

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

МЕДВЕДЄВ ЮРІЙ ГРИГОРОВИЧ

УДК 641.51/.54:664.91/.93

ДИСЕРТАЦІЯ

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ДЕЛІКАТЕСНИХ М'ЯСНИХ
КОНСЕРВІВ**

181 «Харчові технології»

18 «Виробництво та технології»

Подається на здобуття ступеня доктора філософії

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

_____Ю.Г. Медведєв

Науковий керівник
Баль-Прилипка Лариса Вацлавівна
доктор технічних наук, професор

Київ – 2026

АНОТАЦІЯ

Медведєв Ю.Г. Удосконалення технології делікатесних м'ясних консервів. Кваліфікаційна наукова робота на правах рукопису.

Дисертаційна робота представлена на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 181 «Харчові технології». Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ, 2026 р.

Робота виконана з метою удосконалення технології шинкових консервів шляхом збагачення складу інгредієнтів композиції білковими добавками.

У *першому розділі* дисертаційної роботи виконаний аналіз спеціалізованих наукових публікацій за обраною тематикою. Визначені джерела та потенційні об'єми отримання м'ясної сировини. Показана необхідність постачання в умовах військового стану на м'ясопереробні підприємства замороженої м'ясної сировини і визначені супроводжувані її заморожуванням структурні зміни. Вивчені перетворення, які відбуваються у складі м'яса безпосередньо після забою тварин та в умовах його післязабійного дозрівання. Виконаний аналіз хімічного складу та основних характеристик нормального м'яса та світлого рихлого м'яса з ознаками ексудативності (PSE) та м'яса темного і жорсткого (DFD), яке надходить на переробку. Визначені умови погіршення якості м'яса PSE і DFD порівняно з нормальним м'ясом, оптимальні терміни їх переробки після розморожування та перелік доцільних для їх використання видів м'ясних продуктів. Вивчені їх структурні та механічні властивості м'яса в процесі автолізу, зокрема зміни у здатності зв'язувати вологу. Визначені умови дотримання бактеріальної безпечності та процеси бактеріального обсіменіння м'яса в процесі автолізу і при зберіганні перед початком переробки. Описані основні технологічні прийоми виробництва обраних за об'єкт розробки шинкових консервів, зокрема принципи проведення базових стадій посолу м'ясної сировини та стерилізації м'ясної маси. Визначений оптимальний спосіб збереження харчової та біологічної цінності

консервованої продукції способом ступінчастого розігріву до високої температури та подальшої стерилізації.

У *другому розділі* дисертаційної роботи визначена послідовність проведення експериментальних досліджень, взаємозв'язок об'єктів дослідження та показники якості продукту. Дослідженню підлягали блоки мороженої яловичини категорії DFD отеплені до досягнення температури у центрі мінус 8 °С, подрібнені в подальшому на шматки розміром у 24-40 міліметрів і розігріті потім до температури $1,3 \pm 0,3$ °С, а також виготовлені дослідні зразки шинкових консервів в автоклаві по формулі 50-20-60/120 °С. При проведенні досліджень були застосовані інструментальні та фізико-хімічні методи. Визначенню підлягали показники харчової цінності, загальний хімічний склад, рН, амінокислотний склад та органолептичні властивості консервів. Оцінка органолептичних властивостей готової продукції (смаку, кольору, запаху, ніжності) проводилася експертним методом за 5-бальною шкалою оцінювання. Для визначення рівня безпечності готової продукції були використані мікробіологічні методи оцінки. В процесі лабораторних досліджень визначали кількість патогенних мікроорганізмів, плісняви, дріжджів, бактерій групи кишкових паличок, а також мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів. Експериментальні дані, отримані у результаті проведених досліджень, піддавали статистичному обробленню. Кількість паралельних визначень при виконанні експериментальних досліджень: біохімічних – 3-4, фізико-хімічних – 6-7. На завершальному етапі виконання роботи була розроблена принципова технологічна схема виробництва консервів із блоків мороженої яловичини з ознаками DFD та розроблена нормативно-технічна документація на готовий продукт.

У *третьому розділі* дисертаційної роботи визначені показники якості яловичини, яка надходить на підприємство в замороженому стані. Першочергова увага приділялася здатності до зв'язування вологи, масовій частці та активності води м'ясної сировини (PSE, NOR, DFD). Показано, що сировина категорії DFD здатна до зв'язування в межах $86,2 \div 89,6$ % – в

середньому на 15 % перевищує відповідний показник для м'яса інших категорій, що при виробництві консервованої продукції суттєво зменшити дозування у фарш води/льоду. Ідентифікація м'яса категорії DFD здійснювалася за ознакою величини рН ($6,35 \div 6,55$) та темнішого порівняно з іншими категоріями кольору. Для нівелювання його більшої жорсткості, нами був змодельований та в напівпромислових умовах успішно апробований режим масування м'ясної сировини перед посолом та визначена його оптимальна тривалість в умовах циклічного оброблення (молодняк та дорослі тварини). Показано, що при практично незмінних рівнях кислотності та активності води масована сировина здатна зв'язувати більші кількості води – 93,5 % і 81,1 % для м'яса жирністю 6 % та 84,0 і 82,1 для м'яса жирністю 20 %, а також характеризується значно меншим напруженням зрізу – 156 і 314, та 91 і 312 н/м², відповідно. Вивчення мікроструктури зразків показало зростання гомогенності сировини та підвищення проникності сарколеми і мембранних структур м'язових волокон.

На підставі проведених досліджень розроблена рецептура шинкових консервів нового покоління. Визначене співвідношення закладки у м'ясну частку фаршу яловичини та показано, що при внесенні у неї 70 % м'яса жирністю 6 % та 20 % м'яса жирністю 20 % склад білкової компоненти фаршу може бути наближеним до складу ідеального білка за вмістом незамінних амінокислот за умови часткової заміною 5,0 % яловичини меншої жирності (з 75% до 70 %) відповідною кількістю текстурованого соєвого концентрату. Для покращення фізико-хімічних показників фаршу, до основних інгредієнтів фаршевої маси також додавали 5 % емульсії свинячої шкірки.

Відповідно до результатів математичного моделювання процесу масування та розрахунковими даними щодо процесу знищення небезпечної мікрофлори розроблений режим стерилізації, який передбачав розігрів маси до 80 °C протягом 50 хвилин і до 120 °C – 20 хвилин і витримку маси при цій температурі протягом 60 хвилин. Отримані дані були використані при розробці принципової технологічної схеми виробництва шинкових консервів, яка була

апробована в умовах реального виробництва на підприємстві ТОВ «Агрофірма Столична» (м. Київ). На завершальному етапі виконання роботи досліджені фізико-хімічні показники якості стерилізованих шинкових консервів (рН, здатність до зв'язування вологи, активність води, редокс-потенціал), а також вміст у них токсичних елементів (свинцю, кадмію, миш'яку, ртуті, міді, цинку), на підставі чого зроблений висновок про безпечність розробленого продукту. Органолептична оцінка показників зовнішнього вигляду, кольору на розрізі, аромату, смаку, консистенції, ніжності і соковитості показали, що інтегральна оцінка якості продукту в розробленні перевищує за 5-бальною шкалою відповідний показник консервів стандартизованого складу – відповідно $4,6 \pm 0,3$ та $3,8 \pm 0,5$

В умовах зберігання стерилізованого продукту протягом 12 місяців зростання рівня бактеріального забруднення продукту не виявлено. Під дією протеолітичних ферментів м'яса виявлене зростання перекисного числа маси з 0,00 до 3,37 моль активного кисню на кілограм та масової частки амінного азоту з 37,3 до 49,0 міліграм-процентів. Паралельно зафіксоване зменшення редокс-потенціалу з 103 до 63 мВ. Решта показників консервів лишилася практично незмінною. На підставі результатів визначеної кінетики змін складу продукту гарантійний термін зберігання консервів рекомендовано встановити у 1 рік після виготовлення.

У розділі 4 представлена розробка математичної моделі зміни якісних показників м'ясної сировини залежно від вмісту незамінних амінокислот. За результатами математичного дослідження визначали моделі оцінювання якості для найбільш технологічно вдалого зразка готової продукції.

Ключові слова: шинкові консерви, яловичина, DFD-м'ясо, заморожена м'ясна сировина, амінокислотний склад, біологічна цінність білка, функціонально-технологічні властивості, вологозв'язуюча здатність, масування м'яса, посол, стерилізація, мікробіологічна безпека, органолептична оцінка, мікроструктурний аналіз, окиснювальна стабільність, перекисне число, кислотне число, математичне моделювання.

ABSTRACT

Medvedev Yu. G. Optimization of technology of delicious canned meats – the qualifying scientific work presented as the manuscript. The PhD work is presented in purposes of obtaining of scientific degree of doctor of philosophy by specialty of 181 of “Alimentary technologies”. The National university of life and environmental sciences of Ukraine. Kyiv, 2026 .

The investigation was carried out in purposes of optimization of technology of canned ham by method of enrichment of composition of ingredients by albuminous additives.

The work in detailing of content of the *first chapter* of dissertation consisted in analysis of specialized scientific publications by the problem of research. There were pointed sources and potential quantities of obtaining of meat raw, and shown the need in supply in war time of frozen meat raw and detailed changes in its structure in process of freezing. It was studied transformations in structure of meat just after slaughtering of animals, and in process of its ripening. There was carried out analysis of chemical composition and principal characteristics of meat of normal state, as well as pale, soft and exudative (PSE), and dark, firm and dense (DFD) meats delivered for reprocessing. There were identified also the conditions of worsening of quality of meat of latter two categories as compared with meat of the first one, and optimal terms of their reprocessing after defrosting, as well as listed products that may be produced of such meats in minimal loss of quality of products compared with the similar ones produced of normal meat. There were studied also the structural and mechanical properties of meats all three categories in process of autolysis, especially changes of capability to hold water, as well as conditions of observing of bacterial safety and processes of bacterial seeding of meat during the time of autolysis and storage before reprocessing. There were described the principal technological methods of fabrication of canned meat chosen as the object of research, particularly principles of carrying out of salting of meat raw and sterilization of mince meat mixes in preservation of their nutritional and alimentary value by method of stepped heating to high temperature and following sterilization.

The material of the **second chapter** of dissertation describes succession of carrying out of experimental work, interrelation of objects of research, and indices of quality of the product. The objects of research were blocks of frozen beef of DFD category warmed to the state of reaching of temperature in their center of minus 8 °C, milled then to pieces of 24-40 millimeters and warmed after to temperature of 1.3 ± 0.3 °C, as well as produced of this material cans with ham sterilized by formula of 50-20-60/120 °C. Such work was done in use of instrumental and physicochemical methods of determining of indices of nutritional value, general chemical composition, pH, amino acid composition and organoleptic properties of canned ham. The organoleptic properties of finished product (its taste, color, smell and juiciness) were evaluated by expert commission by 5-mark scale. To identify the level of safety of finished product we used microbiological methods of determining of quantity of pathogenic microorganisms, MAFAM bacteria, molds, yeasts, and colon bacillus. The data of experiment were calculated by methods of statistical analysis. The quantity of measurements made in parallel were 3-4 in determining of biochemical parameters, and 6-7 in determining of physicochemical ones. The finishing step of research was development of principal circuit of fabrication of canned ham produced of frozen DFD beef, as well as development of projects of normative and technical documents of producing of the product.

