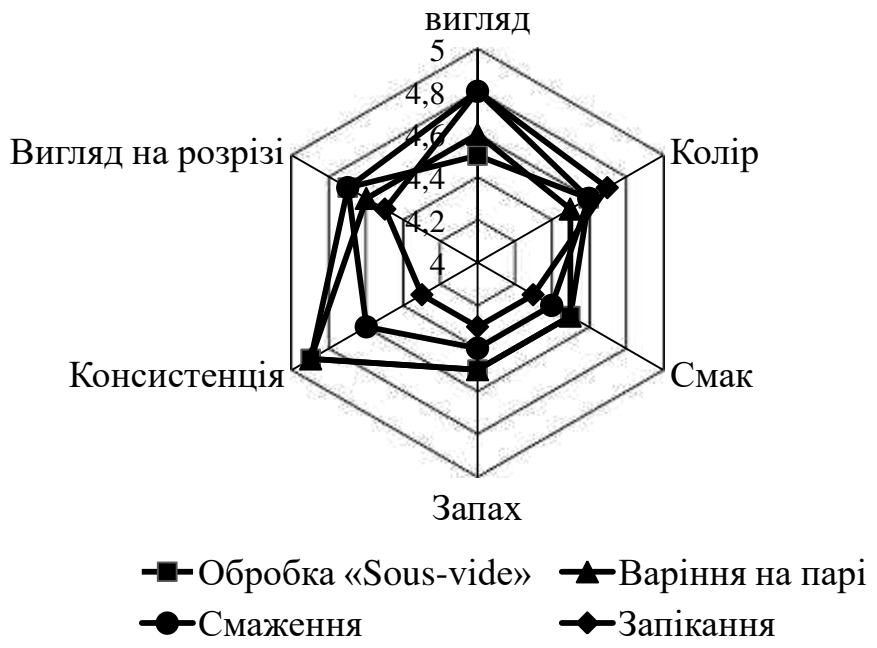

Рисунок 5.2 – Профілі якості органолептичних показників контрольних зразків котлет залежно від способів теплової обробки

В загальному оцінка зразків коливалась в межах 4,48 – 4,78. Аналізуючи результати зразків з використанням безфосфатного комплексу, можна зазначити що зразки котлет з його використанням переважали контрольні, особливо за смаком і консистенцією. За оцінкою зовнішнього вигляду, кольору, запаху і вигляду на розрізі дослідні зразки незалежно від виду кулінарної обробки переважали зразки з використанням в якості активних стабілізаторів фосфатні препарати.

Таблиця 5.4 – Середній бал органолептичної оцінки контрольного і дослідних зразків котлет залежно від способів теплової обробки

Вид кулінарної обробки	Середній бал органолептичної оцінки зразка	
	Контрольний	Дослідний
Обробка «Sous-vide»	4,62±0,11	4,78±0,09
Варіння на парі	4,60±0,09	4,75±0,10
Смаження	4,58±0,10	4,77±0,12
Запікання	4,48±0,12	4,68±0,11

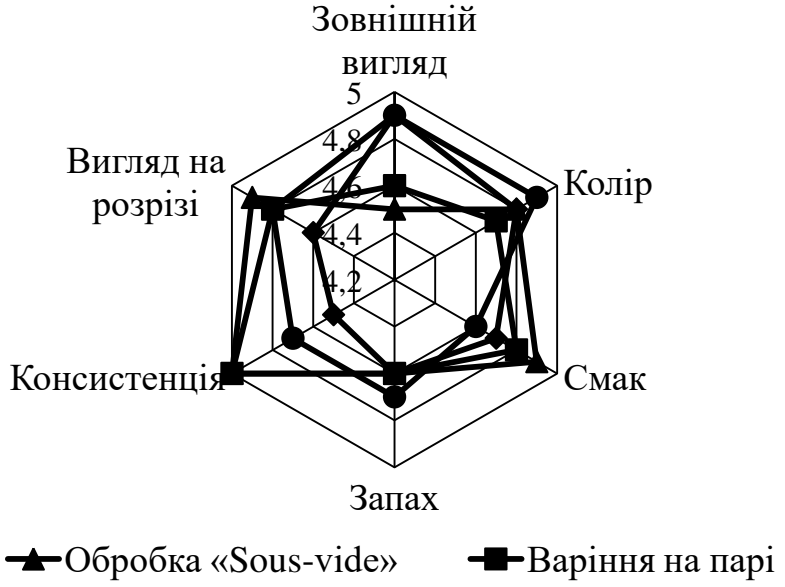

Рисунок 5.3 – Профілі якості органолептичних показників дослідних зразків котлет залежно від способів теплової обробки

Таким чином можна зробити висновок, що використання розробленого БКАС в кількості до 0,8% здатне підвищити функціональні властивості м’ясної сировини та позитивно впливає на сенсорні характеристики доведених до кулінарної готовності виробів. Представлені дані органолептичної оцінки відповідають інструментальним результатам досліджень ефективності дії розробленого комплексу на модельні м’ясні фаршеві системи посічених напівфабрикатів, а саме окиснювальні зміни ліпідів і білків, накопичення вторинних продуктів окиснення та зміни структурно-механічних характеристик модельних фаршевих м’ясних систем в процесі зберігання.

5.4. Дослідження показників активності води та мікробіологічної стабільності посічених напівфабрикатів при зберіганні.

Розуміння взаємодії матриці вода та їжа, ролі зволожувачів та ефекту «вільної вологи» у контролі росту мікроорганізмів, пригніченні ферментативної активності та модуляції швидкостей хімічних реакцій дали наукове обґрунтування стародавньому використанню кухонної солі, цукрів та природному видаленню води шляхом сушіння та копчення з метою збереження [194].

Активність води (a_w) визначається як відношення тиску водяної пари харчової системи до тиску насиченої водяної пари при даній температурі. Вимірювання показника a_w засновано на термодинамічному рівноважному стані води в системі. Значення a_w є важливим параметром в контролі росту мікроорганізмів в харчових продуктах. Цей показник характеризує наявність води в стані, яка може бути задіяна в біохімічних реакціях і може використовуватись мікроорганізмами для своєї життєдіяльності [195].

Визначення показника активності води проводили у зразках розморожених посічених напівфабрикатів, виготовлених з використанням в якості активних стабілізаторів харчових фосфатів (контрольний зразок – КЗ), безфосфатного комплексу активних стабілізаторів (дослідний зразок – ДЗ), а для порівняння досліджено базовий зразок без використання стабілізаторів

(базовий зразок – БЗ). Усі досліджувані зразки напівфабрикатів показали значення активності води допустимі для м'ясних продуктів цієї асортиментної групи в діапазоні 0,951 - 0,967 відповідно наведених результатів, представлених на на рисунку 5.4.

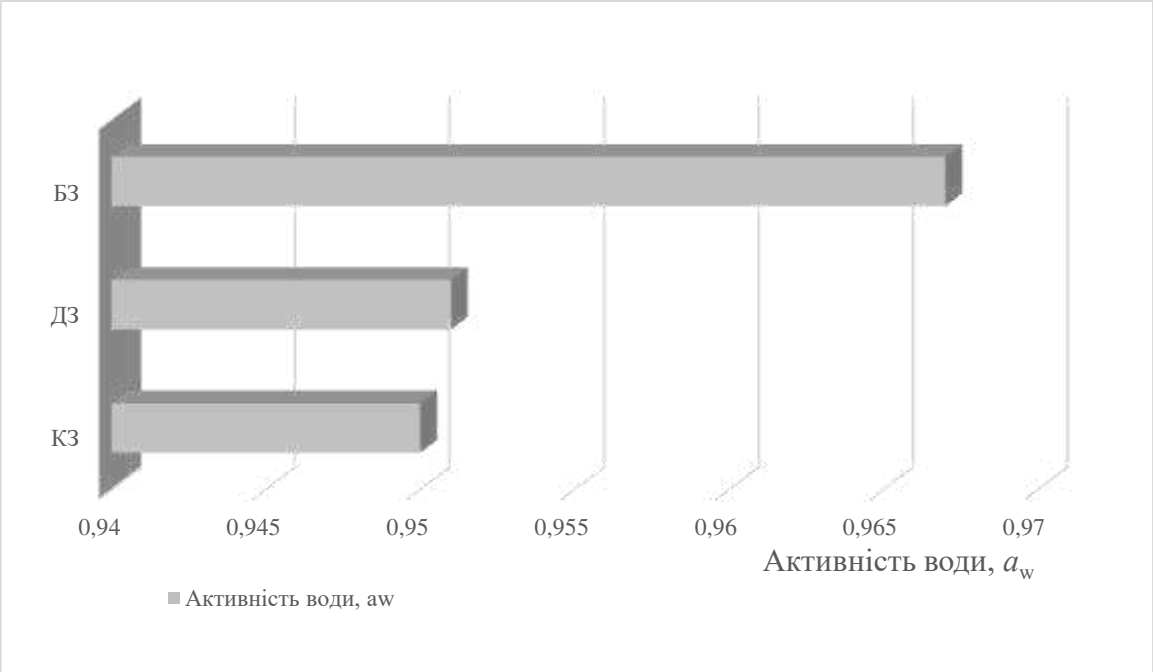

Рисунок 5.4 – Активність води у зразках напівфабрикатів з використанням активних стабілізаторів: фосфатного препарату (контрольний зразок – КЗ), безфосфатного комплексу активних стабілізаторів (дослідний зразок – ДЗ), базовий зразок без використання стабілізаторів (базовий зразок – БЗ).

За результатами визначення показника активності води a_w отримано наступні значення: для КЗ – 0,958, ДЗ – 0,951, а для базового зразка з використанням лише кухонної солі БЗ – 0,967.

Проведені дослідження активності води відповідають наведеній у літературному огляді інформації про позитивний вплив на мікробіологічні показники фосфатних препаратів, які володіють бактеріостатичним ефектом, так і консервувальною здатністю складових інгредієнтів розробленого БКАС та підтверджені наведеними нижче мікробіологічними дослідженнями.

Одним з важливих критеріїв якісної оцінки в технології м'яса і м'ясопродуктів є мікробіологічна стабільність і санітарно-гігієнічна безпечність

сировини і готових виробів. В першу чергу ці продукти є сприятливим поживним середовищем, а високий вміст в них вологи і різноманітність процесів, що протікають при зберіганні суттєво впливають на мікробіологічну стабільність.

Зростання мікроорганізмів, зокрема гнилісної мікрофлори, обумовлює розпад білків, поліпептидів, амінокислот, в тому числі і незамінних. Наведені негативні зміни каталізують ферментні системи мікроорганізмів та істотно знижують біологічну цінність продукту, погіршують органолептичні характеристики колір, запах і консистенцію та створюють передумови виникнення шкідливих для організму людини речовин.

Мікробіологічна стабільність посічених напівфабрикатів регламентована нормативним документом ДСТУ 4437:2005 «Напівфабрикати м'ясні та м'ясорослинні посічені. Технічні умови», згідної якої кількість:

– мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів, КУО в 1 г продукту, не більше ніж – $1x10^7$;

– бактерій групи кишкової палички (БГКП) в 0,001г продукту – не дозволено;

– патогенних мікроорганізмів, зокрема бактерії роду Salmonella, в 25 г продукту не дозволено;

– L. Monocytognes, у 25 г продукту – не дозволено.

Результати проведених мікробіологічних досліджень зразків котлет по визначенню кількості мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів, наявності бактерій групи кишкової палички протягом усього терміну зберігання котлет наведені у таблиці 5.5.

Протягом усього терміну зберігання контрольного і дослідного зразків посічених напівфабрикатів з БКАС встановлено, що усі зразки напівфабрикатів при зберіганні протягом 0-40 діб за вмістом мікроорганізмів відповідають вимогам ДСТУ 4437:2005 «Напівфабрикати м'ясні та м'ясорослинні посічені. Технічні умови» та не перевищують регламентовані нормативним документом показники за умови зберігання у замороженому стані за температури -18(±1) ºС.

Таблиця 5.5 – Мікробіологічні показники контрольного і дослідних зразків посічених напівфабрикатів з використанням безфосфатного комплексу активних стабілізаторів м'ясних систем під час зберігання

Назва показника	Тривалість зберігання, діб	Зразки напівфабрикатів		Допустимі рівні згідно з ДСТУ 4437:2005
		Контрольний	Дослідний	
Кількість МАФАнМ, КУО в 1 г	0	$4{,}0\times10^5$	$4{,}0\times10^5$	$\leq 1{,}0 \times 10^7$
	20	$4{,}7\times10^5$	$4{,}7\times10^5$	
	30	$5{,}4\times10^5$	$5{,}4\times10^5$	
	40	$1{,}2\times10^6$	$1{,}2\times10^5$	
Бактерії групи кишкової палички (коліформи), в 0,0001 г	0	–	–	Не дозволено
	20	Не виявлено	Не виявлено	
	30			
	40	–	–	
Патогенні мікроорганізми, в т.ч. бактерії роду Salmonella, в 25 г	0	–	–	Не дозволено
	20	Не виявлено	Не виявлено	
	30			
	40	–	–	
L.Monocytogenes, у 25 г	0	–	–	Не дозволено
	20	Не виявлено	Не виявлено	
	30			
	40	–	–	

5.5 Впровадження безфосфатного комплексу активних стабілізаторів та удосконаленої технології посічених напівфабрикатів у виробництво

Проведено комплекс заходів щодо виготовлення дослідно-промислових партій розробленого БКАС та м'ясних посічених напівфабрикатів з його використанням.

1. На основі проведених лабораторних досліджень, дегустаційних оцінок і виготовлення дослідно-промислових партій розроблено проєкт нормативних документів на ТУ та ТІ У 15.8-02070938-338:2025 «Композиції функціональні харчові: безфосфатний комплекс активних стабілізаторів для м'ясопереробної промисловості» і ТУ та ТІ У 10.1-02070938-339:2025 «Напівфабрикати м'ясні

та м’ясомісткі посічені з використанням безфосфатного комплексу активних стабілізаторів».

2. Виготовлено дослідно-промислові партії посічених напівфабрикатів з використанням безфосфатного комплексу активних стабілізаторів у виробничих умовах ТОВ «КІМ» Львівська область, ТОВ «АРЦИЗЬКА М’ЯСНА КОМПАНІЯ», ТОВ «АДВ» м. Дніпропетровськ.

3. Виготовлено дослідно-промислову партію БКАС згідно ТУ У 15.8-02070938-338:2025 «Композиції функціональні харчові: безфосфатний комплекс активних стабілізаторів для м’ясопереробної промисловості» впроваджена у виробництво на ТОВ «ФУДТЕК».

На рисунку 5.5 наведено удосконалену технологічну схему виготовлення посічених напівфабрикатів з використанням БКАС. За основу взято традиційну технологічну схему виготовлення м’ясних посічених напівфабрикатів з внесеними до неї відмінностями, визначеними за результатами проведених досліджень.

Технологічною схемою виробництва посічених напівфабрикатів передбачено наступні технологічні операції. Підготовка м’ясної сировини – розморожування, зачищення, обвалювання та знежилування свинячих туш або тушок птиці, подрібнення знежилованної сировини на вовчку через решітку з діаметром отворів 5-6 мм. В якості сировини для виробництва котлет «Домашня куряча» використовують м’ясо куряче червоне, шкурку курячу та свинину напівжирну в охолодженому та підмороженому стані. Для забезпечення регламентованого терміну придатності м’ясним посіченим напівфабрикатам, необхідно переробляти м’ясну і жирову сировину з низьким бактеріальним обсіменінням і дотримуванням санітарно-гігієнічних вимог до технологічного процесу. Гарантією того, що частинки м’яса будуть мати чистий зріз, є низька температура м’ясної і жирової сировини. Подрібнену сировину м’ясо птиці червоне за температури від -3…4 °С вносять у вакуумну фаршемішалку спірального або лопастного типу. Після перемішування протягом приблизно 20-30 с, не перериваючи процес, вносять попередньо

підготовлений розчин БКАС і кухонної солі, після чого продовжують перемішування ще 5 хв, що сприяє утворенню великої кількості активованого білка, підвищує ВЗЗ та обумовлює міцність текстури готових виробів.

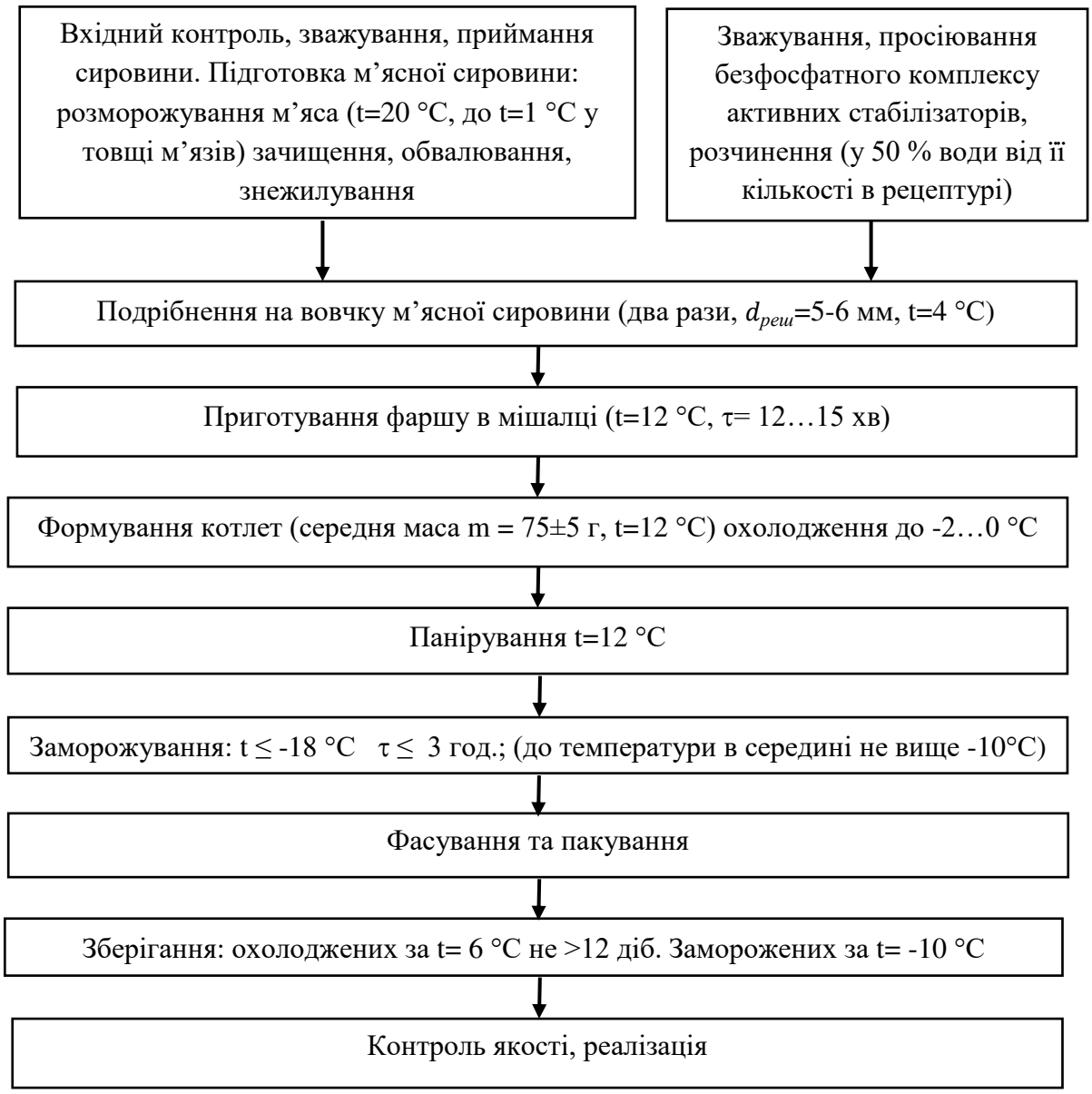

Рисунок 5.5 – Удосконалена технологічна схема виготовлення м'ясних посічених напівфабрикатів з використанням БКАС

Коли маса стане достатньо липкою, в неї вносять залишок вологи, шкурку курячу, манку, цибулю, часник, спеції та інші інгредієнти згідно рецептури. Всі інгредієнти ретельно перемішують, поки маса не стане злегка липкою і

блискучою. Приготування фаршу в мішалці відбувається за температури 10-12 ºС протягом 12-15 хв.

На наступному етапі підготовлений котлетний фарш формують на котлетному автоматі. Заморожування здійснюють у морозильних апаратах спірального або тунельного типу.

Посічені м’ясні вироби упаковують у вакуумну упаковку, причому кожна пара напівфабрикатів відокремлена від іншої спеціальною неклейкою паперовою прокладкою. Таке пакування усуває проблему холодного опіку при зберіганні в замороженому стані, так як присутня у вигляді льоду вода не може сублімуватися в газоподібний стан і випаруватися.

При тривалому зберіганні упакованих виробів в замороженому стані проявляється холодний опік, продукт пересихає і втрачає багато вологи при смаженні. У тому випадку, коли посічені м’ясні вироби не заморожують, а зберігають в умовах охолодження за температурах 0…4 °С, їх зазвичай укладають на піддон або лоток і обертають поліетиленовою плівкою, запобігаючи втраті вологи. Заморожені м’ясні котлети зберігають до 30 діб. До термічної обробки котлети готуються шляхом розморожування Термічна обробка проводиться шляхом розморожування за температури 20±2 °С протягом 1,5…2 год. та наступного смаження продукту до готовності. Посічені м’ясні вироби, як правило, смажать до досягнення температури в центрі 78…80 °С, що дозволяє гарантовано знищити сальмонели, Staphylococcus aureus, Listeria monocytogenes та E. coli, які в недосмажених виробах являють серйозну небезпеку. У той же час температури до 80 °С не викликають пережарювання і формування амінів. Крім того, присутність невеликих кристалів льоду в швидкозаморожених продуктах в поєднанні з частками тонкоподрібненого жиру сприяє швидкому переносу тепла при смаженні. Втрата жиру при смаженні більше залежить від розміру отворів решітки при подрібненні на вовчку, причому при термообробці більше втрачається дрібних частинок жиру в зв’язку з більшою площею поверхні. При зниженому вмісті жиру котлети з посіченого м’яса стають твердішими і менш соковитими.

Отримані зразки досліджуються за органолептичними, фізико-хімічними, мікробіологічними показниками а також вмістом токсичних елементів, нітрозамінів, пестицидів, афлатоксинів, гормональних препаратів, радіонуклідів та вмістом токсичних елементів у відповідності до ДСТУ 4437:2005 «Напівфабрикати м'ясні та м'ясо-рослинні посічені». Запропоноване удосконалення технології м'ясних посічених напівфабрикатів з використанням БКАС спрямоване на виготовлення безпечної з точки зору медико-біологіних рекомендацій продукції, яка рекомендована для вибору споживачам і відповідає тенденції «чистої етикетки», яка є актуальної згідно проведеного опитування і широко впроваджується в Європейському Союзі.

У ході виготовлення дослідно-промислових партій м'ясних посічених напівфабрикатів підтверджено результати експериментальних досліджень та правильність вибору інгредієнтів рецептури БКАС.

Для створення і використання БКАС в лабораторії ТОВ «ФУДТЕК» проведено дослідження якісного та кількісного складу препарату «Amidine SP-G», виробленого голландською компанією «BARENTZ» (Додаток ААА)

За результатами лабораторних досліджень в складі препарату ідентифіковано інгредієнти, наведені в таблиці 5.6.

Таблиця 5.6 – Результати дослідження якісного та кількісного складу препарату «Амідин»

№	Інгредієнт	Вміст, %
1	Хлорид натрію	0,29
2	Хлорид калію	0,37
1	Амінокислота гліцин	20,0
4	Речовини-загусники	2,34
5	Волога	77

Згідно проведених у розділі 3.2 досліджень по розробці комплексу нефосфатних вологоутримуючих добавок на основі активних стабілізаторів

м’ясних систем і визначення складу препарату «Амідин» для виготовлення БКАС використано амінокислоту гліцин у кількості 25,0 %, карбонат калію 48,75% та цитрат натрію 26,25%. Рекомендована кількість використання розробленого безфосфатного комплексу активних стабілізаторів у технології посічених напівфабрикатів не перевищує 0,8 % до кількості м’ясної сировини.

Технологічний процес виробництва БКАС у виробничих умовах передбачає наступні етапи: підготування сировини, змішування інгредієнтів, фасування, пакування і маркування. Підготування сировини передбачає зважування компонентів згідно з рецептурою. На спеціальному обладнанні – змішувачі, що призначений для отримання однорідної маси продукту шляхом перемішування, проводиться змішування складових компонентів. Принцип роботи змішувача полягає у механічному перемішуванні інгредієнтів продукту за допомогою лопаток ворушителя, жорстко закріпленого на валу що встановлений з можливістю його обертання всередині нерухомого циліндричного барабану. Апаратурно-технологічна схема виробництва БКАС рисунок 5.6, проста в апаратурному оформленні, з використанням обладнання для харчоконцетратної промисловості без додаткових капітальних затрат.

Проведено розрахунок економічної ефективності впровадження розробленого безфосфатного комплексу для виготовлення посічених напівфабрикатів. Аналіз отриманих результатів, свідчить, що котлета «Домашня куряча» з використанням БКАС має більшу собівартість готового продукту лише на 0,49% в порівнянні з продуктом де використовувався фосфатний препарат. Разом з тим розроблений безфосфатний комплекс є конкурентною альтернативою на ринку функціональних добавок для м’ясопереробної промисловості в Україні при використанні м’ясної сировини як з традиційним ходом автолітичних процесів, так і з відхиленням від класичного перебігу автолітичних змін в м’яній сировині тваринного походження і отриманої при переробці птиці. Гарантія якості і безпечності посічених напівфабрикатів з урахуванням євроінтеграційних процесів і запровадження в Україні соціально орієнтованої економіки забезпечує

соціальний ефект впровадження удосконаленої технології для продукції масового споживання, поглиблює міжгалузеву кооперацію та підтримує вітчизняних виробників функціональних добавок для харчової промисловості.

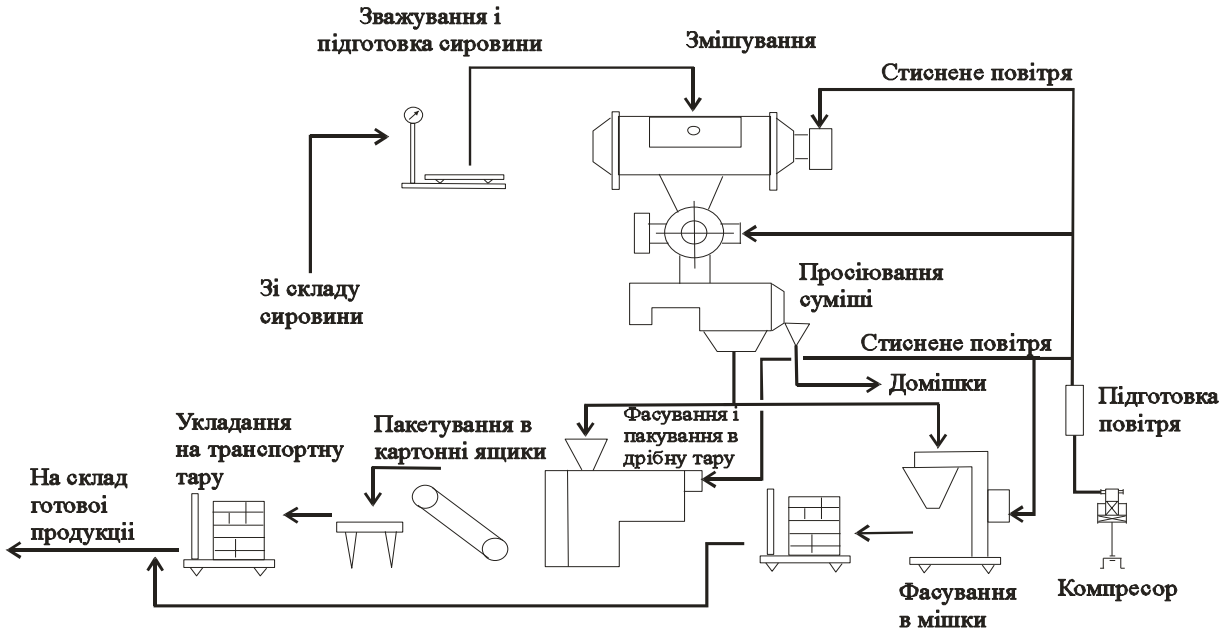

Рисунок 5.6 – Апаратурно-технологічна схема виробництва безфосфатного комплексу активних стабілізаторів

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 5

Виготовлено дослідні зразки котлет «Домашня куряча» з використанням БКАС та контрольні зразки з хачовими фосфатами та визначено вплив класичних способів теплової обробки – смаження, відварювання на парі і запікання охолоджених котлет та технології “Sous Vide”. Усі зразки дослідних груп незалежно від способів теплової обробки мають біля 1% нижчі втрати маси після теплової обробки**,** ніж зразки контрольної групи.

Підтверджено, що втрати при кулінарній обробці визначаються вмістом вологи та жиру в м’ясній системі та менші для виробів з розробленим БКАС, що корелює з результатами, наведеними в розділі 4.3.

Досліджено вплив технологічних параметрів і способів теплової обробки напівфабрикатів на функціонально-технологічні властивості дослідних зразків та доведено підвищення ВЗЗ на 0,4 - 2,3 %, ВУЗ на 1,8 - 2,3 %, ЖУЗ на 1,2 - 2,8 % модельних котлет з використанням розробленого БКАС у порівнянні з контрольними з харчовими фосфатами.

Використання розробленого БКАС в кількості до 0,8% підвищує функціональні властивості м’ясної сировини.

Доведено позитивний вплив розробленого БКАС на органолептичну оцінку готових виробів з середнім балом 4,68 - 4,78, які переважають контрольні зразки з середнім балом 4,48 - 4,62, особливо за смаком і консистенцією.

Результати органолептичної оцінки відповідають інструментальним результатам досліджень ефективності дії розробленого комплексу на модельні м’ясні фаршеві системи, а саме окиснювальні зміни ліпідів і білків, накопичення вторинних продуктів окиснення та зміни структурно-механічних характеристик модельних фаршів м’ясних систем в процесі заморожування – розморожування (розділ 4).

Встановлено, що розроблений БКАС сприяє зниженню залишкової мікрофлори і пригнічує її зростання в зразках посічених напівфабрикатів, що гарантує мікробіологічну стабільність протягом терміну зберігання у

замороженому стані за температури -18(±1) ºС. Бактеріостатичний ефект розробленого безфосфатного комплесу підтверджено зниженням показника активності води (a_w), який є важливим параметром в контролі росту мікроорганізмів в харчових продуктах.

Проведено комплекс заходів щодо виготовлення дослідно-промислових партій розробленого БКАС та удосконаленої технології м'ясних посічених напівфабрикатів з його ввикористанням.

Апаратурно-технологічна схема виробництва БКАС проста в апаратурному оформленні передбачає використання обладнання для харчоконцетратної промисловості без додаткових капітальних затрат.

У ході виготовлення дослідно-промислових партій м'ясних посічених напівфабрикатів підтверджено результати експериментальних досліджень та правильність вибору інгредієнтів рецептури БКАС.

Розроблений безфосфатний комплекс є конкурентною альтернативою на ринку функціональних добавок для м'ясопереробної промисловості в Україні при використанні м'ясної сировини як з традиційним ходом автолітичних процесів, так і з відхиленням від класичного перебігу автолітичних змін в м'яній сировині тваринного походження і отриманої при переробці птиці.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі, на основі проведених експериментальних та аналітичних досліджень, удосконалено технологію виробництва посічених м’ясних напівфабрикатів шляхом розробки та впровадження безфосфатного комплексу активних стабілізаторів. Це сприяло підвищенню функціонально-технологічних властивостей м’ясної сировини та дозволило використовувати інгредієнти природного походження у рецептурах, що відповідає сучасним тенденціям «чистого маркування» (Clean Label).

1. Обгрунтовано необхідність використання активних стабілізаторів м’ясних систем для підвищення функціонально-технологічних властивостей фаршів посічених напівфабрикатів. Обгрунтовано медико-біологічні ризики використання неорганічних фосфатів та перспективи їх заміни.

2. Обґрунтовано доцільність використання активних стабілізаторів м’ясних систем для покращення функціонально-технологічних властивостей фаршів посічених напівфабрикатів, зокрема підвищення водоутримувальної здатності, покращення текстурних характеристик та забезпечення стабільності структури готових виробів. З огляду на потенційні медико-біологічні ризики, пов’язані з надмірним споживанням неорганічних фосфатів, які можуть призводити до порушень кальцієво-фосфорного обміну, остеопорозу та інших негативних наслідків для здоров’я, обґрунтовано перспективність заміни неорганічних фосфатів на альтернативні стабілізуючі системи, що відповідають сучасним вимогам безпеки та якості харчових продуктів

3. Науково обґрунтовано рецептурний склад та отримані регресивні залежності щодо кількісного вмісту солей карбонату калію (48,75%), цитрату натрію (26,25%). та гліцину (25,0 %), у складі безфосфатного комплексу для забезпечення мінімальних втрат маси м’ясних фаршевих систем при термообробленні. Використання гліцину, як лужної амінокислоти у складі комплексу сприяє підвищенню вологозв’язувальної здатності білків м’яса PSE шляхом зсуву pH від ізоелектричної точки міофібрилярних білків, що покращує їх гідратацію та набухання м’язових волокон. При переробці DFD-сировини

додавання цього комплексу до м’ясних фаршів не руйнує актоміозиновий комплекс м’язової тканини, зберігаючи первинну структуру волокон та сприяючи їх розслабленню, що в сукупності підвищує вологозв’язувальну здатність м’яса.

4. Проведені комплексні дослідження впливу харчових фосфатів і безфосфатного комплексу активних стабілізаторів на м’ясні модельні системи для зразків із співвідношенням свинини нежирної/сала як 100/0%, 95/5%, 90/10%, 85/15% і 80/20% під час трьох циклів розморожування – заморожування свідчать про переваги БКАС, зокрема:

– встановлено втрати при розморожуванні 13,77% у контрольних зразках проти 13,53% у дослідних.

– доведено втрати при термооброблені 19,75% у контрольних зразках проти 18,61% у дослідних

– підтверджено зменшення утворених первинних продуктів окиснення ліпідів, а саме 0,45 мг MDA/кг у контрольних зразках проти 0,42 мг MDA/кг у дослідних зразках

– виявлено зниження накопичення вторинних продуктів окиснення ліпідів в другому періоді та різке зниження в наступний період зберігання в замороженому стані через нестійкість гідропероксидів та їх легкий розпад до низькомолекулярних сполук.

– доведено, що із збільшенням кількості жирної сировини в системі збільшується вміст карбонілів показника оцінки ступеня окислення білків, а їх значення для дослідних зразків нижчі у порівнянні з контрольними.

5. Доведено покращення функціонально-технологічних властивостей дослідних зразків з використанням розробленого БКАС у порівнянні з контрольними з харчовими фосфатами у зразках після класичних способів теплової обробки – смаження, відварювання на пару та запікання котлет.