The **third chapter** of dissertation contains results of measuring of indices of quality of beef obtained by the reprocessing enterprise in frozen state. The especial attention was devoted to capability of beef of categories of PSE, NOR and DFD to hold water, and mass part and activity of water inside. It was shown that the beef of DFD category holds $86.2 \div 89.6$ % of water what is approximately more of the same index of other meat categories for 15 %, and permits to decrease dosing of water/ice in fabrication of ham. This category meat was identified by indices of pH ($6.35 \div 6.55$) and more dark color as compared with meats of other two categories. To level its bigger hardness, we modeled and approbated at the producing line of real enterprise the process of massing of meat before its salting, and found the optimal time of massing in conditions of its cyclical treating (young animals and adult

ones). It was shown that the massed raw beef is capable to hold bigger quantities of water as compared with non-treated one – 93.5 % and 81.1 % for meat that contained 6 % of fat, and 84.0 % i 82.1 % for meat of 20 % fatness, respectively, and possesses by sufficiently less strength of cutting – 156 and 314, and 91 and 312 N/m² for meats of said categories of fatness. Studying of microstructure of particles of massed meat showed increasing of their homogeneity and permeability of membranes of muscular fibers.

The results of investigation permitted to develop the formulation of canned meat of new generation. It was shown that mixing of 6 % meat of 20 % fatness and 70 % of meat of 6 % fatness, and 5 % of textured soy concentrate permits to decrease for 5 % quantity of meat as ingredient of the mix (70 % instead of 75 % of meat of 6 % fatness), as well as to make the amino acid composition of albumen in it more close to this one of “ideal” albumen. To improve physicochemical properties of minced meat mix, there was added 5 % of pork skin in it.

The technology of massing of meat raw and sterilization of canned ham was developed by methods of mathematical modeling. The latter included stages of warming of mined meat mass to 80 °C during 50 minutes, following its heating to 120 °C during 20 minutes, and finally storage of heated mass at this temperature during 60 minutes. The results obtained in it were used in development of diagram of fabrication of canned ham, which principles were approbated in real conditions of manufacture at the JSC “Agrarian Firm of “Stolychna” (city of Kyiv).

The finishing stage of development was studying of physicochemical indices of quality of tinned ham produced and sterilized in real conditions of manufacture (pH, water holding capacity, activity of water, redox-potential), as well as content in it of toxic elements (lead, cadmium, arsenic, .mercury, copper and zinc), which showed safety of produced product. The organoleptic evaluation of indices of appearance, color on cut surface, aroma, taste, consistence and juiciness showed that the integral mark of quality by the 5-mark scale of the product in development was of 4.6±0.3, and 3.8±0.5 for the product in development and ham of standardized composition, respectively there was not found increasing of level of bacterial pollution of canned

product during its 12-month long storage. However there occurred during this time some increasing under influence of proteolytic ferments of meat of hyperoxide index from 0.00 in start time of storage to 3.37 mole of active oxygen in one kilogram of ham, as well as increasing of mass part of nitrogen in amines of albumen from 37.3 to 49.0 milligram-percents. The one more change in parameters of freshly fabricated product was decreasing in storage of redox-potential of the system from 103 70 63 millivolts. All other studied ham indices were practically unchanged. Taking into consideration of variation of properties of the product during the time of storage, we recommended to fix the guaranteed time of its storage as one year after fabrication.

Keywords: ham canned products, beef, DFD meat, frozen raw meat materials, amino acid composition, protein biological value, functional and technological properties, water-holding capacity, meat tumbling, curing, sterilization, microbiological safety, organoleptic evaluation, microstructural analysis, oxidative stability, peroxide value, acid value, mathematical modeling.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ**Статті у наукових виданнях, включених до Переліку наукових фахових видань України**

1. Баль-Прилипко Л.В., Ніколаєнко М.С., Даниленко С.Г., Устименко І.М., **Медведєв Ю.Г.**, Рябовол М.В. Оптимізація амінокислотного складу білка шинкових консервів. Продовольчі ресурси. 2023. Т.11. № 21. С. 44–52. (*Баль-Прилипко Л.В. визначено актуальність проведених досліджень, скринінг літературних джерел; Ніколаєнко М.С. аналіз літературних джерел, узагальнення сучасних підходів до оптимізації амінокислотного складу білків; Даниленко С.Г. підібрано методики проведення досліджень, проведено їх узагальнення; Устименко І.М. опрацьовано експериментальні дані, узагальнено висновки та рекомендації; Медведєв Ю.Г. виконання експериментальних досліджень, визначення амінокислотного складу та обробка отриманих результатів; Рябовол М.В. статистична обробка даних, оформлення матеріалів до публікації.*)
2. **Медведєв Ю.Г.** Розробка рецептури яловичих консервів із м'яса категорії DFD. Здоров'я людини і нації. 2025. Т.3. № 1. С. 73-87.
3. Близнюк І., Лозовська Ю., Бреус Ю., **Медведєв Ю.**, Менчинська А. Інноваційні підходи щодо фарбування цитологічних та гістологічних препаратів м'яса яловичини та м'ясних виробів. Здоров'я людини і нації. 2025. Т.3. № 2. С. 57-65. (*Близнюк І. визначено актуальність проведення досліджень, опрацьовано експериментальні дані; Лозовська Ю. підібрано методи проведення досліджень; Бреус Ю. підібрано методики проведення досліджень, проведено їх узагальнення; виконано статистичну обробку даних; Медведєв Ю. проведено експериментальні дослідження щодо застосування інноваційних методів фарбування цитологічних та гістологічних препаратів; Менчинська А. узагальнено висновки та рекомендації.*)
4. **Медведєв Ю.Г.**, Устименко І.М. Дослідження показників якості та безпечності шинки делікатесної впродовж зберігання. Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки. 2026. Т. 2. № 1. С. 146-152. (*Медведєв Ю.Г.*

проведено аналіз літературних джерел, виконано експериментальну частину дослідження, здійснено оцінювання показників якості та безпечності шинки в процесі зберігання; Устименко І. М. узагальнено результати дослідження, узагальнено висновки та рекомендації).

Патенти України

5. Баль-Прилипко Л. В., Устименко І. М., Ніколаєнко М. С., **Медведєв Ю. Г.**, Каніщев О. П. Патент України на корисну модель 157358 Україна. МПК (2006.01) A23L13/00, A23L33/00. Спосіб виробництва шинки делікатесної. Національний університет біоресурсів і природокористування України; заявл. 08.11.2023; опубл. 09.10.2024, Бюл. № 41. *(Баль-Прилипко Л. В. взято участь у виконанні досліджень, виконано статистичну обробку даних та підготовлено матеріали до патентування; Устименко І. М. оформлено заявку на корисну модель; Ніколаєнко М. С. взято участь у виконанні досліджень; Медведєв Ю. Г. взято участь у виконанні досліджень; Каніщев О. П. взято участь у пошуку прототипу для оформлення патенту).*

Тези наукових доповідей

6. **Медведєв Ю. Г.**, Баль-Прилипко Л. В. Дослідження якості м'ясної сировини при посолі для удосконалення технології делікатесних консервів. Продовольча та екологічна безпека в умовах війни та повоєнної відбудови: виклики для України і світу: Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 25-26 травня 2023 року: тези доповіді. С. 472-474. *(Медведєв Ю. Г. проведено аналіз літературних джерел та оформлення тез; Баль-Прилипко Л.В. визначено актуальність проведених досліджень, проведено скринінг літературних джерел за темою статті).*

7. Bal-Prylypko L. V., **Medvediev Yu. G.** Studying of Quality of Meat Raw in Process of Salting. Проблеми і перспективи інноваційної техніки і технологій в агропромисловому секторі харчових: III Міжнародна науково-технічна конференція, м. Ташкент, 20–21 квітня 2023 року: тези доповіді. Ташкент, 2023. *(Bal-Prylypko L.V. визначено актуальність проведених*

*досліджень, проведено скринінг літературних джерел за темою статті; **Medvediev Yu. G.** проведено аналіз літературних джерел та оформлення тез).*

8. Баль-Прилипко Л. В., Устименко І. М., **Медведєв Ю. Г.** Удосконалення технології шинки делікатесної. Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства: XII Міжнародна науково-практична конференція вчених, аспірантів та студентів, м. Київ, 18–19 квітня 2024 року: тези доповіді. Київ, 2024. С. 19-20. *(Баль-Прилипко Л. В. визначено актуальність проведених досліджень, проведено скринінг літературних джерел за темою статті; Устименко І. М. узагальнено експериментальні дані та виконано статистичну обробку; **Медведєв Ю. Г.** проведено аналіз літературних джерел та оформлення тез).*

9. **Медведєв Ю. Г.**, Назаренко М. В. Оптимізація амінокислотного складу білка шинкових консервів. Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства: XIII Міжнародна науково-практична конференція вчених, аспірантів і студентів, м. Київ, 30 квітня-1 травня 2026 року: тези доповіді. Київ, 2026. С. 6-7. *(**Медведєв Ю. Г.** проведено дослідження амінокислотного складу білків шинкових консервів, аналіз результатів дослідження та їх опис; Назаренко М. В. виконано статистичну обробку даних та підготовлено матеріали до друку).*

Нормативні документи

10. Баль-Прилипко Л. В., Ніколаєнко М. С., Устименко І. М., Каніщев О. П., **Медведєв Ю. Г.** ТІ У 10.1-00493706-173:2024. Консерви м'ясні шинкові делікатесні. Київ: Національний університет біоресурсів і природокористування України, 2024, 15 с. *(Баль-Прилипко Л. В. загальне наукове керівництво та формування концепції технологічної інструкції; Ніколаєнко М. С. розроблення технологічних режимів виробництва; Устименко І. М. обґрунтування рецептурних композицій; Каніщев О. П. контроль нормативно-технічної*

*відповідності та узгодження документу; **Медведєв Ю. Г.** участь у експериментальному обґрунтуванні параметрів технологічного процесу та апробація розробки).*

11. Баль-Прилипко Л. В., Ніколаєнко М. С., Устименко І. М., Каніщев О. П., **Медведєв Ю. Г.** ТУ У 10.1-00493706-173:2024. Консерви м'ясні шинкові делікатесні. Київ: Національний університет біоресурсів і природокористування України, 2024, 15 с. (*Баль-Прилипко Л. В. наукове керівництво та загальна координація розробки технічних умов; Ніколаєнко М. С. розробка технологічних параметрів виробництва; Устименко І. М. формування рецептур і показників якості продукції; Каніщев О. П. нормування вимог безпеки та контролю якості; **Медведєв Ю. Г.** участь у експериментальному підтвердженні технологічних рішень та впровадженні результатів).*