6. Підтверджено, що втрати при кулінарній обробці в основному визначаються скороченням міофібрилярних білків (за температури 40-60 °С), скороченням колагену (за температури 60-70 °С), денатурацією актину (за

температури 70-80 °С), а також визначаються вмістом вологи та жиру в м’ясній системі та незалежно від способу теплового оброблення (технології “Sous Vide” або класичних способів) менші для виробів з розробленим без фосфатним комплексом активних стабілізаторів.

7. Розроблено проєкти нормативної документації ТУ та ТІ У 15.8-02070938-338:2025 «Композиції функціональні харчові: безфосфатний комплекс активних стабілізаторів для м’ясопереробної промисловості» і ТУ та ТІ У 10.1-02070938-339:2025 «Напівфабрикати м’ясні та м’ясомісткі посічені з використанням безфосфатного комплексу активних стабілізаторів». За удосконаленою технологією посічених напівфабрикатів проведено промислову апробацію на виробництвах ТОВ «КІМ» Львівська область, ТОВ «АРЦИЗЬКА М’ЯСНА КОМПАНІЯ», ТОВ «АДВ» м. Дніпро та на ТОВ «ФУДТЕК» впроваджено у виробництво дослідно-промислову партію безфосфатного комплексу активних стабілізаторів для м’ясопереробної промисловості

8. Розроблений безфосфатний комплекс є конкурентною альтернативою на ринку функціональних добавок для м’ясопереробної промисловості в Україні при використанні м’ясної сировини як з традиційним ходом автолітичних процесів, так і з відхиленням від класичного перебігу автолітичних змін в м’яній сировині тваринного походження і отриманої при переробці птиці.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Grasso, A. C., Hung, Y., Olthof, M. R., Brouwer, I. A., Verbeke, W. Understanding meat consumption in later life: A segmentation of older consumers in the EU // Food Quality and Preference. – 2021. – Vol. 93. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2021.104242

2. Carvalho, L. T., Pires, M. A., Baldin, J. C., Munekata, P. E. S., de Carvalho, F. A. L., Rodrigues, I., Polizer, Y. J., de Mello, J. L. M., Lapa-Guimarães, J., Trindade, M. A. Partial replacement of meat and fat with hydrated wheat fiber in beef burgers decreases caloric value without reducing the feeling of satiety after consumption // Meat Science. – 2019. – Vol. 147. – P. 53–59. – DOI: 10.1016/j.meatsci.2018.08.010

3. Barone, A. M., Banovic, M., Asioli, D., Wallace, E., Ruiz-Capillas, C., Grasso, S. The usual suspect: How to co-create healthier meat products // Food Research International. – 2021. – Vol. 143. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110304

4. Hyland, J. J., Henchion, M., McCarthy, M., McCarthy, S. N. The role of meat in strategies to achieve a sustainable diet lower in greenhouse gas emissions: A review // Meat Science. – 2017. – Vol. 132. – P. 189–195. – DOI: 10.1016/j.meatsci.2017.04.014

5. Resare Sahlin, K., Trewern, J. A systematic review of the definitions and interpretations in scientific literature of ‘less but better’ meat in high-income settings // Nature Food. – 2022. – Vol. 3. – P. 454–460. – DOI: 10.1038/s43016-022-00536-5

6. Clinquart, A., Ellies-Oury, M. P., Hocquette, J. F., Guillier, L., Santé-Lhoutellier, V., Prache, S. Review: On-farm and processing factors affecting bovine carcass and meat quality // Animal. – 2022. – Vol. 16, Suppl. 1. – Article 100426. – DOI: 10.1016/j.animal.2021.100426

7. Huang, S., Wang, L. M., Sivendiran, T., Bohrer, B. M. Review: Amino acid concentration of high protein food products and an overview of the current methods used to determine protein quality // Critical Reviews in Food Science and

Nutrition. – 2018. – Vol. 58, No. 15. – P. 2673–2678. – DOI: 10.1080/10408398.2017.1396202

8. Briggs, R. K., Legako, J. F., Broadway, P. R., Carroll, J. A., Burdick Sanchez, N. C., Ineck, N. E., Smith, Z. K., Ramanathan, R., Thornton, K. J. Effects of premortem stress on protein expression, steak color, oxidation, and myofibrillar fragmentation index in the longissimus lumborum // Animals. – 2024. – Vol. 14, No. 15. – Article 2170. – DOI: 10.3390/ani14152170

9. Juárez, M., Basarab, J. A., Baron, V. S., Valera, M., Larsen, I. L., Aalhus, J. L. Quantifying the relative contribution of ante- and post-mortem factors to the variability in beef texture // Meat Science. – 2012. – Vol. 92, No. 4. – P. 1878–1887. – DOI: 10.1016/j.meatsci.2012.07.002

10. Carrasco-García, A. A., Pardío-Sedas, V. T., León-Banda, G. G., Ahuja-Aguirre, C., Paredes-Ramos, P., Hernández-Cruz, B. C., Murillo, V. V. Effect of stress during slaughter on carcass characteristics and meat quality in tropical beef cattle // Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. – 2020. – Vol. 33, No. 10. – P. 1656–1665. – DOI: 10.5713/ajas.19.0804

11. Ponnampalam, E. N., Hopkins, D. L., Bruce, H., Li, D., Baldi, G., Bekhit, A. E. Causes and contributing factors to “dark cutting” meat: Current trends and future directions: A review // Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. – 2017. – Vol. 16, No. 2. – P. 400–430. – DOI: 10.1111/1541-4337.12258

12. Kiyimba, F., Hartson, S. D., Rogers, J., VanOverbeke, D. L., Mafi, G. G., Ramanathan, R. Changes in glycolytic and mitochondrial protein profiles regulate postmortem muscle acidification and oxygen consumption in dark-cutting beef // Journal of Proteomics. – 2021. – Vol. 232. – Article 104016. – DOI: 10.1016/j.jprot.2020.104016

13. Coutinho, M. A. da S., Ramos, P. M., da Luz e Silva, S., Martello, L. S., Pereira, A. S. C., Delgado, E. F. Divergent temperaments are associated with beef tenderness and the inhibitory activity of calpastatin // Meat Science. – 2017. – Vol. 134. – P. 61–67. – DOI: 10.1016/j.meatsci.2017.06.017

14. Ponnampalam, E. N., Hopkins, D. L., Giri, K., Jacobs, J. L., Plozza, T., Lewandowski, P., Bekhit, A. The use of oxidative stress biomarkers in live animals (in vivo) to predict meat quality deterioration postmortem (in vitro) caused by changes in muscle biochemical components // Journal of Animal Science. – 2017. – Vol. 95, No. 7. – P. 3012–3024. – DOI: 10.2527/jas.2016.0887

15. Hopkins, D. L., Ponnampalam, E. N., van de Ven, R. J., Warner, R. D. The effect of pH decline rate on the meat and eating quality of beef carcasses // Animal Production Science. – 2014. – Vol. 54, No. 4. – P. 407–413. – DOI: 10.1071/AN12314

16. Hocquette, J. F., Ellies-Oury, M. P., Lherm, M., Pineau, C., Deblitz, C., Farmer, L. Current situation and future prospects for beef production in Europe – A review // Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. – 2018. – Vol. 31, No. 7. – P. 1017–1035. – DOI: 10.5713/ajas.18.0196

17. Tschanz, L., Kaelin, I., Wróbel, A., Rohrmann, S., Sych, J. Characterisation of meat consumption across socio-demographic, lifestyle and anthropometric groups in Switzerland: results from the National Nutrition Survey menuCH // Public Health Nutrition. – 2022. – Vol. 25, No. 11. – P. 3096–3106. – URL: https://doi.org/10.1017/S136898002200101X

18. Sharma, R., Sehrawat, R., Ahlawat, S., Sharma, V., Thakur, M. S., Mishra, A. K., Arora, R., Tantia, M. S. Functional Quality Characteristics of the Meat from a Dual-Purpose Poultry Crossbreed Suitable for Backyard Rearing in Comparison to Commercial Broilers // Foods. – 2023. – Vol. 12, No. 13. – URL: https://doi.org/10.3390/foods12132434

19. Agarwal, S., McCullough, K. R., Fulgoni, V. L. Nutritional Effects of Removing a Serving of Meat or Poultry from Healthy Dietary Patterns: A Dietary Modeling Study // Nutrients. – 2023. – Vol. 15, No. 7. – URL: https://doi.org/10.3390/nu15071717

20. Connolly, G., Campbell, W. W. Poultry Consumption and Human Cardiometabolic Health-Related Outcomes: A Narrative Review // Nutrients. – 2023. – Vol. 15, No. 16. – URL: https://doi.org/10.3390/nu15163550

21. Connolly, G., Clark, C. M., Campbell, R. E., Byers, A. W., Reed, J. B., Campbell, W. W. Poultry Consumption and Human Health: How Much Is Really Known? A Systematically Searched Scoping Review and Research Perspective // Advances in Nutrition. – 2022. – Vol. 13, No. 6. – P. 2115–2124. – URL: https://doi.org/10.1093/advances/nmac074

22. Kalakuntla, S., Nagireddy, N. K., Panda, A. K., Jatoth, N., Thirunahari, R., Vangoor, R. R. Effect of dietary incorporation of n-3 polyunsaturated fatty acids rich oil sources on fatty acid profile, keeping quality and sensory attributes of broiler chicken meat // Animal Nutrition. – 2017. – Vol. 3, No. 4. – P. 386–391. – URL: https://doi.org/10.1016/j.aninu.2017.08.001

23. Le Bihan-Duval, E., Debut, M., Berri, C. M., Sellier, N., Santé-Lhoutellier, V., Jégo, Y., Beaumont, C. Chicken meat quality: genetic variability and relationship with growth and muscle characteristics // BMC Genetics. – 2008. – Vol. 9, Article 53. – URL: https://doi.org/10.1186/1471-2156-9-53

24. Petracci, M., Bianchi, M., Cavani, C. Pre-slaughter handling and slaughtering factors influencing poultry product quality // World's Poultry Science Journal. – 2010. – Vol. 66, No. 1. – P. 17–26. – URL: https://doi.org/10.1017/S0043933910000024

25. Yan, L., Kim, I. H. Effects of dietary ω-3 fatty acid-enriched microalgae supplementation on growth performance, blood profiles, meat quality, and fatty acid composition of meat in broilers // Journal of Applied Animal Research. – 2013. – Vol. 41, No. 4. – P. 392–397. – URL: https://doi.org/10.1080/09712119.2013.787361

26. Wang, Y. B., Xu, B. H. Effect of different selenium source (sodium selenite and selenium yeast) on broiler chickens // Animal Feed Science and Technology. – 2008. – Vol. 144, No. 3–4. – P. 306–314. – URL: https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2007.10.012

27. Kralik, G., Sak-Bosnar, M., Kralik, Z., Galović, O. Effects of β-Alanine Dietary Supplementation on Concentration of Carnosine and Quality of Broiler Muscle Tissue // The Journal of Poultry Science. – 2014. – Vol. 51, No. 2. – P. 151–156. – URL: https://doi.org/10.2141/jpsa.0130047

28. Marangoni, F., Corsello, G., Cricelli, C., Ferrara, N., Ghiselli, A., Lucchin, L., Poli, A. Role of poultry meat in a balanced diet aimed at maintaining health and wellbeing: an Italian consensus document // Food & Nutrition Research. – 2015. – Vol. 59. – Article 27606. – URL: https://doi.org/10.3402/fnr.v59.27606

29. Barbut, S., Sosnicki, A. A., Lonergan, S. M., Knapp, T., Ciobanu, D. C., Gatcliffe, L. J., Huff-Lonergan, E., Wilson, E. W. Progress in reducing the pale, soft and exudative (PSE) problem in pork and poultry meat // Meat Science. – 2008. – Vol. 79, No. 1. – P. 46–63. – URL: https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.07.031

30. Petracci, M., Cavani, C. Muscle Growth and Poultry Meat Quality Issues // Nutrients. – 2012. – Vol. 4, No. 1. – P. 1–12. – URL: https://doi.org/10.3390/nu4010001

31. Barbut, Sh., Leishman, E. M. Quality and Processability of Modern Poultry Meat // Animals. – 2022. – Vol. 12, No. 20. – URL: https://doi.org/10.3390/ani12202766

32. Yang, T., Yang, Y., Zhang, P., Li, W., Ge, Q., Yu, H., Wu, M., Xing, L., Qian, Zh., Gao, F., Liu, R. Quantitative proteomics analysis on the meat quality of processed pale, soft, and exudative (PSE)-like broiler pectoralis major by different heating methods // Food Chemistry. – 2023. – Vol. 426. – URL: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.136602

33. Che, S., Susta, L., Barbut, Sh. Effects of broiler chilling methods on the occurrence of pale, soft, exudative (PSE) meat and comparison of detection methods for PSE meat using traditional and Nix colorimeters // Poultry Science. – 2023. – Vol. 102, No. 10. – URL: https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.102907

34. de Avila Souza, M. A., Shimokomaki, M., Terra, N. N., Petracci, M. Oxidative changes in cooled and cooked pale, soft, exudative (PSE) chicken meat // Food Chemistry. – 2022. – Vol. 385. – URL: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.132471

35. Glamoclija, N., Starcevic, M., Janjic, J., Ivanovic, J., Boskovic, M., Djordjevic, J., Markovic, R., Baltic, M. Z. The Effect of Breed Line and Age on Measurements of pH-value as Meat Quality Parameter in Breast Muscles (m.

Pectoralis Major) of Broiler Chickens // Procedia Food Science. – 2015. – Vol. 5. – P. 89–92. – URL: https://doi.org/10.1016/j.profoo.2015.09.023

36. Droval, A. A., Benassi, V. T., Rossa, A., Prudencio, S. H., Paião, F. G., Shimokomaki, M. Consumer attitudes and preferences regarding pale, soft, and exudative broiler breast meat // Journal of Applied Poultry Research. – 2012. – Vol. 21, No. 3. – P. 502–507. – URL: https://doi.org/10.3382/japr.2011-00392

37. Qiao, M., Fletcher, D. L., Smith, D. P., Northcutt, J. K. The effect of broiler breast meat color on pH, moisture, water-holding capacity, and emulsification capacity // Poultry Science. – 2001. – Vol. 80, No. 5. – P. 676–680. – URL: https://doi.org/10.1093/ps/80.5.676

38. Carvalho, R. H., Ida, E. I., Madruga, M. S., Martínez, S. L., Shimokomaki, M., Estévez, M. Underlying connections between the redox system imbalance, protein oxidation and impaired quality traits in pale, soft and exudative (PSE) poultry meat // Food Chemistry. – 2017. – Vol. 215. – P. 129–137. – URL: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.07.182

39. Woelfel, R. L., Owens, C. M., Hirschler, E. M., Martinez-Dawson, R., Sams, A. R. The characterization and incidence of pale, soft, and exudative broiler meat in a commercial processing plant // Poultry Science. – 2002. – Vol. 81, No. 4. – P. 579–584. – URL: https://doi.org/10.1093/ps/81.4.579

40. Karunanayaka, D. S., Jayasena, D. D., Jo, C. Prevalence of pale, soft, and exudative (PSE) condition in chicken meat used for commercial meat processing and its effect on roasted chicken breast // Journal of Animal Science and Technology. – 2016. – Vol. 58, Article 27. – URL: https://doi.org/10.1186/s40781-016-0110-8

41. Zhang, L., Barbut, S. Effects of regular and modified starches on cooked pale, soft, and exudative; normal; and dry, firm, and dark breast meat batters // Poultry Science. – 2005. – Vol. 84, No. 5. – P. 789–796. – URL: https://doi.org/10.1093/ps/84.5.789

42. Bošković Cabrol, M., Xiccato, G., Petracci, M., Hernández Pérez, P., Mayr Marangon, C., Trocino, A. Nutritional Composition, Technological Quality, and Sensory Attributes of Chicken Breast Meat Affected by White Striping, Wooden

Breast, and Spaghetti Meat: A Comprehensive Evaluation // Foods. – 2024. – Vol. 13, No. 24. – URL: https://doi.org/10.3390/foods13244007

43. Barbut, S., Zhang, L., Marcone, M. Effects of pale, normal, and dark chicken breast meat on microstructure, extractable proteins, and cooking of marinated fillets // Poultry Science. – 2005. – Vol. 84, No. 5. – P. 797–802. – URL: https://doi.org/10.1093/ps/84.5.797

44. Desai, M. A., Jackson, V., Zhai, W., Suman, S. P., Nair, M. N., Beach, C. M., Schilling, M. W. Proteome basis of pale, soft, and exudative-like (PSE-like) broiler breast (Pectoralis major) meat // Poultry Science. – 2016. – Vol. 95, No. 1. – P. 2696–2706. – URL: https://doi.org/10.3382/ps/pew213

45. Petracci, M., Soglia, F., Madruga, M., Carvalho, L., Ida, E., Estévez, M. Wooden-Breast, White Striping, and Spaghetti Meat: Causes, Consequences and Consumer Perception of Emerging Broiler Meat Abnormalities // Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. – 2019. – Vol. 18, No. 2. – P. 565–583. – URL: https://doi.org/10.1111/1541-4337.12431

46. Soglia, F., Petracci, M., Davoli, R., Zappaterra, M. A critical review of the mechanisms involved in the occurrence of growth-related abnormalities affecting broiler chicken breast muscles // Poultry Science. – 2021. – Vol. 100, No. 6. – URL: https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101180