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	17
ВСТУП.....	18
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ І БЕЗПЕЧНОСТІ ТА	24
СФЕРИ ЗАСТОСУВАННЯ М'ЯСНОЇ СИРОВИНИ У	
КОНСЕРВНОМУ ВИРОБНИЦТВІ.....	
1.1. Аналіз хімічного складу м'ясної сировини та вплив процесу та умов	24
заморожування на якість.....	
1.2. Аналіз вимог дотримання бактеріальної безпечності замороженого	29
м'яса при виробництві консервів.....	
1.3. Аналіз змін у складі м'ясної сировини після забою, причини	38
аномального розвитку процесів автолізу.....	
1.4. Аналіз змін розчинності білків саркоплазми і міофібрил, структурно-	52
механічних, технологічних та мікробіологічних показників м'яса з	
ознаками NOR, DFD та PSE в процесі автолізу.....	
1.5. Аналіз технологічних особливостей та інтенсифікації процесу посолу	56
м'ясної сировини для виробництва консервів.....	
Висновки до розділу 1.....	67
РОЗДІЛ 2 ОБ'ЄКТ, СХЕМА ПРОВЕДЕННЯ ТА МЕТОДИ	69
ДОСЛІДЖЕНЬ.....	
2.1. Об'єкт і предмет досліджень.....	69
2.2. Схема проведення досліджень.....	70
2.3. Методи досліджень.....	74
2.4. Статистична обробка експериментальних даних.....	77
Висновки до розділу 2.....	79
РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ	80
ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕЛІКАТЕСНИХ М'ЯСНИХ КОНСЕРВІВ....	
3.1. Органолептична оцінка замороженої яловичини різних морфологічних	80
груп	

3.2. Дослідження функціонально-технологічних показників замороженої яловичини.....	84
3.3. Ідентифікація м'яса з ознаками DFD за показниками кольору та активної кислотності.....	86
3.4. Характеристика харчової цінності основної сировини.....	88
3.5. Мікробіологічні показники замороженої яловичини різних морфологічних груп.....	95
3.6. Мікроструктурні зміни яловичини до і після посолу.....	97
Висновки до розділу 3.....	99
РОЗДІЛ 4. НАУКОВЕ ОБГРУНТУВАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ДЕЛІКАТЕСНИХ М'ЯСНИХ КОНСЕРВІВ.....	102
4.1. Удосконалення рецептури шинкових консервів з урахуванням збалансованості амінокислотного складу білка.....	102
4.2. Моделювання процесу масування м'ясної сировини перед посолом.....	118
4.3. Дослідження змін функціонально-технологічних показників м'ясної сировини у процесі посолу.....	119
4.4. Обґрунтування режимів стерилізації шинкових консервів.....	126
4.5. Удосконалення технологічної схеми виробництва делікатесних шинкових консервів.....	128
4.6. Дослідження змін показників якості шинкових консервів у процесі зберігання.....	130
4.7. Розробка математичної моделі зміни якісних характеристик м'ясної сировини залежно від вмісту незамінних амінокислот	140
Висновки до розділу 4.....	155
РОЗДІЛ 5 СОЦІАЛЬНИЙ ТА ЕКОНОМІЧНИЙ ЕФЕКТ ВІД ВПРОВАДЖЕННЯ У ВИРОБНИЦТВО ДЕЛІКАТЕСНИХ М'ЯСНИХ КОНСЕРВІВ.....	157
5.1. Розрахунок економічної ефективності виробництва делікатесних	159

м`ясних

консервів.....

Висновки до розділу 5..... **169**

ВИСНОВКИ..... 171

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ..... 174

ДОДАТКИ..... 190

Додаток А. Акт впровадження у виробництво 191

Додаток Б. Акт впровадження в освітній процес 193

Додаток В. Технічні умови 194

Додаток Г. Технологічна інструкція 195

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ФАО	продовольча та сільськогосподарська організація ООН
АТФ	аденозинтрифосфат
ВЗЗ	вологозв'язуюча здатність
ДСТУ	Державний стандарт України
ТУ	технічні умови
ТІ	технологічна інструкція
КМАФАнМ	кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів
БГКП	бактерій групи кишкової палички

ВСТУП

В структурі повноцінного харчування людини розрізняють чотири групи продуктів: молочні продукти, м'ясні продукти, фрукти та овочі, зернові продукти. При тому цукри, масла та очищені жири у ці групи не включають, оскільки вони не відносяться до харчових компонентів, яких не вистачає в раціоні людини.

Серед названих груп, м'ясо є одним з найбільш широко споживаних харчових продуктів у багатьох країнах світу ще з часів неоліту, коли людини вдалося приручити курей, овець, кроликів, свиней та велику рогату худобу. Харчова цінність м'яса пояснюється високим вмістом повноцінного тваринного білка, вміст якого залежно від типу та віку тварини варіюється у межах 15-20 % і містить усі десять амінокислот – аргінін (для дітей та осіб похилого віку), валін, гістидин (для дітей), ізолейцин, лейцин, лізин, метіонін, треонін, триптофан та фенілаланін, – які організмом не синтезуються і для повноцінного життя мають надходити з їжею. Необхідність їх отримання пов'язана з потребою у побудові тканин організму, синтезі та обміні речовин. Білки є джерелом поповнення витрат азотистих речовин та пластичним матеріалом для відновлення витраченого тканинного білка організму. Добова потреба дорослої людини у білку складає 110-165 грамів, при тому на долю тваринного білка згідно з канонами сучасної нутриціології припадає близько 60 % його загальної кількості.

Також м'ясо багате високим вмістом екстрактивних речовин, вмістом від 0,8 до 1,6 % мінеральних речовин, серед таких слід відзначити залізо, калій, кальцій, магній, натрій фосфор, цинк, йод. З м'ясом організм отримує широкий комплекс вітамінів групи В – В₁, В₂, В₃, В₆, а також вітамінів А і D. Слід особливо наголосити, що м'ясо є основним джерелом отримання організмом практично відсутнього в рослинній їжі вітаміну В₁₂ [1].

Попередніми дослідженнями встановлено, що якість м'ясної сировини та продуктів її переробки значною мірою залежить від фізіолого-біохімічного

стану м'язової тканини після забою, зокрема перебігу автолітичних процесів, рівня рН та вологосв'язувальної здатності. Особливу увагу в сучасних наукових дослідженнях приділено питанням підвищення якості, безпечності та стабільності м'ясних продуктів, зокрема шляхом оптимізації рецептурного складу та технологічних параметрів їх виробництва.

Ці питання досліджували такі вітчизняні та зарубіжні вчені: Баль-Прилипко Л. В., Пасічний В. М., Кишенько І. І., Сирохман І. В., Toldrá F., Lawrie R. A., Honikel K. O., Sebranek J. G. у працях яких обґрунтовано вплив технологічних факторів на формування якості м'ясних продуктів, а також особливості використання сировини з відхиленнями властивостей, зокрема м'яса з ознаками DFD. Розроблені технології передбачають застосування різних способів обробки, рецептурних рішень та режимів теплової обробки, спрямованих на стабілізацію показників якості та підвищення безпечності продукції.

Сучасні умови забезпечення населення повноцінними харчовими продуктами за обмеженої сировинної бази потребують розширення асортименту продукції з високою харчовою та біологічною цінністю. Особливе значення при цьому мають продукти тривалого зберігання, які характеризуються стабільними якісними показниками та зручністю споживання. У сучасних соціально-економічних умовах, що супроводжуються обмеженим доступом до свіжоприготовленої їжі, зростає роль м'ясних консервів, зокрема шинкових, які відзначаються високою енергетичною та харчовою цінністю, тривалим терміном зберігання та готовністю до споживання без додаткової кулінарної обробки.

З огляду на викладене, актуальним є удосконалення технології виробництва шинкових консервів, зокрема із використанням м'ясної сировини з ознаками DFD, шляхом оптимізації рецептурного складу, обґрунтування технологічних параметрів обробки та підвищення показників якості і безпечності готової продукції.

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

Дисертація є частиною наукових досліджень кафедри технології м'ясних, рибних та морепродуктів Національного університету біоресурсів і природокористування за темою: «Наукове обґрунтування створення комплексу технологій харчових продуктів та методів проектування раціонів харчування для військовослужбовців» (номер державної реєстрації 0123U101493).

Метою роботи є обґрунтування технологічних рішень оброблення сировини (м'яса категорії DFD) під час виробництва делікатесних шинкових консервів з яловичини.

Для вирішення мети визначені наступні завдання:

- провести моніторинг комплексних властивостей яловичини категорії DFD та експериментально довести перспективність їх застосування у технології шинкових консервів;
- дослідити вплив морфологічних характеристик сировини та технологічних чинників на показники якості м'ясних систем;
- обґрунтувати вибір функціональних інгредієнтів (соєвого білкового концентрату, свинячої шкіри) із поліфункціональними властивостями для використання у технології шинкових консервів;
- обґрунтувати технологічні рішення (раціональні параметри процесу масування та посолу м'ясної сировини) та дослідити зміни структурно-механічних та мікроструктурних характеристик м'ясної сировини у процесі посолу та механічної обробки;
- визначити показники якості та харчову цінність готових продуктів, розробити математичні моделі для зміни якісних характеристик м'ясної сировини та готової продукції залежно від технологічних факторів;
- провести оцінку економічної ефективності виробництва делікатесних м'ясних консервів, розробити проекти нормативної документації та здійснити промислову апробацію.

Об'єкт дослідження – технологія делікатесних м'ясних консервів.

Предмет дослідження – яловичина з ознаками DFD, соєво-білковий концентрат, показники якості та безпечності шинкових консервів в процесі зберігання.

Методи дослідження. При виконанні дисертаційної роботи були використані стандартні та загальновідомі методи якісного і кількісного аналізу, а саме: фізико-хімічні (масова частка білка, масова частка жиру, титрована кислотність, активна кислотність), органолептичні, мікробіологічні (кількість життєздатних молочнокислих бактерій, бактерій групи кишкової палички, *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, дріжджі, плісневі гриби), математичні (статистична обробка експериментальних результатів, моделювання оцінки показників якості шинкових консервів).

Наукова новизна основних результатів дослідження. У результаті проведеного дослідження *вперше*:

- науково-обґрунтовано та розроблено технологію шинкових консервів із урахуванням збалансованості амінокислотного складу білка та функціонально-технологічних властивостей м'ясної сировини (вміст незамінних амінокислот, зокрема лізину - 5,327 г/100 г білка; лейцину - 6,783; ізолейцину - 4,253 та валіну - 4,098 г/100 г білка);
- встановлено раціональні параметри процесу масування та посолу м'ясної сировини, за яких досягається високий рівень зв'язування вологи, соковитості і ніжності продукту;
- обґрунтовано режими стерилізації шинкових консервів, які забезпечують мікробіологічну стабільність та безпечність готового продукту упродовж 12 місяців зберігання;
- застосовано методи математичного моделювання, що дозволило встановити залежність зміни показників якості м'ясної сировини від вмісту незамінних амінокислот, чим доведено ефективність розробленої рецептури у технології делікатесних шинкових консервів із високими показниками харчової та біологічної цінності;

- розширено наукові положення щодо асортименту харчових продуктів, шляхом розробки шинкових консервів з м'яса DFD-категорії, з використанням соєвого білкового концентрату, дозволених до вживання широким колом споживачів.

Практичне значення отриманих результатів. За результатами проведеної роботи розроблено рецептуру та технологію шинкових консервів підвищеної біологічної цінності.

Розроблені та затверджені технічні умови та технологічна інструкція на готовий продукт ТУУ і ТП 10.1-00493706-173:2023 Консерви м'ясні шинкові делікатесні.

Наукові розробки використано на промисловому рівні у виробничих умовах ТОВ "Агрофірма Столична". Результати дисертації впроваджено у освітній процес під час викладання дисциплін: «Технологія м'яса та м'ясних продуктів» для здобувачів ОС «Бакалавр» спеціальності 181 «Харчові технології» та «Актуальні проблеми м'ясопереробної галузі» і «Технологія консервування і зберігання м'яса» для здобувачів ОС «Магістр» освітньої програми «Технології зберігання, консервування та переробки м'яса» на кафедрі технології м'ясних, рибних та морепродуктів у Національному університеті біоресурсів і природокористування України.

Особистий внесок здобувача. Здобувачем самостійно здійснено пошук і аналіз літературних джерел за темою дисертації, розроблено схеми проведення експериментів, виконано весь обсяг експериментальних досліджень, а також проведено статистичну обробку одержаних результатів. Інтерпретацію, аналіз і узагальнення результатів досліджень, формулювання висновків та пропозицій виробництву здійснено за методичної допомоги наукового керівника. Особистий внесок у роботах, опублікованих у співавторстві, визначено у списку опублікованих праць.

Наукові публікації по темі дисертації. Основні положення і результати дисертації викладено у 9 наукових працях, з яких 4 статі у наукових виданнях, включених до Переліку наукових фахових видань України, 1 Патент України на

корисну модель, 4 тези наукових доповідей.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається із вступу, трьох розділів, висновків, переліку цитованої літератури та 6 додатків. Список цитованої літератури включає 162 найменування, у тому числі 100 іноземною мовою. Роботу викладено на 170 сторінках друкованого тексту і містить 22 рисунки та 48 таблиць.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ І БЕЗПЕЧНОСТІ ТА СФЕРИ ЗАСТОСУВАННЯ М'ЯСНОЇ СИРОВИНИ У КОНСЕРВНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

М'ясна сировина є одним із ключових компонентів у виробництві консервованої продукції, що відіграє важливу роль у забезпеченні населення повноцінними харчовими продуктами тривалого зберігання. Висока харчова та біологічна цінність м'яса зумовлена значним вмістом повноцінних білків, ліпідів, вітамінів та мінеральних речовин, що робить його незамінним елементом раціону людини. Водночас якість і безпечність м'ясної сировини значною мірою залежать від умов її отримання, первинної обробки, зберігання та подальшої технологічної переробки, зокрема у процесі консервування.

Особливої уваги потребують процеси заморожування та зберігання м'яса, дотримання санітарно-гігієнічних вимог, а також біохімічні та мікробіологічні зміни, що відбуваються після забою. Важливим аспектом є також вивчення автолітичних процесів та їх впливу на функціонально-технологічні властивості м'ясної сировини, включаючи м'ясо з відхиленнями якості (NOR, DFD, PSE), а також удосконалення технологічних операцій, зокрема процесу посолу.

Метою даного розділу є аналіз показників якості та безпечності м'ясної сировини, дослідження впливу технологічних факторів на її властивості, а також узагальнення сучасних підходів до використання м'яса у консервному виробництві.

1.1. Аналіз хімічного складу м'ясної сировини та вплив процесу та умов заморожування на якість

Найчастіше під м'ясом розуміють усі частини тіла тварини після відокремлення голови, нижніх частин кінцівок, та внутрішніх органів, а також зняття шкіри. До складу м'яса входять наступні основні тканини:

- м'язова – 50-65 %;

- жирова – 5-30 %;
- сполучна – 10-16 %;
- кісткова – 7-30 %.

Крім того до м'яса відносять лімфатичні та кровоносні судини, лімфатичні вузли та нерви.

М'ясо відіграє важливу роль у світовій структурі харчування, а обсяги забою тварин на м'ясо залишаються стабільно високими. У таблиці 1.1 наведено дані щодо обсягів забою наземних сільськогосподарських тварин у 2023 році за даними ФАО/ВООЗ.

Таблиця 1.1

Показники забою наземних сільськогосподарських тварин у 2023 році [2]

Вид тварин	Кількість	
	тис голів	тис. т, у живій масі
Кури	675 029,1	1 641,2
Качки	79 037	158,1
Свині	4 949,5	875,9
Кролі	5 551	18,65
Індички	1 510	22,65
Вівці	696,7	19,1
Велика рогата худоба	1 602,8	388,4
Буйволи	7,63	6,87
Коні	13,7	11,7

За даними ФАО, світове споживання м'яса досягло 34,0 кілограма на середньостатистичну душу на рік. При цьому рівень виробництва м'яса в різних країнах суттєво коливається і при такому рівні виробництва у світі в країнах Європи виробляють 83,5 кілограми на душу населення, у тому числі в Данії 326,9 кілограми, в Бельгії – 144,2 кг.

Незважаючи на наявність значної кількості альтернативних джерел м'ясної сировини, основний обсяг виробництва та споживання м'яса у світі забезпечується обмеженим переліком свійських тварин. У таблиці 1.2 наведено структуру світового споживання м'яса за основними видами у 2023 році.

Структура світового споживання м'яса за видами у 2023 році

Вид м'яса	Загальне споживання (кг на людину)	Частка, %
Курятина	14,7	43
Свинина	11,1	33
Яловичина	6,4	19
Баранина та козлятина	1,8	5
Загалом	34	100

За сучасними тенденціями розвитку м'ясопереробної промисловості, частка білого м'яса на ринку монотонно зростає при постійному зменшенні частки спожитої яловичини: за даними ФАО, частка спожитої в світі яловичини – зменшилася з 10,4 кілограма до 9,6 кг і 6,4 кг [3].

Україна за рівнем споживання м'яса знаходиться в «золотій середині»: на душу населення у передвоєнний час припадає 45 кілограмів виробленого м'яса на рік. Згідно із статистичними даними [4], найбільша частка у цій кількості належить курятині: 24,3 кг (49,7 %) у 2017 р., та 25,2 кг (51,9 %) у 2018 р.) та 25,5 кг (54,3 %) у 2019 р.). За м'ясом птиці слідує свинина – 13,8 кг, 12,6 кг і 13,0 кг, та яловичина – 3,1 кг, 5,4 кг та 4,8 кг на душу населення, відповідно (не більше 13 грамів на). В 2021 р сумарне виробництво м'яса склало 2438,3 тис. тонн, у тому числі яловичини 310,5 тис. тонн (112,7 % від загальної кількості), а в 2022 році відповідні індекси склали 2168,6 тис. тонн та 242,4 тис тонн (11,2 %).

Натуральне м'ясо та продукти на його основі характеризуються відносно короткими термінами зберігання, що обмежує можливості їх тривалого використання без застосування спеціальних технологій. У таблиці 1.3 наведено тривалість зберігання приготовленого м'яса залежно від температурних умов [5].

Тривалість зберігання приготовленого м'яса залежно від температурних умов

Вид м'яса	Термін придатності при кімнатній температурі	Термін придатності в холодильнику (+2-6 °С)	Термін придатності в морозильній камері (- 18 °С)
Варене	До 48 годин	24 години	72 години
Смажене	До 48 годин	48 годин	3 місяці
Запечене	До 48 годин	48 годин	72 години
Тушковане	До 48 годин	24 години	Зберігати не можна
Копчене	36 годин	120 годин	Зберігати не можна
В'ялене	30 діб	6 місяців	1 рік
Солоне	7 діб	3 місяці	6 місяців
Мариноване	До 24 годин	3 дні	3 місяці
У вакуумній упаковці	3 дні	45 діб	До 6 місяців

Одною з основних груп життєво необхідних для нормального життя нутрієнтів є продукція м'ясної та м'ясопереробної промисловості України, де основою виробництва є сировина, придатна для випуску харчових продуктів з підвищеною харчовою та біологічною цінністю. Особлива увага в цій діяльності приділяється продуктам ковбасної групи (до 60 % ринку м'ясопродуктів), рецептура яких в попередні часи була жорстко регламентована, але в сучасних умовах зазнала суттєвих коректив. Одним з основних видів використовуваної при цьому м'ясної сировини є яловичина. Однак, в сучасних умовах, її виробництво, тому й споживання, погіршується через втрату частини виробництв внаслідок бойових дій та окупацію частини території, ведення бойових дій та порушення логістики [6]. Як наслідок, виникла необхідність пошуку шляхів задоволення потреб споживачів у повноцінних продуктів із вмістом яловичини в умовах знаходження їх значної

частки в умовах обмеженого доступу до джерел забезпечення продовольством. Зважаючи на це, зростає і потреба населення в якісних та повноцінних м'ясних продуктах тривалого зберігання [6]. Враховуючи викладене, перед нами стояла задача вибору виду повноцінної продукції із вмістом яловичого м'яса і вибір при розробці технічного завдання на виконання дисертаційної роботи був зупинений на шинці з використанням яловичого м'яса.

Сучасні досягнення в області фізіології та біохімії харчування є основою розробки нових продуктів, які задовольняють вимогам гігієни харчування практично усіх верств населення, характеризуються високими гастрономічними властивостями, харчовою безпекою та високою біологічною цінністю. З цією метою в продукцію м'ясопереробної промисловості крім свіжого м'яса (яловичини, свинини, курятини та деяких інших його видів) в рецептури для надання продуктам оздоровчих властивостей вводять ряд добавок направленої дії [7]. Перспективними у цьому плані є технології виробництва аналогів традиційних харчових продуктів на основі комбінованої сировини тваринного та рослинного походження.

З наведених тут даних слідує необхідність суттєвого розширення випуску для задоволення їх запитів м'ясних продуктів тривалого зберігання, зокрема консервованої продукції. Особливо гостро проблема корекції складу м'ясного раціону стоїть в умовах організації харчування військовослужбовців, які беруть участь у бойових діях. До основних вимог до подібної продукції є вимога забезпечення споживачів достатньою кількістю білків адекватних фізіологічним потребам людини.

Основним джерелом повноцінного білка для людини є м'ясні продукти, особливо базовані на використанні яловичини багаті незамінними аргініном, лізином проліном та сірковмісними амінокислотами. При перебуванні в умовах, екстремальних фізичних навантажень та високої температури довкілля найбільший інтерес при розробці інноваційних видів м'ясних продуктів представляють консерви. Головними їх перевагами в польових умовах є тривалий термін зберігання навіть в найбільш несприятливих кліматичних

умовах, мінімальна маса при високій енергетичній та поживній цінності та відсутність необхідності попередньої кулінарної обробки.

В сучасній технології консервного виробництва широкого поширення набула тенденція використання білкових, у тому числі нетрадиційних ресурсів м'ясної сировини. За первинні ресурси при цьому використовують м'ясо великої рогатої худоби і свиней, м'ясо птиці. Великий інтерес у цьому останнім часом набуло використання субпродуктів другої категорії, наприклад, свинячої шкірки, використання якої у консервному виробництві дозволяє суттєво збільшити частку в готовому продукті білкової складової, присутньої у підготовленій до використання шкірці, яка містить, в середньому, 21,30 % білка [8]. Використання її дозволяє серед іншого суттєво підвищити емульгуючу здатність готового продукту завдяки високому вмісту колагену, присутність якого у м'ясних сумішах визначає багато у чому покращення характеристик найважливіших фізіологічних функцій сполучної тканини: трофічної, захисної та пластичної.