47. Baldi, G., Soglia, F., Mazzoni, M., Sirri, F., Canonico, L., Babini, E., Laghi, L., Cavani, C., Petracci, M. Implications of white striping and spaghetti meat abnormalities on meat quality and histological features in broilers // Animal. – 2018. – Vol. 12, No. 1. – P. 164–173. – URL: https://doi.org/10.1017/S1751731117001069

48. Kuttappan, V. A., Shivaprasad, H. L., Shaw, D. P., Valentine, B. A., Hargis, B. M., Clark, F. D., McKee, S. R., Owens, C. M. Pathological changes associated with white striping in broiler breast muscles // Poultry Science. – 2013. – Vol. 92, No. 2. – P. 331–338. – URL: https://doi.org/10.3382/ps.2012-02646

49. Sihvo, H. K., Immonen, K., Puolanne, E. Myodegeneration with fibrosis and regeneration in the pectoralis major muscle of broilers // Veterinary Pathology. –

2014. – Vol. 51, No. 3. – P. 619–623. – URL: https://doi.org/10.1177/0300985813497488

50. Che, S., Wang, C., Varga, C., Barbut, S., Susta, L. Prevalence of breast muscle myopathies (spaghetti meat, woody breast, white striping) and associated risk factors in broiler chickens from Ontario, Canada // PLoS ONE. – 2022. – Vol. 17, No. 4. – URL: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0267019

51. Bordignon, F., Xiccato, G., Boskovic Cabrol, M., Birolo, M., Trocino, A. Factors affecting breast myopathies in broiler chickens and quality of defective meat: a meta-analysis // Frontiers in Physiology. – 2022. – Vol. 13. – URL: https://doi.org/10.3389/fphys.2022.933235

52. Lackner, J., Hess, V., Stef, L., Sauerwein, H. Effects of feeding different histidine to lysine ratios on performance, meat quality, and the occurrence of breast myopathies in broiler chickens // Poultry Science. – 2022. – Vol. 101, No. 2. – URL: https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101568

53. Tasoniero, G., Zhuang, H., Gamble, G. R., Bowker, B. C. Effect of spaghetti meat abnormality on broiler chicken breast meat composition and technological quality // Poultry Science. – 2020. – Vol. 99, No. 3. – P. 1724–1733. – URL: https://doi.org/10.1016/j.psj.2019.10.069

54. Pereira, M. R., Mello, J. L. M., Oliveira, R. F., Villegas-Cayllahua, E. A., Cavalcanti, E. N. F., Fidelis, H. A., Ferrari, F. B., Giampietro-Ganeco, A., Souza, P. A., Borba, H. Effect of freezing on the quality of breast meat from broilers affected by White Striping myopathy // Poultry Science. – 2022. – Vol. 101, No. 2. – URL: https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101607

55. Mourot J. Optimising the nutritional and sensorial profile of pork / J. Mourot // Improving the Sensory and Nutritional Quality of Fresh Meat / ed. by J.P. Kerry, D. Ledward. – Cambridge : Woodhead Publishing, 2009. – P. 342–355. – (Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition). – DOI: https://doi.org/10.1533/9781845695439.3.342

56. Xing T., Gao F., Tume R.K., Zhou G., Xu X. Stress effects on meat quality: a mechanistic perspective // Comprehensive Reviews in Food Science and

Food Safety. – 2019. – Vol. 18. – P. 380–401. – DOI: https://doi.org/10.1111/1541-4337.12417

57. Wang Y., Liu R., Hou Q., Tian X., Fan X., Zhang W., Zhou G. Comparison of activity, expression and S-nitrosylation of glycolytic enzymes between pale, soft and exudative and red, firm and non-exudative pork during post-mortem aging // Food Chemistry. – 2020. – Vol. 314. – Article 126203. – DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126203

58. Wang Y., Thakali K., Morse P., Shelby S., Chen J., Apple J., Huang Y. Comparison of growth performance and meat quality traits of commercial cross-bred pigs versus the Large Black pig breed // Animals. – 2021. – Vol. 11, No. 1. – Article 200. – DOI: https://doi.org/10.3390/ani11010200

59. Wang T., Li J., Shao Y., Yao W., Xia J., He Q., Huang F. The effect of dietary garcinol supplementation on oxidative stability, muscle postmortem glycolysis and meat quality in pigs // Meat Science. – 2020. – Vol. 161. – Article 107998. – DOI: https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.107998

60. Wan X., Wang D., Xiong Q., et al. Elucidating a molecular mechanism that the deterioration of porcine meat quality responds to increased cortisol based on transcriptome sequencing // Scientific Reports. – 2016. – Vol. 6. – Article 36589. – DOI: https://doi.org/10.1038/srep36589

61. Li S., Diao X., Mao X., Liu H., Shan K., Zhao D., Zhou G., Li C. The red, firm, non-exudative and pale, soft, exudative pork have different in vitro digestive properties of protein // Meat Science. – 2023. – Vol. 198. – Article 109110. – DOI: https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2023.109110

62. van der Wal P.G., Engel B., Reimert H.G.M. The effect of stress, applied immediately before stunning, on pork quality // Meat Science. – 1999. – Vol. 53, No. 2. – P. 101–106. – DOI: https://doi.org/10.1016/S0309-1740(99)00039-X

63. Aaslyng M.D., Hviid M. Meat quality in the Danish pig population anno 2018 // Meat Science. – 2020. – Vol. 163. – Article 108034. – DOI: https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.108034

64. Aaslyng M.D., Gade P.B. Low stress pre-slaughter handling: effect of lairage time on the meat quality of pork // Meat Science. – 2001. – Vol. 57, No. 1. – P. 87–92. – DOI: https://doi.org/10.1016/S0309-1740(00)00081-4

65. . Xu Z., Shao Y., Xu H., Wang Y., Ma X., Liu D., Zhang L., Du T., Wang Z. Transcriptome-based analysis of early post-mortem formation of pale, soft, and exudative (PSE) pork // Meat Science. – 2022. – Vol. 194. – Article 108962. – DOI: https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2022.108962

66. Shai, B. Chapter 12 – Ingredient Addition and Impacts on Quality, Health, and Consumer Acceptance // Poultry Quality Evaluation / за ред. M. Petracci, C. Berri. – Cambridge: Woodhead Publishing, 2017. – P. 291–311. – (Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition).

67. Petracci, M., Bianchi, M., Mudalal, S., Cavani, C. Functional ingredients for poultry meat products // Trends in Food Science & Technology. – 2013. – Vol. 33, No. 11. – P. 27–39.

68. O'Grady, M. N., Kerry, J. P. 23 – The effect of non-meat ingredients on quality parameters in meat and poultry // Chemical Deterioration and Physical Instability of Food and Beverages / за ред. F. Delorenzo. – Cambridge: Woodhead Publishing, 2010. – P. 701–725.

69. Kumar, P., Chatli, M. K., Mehta, N., Singh, P., Malav, O. P., Verma, A. K. Meat analogues: Health promising sustainable meat substitutes // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. – 2017. – Vol. 57, No. 5.

70. Klopcic, M., Kuipers, A., Hocquette, J. F. Consumer attitudes to food quality products: emphasis on Southern Europe. – Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 2012.

71. Cheung, T. T., Junghans, A. F., Dijksterhuis, G. B., Kroese, F., Johansson, P., Hall, L., De Ridder, D. T. Consumers' choice-blindness to ingredient information // Appetite. – 2016. – P. 2–12.

72. Asioli, D., Aschemann-Witzel, J., Caputo, V., Vecchio, R., Annunziata, A., Næs, T., Varela, P. Making sense of the "clean label" trends: A review of

consumer food choice behavior and discussion of industry implications // Food Research International. – 2017. – Vol. 99, Part 1. – P. 58 –71.

73. Calderón, L. A., Iglesias, L., Laca, A., Herrero, M., Díaz, M. The utility of Life Cycle Assessment in the ready meal food industry // Resources, Conservation and Recycling. – 2010. – Vol. 54, No. 12. – P. 1196–1207.

74. Wahidul K. Biswas, Gary Naude, A life cycle assessment of processed meat products supplied to Barrow Island: A Western Australian case study, Journal of Food Engineering, Volume 180, 2016, Pages 48-59, https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2016.02.008.

75. Puolanne E., Halonen M. Theoretical aspects of water-holding in meat / *Meat Science*. 2010. Vol. 86(1). P. 151-165. ISSN. 0309-1740. URL: https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.04.038

76. Younes M., Aquilina G., Castle L., Engel K.H., Fowler P., Frutos Fernandez M.J., Fürst P., Gürtler R., Husøy T., Mennes W., Moldeus P., Oskarsson A., Shah R., Waalkens-Berendsen I., Wölfle D., Aggett P., Cupisti A., Fortes C., Kuhnle G., Lillegaard I.T., Scotter M., Giarola A., Tard A., Gundert-Remy U. Reevaluation of phosphoric acid–phosphates – di-, tri- and polyphosphates (E 338–341, E 343, E 450–452) as food additives and the safety of proposed extension of use / *EFSA Journal*. 2019. Vol. 17(6). pp. e05674. URL: https://doi.org/10.2903/j.efsa.2019.5674

77. Ritz E., Hahn K., Ketteler M., Kuhlmann M.K., Mann J. Phosphate additives in food - a health risk / *Deutsches Arzteblatt ¨ International*. 2012. Vol. 109(4). P. 49-55. URL: https://doi.org/10.3238/arztebl.2012.0049

78. Pinton M.B., Correa L.P., Facchi M.M.X., Heck R.T., Leães Y.S.V., Cichoski A.J., Lorenzo J.M., dos Santos M., Pollonio M.A.R., Campagnol P.C.B. Ultrasound: A new approach to reduce phosphate content of meat emulsions / *Meat Science*. 2019. Vol. 152. P. 88–95. URL: https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.02.010

79. Lampila L.E. Applications and functions of food-grade phosphates / *Ann. N Y. Acad. Sci*. 2013. Vol. 1301. P. 37-44. URL: https://doi.org/10.1111/nyas.12230.

80. Singh A.K., Ramakanth D., Kumar A., Lee Y.S., Gaikwad K.K. Active packaging technologies for clean label food products: A review / *Journal of Food Measurement and Characterization*. 2021. Vol. 15(5). P. 4314–4324. URL: https://doi.org/10.1007/s11694-021-01024-3

81. Pinton M.B., dos Santos B.A., Lorenzo J.M., Cichoski A.J., Boeira C.P., Campagnol P.C.B. Green technologies as a strategy to reduce NaCl and phosphate in meat products: An overview / *Current Opinion in Food Science*. 2021. Vol. 40. P. 1–5. URL: https://doi.org/10.1016/j.cofs.2020.03.011

82. Delgado-Pando G., Ekonomou S.I., Stratakos A.C., Pintado T. Clean label alternatives in meat products / *Foods*. 2021. Vol. 10(7). URL: https://doi.org/10.3390/foods10071615

83. Thangavelu K.P., Kerry J.P., Tiwari B.K., McDonnell C.K. Novel processing technologies and ingredient strategies for the reduction of phosphate additives in processed meat / *Trends in Food Science and Technology*. 2019. Vol. 94. P. 43–53. URL: https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.10.001

84. Cao C., Yuan D., Li X., Kong B., Chen Q., Sun F., Liu Q. Reduction ofphosphate content in frankfurters by up to 50% using micronized cold-pressed sesame seed cake / *Meat Science*. 2022. Vol. 185. URL: https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108708

85. . Faustino M., Veiga M., Sousa P., Costa E.M., Silva S., Pintado M. Agro-food byproducts as a new source of natural food additives / *Molecules*. Vol. 24(6). P. 1–23. URL: https://doi.org/10.3390/molecules24061056

86. Goemaere O., Glorieux S., Govaert M., Steen L., Fraeye I. Phosphate elimination in emulsified meat products: Impact of protein-based ingredients on quality characteristics / *Foods*. 2021. Vol. 10(4). URL: https://doi.org/10.3390/foods10040882

87. Balestra F., Petracci M. Technofunctional ingredients for meat products: Current challenges. In C. M. Galanakis (Ed.) / *Sustainable meat production and processing*. 2019. P. 45-68. URL: https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814874-7.00003-1

88. Kim J.S., Schnee R., Park J.W. Chemical and functional properties of various blends of phosphates / *Journal of Food Quality*. 2009. Vol. 32. P. 504-521. URL: https://doi.org/10.1111/j.1745-4557.2009.00265.x

89. Glorieux S., Goemaere O., Steen L., Fraeye I. Phosphate Reduction in Emulsified Meat Products: Impact of Phosphate Type and Dosage on Quality Characteristics / *Food Technol. Biotechnol*. 2017. Vol. 55(3). P. 390-397. URL: https://doi.org/10.17113/ftb.55.03.17.5089

90. Resconi V.C., Keenan D.F., Gough S., Doran L., Allen P., Kerry J.P., Hamill R.M. Response surface methodology analysis of rice starch and fructooligosaccharides as substitutes for phosphate and dextrose in whole muscle cooked hams / *LWT - Food Science & Technology*. 2015. Vol. 64(2). P. 946–958. URL: https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.06.053

91. Powell M.J., Sebranek J.G., Prusa K.J., Tart´e R. Evaluation of citrus fiber as a natural replacer of sodium phosphate in alternatively-cured all-pork Bologna sausage / *Meat Science*. 2019. Vol. 157. URL: https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.107883

92. Wu Q., Zang W., Zhao B., Wang S., Zhang S., Zhu N., Liu M., Li S., Lv G., Liu B., Zhao Y., Qiao X. Effect of citrus fiber on the phosphate-mediated gel properties of myofibrillar protein and partial replacement of phosphate / *LWT*. 2023. Vol. 173. URL: https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.114274

93. Palanisamy Thangavelu K., Tiwari B., Kerry J.P., McDonnell C.K., Álvarez C. Phosphate replacing potential of apple pomace and coffee silver skin in Irish breakfast sausage using a mixture design approach / *Meat Science*. 2022. Vol. 185. URL: https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108722

94. Öztürk B., Serdaroğlu M. Effects of Jerusalem artichoke powder and sodium carbonate as phosphate replacers on the quality characteristics of emulsified

chicken meatballs / *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*. 2018. Vol. 38(1). P. 26-42. URL: https://doi.org/10.5851/kosfa.2018.38.1.026

95. Jo K., Lee S., Jo C., Jeon H.J., Choe J.H., Choi Y.S., Jung S. Utility of winter mushroom treated by atmospheric non-thermal plasma as an alternative for synthetic nitrite and phosphate in ground ham / *Meat Science*. 2020. Vol. 166. URL: https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108151

96. Jo K., Lee J., Jung S. Quality characteristics of low-salt chicken sausage supplemented with a winter mushroom powder / *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*. 2018. Vol. 38(4). P. 768-779. URL: https://doi.org/10.5851/kosfa.2018.e15

97. Choe J., Lee J., Jo K., Jo C., Song M., Jung S. Application of winter mushroom powder as an alternative to phosphates in emulsion-type sausages / *Meat Science*. 2018. Vol. 143. P. 114–118. URL: https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.04.038

98. Pérez-Montes A., Rangel-Vargas E., Lorenzo J.M., Romero L., Santos E.M. Edible mushrooms as a novel trend in the development of healthier meat products / *Current Opinion in Food Science*. 2021. Vol. 37. P. 118-124. URL: https://doi.org/10.1016/j.cofs.2020.10.004

99. Chun S., Chambers E., Chambers D.H. Effects of shiitake (*lentinus edodes p.*) mushroom powder and sodium tripolyphosphate on texture and flavor of pork patties / *Foods*. 2020. Vol. 9(5). URL: https://doi.org/10.3390/foods905061

100. Strashynskiy I., Grechko V., Fursik O., Pasichnyi V., Marynin A. Influence of temperature modes of processing chia seed meal gel on its rheological and functional-technological properties / ScienceRise. 2021. Vol. 6. P. 11-17. URL: https://doi.org/10.21303/2313-8416.2021.002226

101. Căamara A.K.F.I., Vidal V.A.S., Santos M., Bernardinelli O.D., Sabadini E., Pollonio M.A.R. Reducing phosphate in emulsified meat products by adding chia (*Salvia hispanica L.*) mucilage in powder or gel format: A clean label technological strategy / *Meat Science*. 2020. Vol. 163. URL: https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108085

102. . de Medeiros V.P.B., Pimentel T.C., Sant'Ana A.S., Magnani M. Microalgae in the meat processing chain: feed for animal production or source of techno-functional ingredients / *Current Opinion in Food Science*. 2021. Vol. 37. P. 125–134. URL: https://doi.org/10.1016/j.cofs.2020.10.014

103. Jeong J.Y. Determining the optimal level of natural calcium powders and whey protein concentrate blends as phosphate replacers in cooked ground pork products / *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*. 2018. Vol. 38(6). P. 1246–1252. URL: https://doi.org/10.5851/kosfa.2018.e59

104. Cho M.G., Jeong J.Y. Effects of calcium powder mixtures and binding ingredients as substitutes for synthetic phosphate on the quality properties of ground pork products / *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*. 2018. Vol. 38(6). P. 1179–1188. URL: https://doi.org/10.5851/kosfa.2018.e49

105. Estévez M. Critical overview of the use of plant antioxidants in the meat industry: Opportunities, innovative applications and future perspectives / *Meat Science*. 2021. Vol. 181 URL: https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108610

106. INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF THE ROSEMARY EXTRACT ON THE OXIDIZING STABILITY OF FATS OF SEMI-SMOKED SAUSAGES WITH PEKING DUCK MEAT / N. Bozhko et al. EUREKA: Life Sciences. 2020. Vol. 3. P. 18–25. URL: https://doi.org/10.21303/2504-5695.2020.001321

107. І. Страшинський, М. Грицай. Особливості застосування неорганічних замінників фосфатів у технології виробництва м'яса. Харчова промисловість. 2023. № 33-34. С. 25–34. URL: https://doi.org/10.24263/2225-2916-2023-33-34-5

108. Kim S., Thiessen P.A., Bolton E.E., Chen J., Fu G., Gindulyte A., Han L., He J., He S., Shoemaker B.A., Wang J., Yu B., Zhang J., Bryant S.H. PubChem Substance and Compound databases / *Nucleic Acids Research*. 2016. Vol. 44(1). P. D1202-D1213. URL: https://doi.org/10.1093/nar/gkv951

109. Hui Y.H. Handbook of Meat and Meat Processing (2nd ed.) / *CRC Press*. 2012. URL: https://doi.org/10.1201/b11479

110. Xiong Y.L. Non-meat ingredients and additives. In: Hui, Y.H. (Ed.), Handbook of Meat and Meat Processing / *CRC Press, Boca Raton*. 2012. pp. 573e588.