Шкірку використовують як в сирому, так і у вареному вигляді. У останньому випадку вона пом'якшується через частковий перехід колагену у желатин, що посилює позитивний вплив на функціонально-технологічні властивості м'ясних сумішей: здатності до набухання, оптимізації структури та збільшення здатності до зв'язування вологи завдяки проходженню пептизації із збільшенням кількості в об'ємі гідрофільних груп $-COOH$ та $-OH$.

Потреба організму в білках для уникнення споживання надмірної кількості консервів в умовах обмеженого постачання у віддалені гарнізони може бути успішно компенсована забезпеченням військовослужбовців замороженою, у тому числі м'ясною, продукцією.

1.2. Аналіз вимог дотримання бактеріальної безпечності замороженого м'яса при виробництві консервів

При виробництві продуктів з м'яса, що має ознаки DFD, необхідно враховувати як його позитивні (висока ВЗЗ), так і негативні властивості (темний колір). За високого рівня мікробіологічного обсіменіння м'яса з ознаками DFD, створюються умови швидкого проявлення ознак псування у охолодженому стані. Заморожування цієї сировини призупиняє і тому є ефективним способом консервування м'яса в умовах ускладненості доставки до місць переробки, зокрема суттєвому зменшенню загрози псування під дією мікроорганізмів. Їх загибель при заморожуванні м'яса обумовлена утворенням кристалів та пов'язаним з цим процесом підвищення концентрації розчинених речовин, у результаті чого відбувається руйнування мембранного апарату, денатурація і деструкція макромолекул білків [9,10]. На якісні показники м'яса при заморожуванні значною мірою впливає процес утворення і росту кристалів льоду. Розмір, форма та характер їх розташування у структурі м'язової тканини залежать значною мірою від режиму заморожування, а також властивостей сировини визначених глибиною та характером автолізу [11].

Проведені гістологічні дослідження показали, що при повільному заморожуванні у м'ясі утворюється значна кількість великих кристалів льоду розміром від 60 до 300 мкм. При повільному заморожуванні процес утворення кристалів супроводжується концентруванням розчинених речовин у міжклітинному просторі, наслідком чого є міграція вологи з клітинних утворень [12]. Рядом дослідників на підставі вивчення мікроструктури м'язової тканини встановлено, що повільне заморожування м'яса приводить до зменшення діаметру, деформації, розривам м'язових волокон, їхньому ущільненню та появі між ними вільних просторів [13].

У випадку швидкого заморожування відмічається утворення дрібних (25-150 мкм) рівномірно розподілених всередині м'язових волокон кристаликів льоду, які не впливають суттєво на структуру м'язової тканини [13,14]. Внаслідок цього при швидкому заморожуванні м'яса міграція вологи у міжклітинний простір уповільнена, а при подальшому розморожуванні втрати м'ясного соку зменшуються [15]. Деякий час вважалося, що при інтенсивних

способах заморожування м'яса із застосуванням рідкого азоту та двооксиду вуглецю вода усередині клітин та у міжклітинному просторі переходить у скловидний стан. Однак на підставі ультраструктурних досліджень та даних рентгеноструктурного аналізу було встановлено, що при заморожуванні у цих умовах відбувається утворенні дуже дрібних кристалів льоду рівномірно розподілених поміж м'язових волокон. Поряд з механічним руйнуванням обумовлених процесом утворення кристалів морфологічних структур, збільшення концентрації розчинних речовин м'язових тканин у процесі заморожування м'яса чинить суттєвий вплив на стан білково-ліпідних комплексів мембранних структур, конформацію м'язових білків та розвиток хімічних і біохімічних процесів [16]. З наявних літературних даних відомо, що зміни у стані білків м'язових тканин при заморожуванні і подальшому зберіганні м'яса пов'язані з розвитком їхніх денатураційних та агрегаційних процесів і явищами протеолізу [12].

Дослідження, проведені на яловичому м'ясі з різним строком автолізу, показали, що найбільш доцільним є заморожування парного м'яса, оскільки це супроводжується утворенням дрібних кристалів льоду сконцентрованих переважно усередині волокон [15,17].

Заморожування м'ясної сировини в мінімальні терміни після забою тварини є одним з найбільш ефективних способів подовження термінів придатності м'яса до переробки. Тому у багатьох випадках призначене для постачання у віддалені регіони м'ясо та продукти на його основі доставляються у замороженому стані, що дозволяє загальмувати розвиток мікроорганізмів, які у них містяться. Граничною негативною температурою, за якої бактерії здатні розмножуватися, є мінус 5 °С – мінус 8 °С. Дріжджі припиняють ріст на 2-3 градуси нижче, тому для достатньо тривалого зберігання продуктів рекомендують температури нижче 10 °С [18]. При цьому важливим чинником впливу на якість м'яса є режим заморожування через кількість та розміри утворюваних кристалів льоду [19,20]. У разі повільного заморожування кристали мають відносно великі розміри – від 60 до 300 мкм. Процес

супроводжується витісненням рідини в міжклітинний простір з концентруванням у ній розчинених речовин, які при подальшому розморожуванні неворотимо втрачаються. При швидкому заморожуванні утворюється велика кількість рівномірно розподілених всередині м'язових волокон дрібних кристалів розміром близько 25 мкм, наявність яких мало впливає на структуру м'язової тканини. Тому через менші втрати м'ясного соку швидке заморожування має суттєві переваги [21].

Проте і метод заморожування не є оптимальним при виборі технологій тривалого зберігання м'ясної сировини, оскільки це вимагає значних витрат енергії, а мікроорганізми, які у ньому містяться, навіть при заморожуванні до мінус 18 °С не гинуть, а лише переходять у «сплячий» режим, відновлюючи і навіть підвищуючи активність через збільшення рівня вологості продукту після розморожування [22].

Зважаючи на ускладненість логістичних проблем, основною вимогою у допуску м'ясної продукції до споживання є практична відсутність хвороботворних, патогенних та токсикогенних мікроорганізмів. Серед таких, що негативно впливають на санітарний стан м'яса їх основними видами є:

- патогенні – *Salmonella enterica*, *Salmonella bongori*, *Staphylococcus aureus*;
- токсикогенні – *Clostridium botulinum*;
- умовно патогенні – *Proteus vulgaris*, *Proteus mirabilis*, *Proteus penneri*;
- бактерії групи кишкової палички;
- мезофільні анаеробні і факультативно анаеробні мікроорганізми (МАФАМ); бактерії роду *Enterobacteriae*, *Enterococcus*;
- дріжджі та плісняві гриби.

Одною з основних умов мінімізації їх кількості до надходження до місць переробки є витримка температурного режиму, оскільки за сприятливих температурних умов вона може подвоюватися кожні 20 хвилин. В загальному випадку, залежність швидкості розвитку мікрофлори виглядає наступним чином:

- при мінус 18 °С чисельність мікроорганізмів лишається незмінною і знаходяться вони у «сплячому» режимі;
- від 1 до 5 °С більшість бактерій не розмножується, або ж розмножуються вони достатньо повільно;
- від 5 до 63 °С, що є оптимальним діапазоном розвитку, бактерій, відбувається швидке збільшення їх чисельності;
- від 63 до 75 °С більшість мікроорганізмів припиняє ріст;
- від 75 °С і вище більшість мікроорганізмів гине.

Повного знищення мікрофлори та її спор можна досягти нагріванням вмісту ємності, куди поміщений м'ясний продукт, протягом 5 хвилин при температурі 135 °С [23]. Однак застосування надто високих температур негативно впливає на органолептичні та фізико-хімічні показники якості консервів, тому на практиці стерилізацію здійснюють за нижчих температур — 110–120 °С із відповідним подовженням тривалості теплової обробки. Тривалість витримки консервів за таких температурних режимів також залежить від реакції середовища м'ясної сировини. У таблиці 1.4 наведено залежність тривалості стерилізації від рівня рН м'ясної сировини [23].

Таблиця 1.4

Тривалість стерилізації залежно від рівня рН м'ясної сировини

Температура	Рівень рН середовища				
	6,0	5,3	5,0	4,7	4,5
110	190	100	40	35	11
115	63	48	15	10	10
117	18	13	7	7	5

Але, незважаючи на відсутність потенційних токсинів та інших небажаних продуктів метаболізму мікроорганізмів, склад мороженого м'яса піддається змінам під дією ферментів, які в ньому містяться, що наочно підтверджено даними роботи з вивчення хімічного складу замороженої яловичини [24]. М'ясо піддавали заморожуванню за температури мінус 20 °С і

зберігали впродовж 4,5 місяців із проміжним відбором проб після двох місяців зберігання. Результати дослідження наведено в таблиці 1.5.

Таблиця 1.5

Зміни складу замороженої яловичини під час зберігання

Параметр	Час витримки, місяців		
	0,0	2,0	4,5
Вміст жиру, %	7,56±0,48	4,83±0,38	3,00±0,17
Вміст білка, %	17,47±0,15	15,43±0,40	15,03±0,04
Вміст води, %	70,33±0,21	77,47±0,50	78,15±0,18
Вміст зольних елементів, %	0,92±0,08	0,87±0,06	0,79±0,07

Отже для збереження продукту від бактеріального забруднення можна досягти або витримкою продукту при високих температурах, або витримкою в замороженому стані. Із зрозумілих причин перший спосіб в умовах логістичних ускладнень є неприйнятним і в умовах короткотривалого зберігання м'яса переважним слід вважати спосіб заморожування, хоч і це не є гарантією повного припинення розвитку мікрофлори. Найнижчі температури розвитку мікроорганізмів, вірогідно, близькі до мінус 20 °С [25], що знаходиться до звичних умов зберігання продуктів при мінус 18 °С.

Проте й збереження продуктів від мікробіологічного псування витримкою в таких умовах не є оптимальним способом подовження термінів їх придатності, оскільки при розморожуванні м'ясної сировини спостерігається певна втрата її споживчих властивостей внаслідок кріоденатурації білків м'язової і сполучної тканини [26]. Причина полягає у тому, що при заморожуванні білків з наступним розігрівом відбувається їх агрегація [27] супроводжувана розрихленням білкової глобули [28], а також поверхневих поліпептидних ланцюжків з інактивацією ферментів через послаблення гідрофобних взаємодій [29]. Такі зміни пов'язані при переході структури водно-білкової системи у твердий стан з численними фізико-хімічними процесами, зокрема концентруванням солей в сухій речовині м'яса внаслідок виморожування з неї кристалів води, зміни рН та ін. Також утворювані в

процесі заморожування голкоподібні кристали льоду проколюють клітинні оболонки, що є передумовою витікання утвореної з них при відтаюванні води назовні з відповідним зростанням жорсткості м'ясного субстрату. Знижений вміст води та, відповідно, підвищений вміст сухих речовин порівняно з м'ясом із нормальним перебігом автолітичних процесів є суттєвими обмежувальними чинниками при виробництві високоякісних яловичих консервів із м'яса категорії DFD. У таблиці 1.6 наведено порівняльну характеристику м'яса категорій NOR та DFD.