111. Petracci M., Bianchi M., Mudalal S., Cavani C. Functional ingredients for poultry meat products / *Trends in Food Science & Technology.* 2013. Vol. 33(11). P. 27-39. URL: https://doi.org/10.1016/j.tifs.2013.06.004

112. Bertram H.C., Meyer R.L., Wu Z., Zhou X., Andersen H.J. Water distribution and microstructure in enhanced pork / *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2008. Vol. 56(16). P. 7201-7207. URL: https://doi.org/10.1021/jf8007426

113. Kaewthong P., Wattanachant S. Optimizing the electrical conductivity of marinade solution for water-holding capacity of broiler breast meat / *Poultry Science*. 2018. Vol. 97(2). P. 701-708. URL: https://doi.org/10.3382/ps/pex334

114. Sheard P.R., Tali A. Injection of salt, tripolyphosphate and bicarbonate marinade solutions to improve the yield and tenderness of cooked pork loin / *Meat Science*. 2004. Vol. 68(2). P. 305-311. URL: https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2004.03.012

115. Mudalal S., Petracci M., Tappi S., Rocculi P., Cavani C. Comparison between the Quality Traits of Phosphate and Bicarbonate-Marinated Chicken Breast Fillets Cooked under Different Heat Treatments / *Food and Nutrition Sciences*. 2014. Vol. 5(1). P. 35-44. URL: http://dx.doi.org/10.4236/fns.2014.51005

116. Hasnain A., Saleem R., Ahmad R. Biochemical Variations in Salt Soluble Fractions of Ultrasonicated Actomyosin Isolated from Broiler Breast-Muscle / *International Journal of Food Properties*. 2016. Vol. 19(10). P. 2284–2296. URL: https://doi.org/10.1080/10942912.2015.1130722

117. Lee N., Sharma V., Brown N., Mohan A. Functional properties of bicarbonates and lactic acid on chicken breast retail display properties and cooked meat quality / *Poultry Science*. 2015. Vol. 94(2). P. 302-310. URL: https://doi.org/10.3382/ps/peu063

118. Malila Y., Gozzi G., Vannini L., Dellarosa N., Laghi L., Petracci M., Benjakul S., Visessanguan W.J. Influence of non-phosphate and low-sodium salt

marination in combination with tumbling process on properties of chicken breast meat affected by white striping abnormality / *Journal of Food Science*. 2021. Vol. 86(2). P. 319-326. URL: https://doi.org/10.1111/1750-3841.15565

119. Lopez K., Schilling M.W., Armstrong T.W., Smith B.S., Corzo A. Sodium chloride concentration affects yield, quality, and sensory acceptability of vacuum-tumbled marinated broiler breast fillets / *Poultry Science*. 2012. Vol. 91(5). P. 1186-1194. URL: https://doi.org/10.3382/ps.2011-01733

120. Mudalal S., Lorenzi M., Soglia F., Cavani C., Petracci M. Implications of white striping and wooden breast abnormalities on quality traits of raw and marinated chicken meat / *Animal*. 2015. Vol. 9(4). P. 728-734. URL: https://doi.org/10.1017/S175173111400295X

121. Wongmaneepratip W., Vangnai K. Effects of oil types and pH on carcinogenic polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in grilled chicken / *Food Control*. 2017. Vol. 79. P. 119-125. URL: https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.03.029

122. Sharedeh D., Gatellier P., Astruc T., Daudin J.D. Effects of pH and NaCl levels in a beef marinade on physicochemical states of lipids and proteins and on tissue microstructure / *Meat Science*. 2015. Vol. 110. P. 24-31. URL: https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.07.004

123. Booren B.L., Castell-Perez M.E., Miller R.K. Effect of meat enhancement solutions with hydroxypropyl methylcellulose and konjac flour on texture and quality attributes of pale, soft, and exudative pork / *Journal of Texture Studie*. 2017. Vol. 48(5). P. 403-414. URL: https://doi.org/10.1111/jtxs.12243

124. Woelfel R.L., Sams A.R. Marination performance of pale broiler breast meat / *Poultry Science*. 2001. Vol. 80(10). P. 1519-1522. URL: https://doi.org/10.1093/ps/80.10.1519

125. Latoch A., Czarniecka-Skubina E., Moczkowska-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(19). URL: https://doi.org/10.3390/foods12193638

126. Santos V.M.O.D., Caldara F.R., Seno L.D.O., Feijó G.L.D., Paz I.C.D.L.A., Garcia R.G., Altemio Â.D.C. Marinade with alkaline solutions for the improvement of pork quality / *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 2012. Vol. 47(11). URL: https://doi.org/10.1590/S0100-204X2012001100013

127. Sindelar J.J., Prochaska F., Britt J., Smith G.L., Miller R.K., Templeman R., Osburn W.N. Strategies to eliminate atypical flavours and aromas in sow loins. I. Optimization of sodium tripolyphosphate, sodium bicarbonate, and injection level / *Meat Science*. 2003. Vol. 65(4). P. 1211-1222. URL: https://doi.org/10.1016/S0309-1740(03)00027-5

128. Mohan A., Jaico T., Kerr W., Singh R. Functional properties of bicarbonates on physicochemical attributes of ground beef / *LWT-Food Science and Technology*. 2016. Vol. 70. P. 333-341. URL: https://doi.org/10.1016/j.lwt2016.02.053

129. Kang Z.L., Zhang X., Li K., Li Y., Lu F., Ma H., Song Z.J. Sheng-ming Zhao, Ming-ming Zhu, Effects of sodium bicarbonate on the gel properties, water distribution and mobility of low-salt pork batters / *LWT*. 2021. Vol. 139. URL: https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.11056

130. Zhu D.Y., Kang Z.L., Ma H., Xu X.L., Zhou G.H. Effect of sodium chloride or sodium bicarbonate in the chicken batters: A physico-chemical and Raman spectroscopy study / Food Hydrocolloids. 2018. Vol. 83. P. 222-228. URL: https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.05.014

131. . Zou Y., Shi H., Xu P., Jiang D., Zhang X., Xu W., Wang D. Combined effect of ultrasound and sodium bicarbonate marination on chicken breast tenderness and its molecular mechanism / *Ultrasonics Sonochemistry*. 2019. Vol. 59. URL: https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2019.104735

132. Zhou C.L., Li J., Tan S.J. Effect of L-lysine on physicochemical properties of pork sausage // Food Sci. Biotechnol. – 2014. – DOI: 10.1007/s10068-014-0.

133. Zhou C., Wang J., Wang H. et al. Effect of carboxy-hemoglobin on color stability of cooked pork sausage // Food Sci. Biotechnol. – 2012. – Vol. 21. – P. 267-272. – URL: https://doi.org/10.1007/s10068-012-0035-z

134. Zheng Y., Xu P., Li S., Zhu X., Chen C. Effects of L-lysine/L-arginine on the Physicochemical Properties and Quality of Sodium-Reduced and Phosphate-Free Pork Sausage // International Journal of Nutrition and Food Sciences. – 2017. – Vol. 6, № 1. – P. 12-18. – URL: https://doi.org/10.11648/j.ijnfs.20170601.13

135. Wachirasiri K., Wanlapa S., Uttapap D., Rungsardthong V. Use of amino acids as a phosphate alternative and their effects on quality of frozen white shrimps (Penaeus vannamei) // Food Science & Technology. – 2016. – Vol. 69. – P. 303-311. – URL: https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.01.065

136. Hayakawa T., Ito T., Wakamatsu J., Nishimura T., Hattori A. Myosin is solubilized in a neutral and low ionic strength solution containing l-histidine // Meat Sci. – 2009. – Vol. 82, № 2. – P. 151-154. – DOI: 10.1016/j.meatsci.2009.01.002.

137. Takai E., Yoshizawa S., Ejima D., Arakawa T., Shiraki K. Synergistic solubilization of porcine myosin in physiological salt solution by arginine // Int. J. Biol. Macromol. – 2013. – Vol. 62. – P. 647-651. – DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2013.09.035.

138. Guo X.Y., Peng Z.Q., Zhang Y.W., Liu B., Cui Y.Q. The solubility and conformational characteristics of porcine myosin as affected by the presence of l-lysine and l-histidine // Food Chem. – 2015. – Vol. 170. – P. 212-217. – URL: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.08.045

139. Li S., Li L., Zhu X., Ning C., Cai K., Zhou C. Conformational and charge changes induced by l-Arginine and l-lysine increase the solubility of chicken myosin // Food Hydrocolloids. – 2019. – Vol. 89. – P. 330-336. – URL: https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.10.059

140. Zhu X., Li L., Li S., Ning C., Zhou C. l–Arginine/l–lysine improves emulsion stability of chicken sausage by increasing electrostatic repulsion of emulsion droplet and decreasing the interfacial tension of soybean oil-water // Food

Hydrocolloids. – 2019. – Vol. 89. – P. 492-502. – URL: https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.11.021

141. Xu P., Zheng Y., Zhu X., Li S., Zhou C. L-lysine and L-arginine inhibit the oxidation of lipids and proteins of emulsion sausage by chelating iron ion and scavenging radical // Anim. Biosci. – 2018. – Vol. 31, № 6. – P. 905-913. – DOI: https://doi.org/10.5713/ajas.17.0617.

142. Reddy K.R.C., Lilie H., Rudolph R., Lange C. L-Arginine increases the solubility of unfolded species of hen egg white lysozyme // Protein Sci. – 2005. – Vol. 14, № 4. – P. 929–935. – DOI: 10.1110/ps.041085005

143. Matsuoka T., Hamada H., Matsumoto K., Shiraki K. Indispensable structure of solution additives to prevent inactivation of lysozyme for heating and refolding // Biotechnol. Prog. – 2009. – Vol. 25, № 5. – P. 1515-1524. – DOI: 10.1002/btpr.245.

144. Gou P., Guerrero L., Gelabert J., Arnau J. Potassium chloride, potassium lactate and glycine as sodium chloride substitutes in fermented sausages and in dry-cured pork loin // Meat Sci. – 1996. – Vol. 42, № 1. – P. 37-48.

145. Taylor A.J., Sivasundaram L., Moreau L., Channell G.A., Hill S.E. Effect of Physical Properties of Food Matrices on the Maillard Reaction Controlling Maillard Pathways To Generate Flavors // [Електронний ресурс] // – 2010. – P. 129-142. – DOI: 10.1021/bk-2010-1042.ch013

146. Sriwattana S., Chokumnoyporn N., Prinyawiwatkul W. Reduced-sodium Vienna sausage: selected quality characteristics, optimized salt mixture, and commercial scale-up production // J. Food Sci. – 2021. – Vol. 86. – P. 1–12. – URL: https://doi.org/10.1111/1750-3841.15875

147. Wilailux C., Sriwattana S., Chokumnoyporn N., Prinyawiwatkul W. Texture and colour characteristics, and optimisation of sodium chloride, potassium chloride and glycine of reduced-sodium frankfurter // [Електронний ресурс]. – URL: https://publons.com/publon/10.1111/ijfs.14476

148. Gou P., Guerrero L., Gelabert J., Arnau J. Potassium chloride, potassium lactate and glycine as sodium chloride substitutes in fermented sausages and in dry-

cured pork loin // Meat Sci. – 1996. – Vol. 42, № 1. – P. 37-48. – URL: https://doi.org/10.1016/0309-1740(95)00017-8

149. Кардаш В.Я. Маркетингова товарна політика: Навч. посіб. — Київ: Видавництво КНЕУ, 2014. – 250 с.

150. Лотиш О.Я. Сегментація ринку як інструмент стратегічного аналізу галузі // Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету. Серія: «Економіка і менеджмент». – 2017. – Вип. 24. – С. 57-70.

151. Сухенко Ю.Г., Жеплінська М.М., Пасічний В.М., Тимошенко І.В. Оптимізація виробничих процесів: Навч. посібник. – Київ: ІНКОС, 2019. – 259 с.

152. Breidt F. Buffer Capacity3 – an interactive GUI program for modelling food ingredient buffering and pH // SoftwareX. – 2023. – Vol. 22. – URL: https://doi.org/10.1016/j.softx.2023.101351

153. Pittia P., Paparella A. Safety by Control of Water Activity: Drying, Smoking, and Salt or Sugar Addition // Prakash V., Martín-Belloso O., Keener L., Astley S., Braun S., McMahon H., Lelieveld H. (eds) Regulating Safety of Traditional and Ethnic Foods. – Academic Press, 2016. – P. 7-28. – URL: https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800605-4.00002-5

154. Зайцева О.В., Шандренко С.Г. Модифікація спектрофотометричного методу визначення карбонільних груп протеїнів // Український біохімічний журнал. – 2012. – Том 84, Вип. 5. – С. 112-116. – URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/BioChem_2012_84_5_15

155. Yu B.P. Cellular defenses against damage from reactive oxygen species // Physiological Reviews. – 1994. – Vol. 74, № 1. – P. 139-162. – URL: https://doi.org/10.1152/physrev.1994.74.1.139

156. Levine R.L., Williams J.A., Stadtman E.P., Shacter E. Carbonyl assays for determination of oxidatively modified proteins // Methods in Enzymology. – Academic Press, 1994. – Vol. 233. – P. 346-357. – URL: https://doi.org/10.1016/S0076-6879(94)33040-9

157. Черевко О.І., Крайнюк Л.М., Касілова Л.О., Димитрієвич Л.Р., Крутовий Ж.А., Юрченко С.Л., Скуріхіна Л.А., Янчева М.О., Коваленко В.О., Зіборова Л.Г. Методи контролю якості харчової продукції. – Харків: Університетська книга, 2012.

158. Приседський Ю.Г. Великий практикум з фізіології та біохімії рослин (біохімічні методи досліджень): Навч. посібник / 2-ге вид., перероб. та доповн. – Вінниця: ТВОРИ, 2022. – 418 с.

159. Bonny D.S.S., Li X., Li Zh., Li M., Du M., Gao L., Zhang D. Colour Stability and Lipid Oxidation of Beef Longissimus Lumborum under Different Packaging Conditions // Polish Journal of Food and Nutrition Sciences. – 2017. – Vol. 67, № 4. – P. 275-281. – URL: https://doi.org/10.1515/pjfns-2017-0016

160. Maria F.F., Luis G. Consumer preference, behavior and perception about meat and meat products: An overview // Meat Science. – 2014. – Vol. 98, № 3. – P. 361-371. – URL: https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.06.025

161. Pérez-Mateos M., Lanier T.C. Comparison of Atlantic menhaden gels from surimi processed by acid or alkaline solubilization // Food Chemistry. – 2007. – Vol. 101, No. 3. – P. 1223-1229. – DOI: 10.1016/j.foodchem.2006.03.026.

162. Tadpitchayangkoon P., Yongsawatdigul J. Comparative study of washing treatments and alkali extraction on gelation characteristics of striped catfish (Pangasius hypophthalmus) muscle protein // Journal of Food Science. – 2009. – Vol. 74, No. 3. – P. C284-C291. – DOI: 10.1111/j.1750-3841.2009.01110.x.

163. Rigdon M., Hung Y.C., Stelzleni A.M. Evaluation of alkaline electrolyzed water to replace traditional phosphate enhancement solutions: Effects on water holding capacity, tenderness, and sensory characteristics // Meat Science. – 2017. – Vol. 123. – P. 211–218. – DOI: 10.1016/j.meatsci.2016.10.007.

164. Ebert S., Baune M.-C., Broucke K., Van Royen G., Terjung N., Gibis M., Weiss J. Buffering capacity of wet texturized plant proteins in comparison to pork meat // Food Research International. – 2021. – Vol. 150, Part B. – Article 110803. – DOI: 10.1016/j.foodres.2021.110803.

165. Price R.E., Longtin M., Conley Payton S., Osborne J.A., Johanningsmeier S.D., Bitzer D., Breidt F. Modeling buffer capacity and pH in acid and acidified foods // Journal of Food Science. – 2020. – Vol. 85, No. 4. – P. 918-925. – DOI: 10.1111/1750-3841.15091.

166. Lihui D., Mirko B. Chicken collagen hydrolysate cryoprotection of natural actomyosin: Mechanism studies during freeze-thaw cycles and simulated digestion // Food Chemistry. – 2016. – Vol. 211. – P. 791-802. – URL: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.05.092

167. Yun-Sang Ch., Hyun-Wook K., Ko-Eun H., Dong-Heon S., Tae-Jun J., Young-Boong K., Ki-Hong J., Cheon-Jei K. Effects of fat levels and rice bran fiber on the chemical, textural, and sensory properties of frankfurters // Food Science Biotechnology. – 2015. – Vol. 24. – P. 489-495. – URL: https://doi.org/10.1007/s10068-015-0064-5

168. Huang L., Kong B., Zhao J., Liu Q., Diao X. Contributions of Fat Content and Oxidation to the Changes in Physicochemical and Sensory Attributes of Pork Dumpling Filler during Frozen Storage // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2014. – Vol. 62, № 27. – P. 6390-6399. – URL: https://doi.org/10.1021/jf5008083

169. Mokhtar Sayed M., Youssef Khaled M., Morsy Noha E. The effects of natural antioxidants on colour, lipid stability and sensory evaluation of fresh beef patties stored at 4 C // Journal of Agroalimentary Processes and Technologies. – 2014. – Vol. 20, № 3. – P. 282-292

170. Alejandre M., Astiasarán I., Ansorena D., Barbut Sh. Using canola oil hydrogels and organogels to reduce saturated animal fat in meat batters // Food Research International. – 2019. – Vol. 122. – P. 129-136. – URL: https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.03.056

171. Sun Q., Sun F., Xia X., Xu H., Kong B. The comparison of ultrasound-assisted immersion freezing, air freezing and immersion freezing on the muscle quality and physicochemical properties of common carp (Cyprinus carpio) during

freezing storage // Ultrasonics Sonochemistry. – 2019. – Vol. 51. – P. 281-291. – URL: https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2018.10.006

172. Zhang M., Xia X., Liu Q., Chen Q., Kong B. Changes in microstructure, quality and water distribution of porcine longissimus muscles subjected to ultrasound-assisted immersion freezing during frozen storage // Meat Science. – 2019. – Vol. 151. – P. 24-32. – URL: https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.01.002

173. Leygonie C., Britz T.J., Hoffman L.C. Impact of freezing and thawing on the quality of meat: Review // Meat Science. – 2012. – Vol. 91, № 2. – P. 93-98. – URL: https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.01.013

174. Chakanya Ch., Arnaud E., Muchenje V., Hoffman L.C. Colour and oxidative stability of mince produced from fresh and frozen/thawed fallow deer (Dama dama) meat // Meat Science. – 2017. – Vol. 126. – P. 63-72. – URL: https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.12.008

175. Thanonkaew A., Benjakul S., Visessanguan W., Decker E.A. Development of Yellow Pigmentation in Squid (Loligo peali) as a Result of Lipid Oxidation // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2006. – Vol. 54, № 3. – P. 956-962. – URL: https://doi.org/10.1021/jf052107h

176. Wang B., Du X., Kong B., Liu Q., Li F., Pan N., Xia X., Zhang D. Effect of ultrasound thawing, vacuum thawing, and microwave thawing on gelling properties of protein from porcine longissimus dorsi // Ultrasonics Sonochemistry. – 2020. – Vol. 64. – Article 104860. – URL: https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2019.104860

177. Huang L., Kong B., Zhao J., Liu Q., Diao X. Contributions of Fat Content and Oxidation to the Changes in Physicochemical and Sensory Attributes of Pork Dumpling Filler during Frozen Storage // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2014. – Vol. 62, № 27. – P. 6390-6399. – URL: https://doi.org/10.1021/jf5008083

178. Gu X., Sun Y., Tu K., Pan L. Evaluation of lipid oxidation of Chinese-style sausage during processing and storage based on electronic nose // Meat Science. – 2017. – Vol. 133. – P. 1-9. – URL: https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.05.017

179. Nyaisaba B.M., Liu X., Zhu S., Fan X., Sun L., Hatab S., Miao W., Chen M., Deng S. Effect of hydroxyl-radical on the biochemical properties and structure of myofibrillar protein from Alaska pollock (Theragra chalcogramma) // LWT. – 2019. – Vol. 106. – P. 15-21. – URL: https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.02.045

180. Jia N., Kong B., Liu Q., Diao X., Xia X. Antioxidant activity of black currant (Ribes nigrum L.) extract and its inhibitory effect on lipid and protein oxidation of pork patties during chilled storage // Meat Science. – 2012. – Vol. 91, № 4. – P. 533-539. – URL: https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.03.010

181. Estévez M., Ventanas S., Cava R. Physicochemical properties and oxidative stability of liver pâté as affected by fat content // Food Chemistry. – 2005. – Vol. 92, № 3. – P. 449-457. – URL: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.08.014

182. Huang L., Kong B., Zhao J., Liu Q., Diao X. Contributions of Fat Content and Oxidation to the Changes in Physicochemical and Sensory Attributes of Pork Dumpling Filler during Frozen Storage // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2014. – Vol. 62, № 27. – P. 6390-6399. – URL: https://doi.org/10.1021/jf5008083

183. Wang Y., Zhao X., Zhang M., Sun X., Bai J., Peng Y., Li S., Han D., Ren S., Wang J., Han T., Gao Y., Ning B., Gao Z. A fluorescent amplification strategy for high-sensitive detection of 17 β-estradiol based on EXPAR and HCR // Analytica Chimica Acta. – 2020. – Vol. 1116. – P. 1-8. – URL: https://doi.org/10.1016/j.aca.2020.04.010

184. Silva F.A.P., Estévez M., Ferreira V.C.S., Silva S.A., Lemos L.T.M., Ida E.I., Shimokomaki M., Madruga M.S. Protein and lipid oxidations in jerky chicken and consequences on sensory quality // LWT. – 2018. – Vol. 97. – P. 341-348. – URL: https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.07.022

185. Abbasi E., Sarteshnizi R.A., Gavlighi H.A., Nikoo M., Azizi M.H., Sadeghinejad N. Effect of partial replacement of fat with added water and tragacanth gum (Astragalus gossypinus and Astragalus compactus) on the physicochemical, texture, oxidative stability, and sensory property of reduced fat emulsion type sausage

// Meat Science. – 2019. – Vol. 147. – P. 135-143. – URL: https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.10.019

186. Liu M., Lampi A.-M., Ertbjerg P. Unsaturated fat fraction from lard increases the oxidative stability of minced pork // Meat Science. – 2018. – Vol. 143. – P. 87-92. – URL: https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.04.028

187. Liu H., Wang Z., Suleman R., Shen Q., Zhang D. Effect of protein thermal stability and protein secondary structure on the roasted mutton texture and colour from different cuts // Meat Science. – 2019. – Vol. 156. – P. 52-58. – URL: https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.05.014

188. Ferreira V.C.S., Morcuende D., Madruga M.S., Silva F.A.P., Estévez M. Role of protein oxidation in the nutritional loss and texture changes in ready-to-eat chicken patties // International Journal of Food Science and Technology. — 2018. – Vol. 53, № 6. – P. 1518-1526. – URL: https://doi.org/10.1111/ijfs.13733

189. Большакова В.А., Дроменко О.Б., Онищенко В.М., Янчева М.О. Удосконалення технологічного процессу виробництва посічених напівфабрикатів із м'ясаптиці (нагетсів) // *Прогресивнітехніка та технологіїхарчовихвиробництв ресторанного господарства і торгівлі: збірникнауковихпраць*. – 2019. – Т.2, №30. – С. 47-59. DOI: 10.5281/zenodo.3592827

190. Гармаш Д. В., Пасічний В. М. Вплив застосування технології *sous-vide* на функціонально-технологічні характеристики продуктів на основі різних видів м'ясної сировини // *ВісникНаціонального технічного університету «ХПІ». Серія: Нові рішення у сучасних технологіях*. – 2019. – Вип. 1.– С. 67-74. DOI: https://doi.org/10.20998/2413-4295.2019.01.08

191. Biyikli M., Akoğlu A., Kurhan Ş., Akoğlu İ. T. Effect of different *Sous Vide* cooking temperature-time combinations on the physicochemical, microbiological, and sensory properties of turkey cutlet // *International Journal of Gastronomy and Food Science*. –2020. –Vol. 20.– Article 100204.

192. Haghighi H., Belmonte A. M., Masino F., Minelli G., Lo Fiego D. P., Pulvirenti A. Effect of time and temperature on physicochemical and microbiological

properties of sous vide chicken breast fillets // *Applied Sciences*. –2021. –Vol. 11, №7.

193. Karpińska-Tymoszczyk M., Draszanowska A., Danowska-Oziewicz M., Kurp L. The effect of low-temperature thermal processing on the quality of chicken breast fillets // *Food Science and Technology International*. – 2020. – Vol. 26, №7. – P. 563-573.

194. Jin Y., Tang J., Sablani S.S. Food component influence on water activity of low-moisture powders at elevated temperatures in connection with pathogen control // LWT. – 2019. – Vol. 112. – Article 108257. – URL: https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108257

195. Vu T.P., He L., McClements D.J., Decker E.A. Effects of water activity, sugars, and proteins on lipid oxidative stability of low moisture model crackers // Food Research International. – 2020. – Vol. 130. – Article 108844. – URL: https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108844

ДОДАТКИ

Додаток А Анкети для опитування респондентів

А 1

А 2

Додаток Б Нормативна та технологічна документація

Б 1

Б 2

Б 3

Б 4

Додаток В Акти впровадження

Додаток Г Протокол досліджень хімічного складу

Додаток Д Протокол мікробіологічних досліджень

Додаток Е Розрахунок економічної ефективності удосконаленої технології

Додаток Є Сертифікати участі в конференціях Є1, Є2, Є 3, Є 4, Є 5, Є6

Додаток Ж Подання заявки на винахід (корисну модель)

Додаток А Анкети для опитування респондентів

Додаток А 1

Анкета для опитування респондентів відповідно до їх соціально-демографічних характеристик

<table>
<tr><td colspan="6">Анкета №1</td></tr>
<tr><td colspan="6">Соціально-демографічні характеристики споживача</td></tr>
<tr><td colspan="6">Шановний респонденте! Пропонуємо Вам відповісти на цікаві для нас питання, запропоновані в цій анкеті. Намагайтеся відповісти найбільш точно, адже Ваша думка дуже важлива для нас. Заздалегідь дякуємо Вам за Ваші відповіді на питання цієї анкети (правильну відповідь необхідно підкреслити або обвести кільцем)</td></tr>
<tr><td colspan="6">1. Ваш вік:</td></tr>
<tr><td>менше 18 років</td><td>18-35 років</td><td>36-50 років</td><td>51-65 років</td><td>66-75 років</td><td>більше 75 років</td></tr>
<tr><td colspan="6">2. Стать:</td></tr>
<tr><td colspan="3">жіноча</td><td colspan="3">чоловіча</td></tr>
<tr><td colspan="6">3. Рівень доходів:</td></tr>
<tr><td>до 5500 грн.</td><td>від 5 500 до 10000 грн.</td><td>від 10 000 до 20000 грн.</td><td>від 20 000 до 30000 грн.</td><td>від 30000 до 40000 грн.</td><td>більше 40000 грн.</td></tr>
<tr><td colspan="6">4. Рівень освіти</td></tr>
<tr><td colspan="2">неповна середня</td><td colspan="2">середня</td><td colspan="2">середня спеціальна</td></tr>
<tr><td colspan="2">вища</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td colspan="6">5. Регіон проживання:</td></tr>
<tr><td colspan="2">місто</td><td colspan="2">село</td><td colspan="2">селище міського типу</td></tr>
<tr><td colspan="6">6. Кількість членів сім'ї:</td></tr>
<tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6 і більше</td></tr>
<tr><td colspan="6">7. Сімейний стан:</td></tr>
<tr><td colspan="3">одружений (а)</td><td colspan="3">неодружений (а)</td></tr>
</table>

Додаток А 2

Анкета для опитування респондентів щодо їх ставлення до продукції (посічені напівфабрикати)

Анкета №2					
Відношення споживачів до продукції (посічені напівфабрикати)					
Шановний респонденте! Пропонуємо Вам відповісти на цікаві для нас питання, запропоновані в цій анкеті. Намагайтеся відповісти найбільш точно, адже Ваша думка дуже важлива для нас. Заздалегідь дякуємо Вам за Ваші відповіді на питання (правильну відповідь необхідно підкреслити або обвести кільцем)					
1. Як часто Ви купуєте і споживаєте посічені напівфабрикати?					
один раз на тиждень	декілька разів на тиждень		декілька разів на місяць		декілька разів на рік
2. Чи задовольняє Вас асортимент посічених напівфабрикатів, який пропонується?					
так	скоріше так, ніж ні		скоріше ні, ніж так		ні
3. Які фактори впливають на Ваш вибір посічених напівфабрикатів?					
співвідношення ціни і якості	імідж виробника	безпечність продукту	склад м'яса	прийнятна упаковка	інше
4. Скільки коштів ви витрачаєте за одну купівлю посічених напівфабрикатів?					
до 300 грн.	від 300-700 грн.		від 700-1000 грн.		більше 1000 грн.
5. Чи приваблює Вас продукція, що пропонується вітчизняними торговельними мережами?					
так	скоріше так, ніж ні		скоріше ні, ніж так		ні
6. Яким посіченим напівфабрикатам Ви віддаєте перевагу стосовно видів м'яса?					
яловичина	свинина		курятина		комбінована структура
7. Чи важливим для Вас є походження м'ясних напівфабрикатів (вітчизняна продукція чи іноземна)?					
так	скоріше так, ніж ні		скоріше ні, ніж так		ні
8. Яким видам посічених напівфабрикатів серед пропонованого асортименту Ви віддаєте перевагу при купівлі?					
фарш	біфштекси та ромштекси	гамбургери	котлети та фрикадельки	шніцеля	
9. Де найчастіше Ви купуєте посічені напівфабрикати?					
у кулінарних відділах торговельних мереж	у м'ясних павільйонах продовольчих ринків	у спеціалізованих магазинах	у фірмових магазинах виробничих підприємств		інше

Додаток Б Нормативна та технологічна документація

Додаток Б 1

УКНД 67.120

ЗАТВЕРДЖЕНО

Директор з наукової роботи Національного університету харчових технологій
кандидат сільськогосподарських наук, доцент
_____ Сергій ТОКАРЧУК
04 03 2025 р.

ТЕХНОЛОГІЧНА ІНСТРУКЦІЯ
ДО ТУ У 10.1-02070938-339:2025

НАПІВФАБРИКАТИ М'ЯСНІ ТА М'ЯСОМІСТКІ ПОСІЧЕНІ З ВИКОРИСТАННЯМ БЕЗФОСФАТНОГО КОМПЛЕКСУ АКТИВНИХ СТАБІЛІЗАТОРІВ

(ТУ У 10.1-02070938-339:2025)
(Вперше)

Дата надання чинності з "04" 03 2025 р.
Чинні до "03" 03 2030 р.

РОЗРОБЛЕНО

Завідувач Проблемної науково-дослідної лабораторії, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник
_____ Андрій МАРИНІН
"03" 03 2025 р.

Доцент кафедри технології м'яса та м'ясних продуктів, кандидат технічних наук, доцент
_____ Ігор СТРАШИНСЬКИЙ
"03" 03 2025 р.

Аспірант кафедри технології м'яса та м'ясних продуктів
_____ Максим ГРИЦАЙ
"03" 03 2025 р.

Київ 2025

Додаток Б 2

УКНД 67.120

ЗАТВЕРДЖЕНО

Проректор з наукової роботи Національного університету харчових технологій
кандидат технічних наук, доцент

_____ Сергій ТОКАРЧУК

"04" 03 2025 р.

НАПІВФАБРИКАТИ М'ЯСНІ ТА М'ЯСОМІСТКІ ПОСІЧЕНІ З ВИКОРИСТАННЯМ БЕЗФОСФАТНОГО КОМПЛЕКСУ АКТИВНИХ СТАБІЛІЗАТОРІВ

Технічні умови

ТУ У 10.1-02070938-339:2025
(Вперше)

Дата надання чинності з "04" 03 2025 р.
Чинні до "03" 03 2030 р.

РОЗРОБЛЕНО

Національним університетом харчових технологій

Завідувач Проблемної науково-дослідної лабораторії, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник

_____ Андрій МАРИНІН
"03" 03 2025 р.

Доцент кафедри технології м'яса та м'ясних продуктів, кандидат технічних наук, доцент
_____ Ігор СТРАШИНСЬКИЙ
"03" 03 2025 р.

Аспірант кафедри технології м'яса та м'ясних продуктів
_____ Максим ГРИЦАЙ
"03" 03 2025 р.

Київ 2025

Додаток Б 3

УКНД 67.220.20

ЗАТВЕРДЖЕНО

Проректор з наукової роботи Національного університету харчових технологій
Кандидат технічних наук, доцент

_____ Сергій ТОКАРЧУК

"04" 03 2025 р.

ТУ У 15.8-02070938-338:2025
КОМПОЗИЦІЇ ФУНКЦІОНАЛЬНІ ХАРЧОВІ: БЕЗФОСФАТНИЙ КОМПЛЕКС АКТИВНИХ СТАБІЛІЗАТОРІВ ДЛЯ М'ЯСОПЕРЕРОБНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ
ТЕХНІЧНІ УМОВИ

(Вперше)

Дата надання чинності з "04" 03 2025 р.

Чинні до "03" 03 2030 р.

РОЗРОБЛЕНО

Національним університетом харчових технологій

Завідувач Проблемної науково-дослідної лабораторії, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник

_____ Андрій МАРИНІН
"03" 03 2025 р.

Доцент кафедри технології м'яса та м'ясних продуктів, кандидат технічних наук, доцент
_____ Ігор СТРАШИНСЬКИЙ
"05" 03 2025 р.

Аспірант кафедри технології м'яса та м'ясних продуктів
_____ Максим ГРИЦАЙ
"03" 03 2025 р.

Київ 2025

Додаток Б 4

ЗАТВЕРДЖЕНО

Директор з наукової роботи Національного університету харчових технологій
кандидат технічних наук, доцент

_____ Сергій ТОКАРЧУК

"04" 03 2025 р.