Таблиця 1.6

Порівняльна характеристика м'яса категорій NOR та DFD

Показник	Яловичина категорії NOR	Яловичина категорії DFD
Волога, %	72,3±2,1	60,8±2,4
Суха речовина, %	27,2±1,3	36,7±1,4
Протеїн, %	20,9±1,7	32,3±1,6
Вологоутримувальна здатність, %	64,9±2,3	68,4±2,8
Кислотність, pH	5,9±0,03	6,04±0,02

До того ж, навіть в замороженому стані у м'ясі навіть при мінус 18 °С не припиняється активність ензимів мікроорганізмів, зокрема ліпаз та протеаз [30], отже основним способом гарантування довготривалої придатності м'яса є знищення мікрофлори.

Встановлене збільшення вмісту води та одночасне зниження масової частки білка зумовлене перебігом процесів денатурації білкових структур, що узгоджується з результатами та висновками інших досліджень [31, 32]. Водночас суттєве зменшення вмісту жиру пояснюється процесами гідролізу ліпідів, що також підтверджено у роботі [33]. Отримані результати свідчать про те, що технології тривалого заморожування м'ясної сировини не є оптимальними, оскільки супроводжуються значними втратами поживних речовин та погіршенням її харчової цінності.

На відміну від цього, досліди з дворічного зберігання при трьох температурах ($6 \pm 2^{\circ}\text{C}$, $26 \pm 2^{\circ}\text{C}$ та $37 \pm 2^{\circ}\text{C}$) консервованих м'ясних страв застосованих для вживання військовими чеських збройних сил показали відсутність помітних змін вмісту води та білків. Проте при більш тривалому зберіганні консервів, та ще й в умовах підвищених температур, у м'ясній масі було помічено певне розкладення білкової складової супроводжуване втратами незамінних амінокислот лізину та лейцину [34].

Подібні зміни помічені і у складі рослинної олії після трирічного зберігання консервованих шпротів. У масляній заливці виявлено зменшення кількості ефірів насичених жирних кислот, мононенасичених жирних кислот і, що особливо важливо, ефірів омега-3 жирних кислот при паралельному збільшенні ефірів омега-6 кислот [35].

На підставі викладеного можна вважати, що рекомендованим способом збереження поживних та смакових якостей м'ясних композицій без суттєвих змін хімічного складу вмісту консервів протягом гарантованого виробниками терміну зберігання (два роки), є консервація, тим більше, що теплова переробка м'ясної сировини супроводжується мінімальними втратами маси [36], а суворе дотримання умов її проведення дозволяє виробляти продукти, характерні високою харчовою цінністю та хорошими органолептичними показниками якості.

Одним з найбільш поширених різновидів консервованої м'ясної продукції є делікатесні шинкові вироби, якість яких нормована національним стандартом ДСТУ 4451:2005 [37]. Ключовими факторами при їх виробленні є використання сировини високої якості, спосіб посолу, режими механічної і теплової обробки та умови зберігання. При тому крім традиційно використовуваної для виробництва шинки стегової частини свинячої туші шинку виробляють і з інших типів м'ясної сировини – курятини, індичатини, яловичини та ін. [38].

Зважаючи на таку можливість і переважаючу частку в сучасному раціоні курятини, нами з метою наближення системи харчування до рекомендацій Всесвітньої організації охорони здоров'я стосовно доведення частки спожитої

яловичини в м'ясному раціоні до 25 %, саме цей вид м'яса був обраний для розробки технології консервації яловичини, використовуваної для потреб виробництва консервної продукції. Серед різновидів такої особливе місце займає консервована шинка, яка користується підвищеним попитом завдяки високій харчовій цінності та хорошими органолептичними властивостями.

У більшості випадків яловича сировина надходить на переробні підприємства в замороженому стані, тому питання дослідження з урахуванням відмічених вище факторів, недостатньо вивчені зміни хімічного складу м'яса в процесі зберігання в замороженому стані стали предметом спеціального дослідження. Додатково при вивченні процесу виробництва яловичої шинки дослідженню підлягають питання змін стану і складу сировини при посолі, та в процесах теплової обробки і зберігання стерилізованих м'ясних продуктів.

Серед причин, які мають найбільший вплив на якість та тривалість гарантованого зберігання кінцевих продуктів, є режим посолу і склад посолочних речовин, а також режими механічної обробки та ступінь подрібнення сировини.

Одним з основних факторів впливу на якість та тривалість та умови зберігання консервів є режим теплової обробки (пастеризація, стерилізація та ін.). Створені у попередній час технології дозволяють зберігати шинкові, навіть стерилізовані, консерви обмежений час (протягом року при температурі не вище 15 °C). У цьому зв'язку зростає актуальність розробки раціональних режимів стерилізації з метою подовження термінів гарантованого зберігання при звичайних температурах.

З цього слідує також необхідність удосконалення способів виробництва з урахуванням якості сировини, яка надходить на підприємство, вибору рецептури продукту та ефективного складу розсолу та обґрунтування режимів механічної і теплової обробки. до інгредієнтного складу композицій, при їх виробництві для підвищення монолітності підвищена увага приділяється використанню сировини із збільшеним вмістом сполучної тканини, а для

здешевлення кінцевого продукту в суміш вводять достатньо великі кількості рослинної сировини, переважно продуктів переробки сої.

1.3 Аналіз змін у складі м'ясної сировини після забою, причини аномального розвитку процесів автолізу

М'ясо тварин складається у переважній частині маси з м'язів, у функції яких входить забезпечення руху, підтримання форми тіла та забезпечення численних функцій, таких, як дихання, ковтання перистальтика. У першому наближенні основними складовими м'яса є волога, білки, ліпіди, зольні елементи та вуглеводи. Найбільшою частиною твердої складової м'язів є білкова тканина, у складі якої знаходиться численна група хімічних сполук іншої природи. До їх числа входять вільні жирні кислоти, гліцерин, тригліцериди, фосфоліпіди, азотовмісні сполуки небілкової природи – ДНК, РНК, аміак, аміногрупи та вітаміни. Також тут знайдені гранульований глікоген, АТФ та міоглобін. В незначній кількості тут знаходяться в розчиненому вигляді і сполуки мінеральних елементів. Деякі м'язи можуть містити до 15 % жирової тканини, деякі – менше 2 %. Але незалежно від того, скільки жиру міститься у м'язі, співвідношення білок:волога лишається у сформованій м'язовій тканині близьким до 0,3. Більшість м'язів характеризується відносно сталим хімічним складом: у середньому вони містять близько 1 % зольних речовин (зокрема залізо, калій, кальцій, натрій, магній, фосфор, хлор), приблизно 1 % вуглеводів (до забою переважно у вигляді глікогену), близько 5 % ліпідів та близько 21 % азотистих сполук, основну частку яких становлять білки. Решта маси (приблизно 72 %) припадає на воду. Узагальнені дані щодо хімічного складу основних компонентів м'ясної сировини наведено в таблиці 1.7 [39].

Порівняльний хімічний склад м'язової, жирової та кісткової тканин, %

Компонент	М'язова тканина	Жирова тканина	Кісткова тканина
Волога, %	72	9	25
Сполуки азоту (переважно білки), %	21	1	10
Ліпіди, %	5	90	20
Зольні елементи, %	1	< 0,5	45
Вуглеводи, %	1	< 0,5	< 0,5

Після забою тварини, припиняється надходження кисню у тканини, що практично зупиняє процеси вироблення енергії. Однак в тканинах тривалий час продовжуються ферментативні процеси, що веде до зміни механізму біохімічних перетворень, тому що за відсутності кисню з тканин не видаляються продукти ферментативного розкладення. М'ясо щойно забитої тварини (так зване «парне» м'ясо) має щільну консистенцію, не має вираженого специфічного запаху і високих смакових властивостей. М'язова тканина розслаблена, має м'яку консистенцію та високу здатність до зв'язування вологи. Тривалість його перебуванні у такому стані становить приблизно півгодини для м'яса птиці і 2-4 години для яловичини.

В подальші години в тканинах розвивається після забійне задубіння. М'язи стають пружними та незначно скорочуються, що значно збільшує їхню жорсткість та опір на розрізі. При 15-20 °С повне задубіння відбувається протягом 3-5 годин після забою, а при температурі 0-2 °С завершується протягом 18-20 годин. У перші години після забою м'ясо стає жорстким та має неприємний запах. І лише через певний проміжок часу стає м'яким, набуває приємного запаху. Процес має назву «визрівання», яке при температурі близько 2-3 °С триває 12-15 діб, але при більш високих температурах проходить швидше: при 12 °С воно закінчується на п'ятий день, при 18 °С – на другу добу, при 29 °С – за кілька годин.

У першому наближенні, в період, що передує початку переробки сирого м'яса на товарний продукт, хімічний склад сполук азоту та ліпідів лишається практично незмінним і проходження процесу задубіння обумовлене, головним чином, розвитком ферментативних процесів розкладення глікогену і АТФ. Глікоген в процесі розкладення трансформується в молочну та деякі інші кислоти, що має суттєвий вплив на якість м'яса. М'ясо щойно забитої тварини має слаболужну реакцію ($\text{pH} - 7,2-7,4$), яка при нормальному проходженні процесів автолізу через точку нейтральності переходить в кислу – до 5,4-5,8 одиниць. Результатом є інтенсифікація процесів формування кольору внаслідок переходу двовалентного заліза міоглобіну в тривалентний стан, а також змінюються характеристики м'яса – механічна стійкість, здатність до зв'язування вологи, смак, аромат. Гліколіз припиняється приблизно через 24 години через вичерпання АТФ та накопичення кінцевих кислих продуктів її розкладення: переважно молочної кислоти і, крім того, мурашиної, оцтової, пропіонової кислот, ацетальдегіду, кетонів, а також вільних амінокислот – валіну, серину, гістидину та ін. Це робить м'ясо більш доступним до дії травних ферментів, завдяки чому воно краще перетравлюється та засвоюється.

М'ясо, характерне нормальним проходженням процесом автолізу прийнято називати «нормальним» і кодувати латиною як NOR. Проте при інтенсивному розведенні тварин в промислових умовах у м'ясі через порушення умов утримання, використання неналежного раціону, у тому числі гормональних препаратів, стресових умов транспортування та утримання перед забоєм тощо, усе частіше виявляються суттєві відхилення від звичайних процесів автолізу. Тому м'ясну сировину при надходженні на переробне підприємство прийнято відносити до трьох категорій [40]:

- м'ясо нормальне (позначення NOR – від англійського *normal*);
- м'ясо м'яке, бліде, водянисте або ексудативне (позначення PSE – від англійського *pale, soft, exudative*);
- м'ясо темне, жорстке, сухе (позначення DFD – від англійського *dark, firm, dense*).

Характерні ознаки, за якими м'ясо відносять до відповідних категорій якості, наведено в таблиці 1.8.