Технологічна інструкція по виробництву
КОМПОЗИЦІЙ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ХАРЧОВИХ БЕЗФОСФАТНИЙ КОМПЛЕКС АКТИВНИХ СТАБІЛІЗАТОРІВ ДЛЯ М'ЯСОПЕРЕРОБНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ
до ТУ У 10.8-02070938-338:2025

Дата надання чинності з "04" 03 2025 р.
Чинні до "03" 03 2030 р.

РОЗРОБЛЕНО

Національним університетом харчових технологій

Завідувач Проблемної науково-дослідної лабораторії, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник

_____ Андрій МАРИНІН
"03" 03 2025 р.

Доцент кафедри технології м'яса та м'ясних продуктів, кандидат технічних наук, доцент

_____ Ігор СТРАШИНСЬКИЙ
"03" 03 2025 р.

Аспірант кафедри технології м'яса та м'ясних продуктів

_____ Максим ГРИЦАЙ
"03" 03 2025 р.

Київ 2025

Додаток В Акти впровадження

Додаток В 1

ЗАТВЕРДЖУЮ
Директор ТОВ «АРЦИЗЬКА М'ЯСНА КОМПАНІЯ»_____ КАРАЙВАН А.І.

АКТ

виробництва дослідно-промислової партії
посічених напівфабрикатів згідно з ТУ У 10.1-02070938-339:2025 з використанням безфосфатного комплексу активних стабілізаторів м'ясних систем розробленого у Національному університеті харчових технологій

Співробітниками ТОВ «АРЦИЗЬКА М'ЯСНА КОМПАНІЯ» та представниками Національного університету харчових технологій 10.03.2025 року було виготовлено дослідно-промислову партію посічених напівфабрикатів в кількості 50 кг. Контрольний зразок – котлети «Курячі» – виготовлений згідно з ТУ У 10.1-02070938-339:2025.

Контрольний та дослідний зразки з використанням безфосфатного комплексу активних стабілізаторів передані на дегустацію та подальші дослідження.

Удосконалена технологія посічених напівфабрикатів з використанням безфосфатного комплексу активних стабілізаторів не ускладнює технологічний процес виготовлення м'ясних посічених напівфабрикатів та не потребує додаткового обладнання при їх впровадженні.

Завідувач Проблемної науково-дослідноїлабораторії НУХТ, кандитат техн. наук, старший науковий співробітник _____ Маринін А.І.	Директор ТОВ «АРЦИЗЬКА М'ЯСНА КОМПАНІЯ»_____ КАРАЙВАН А.І.
Доцент кафедри технології м'яса і м'ясних продуктів НУХТ, канд. техн. наук _____ Страшинський І.М.	Головний технолог ТОВ «АРЦИЗЬКА М'ЯСНА КОМПАНІЯ»_____ Сарієва Т. Д.
Аспірант 4 курсу кафедри технологій м'яса і м'ясних продуктів НУХТ _____ Грицай М.С..	Технолог ТОВ «АРЦИЗЬКА М'ЯСНА КОМПАНІЯ»_____ Єарієв С.Д.
Здобувач 3 курсу кафедри технології м'яса і м'ясних продуктів НУХТ _____ Туктарова К.Р.	Завідувач складом ТОВ «АРЦИЗЬКА М'ЯСНА КОМПАНІЯ»_____ Калістратова О.С.

Додаток В 2

ЗАТВЕРДЖУЮ
Директор ТОВ «КІМ» Львівська область

Кобилецький М.К.

АКТ

виробництва дослідно-промислової партії
посічених напівфабрикатів згідно з ТУ У 10.1-02070938-339:2025 з
використанням безфосфатного комплексу активних стабілізаторів м'ясних систем
розробленого у Національному університеті харчових технологій

Співробітниками ТОВ «КІМ» Львівська область та представниками Національного університету харчових технологій 15.03.2025 року було виготовлено дослідно-промислову партію нових видів котлет згідно з розробленою технологічною інструкцією до ТУ У 10.1-02070938-339:2025 в кількості 40 кг.

За результатами виробничих випробувань дослідна партія посічених напівфабрикатів має високі органолептичні та фізико-хімічні показники якості, що відповідають вимогам ТУ У 10.1-02070938-339:2025.

Удосконалена технологія котлет з використанням безфосфатного комплексу активних стабілізаторів м'ясних систем не ускладнює технологічний процес виготовлення посічених напівфабрикатів та не потребує додаткового обладнання при її впровадженні.

Завідувач Проблемної науково-дослідноїлабораторії НУХТ, кандитат техн. наук, старший науковий співробітник
Маринін А.І.

Директор ТОВ «КІМ» Львівська область
Кобилецький М.К..

Доцент кафедри технології м'яса і м'ясних продуктів НУХТ, канд. техн. наук
Страшинський І.М.

ТОВ «КІМ» Львівська область
Томко З.В.

Аспірант 4 курсу кафедри техеологіх м'яса і м'ясних продуктів НУХТ
Грицай М.С..

Майстер сировинного цеху
Ковалик М.Р.

Здобувач 3 курсу кафедри технології м'яса і м'ясних продуктів НУХТ
Олексійовець І.Ю.

Комірник ТОВ «КІМ» Львівська область
Фринсько В.М.

Додаток В 3

ЗАТВЕРДЖУЮ

ТОВ «АДВ» _____ Постоленко Ю.І.

АКТ

виробництва дослідно-промислової партії
посічених напівфабрикатів згідно з ТУ У 10.1-02070938-339:2025 з використанням
безфосфатного комплексу активних стабілізаторів м'ясних систем
розробленого у Національному університеті харчових технологій

Співробітниками ТОВ «АДВ» та представниками Національного університету харчових технологій 19.03.2025 року було виготовлено дослідно-промислову партію нових видів посічених напівфабрикатів (котлет) згідно з розробленою технологічною інструкцією до ТУ У 10.1-02070938-339:2025 в кількості 30 кг.

За результатами виробничих випробувань дослідна партія посічених напівфабрикатів має високі органолептичні та фізико-хімічні показники якості, що відповідають вимогам ТУ У 10.1-02070938-339:2025.

Удосконалена технологія котлет з використанням безфосфатного комплексу активних стабілізаторів м'ясних систем не ускладнює технологічний процес виготовлення посічених напівфабрикатів та не потребує додаткового обладнання при її впровадженні.

Завідувач Проблемної науково-дослідної лабораторії НУХТ, кандитат техн. наук, старший науковий співробітник
_____ Маринін А.І.

ТОВ «АДВ» _____ Постоленко Ю.І.

Доцент кафедри технології м'яса і м'ясних продуктів НУХТ, канд. техн. наук
_____ Страшинський І.М.

Головний технолог
ТОВ «АДВ» _____ Роземборська О.О.

Аспірант 4 курсу кафедри техеології м'яса і м'ясних продуктів НУХТ
_____ Грицай М.С.

Технолог
ТОВ «АДВ» _____ Колупай О.В.

Здобувач 3 курсу кафедри технології м'яса і м'ясних продуктів НУХТ
_____ Олексійовець І.Ю.

Майстер
ТОВ «АДВ» _____ Сітковський О.В.

Додаток В 4

ЗАТВЕРДЖУЮ
Директор
ТОВ «ФУДТЕК»
_____ Дмитро ЧИР'ЄВ
(Підпис)
«6» березня 2025 р.

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

у виробництво дослідно-промислової партії безфосфатного комплексу активних стабілізаторів для м'ясопереробної промисловості згідно ТУ У 15.8-02070938-338:2025, розроблених Національним університетом харчових технологій

Співробітниками ТОВ «ФУДТЕК» у присутності представників Національного університету харчових технологій 06 березня 2025 року впроваджено виготовлення композиції функціональної харчової згідно з розробленою технологічною інструкцією до ТУ У 15.8-02070938-338:2025 «КОМПОЗИЦІЇ ФУНКЦІОНАЛЬНІ ХАРЧОВІ: БЕЗФОСФАТНИЙ КОМПЛЕКС АКТИВНИХ СТАБІЛІЗАТОРІВ ДЛЯ М'ЯСОПЕРЕРОБНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ» у кількості 30 кг для подальшої промислової апробації в технології виробництва м'ясних продуктів.

Завідувач Проблемної науково-дослідної лабораторії НУХТ, старший науковий співробітник канд. техн. наук,
_____ Маринін А.І.

Доцент кафедри технології м'яса і м'ясних продуктів НУХТ, канд. техн. наук
_____ Страшинський І.М.

Аспірант 4 курсу кафедри технології м'яса і м'ясних продуктів НУХТ
_____ Грицай М.С..

Технолог-менеджер ТОВ «ФУДТЕК»
_____ Єпішкін С.С.

Завідувач лабораторії ТОВ «ФУДТЕК»
_____ Михайленко О.В.

Комірник ТОВ «ФУДТЕК»
_____ Корнієнко О.С.

Додаток Г

Товариство з обмеженою відповідальністю "Фудтек"
Код за ЄДРПОУ 32722190
08600, м. Васильків, Київської обл. вул. Соборна, 74
Р/р [illegible]
Райффайзенбанк м. Васильків, МФО [illegible]

ЗАТВЕРДЖУЮ
Директор
ТОВ «ФУДТЕК» _____ Дмитро ЧИР'ЄВ

ПРОТОКОЛ
ДОСЛІДЖЕНЬ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ
препарату «Amidine SP-G»
від 20 листопада 2024 року.

Співробітниками ТОВ «ФУДТЕК» проведено дослідження якісного та кількісного складу препарату «Amidine SP-G», виробленого голландською компанією «BARENTZ».

За результатами лабораторних досліджень в складі препарату ідентифіковано в наступні інгредієнти:

№	*Інгредієнт*	*Вміст, %*
1	Хлорид натрію	0,29
2	Хлорид калію	0,37
1	Амінокислота гліцин	20,0
4	Речовини-загусники	2,34
5	Волога	77

Завідувач лабораторії ТОВ «ФУДТЕК» _____ Михайленко О.В.

Керівник служби якості ТОВ «ФУДТЕК» _____ Павлючик І.В.

Інженер-технолог ТОВ «ФУДТЕК» _____ Деркач Т.Л.

Додаток Д Протокол мікробіологічних досліджень

ДОДАТОК Д

Міністерство охорони здоров'я України Найменування – ДУ «ЖитомирськийОЦЗ МОЗ України» Лабораторія «Бактеріологічна»		Медична документація Форма № 255/О Затверджено наказом МОЗ України 04.01.2001 р. №160

Протокол мікробіологічних досліджень зразок №1
Котлета куряча н/ф заморожений
Виготовлені з використанням безфосфатного комплексу активних стабілізаторів м'ясних систем

Доставка до лабораторії 03.03.2025

Назвапоказника,що визначаться(згідно НД)	Тривалість зберігання,діб	Значення показника			НД на методи випробувань	Відповідність вимогам
		Відповідно до вимог НД	Отримане значення	Розширена невизначеність		
КМАФАМ,КУО в 1.0	20	не більше 1×10^7	$4,0\times10^6$	не визнач.	ДСТУ ISO 4833;2006	відповідає
БГКП в 0,0001г	20	не допускається	не виявлено	не визнач.	ГОСТ 30518-97	відповідає
Listeria monocytogenes в 25 г	20	не допускається	не виявлено	не визнач.	ДСТУ ISO 11290-1;2003	відповідає
Патогенні м/о,вт.ч.Salmonella в 25 г	20	не допускається	не виявлено	не визнач.	ДСТУ ISO 6579;2006	відповідає

Дата видачі результату 10.03.2025р.. Підпис виконавця Левченко Н.В.

Міністерство охорони здоров'я України Найменування – ДУ «Житомирський ОЦ МОЗ України» Лабораторія -Експрессметод		Медична документація Форма № 1265/0 Затверджено наказом МОЗ України 04.01.2001 р. №160

Протокол мікробіологічних досліджень зразок №2
Котлета куряча н/ф заморожений
Виготовлені з використанням безфосфатного комплексу активних стабілізаторів м'ясних систем

Доставка до лабораторії 03.03.2025

Назвапоказника,що визначаєтьсяя(згідно НД)	Тривалість зберігання,діб	Значення показника			НД на методи випробувань	Відповідність вимогам
		Відповідно до вимог НД	Отримане значення	Розширена невизначеність		
КМАФАМ,КУО в 1.0	20	не більше 1×10^7	$4,0\times10^4$	не визнач.	ДСТУ ISO 4833:2006	відповідає
БГКП в 0,0001г	20	не допускається	не виявлено	не визнач.	ГОСТ 30518-97	відповідає
Listeria monocytogenes в 25 г	20	не допускається	не виявлено	не визнач.	ДСТУ ISO 11290-1:2003	відповідає
Патогенні м/о,зт.ч.Salmonella в 25 г	20	не допускається	не виявлено	не визнач.	ДСТУ ISO 6579:2006	відповідає

Дата видачі результату 10.03.2025р.. Підпис виконавця лікаря-бактеріолог Левченко Н.В.

Міністерство охорони здоров'я України		Медична документація Форма № 205/0 Затверджено наказом МОЗ України 04.01.2001 р. №160
Найменування – ДУ « Житомирський ОЦКПХ МОЗ України» Лабораторія -бактеріологічна		

Протокол мікробіологічних досліджень зразок №1
Котлета куряча н/ф заморожений.
Виготовлені з використанням безфосфатного комплексу активних стабілізаторів м´ясних систем

Доставка до лабораторії 03.03.2025

Дата відбор 03.03.2025

Назва показника,щовизначається(згідно НД)	Тривалість зберігання	Значення показника			НД на методи випробувань	Відповідність вимогам
		Відповідно до вимог НД	Отримане значення	Розширена невизначеність		
КМАФАМ,КУО в 1,0	40	не більше 1×10^7	$4,0\times10^4$	не визнач.	ДСТУ ISO 4833:2006	відповідає
БГКП(колі форми) в 0,0001г.	40	не допускається	не виявлено	не визнач.	ГОСТ 30518-97	відповідає
Патогенні м/о,вт.ч Salmonella в 25г.	40	не допускається	не виявлено	не визнач.	ДСТУ ISO 6579:2006	відповідає
Listeria monocytogenes в 25г.	40	не допускається	не виявлено	не визнач.	ДСТУ ISO 11290-1:2003	відповідає

Дата видачі результату 31.03.2025р.. Підпис виконавця лікар бактеріолог Левченко Н.В.

Міністерство охорони здоров'я України		Медична документація Форма № 205/0 Затверджено наказом МОЗ України 04.01.2001 р. №160
Найменування – ДУ «Житомирський ОЦКПХ МОЗ України» Лабораторія -бактеріологічна		

Протокол мікробіологічних досліджень зразок №2
Котлета куряча н/ф заморожений.
Виготовлені з використанням безфосфатного комплексу активних стабілізаторів м´ясних систем

Доставка до лабораторії : 03.03.2025 р.

Дата відбору: 03.03.2025р.

Назвапоказника, щовизначається(згідно НД)	Тривалість зберігання	Значення показника			НД на методи випробувань	Відповідність вимогам
		Відповідно до вимог НД	Отримане значення	Розширена невизначеність		
КМАФАМ,КУО в 1.0 г	40	не більше 1×10^7	$4{,}0\times10^4$	не визнач.	ДСТУ ISO 4833;2006	відповідає
БГКП(колі форми) в 0,0001 г	40	не допускається	не виявлено	не визнач.	ГОСТ 30518-97	відповідає
Патогенні м/о,вт.ч.Salmonella в 25 г	40	не допускається	не виявлено	не визнач.	ДСТУ ISO 6579;2006	відповідає
Listeria monocytogenes в 25 г	40	не допускається	не виявлено	не визнач.	ДСТУ ISO 11290-1;2003	відповідає

Дата видачі результату 31.03.2025р. Підпис виконавця лікар бактеріолог Левченко Н.В.

Додаток Е

Розрахунок економічної ефективності удосконалення технології посічених напівфабрикатів з використанням активних стабілізаторів м'ясних систем

Розрахунок витрат за статтею «Сировина і основні матеріали» згідно з рецептурами (таблиця 1) представлено в таблиці 2 і таблиці 3.