Таблиця 1.8

Критерії класифікації м'ясної сировини за показниками якості

	Нормальне м'ясо	М'ясо з ознаками PSE	М'ясо з ознаками DFD
Характерні ознаки	Насичений рожево-червоний колір, пружна консистенція, характерний запах, висока ВЗЗ	Світле забарвлення, рихла консистенція, кислуватий присмак, виражене відділення м'ясного соку, низька ВЗЗ	Темно-червоний колір, жорстка консистенція, підвищена липкість, низька стабільність при зберіганні, висока ВЗЗ
Причини утворення	Нормальний розвиток автолізу	Зустрічається у тварин з недостатньою рухомістю; відхиленнями в генотипі; під дією короткочасних стресів	Найчастіше зустрічається у молодняка після тривалого стресу
Методи ідентифікації	pH = 5,6-6,2, органолептична оцінка	pH = 5,2-5,5 через 60 хвилин після забою, органолептична оцінка	pH вище 6,2 через 24 години після забою, органолептична оцінка

Одною з основних причин отримання м'яса з ознаками PSE, характерного низьким рН, світлим забарвленням, рихлою консистенцією, кислим присмаком та вираженим відділенням м'ясного соку, вважають вплив короткострокового стресу безпосередньо перед забоєм. До його причин відносять тривале транспортування, особливо при високих температурах, нестачу повітря під час транспортування, нетривалу витримку перед забоєм, покvapливiсть при загоні до місця забою. Також суттєвий вплив на погіршення якості м'яса з набуттям

ним ознак вважають вирощування худоби в умовах малої рухомості та направлене на швидке збільшення маси тіла інтенсивне відгодовування. При тому одною з основних причин утворення м'яса з ознаками DFD вважають стрес, наслідком якого є значний викид у кров адреналіну з частковою денатурацією білка та прискореним гліколізом, які відбуваються через затримку початку охолодження та/або недостатньо низьку температуру його початку [41].

Проте незалежно від причини (емоціональне збудження, холод, втома), стрес закінчується вивільненням адреналіну з кори надниркових залоз, що через проходження серії біохімічних змін опосередковано прискорює прижиттєве руйнування глікогену та приводить до фіксації високого остаточного значення м'язового рН і темному кольору м'яса. У роботах [42,43] автори вказують, що виникнення стану DFD властиве певному типу м'язів. Після стресу м'язи, які складаються з волокон "білого" кольору (швидка судомо) мають більш високий вміст глікогену, який у подальшому гідролізує до молочної кислоти, характеризуються більш високою окислювальною здатністю і менш схильні до утворення темного забарвлення м'яса. м'язи, які складаються з волокон "червоного" типу (повільна судомо) характеризуються більшою схильністю до циркуляції адреналіну і, як наслідок, містять менше глікогену, який розкладається у переважній більшості випадків з утворенням двооксиду вуглецю, що не змінює суттєво величину їхнього рН. М'язи з високим вмістом гліколітичних "червоних" волокон характеризуються схильністю до появи темного забарвлення характерного м'ясу з ознаками DFD. "Червоний" тип волокон характерний для биків, м'ясо яких часто має темне забарвлення [43].

М'ясо з ознаками характерне нижчою товарною цінністю порівняно з м'ясом категорії NOR. Воно не здатне утримувати великі кількості води та недостатньо добре емульгує жир. При заморожуванні та подальшому розморожуванні воно втрачає значні кількості вологи. Рекомендованою сферою використання такого м'яса є виробництво продуктів нетривалого терміну зберігання: вареної ковбаси, сосисок, сардельок. М'ясо з ознаками PSE не може

бути використаним при виробництві варених окороків, оскільки продукт є водянистим та має нерівномірне забарвлення. Тим не менше, воно може бути використаним в парному стані за умови додавання хлориду натрію, а також в сполученні з м'ясом DFD або нормальним м'ясом високої якості. В такому варіанті м'ясо PSE може бути використаним, але знову ж таки при виробництві продуктів з обмеженим терміном придатності: емульсійних та сиркопчених ковбас, рублених або панірованих напівфабрикатів.

М'ясо з ознаками DFD утворюється у більшості випадків внаслідок довготривалого стресу внаслідок різного роду збудження, змішування тварин з різних стійок, втоми. Як результат, запаси глікогену у м'ясі на цей час практично витрачені, що веде до зменшення кількості органічних кислот під час автолізу. Відповідно, рН м'яса залишається на достатньо високому рівні (6,2 і навіть вище), що веде до недостатнього ступеню денатурації білків, підвищення здатності до утримання вологи і утворення сухої щільної структури темнішого за нормальне м'яса.

Стрес не є єдиною причиною вичерпання у м'ясі запасів глікогену. Подібне явище відбувається і у випадках збільшення часу транспортування тварин на м'ясокомбінат [44], а також у випадках емоціонального збудження, знаходженні тварини в несприятливих кліматичних умовах, при втомі), що через проходження серії біохімічних змін прискорює прижиттєве розкладення глікогену з фіксацією високого остаточного значення рН м'язової тканини, що свідчить про малу стійкість м'яса до атак аеробних мікроорганізмів та певну зміну механізму автолізу. На відміну від м'яса у нормальному стані, де під дією аеробних мікроорганізмів на перших етапах перетворень розкладається глюкоза, у м'ясі з ознаками DFD розкладаються білки з п'ятикратним збільшенням кількості окисненого міоглобіну (метміоглобіну) і виникненням більш темного забарвлення [45]. Також вірогідність утворення м'яса DFD зростає у мало вгодованих тварин: якщо яловичина містить менше 4 % жиру, вірогідність появи цих ознак є суттєво вищою.

Основні ознаки м'яса DFD – висока здатність до зв'язування вологи, темно-червоне забарвлення, жорстка консистенція, підвищена липкість та низка стабільність в процесі зберігання. Воно не є зіпсованим, однак поступається м'ясу з ознаками NOR якісними показниками. Використовувати його можна або в парному стані, або ж на ранніх етапах автолізу без витримки, використовуюваної зазвичай при переробці м'яса категорії NOR [46,47] і не може бути використаним при виробництві емульсійних, сиркопчених та сиров'ялених ковбас, солених виробів, заморожених продуктів. Через темний колір, короткий термін придатності до споживання, підвищену липкість і несприйняття споживачами такого роду продуктів, м'ясо категорії DFD не використовують при виробленні варених, копчено-запечених продуктів та напівфабрикатів обмеженого терміну зберігання. Тому оптимальним способом його переробки через підвищену сприйнятність до атак мікроорганізмів вважають вироблення продуктів тривалого терміну зберігання, наприклад стерилізованих м'ясних консервів, в яких мікрофлора практично знищена [48,49].

Зменшити частку сировини з ознаками PSE та DFD, яка надходить на виробництво, можна здійснити шляхом здійснення жорсткого контролю стану та властивостей м'яса на усіх стадіях технологічного ланцюга, починаючи з вирощування худоби до початку її перероблення. У країнах Західної Європи протягом останніх 20 років кількість м'ясної сировини з ознаками PSE та DFD зменшилося з 38-45 % до 2.7-3.2 % [50].

Дуже важливо, щоб виробники та переробники м'яса мали можливість попередження або зменшення ступеню розвитку ознак DFD у м'ясі. Появу темного забарвлення м'яса можна попередити ін'єкцією перед забоєм β -адренергетичного блокувальника, який зв'язував би адреналін на мембранах м'язових клітин [51]. Автори роботи [52] вводили з цією метою один кілограм сорбіту у їжу тварин під час їх утримання протягом ночі перед доставкою на бійню та забоєм, що дозволило зменшити розповсюдження стану DFD серед

великої рогатої худоби з 6.20 % до 4.47 % без будь-якого негативного впливу на харчові та технологічні властивості яловичини.

З метою зменшення частки м'ясної сировини з ознаками DFD, необхідно усунути наступні основні причини його виникнення:

- утримання тварин у сирих, брудних і тісних приміщень на фермі,
- перезбудження при завантаженні та транспортуванні (велика відстань доставки (більш ніж 250 км, погана якість доріг, відсутність напування під час перевезення, змішане утримання тварин різної статі та віку під час перевезення),
- передзабійне утримання худоби у тісних приміщеннях-загонах, недостатнє годування у цей період, сварки між тваринами, відсутність роздільного утримання. Встановлено, зокрема, що роздільне утримання бичків у індивідуальних загонах перед забоєм дає можливість зменшити частку м'яса з ознаками DFD з 40-60 % до 9-10%,
- необгрунтована тривалість періоду передзабійного утримання тварин. Показано, що витримка великої рогатої худоби протягом 3-5 годин або 12-15 годин забезпечує мінімальну появу у м'ясі ознак DFD. У інших випадках доля яловичини з ознаками DFD збільшується.

У багатьох країнах терміни зберігання охолодженого м'яса скорочені до п'яти діб через те, що це м'ясо набуває сильно виражених змін органолептичних та біохімічних показників після зберігання протягом 7-10 діб або т транспортування у інші регіони. У той же час у Росії яловичину при температурі 0-4 °C передбачено зберігати протягом 14-16 діб, а баранину – до 15-17 діб. Туші, виявлені на конвеєрі розділки за величиною кута, утвореного передніми кінцівками та вертикальною лінією туші менш ніж 124°, та ранньому розвитку у них за кілька годин після забою ознак PSE та DFD, слід піддавати швидкому охолодженню у холодильних камерах з температурою менш ніж мінус 20 °C до досягнення у товщі м'язів температури не більш ніж 4 °C, відразу після досягнення якої їх слід направляти на переробку або поміщати без затримки у холодильну камеру з температурою 0-2 °C та відносною вологістю

не вище 86 %, після чого перероблювати їх протягом 2-3 діб або заморожувати. Після розморожування не допускається тривале зберігання цього м'яса, оскільки у ньому розвиваються інтенсивні біохімічні процеси впливу на структурно-механічні та органолептичні показники якості.

М'ясо з ознаками DFD можна використовувати або у парному стані, або на ранніх стадіях автолізу без відповідного витримування, яке є необхідним для сировини категорії NOR, через відсутність яскраво вираженої стадії посмертного задубіння та найбільшої активності кальпаїнів на початку процесу автолізу [47]. Хоч таке м'ясо і характеризується високою ВЗЗ, його значно темніший порівняно з NOR-сировиною колір викликає негативне сприйняття споживачами, а продукт з нього часто має нестійке забарвлення. Таке м'ясо недоцільно використовувати на виготовлення варених ковбас, солоно-варених, копчено-запечених виробів, натуральних напівфабрикатів з обмеженим терміном зберігання таких продуктів. сировина з ознаками DFD характеризується підвищеною липкістю порівняно з м'ясом категорії NOR, що обумовлено високою розчинністю білків м'язової тканини. Тому м'ясо з ознаками DFD доцільно використовувати при виробленні солоних формованих продуктів, до яких відносяться, наприклад, консерви. Продукти із м'яса з ознаками DFD мають найвищу адгезійну здатність внаслідок більш високої концентрації розчинних білкових речовин на поверхні шматків м'яса та меншої міцності, що дозволяє формувати продукт при значно меншому тиску порівняно із сировиною з традиційним характером автолізу, зменшивши його з 50 до 35-40 кПа.