Таблиця – 1 Рецептурний склад дослідних зразків

Сировина	Котлета «Домашня куряча» з БКАС	Котлета «Домашня куряча» КОНТРОЛЬ
Основна сировина, %		
М'ясо куряче червоне	40	40
Свинина напівжирна	30	30
Шкурка куряча	15	15
Манка	2	2
Цибуля	13	13
Допоміжна сировина, г		
Сіль кухонна	1200	1200
Фосфати		300
Безфосфатний комплекс активних стабілізаторів (БКАС)	680	
Цукор	150	150
Перець чорний	150	150
Перець духмяний	50	50
Перець червоний	50	50
Часник свіжий	500	500
Вологa	*15000*	*15000*
Інгредієнти для панірування (на 100 кг):		
Панірувальні сухарі пшеничні	1,5	1,5
Модифікований кукурудзяний крохмаль	1,5	1,5
Модифікований пшеничний крохмаль	1	1
Борошно з пшениці твердих сортів	4	4
Рисове борошно	2	2
Волога	10	10

Розрахунок витрат по статті «Сировина і основні матеріали»

Таблиця 2 – Розрахунок вартості основної сировини і основних матеріалів на 1 т котлет «Домашня куряча» з використанням харчових фосфатів

Потреба в сировині та матеріалах	Норма, %	Потреба на виробництво 1 т продукції, кг	Ціна за 1 кг, грн	Вартість, грн
М'ясо куряче червоне	29,11	291,1	96	27947,6
Свинина напівжирна	21,83	218,3	102	22270,7
Шкурка куряча	10,92	109,2	12	1310,04
Манка	1,46	14,6	14	203,785
Цибуля	9,46	94,6	9	851,528
Сіль кухонна	0,87	8,7	11	96,0699
Фосфати	0,22	2,2	236	515,284
Цукор	0,11	1,1	30	32,7511
Перець чорний	0,11	1,1	430	469,432
Перець духмяний	0,04	0,4	520	189,229
Перець червоний	0,04	0,4	290	105,531
Часник свіжий	0,36	3,6	120	436,681
Вологa	18,20	182,0		0
Панірувальні сухарі пшеничні	1,09	10,9	28	305,677
Модифікований кукурудзяний крохмаль	1,09	10,9	60	655,022
Модифікований пшеничний крохмаль	0,73	7,3	60	436,681
Борошно з пшениці твердих сортів	2,91	29,1	19	553,13
Рисове борошно	1,46	14,6	110	1601,16
	100,00			57980,3

Таблиця – 3 Розрахунок вартості основної сировини і основних матеріалів на 1 т котлет «Домашня куряча» з використанням безфосфатного комплексу активних стабілізаторів (БКАС)

Потреба в сировині та матеріалах	Норма, %	Потреба на виробництво 1 т продукції, кг	Ціна за 1 кг, грн	Вартість, грн
М'ясо куряче червоне	29,03	290,3	96	27870,5
Свинина напівжирна	21,77	217,7	102	22209,3
Шкурка куряча	10,89	108,9	12	1306,43
Манка	1,45	14,5	14	203,223
Цибуля	9,44	94,4	9	849,18
Сіль кухонна	0,87	8,7	11	95,8049
БКАС	0,49	4,9	205	1011,76
Цукор	0,11	1,1	30	32,6608
Перець чорний	0,11	1,1	430	468,138
Перець духмяний	0,04	0,4	520	188,707
Перець червоний	0,04	0,4	290	105,24
Часник свіжий	0,36	3,6	120	435,477
Волога	18,14	181,4		0
Панірувальні сухарі пшеничні	1,09	10,9	28	304,834
Модифікований кукурудзяний крохмаль	1,09	10,9	60	653,215
Модифікований пшеничний крохмаль	0,73	7,3	60	435,477
Борошно з пшениці твердих сортів	2,90	29,0	19	551,604
Рисове борошно	1,45	14,5	110	1596,75
	100,00			58318,3

Розрахунок витрат за статтею «Паливо та енергія на технологічні цілі»

Таблиця – 4 Розрахунок витрат за статтею «Паливо та енергія на технологічні цілі» на виробництво м'ясних посічених напівфабрикатів

№	Вид енергоресурсів	Одиниця виміру	Витрати на 1 т м'ясних посічених напів-фабрикатів	Ціна за одиницю, грн	Вартість енерго-ресурсів
1	Водопостачання	$м^3$	5,5	20,69	113,795
2	Водовідведення	$м^3$	5,5	22,02	121,11
3	Електроенергія	кВт/ год	750	8,24	6180
	Всього				6414,905

Розрахунок витрат за статтею «Основна заробітна плата робітників»

Фонд основної заробітної плати робітників, що виробляють даний вид продукції розраховується виходячи з розцінки на 1 тону продукції. Розцінка за виробництво 1т м'ясних посічених напівфабрикатів становить 1500 грн/т

Основний фонд заробітної плати становить 1500 грн/тону

Розрахунок витрат за статтею «Додаткова заробітна плата»

Витрати по цій статті приймаємо рівними 15% від фонду основної заробітної плати робітників. Витрати складають:

ДЗП = ОФЗП*15% = 1500*(15/100) =225 грн/т

Розрахунок витрат за статтею «Витрати, пов'язані з розробкою та освоєнням нової продукції»

Витрати за цією статтею приймаємо в розмірі 0,1% від основного фонду заробітної плати. Витрати складають:

1500 * (0,1/100) = 1,5 грн/т

Розрахунок витрат за статтею «Витрати на обладнання, утримання та його експлуатацію»

Вартість обладнання для виробництва даного виду продукції становить:

Формувальний апарат –423000 грн

Панірувальна машина – 493500 грн

Холодильне обладнання – 1175000 грн

Додатковий інвентар приймаємо в розмірі 15%. Вартість становить 313725 грн

Загальна вартість обладнання становить 2405225 грн. Термін експлуатації обладнання становить 5 років, витрати на поточний ремонт складає 20%, виробнича потужність – 1600 кг/зміну, або 35200 кг/місяць. Отже, виходячи з цих даних, затрати на обладнання складає 48104,5 грн за місяць, тобто 1,36 грн/кг, або 1360 грн/тону

Розрахунок витрат за статтею «Загальновиробничі витрати»

Загальновиробничі витрати приймаємо у розмірі 80 % від основного фонду заробітної плати, для виготовлення 1 т м'ясних посічених напівфабрикатів вони складають:

1500 * (85/100) = 1275 грн/т

Таблиця – 5

Статті витрат	Котлета "Домашня куряча" з використанням БКАС	Котлета "Домашня куряча" контроль
Сировина, основні та допоміжні матеріали	58318,3	57980,3
Паливо та енергія на технологічні цілі	6414,905	6414,905
Основна заробітна плата	1500	1500
Додаткова заробітна плата	225	225
Витрати на нові види продукції	1,5	1,5
Витрати на обладнання, утримання та його експлуатацію	1360	1360
Загальновиробничі витрати	1275	1275
Виробнича собівартість	69094,705	68756,705

У таблиці – 6 представлено розрахунок статей витрат «Адміністративні витрати», «Витрати на збут» та «Інші операційні витрати»

Статті собівартості	Котлета "Домашня куряча" з використанням БКАС	Котлета "Домашня куряча" контроль
Виробнича собівартість	69094,71	68756,71
Адміністративні витрати (2% від виробничої собівартості)	1381,894	1375,134
Витрати на збут (16% від виробничої собівартості)	11055,15	11001,07
Інші виробничі витрати (0,1% відвиробничої собівартості)	69,09471	68,75671
Повна собівартість продукції	81600,85	81201,67

Різниця в повних витратах = 81600,85 – 81201,67 = 399,18 грн

Різниця у повних витратах у % = 399,18/81201,67*100% = 0,49%

Розрахунок економічних показників представлено у таблиці 7

Таблиця – 7

Показники	Котлета "Домашня куряча" з використанням БКАС	Котлета "Домашня куряча" контроль
Повнасобівартість за 1 т, грн	81600,85	81201,67
Ціна продажу за 1 т, грн = 105000		
Прибуток за 1т, грн	23399,15	23798,33
Рентабельність продукції, %	28,7	29,3

Висновок. Проаналізувавши отримані дані, встановили, що котлета "Домашнякуряча" з використанням БКАС має більшу собівартість готового продукту лише на 0,49% в порівнянні з продуктом де використовувався фосфат. При цьому ми отримуємо продукт без використання фосфатів який по якості не гірший і при цьому дуже не значно піднявши його собівартість.

Розрахунок проведено за консультативно-методичною допомогою кандидата економічних наук, доцента Арича М.І.

Аспірант 4 курсу кафедри технології м'яса і м'ясних продуктів — Максим ГРИЦАЙ

Доцент кафедри маркетингу, канд. екон. наук — Михайло АРИЧ

Відділ кадрів

Додаток Є Сертифікати участі в конференціях Є1, Є2, Є 3, Є 4, Є 5, Є6

Додаток Ж

Форма В4

МІНЕКОНОМІКИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ

ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
«УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ОФІС
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ»

(УКРНОІВІ)

вул. Дмитра Годзенка, 1, м. Київ, 01601, тел.: +380 44 209-27-06, +380 67 501-05-95
e-mail: office@nipo.gov.ua, http://www.nipo.gov.ua, код згідно з ЄДРПОУ 44673629

24.12.2024 № 16613/ЗУ/24

Стосується заявки № u 2024 06029
/ при листуванні просимо посилатися на цей № /

Адреса для листування
Національний університет харчових технологій, вул. Володимирська, 68, м. Київ, 01033

Повідомлення про встановлення дати подання заявки на винахід (корисну модель)

(21) Реєстраційний номер заявки **u 2024 06029**

(71) Заявник(и)
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

(54) Назва корисної моделі
СПОСІБ ВИРОБНИЦТВА М'ЯСНИХ І М'ЯСОМІСТКИХ ПОСІЧЕНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ

Матеріали заявки відповідають вимогам статті 13 Закону України «Про охорону прав на винаходи і корисні моделі» (далі – Закон) щодо встановлення дати подання заявки на дату одержання Державною організацією «Український національний офіс інтелектуальної власності та інновацій»:

- матеріалів заявки

Дата подання заявки 17.12.2024

Начальник сектору встановлення дати подання заявок Любов ЛУЦЕНКО

Телефон 494-05-98

Експерт 1 категорії Наталія ТАРАН

Додаток З

Список опублікованих праць за темою дисертації

1. Фурсік О., Страшинський І., Грицай М., Єпішкін С., Пергат О. Особливості післязабійних біохімічних процесів у м’ясній сировині на ТОВ «Тернопільський м’ясокомбінат» // *Науковий вісник ЛНУ ветеринарної медицини та біотехнологій. Серія: Харчові технології*. 2022. Вип. 24(97). С. 34–40. DOI: https://doi.org/10.32718/nvlvet-f9706

2. Страшинський І.М., Грицай М.С. Особливості застосування замінників неорганічних фосфатів у технології виробництва м’ясопродуктів // *Харчова промисловість*. 2023. Вип. 33–34. С. 25–35. DOI: https://doi.org/10.24263/2225-2916-2023-33-34-5

3. Страшинський І.М., Грицай М.С. Розробка комплексу нефосфатних вологоутримуючих добавок на основі активних стабілізаторів м’ясних систем // *Вісник ЛТЕУ. Технічні науки*. 2024. Вип. 37. С. 71–79. DOI: https://doi.org/10.32782/2522-1221-2024-37-10

4. Страшинський І.М., Грицай М.С. Вплив активних стабілізаторів на функціональні властивості м’ясних фаршів // *Наукові праці НУХТ*. 2024. Вип. 30(6). С. 133–142. DOI: https://doi.org/10.24263/2225-2924-2024-30-6-13

5. Грицай М.С., Страшинський І.М. Вплив теплового оброблення «Sous-Vide» і традиційних способів на втрати маси посічених напівфабрикатів // *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки* / Херсонський державний аграрно-економічний університет. Херсон: Видавничий дім «Гельветика», 2025. Вип. 1. С. 317–324. DOI: https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2025.1.32

6. Страшинський І.М., Маринін А.І., Грицай М.С. Використання білкової сировини тваринного походження у технології м’ясних напівфабрикатів // *Inprodmash & Upakovka 2021 Trade Fair*: програма та тези матеріалів міжнар. наук.-практ. конф. «Реалії та перспективи м’ясопереробки», 15 верес. 2021 р., м. Київ. – Київ: НУХТ, 2021. – С. 41. – 92 с.

7. Страшинський І.М., Маринін А.І., Грицай М.С., Поліщук І.А. Використання гліцину в харчових продуктах // *Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті євроінтеграції*: програма

та тези матеріалів IX міжнар. наук.-техн. конф., 9–10 листоп. 2021 р., м. Київ. – Київ: НУХТ, 2021. – С. 326–327.

8. Страшинський І.М., Маринін А.І., Грицай М.С. Використання гліцину в технології харчових продуктів // *Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті*: книга рефератів 88-ї міжнар. наук. конф. молодих учених, аспірантів і студентів, квіт.–трав. 2022 р., м. Київ. – Київ: НУХТ, 2022. – Ч. 1. – С. 227.

9. Страшинський І.М., Маринін А.І., Коросташов А.Ю. Медико-біологічні аспекти використання фосфатних препаратів у технології м'ясопродуктів // *Scientific Collection «InterConf»*, №119: матеріали 2-ї міжнар. наук.-практ. конф. «Нові досягнення наукового світу», 6–8 серп. 2022 р., Монтеррей, Мексика. – Монтеррей: Mendez Editores, 2022. – С. 195–198.

10. Страшинський І.М., Маринін А.І., Грицай М.С., Поліщук І.А. Використання солей карбонату і цитрату натрію у рецептурах м'ясопродуктів // *Інноваційні технології та перспективи розвитку м'ясопереробної галузі*: програма та тези матеріалів III міжнар. наук.-практ. конф., 18 жовт. 2022 р., м. Київ. – Київ: НУХТ, 2022. – С. 100. – 169 с.

11. Страшинський І.М., Маринін А.І., Фурсік О.П. Використання активних стабілізаторів у технології м'ясних продуктів // *Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті євроінтеграції*: програма та тези матеріалів XI міжнар. наук.-техн. конф., 8 листоп. 2022 р., м. Київ. – Київ: НУХТ, 2022. – С. 253–255. – 347 с.

12. Страшинський І.М., Маринін А.І., Фурсік О.П., Грицай М.С. Активні стабілізатори у технології емульгованих м'ясопродуктів // *Сучасні тенденції розвитку науки і практики*. Т. 2: колективна монографія / упоряд. В. Шпак; голова редкол. С. Табачников. – Sherman Oaks, California: GS Publishing Services, 2022. – Вип. 181. – С. 151–155. DOI: https://doi.org/10.51587/9781-7364-13364-2022-006-151-155

13. Страшинський І.М., Маринін А.І., Грицай М.С., Шкірдов Д. Перспективні технології альтернативної заміни фосфатних препаратів у

м’ясопродуктах // *Scientific Collection «InterConf+»*. 2022. – Вип. 21(109). – С. 287–296. DOI: https://doi.org/10.51582/interconf.19-20.05.2022.036

14. Страшинський І.М., Маринін А.І., Грицай М.С., Косюк О.Ю. Необхідність застосування безфосфатних вологоутримуючих добавок // *Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті*: матеріали 89-ї міжнар. наук. конф. молодих учених, аспірантів і студентів, 3–7 квіт. 2023 р., м. Київ. – Київ: НУХТ, 2023. – Ч. 1. – С. 263, 433.

15. Страшинський І.М., Маринін А.І., Фурсік О.П., Грицай М.С. Заміна фосфатів у технології м’ясних продуктів // *Промисловість та крафт для HoReCa в туризмі: досвід, проблеми, інновації*: програма та матеріали міжнар. наук.-практ. конф., 23–24 трав. 2023 р., м. Київ. – Київ: НУХТ, 2023. – С. 33. – 240 с.

16. Грицай М.С., Страшинський І.М. Медико-біологічні особливості використання фосфатів у м’ясних продуктах // *Сучасні тренди і перспективи в галузі переробки м’яса і молока*: програма та тези матеріалів IV міжнар. наук.-практ. конф., 21 верес. 2023 р., м. Київ. – Київ: НУХТ, 2023. – С. 24. – 124 с.

17. Страшинський І.М., Грицай М.С., Ольга К. Дослідження ступеня розчинності колагену свинини на ТОВ «Тернопільський м’ясокомбінат» // *Сучасні тенденції розвитку індустрії гостинності*: зб. тез доп. IV міжнар. наук.-практ. конф., 12 жовт. 2023 р., м. Львів. – Львів: ЛДУФК ім. Івана Боберського, 2023. – С. 172–175. – 384 с.

18. Грицай М.С., Страшинський І.М. Технологічні особливості карбонатів для рівноцінної заміни фосфатних препаратів // *Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті євроінтеграції*: програма та тези матеріалів XI міжнар. наук.-техн. конф., 7 листоп. 2023 р., м. Київ. – Київ: НУХТ, 2023. – С. 189–191. – 337 с.

19. Грицай М.С., Страшинський І.М. Використання натуральних інгредієнтів для зменшення неорганічного фосфату в м’ясних продуктах // *Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті*: матеріали 90-ї міжнар. наук. конф. молодих учених, аспірантів і

студентів, 11–12 квіт. 2024 р., м. Київ. – Київ: НУХТ, 2024. – Ч. 1. – С. 257. – 439 с.

20. Страшинський І.М., Грицай М.С. Тенденція “Clean Label” у технології м’ясопродуктів для HoReCa // *Промисловість та крафт для HoReCa в туризмі: досвід, проблеми, інновації*: програма та матеріали ІІ міжнар. наук.-практ. конф., 23–24 трав. 2024 р., м. Київ. – Київ: НУХТ, 2024. – С. 139–141. – 248 с.

21. Грицай М.С., Страшинський І.М. Комплексне використання безфосфатних вологоутримуючих добавок на основі активних стабілізаторів м’ясних систем в технології посічених напівфабрикатів // *Сучасні тренди і перспективи в галузі переробки м’яса і молока*: програма та тези матеріалів V міжнар. наук.-практ. конф., 18 верес. 2024 р., м. Київ. – Київ: НУХТ, 2024. – С. 32. – 131 с.

22. Грицай М.С., Страшинська Л.В., Страшинський І.М. Застосування сучасних технологій маркетингових досліджень при оцінці поведінки споживачів посічених напівфабрикатів в системі моніторингу споживчих тенденцій та пріоритетів // *Education and science: theory & praxis*: collective monograph / comp. V. Shpak; ed. board S. Tabachnikov. – Sherman Oaks, California: GS Publishing Services, 2025. – Вип. 195. – С. 18–34.

23. Грицай М.С., Страшинський І.М. Порівняння буферної здатності активних стабілізаторів // *Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті*: матеріали 91-ї міжнар. наук. конф. молодих учених, аспірантів і студентів, 2025 р., м. Київ. – Київ: НУХТ, 2025. – Ч. 1. – С. 218.

24. Грицай М.С., Олексійовець І.Ю., Маринін А.І., Страшинський І.М. Втрати маси посічених напівфабрикатів при термообробленні // *Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті*: матеріали 91-ї міжнар. наук. конф. молодих учених, аспірантів і студентів, 2025 р., м. Київ. – Київ: НУХТ, 2025. – Ч. 1. – С. 240.