Використання м'яса категорії DFD з метою вироблення сирокопчених виробів не рекомендовано через його високу ВЗЗ, уповільнену дифузію солі та низьку концентрацію іонів H^+ , тобто факторів здатних викликати прискорене мікробіологічне псування продуктів. у м'ясі з ознаками DFD спостерігається менша швидкість проникнення солі у м'язові волокна порівняно із сировиною категорії NOR, що обумовлено сильним набуханням м'язових волокон. Це тягне за собою зменшення відстаней між волокнами, через що м'ясо має

"щільну" структуру. Як наслідок, псування солоних окороків, виготовлених з цієї сировини викликане високим значенням рН та зниженою концентрацією солі у товщі м'язів [53]. Позитивно оцінюючи перспективи заморожування м'яса з ознаками DFD та вимірявши показники його якості у процесі заморожування та подальшого зберігання при температурі мінус 18 °С, слід вважати доцільним застосовувати його для вироблення швидко заморожених напівфабрикатів.

Зважаючи на те, що білки м'язової тканини з ознаками DFD характеризуються значно меншими порівняно із м'ясом категорії конформаційними змінами у процесі заморожування, а також те, що у такому м'ясі малопомітні характерні для м'яса категорії NOR ознаки стадії посмертного задубіння під час розділки туш та подальших операцій, доцільно при виробленні м'яса блоків використовувати сировину з ознаками DFD, характерну високим значенням параметру рН.

Досягнення м'ясом стану PSE відразу після забою тварини відбувається протягом перших 40-60 хвилин через швидке зниження рН як наслідку прискореного гліколізу наявних у відносно великих кількостях вуглеводів при близьких до звичайних температурах. Впродовж приблизно 60 хвилин рН м'яса знижується до 5,2-5,5, відбувається конформація саркоплазматичних білків і їх взаємодія з білками міофібрил. Через це відбувається різке зменшення здатності м'ясної сировини до зв'язування води. За рахунок цього сировина набуває ознак ексудативності.

В протилежність, у випадку малого на момент забою вмісту у м'ясі глікогену внаслідок прижиттєвого розкладення через стрес, величина рН м'яса лишається практично незмінною через малу швидкість або навіть практичну відсутність гліколізу, що веде до набуття м'ясом ознак DFD. Високі значення рН м'яса цієї категорії обмежують терміни його зберігання і практично виключають можливість використання у виробництві сирокочених та сиров'ялених виробів. Процеси автолізу м'яса з ознаками NOR відбуваються

протягом приблизно 24 годин з поступовим зменшенням величини рН, для чого м'ясо має бути охолодженим в мінімальні строки [54-58].

Серед фізико-хімічних показників якості м'ясного продукту основними вважають вміст м'язової тканини (м'яса в побутовому розумінні цього терміну) та жиру в процентах маси нетто: не менше 56,5 % для консервів вищого та 54,0 % - першого сорту, кухонної солі – до 1,5 %, а у випадку герметизації в бляшані банки і солей олова – не більше 200 міліграмів на кілограм продукту та свинцю (відсутність в межах чутливості стандартизованої методики визначення). Питанню ж сортності використаного при виробництві м'яса приділяється другорядна увага, що слід вважати суттєвим недоліком. Причина – в умовах дефіцитності та тривалих термінів надходження на виробництво м'яса, у ньому відразу після забою тварини можуть відбуватися і часто відбуваються небажані автолітичні зміни, через що необроблене м'ясо псується протягом кількох годин або днів. зміни відбуваються як наслідок припинення надходження в тканини кисню і призупинення процесів синтезу.

Одною з основних причин прискорення небажаних процесів погіршення якості м'яса в умовах інтенсифікації діяльності в області тваринництва є недостатня стійкість тварин до стресових ситуацій. Під їх впливом відбувається збільшення кількості та прискорення процесів синтезу наднирковими залозами адреналіну. Надлишкова його кількість у отриманому після забою тварини м'ясі, викликає прискорення процесів розкладення АТФ супроводжуване зростанням швидкості посмертного задубіння м'язової тканини, а також розкладення глікогену, нестача якого поглиблює глибину проходження процесів автолізу – руйнування структури клітин м'язової тканини під дією наявних у її масі власних ферментів, які внаслідок забою не інактивуються.

Активатором процесу автолізу є припинення дихання клітин. На початку автолітичні зміни відбуваються в системах відповідальних за рух (скорочення та розслаблення м'язових волокон). Також відбувається швидке розкладення вуглеводів. Відсутність транспорту кисню до клітин веде до метаболічного

здвигу у бік анаеробного гліколізу і припиненню синтезу аденозинтрифосфату як постачальника енергії м'язовій тканині [59].

В подальшому в м'ясі відбуваються переважно процеси гідролітичного розпаду з порушенням в клітинах транспортних механізмів, зокрема переносу іонів та молекул крізь мембрани. Відбувається накопичення всередині клітин іонів натрію та, навпаки, втрата ними іонів калію. Зниження мембранного потенціалу сприяє руху в клітини іонів кальцію та внаслідок зменшення осмотичного тиску – дифузія вслід за ними молекул води [60].

У результаті при проходженні автолізу м'ясо, отримане після переробки тварин, які перебували під дією стресу, характеризується відмінностями у характері автолізу з набуттям ознак DFD (dark – темне, firm – тверде, dry – сухе) та PSE (pale – бліде, soft - м'яке, exudative – водянисте) [61,62]. Особливо характерним це явище характерне для ситуацій із стресом, який відбувався задовго до забою тварини, коли резерви глікогену вичерпані і утворення молочної кислоти обмежене, через що рН м'ясної сировини залишається на рівні 6,4-6,6. За цих умов в м'ясній масі відбувається швидке розмноження мікроорганізмів і термін його зберігання обмежений навіть при низьких температурах, що вимагає спеціальних умов переробки м'ясної сировини, зокрема її направлення на виробництва консервів.

На відміну від м'яса з нормальним перебігом автолітичних процесів формування ознак DFD та PSE зумовлюється не лише впливом стресових факторів, але й комплексною дією низки технологічних і передзабійних чинників. До них належать умови відгодівлі тварин, особливості транспортування, тривалість передзабійної витримки, спосіб забою, час обвалювання, інтенсивність охолодження, а також параметри температури і відносної вологості виробничих та складських приміщень [63–69]. Сукупна дія зазначених факторів визначає характер перебігу біохімічних процесів у м'язовій тканині, що безпосередньо впливає на формування якості м'ясної сировини.

Вплив основних факторів на ймовірність формування ознак DFD і PSE у м'ясі наведено на схемі (рис. 1.1).

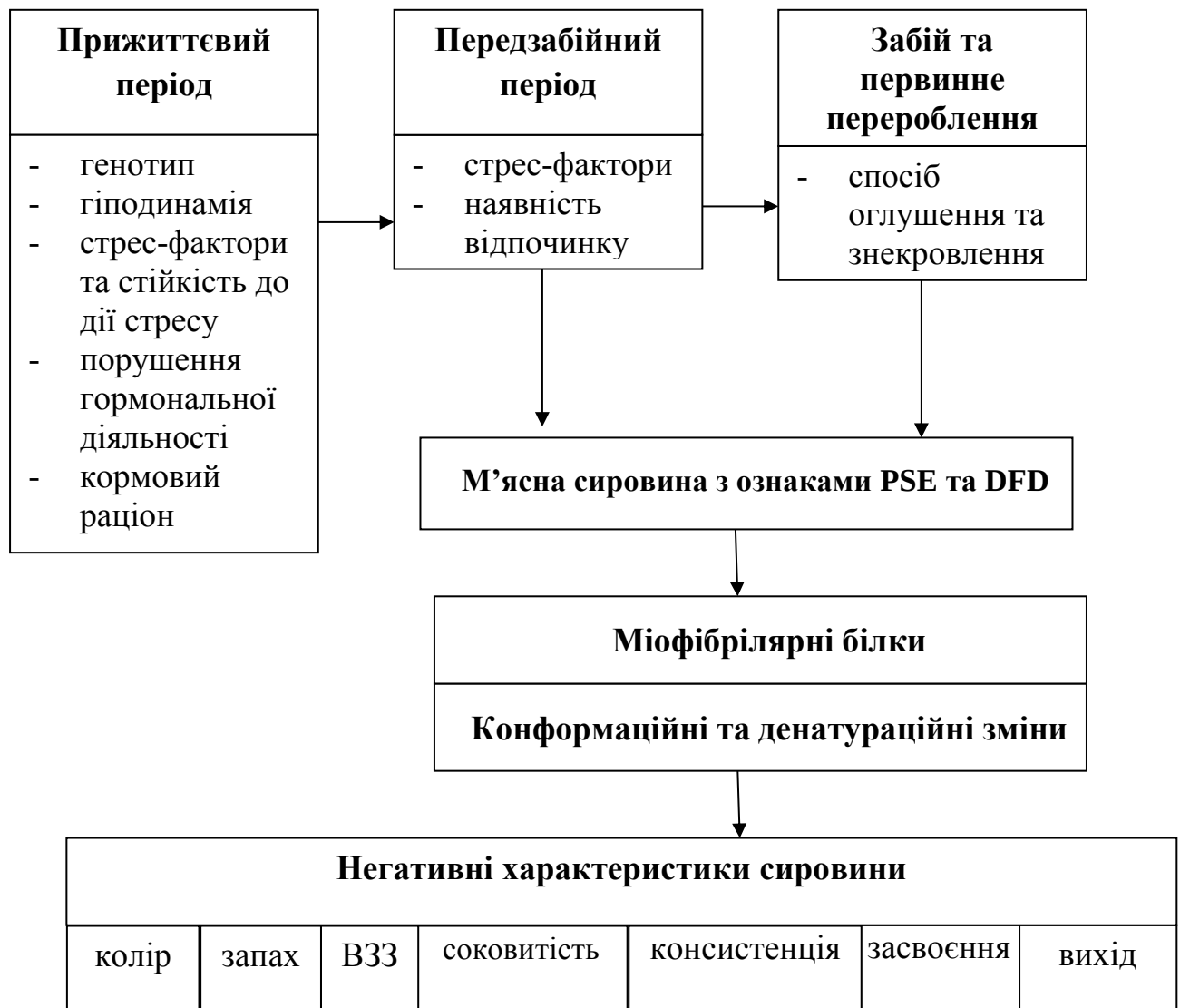


Рисунок 1.1 - Причини формування ознак PSE та DFD м'яса в процесі автолізу та їх вплив на показники якості м'ясної сировини

Біохімічні ознаки погіршення якості охолодженого м'яса помічаються на 2-3 добу після забою, а поява специфічного запаху – на 7-8 добу зберігання [70]. Яловичина при цьому характеризується переважно сухуватою консистенцією, більш темним кольором та помітною деструкцією м'язової тканини, особливо в ділянках прилеглих до кісток.

Поява у м'ясі ознак DFD особливо часто спостерігається при температурах вищих за 35 °C за досягнення критично низьких величин рН. Показано [62], що після закінчення процесу посмертного задубіння структура м'язової тканини значно змінюється і тим сприяє появі до 15 % загальної кількості м'ясної сировини ознак DFD. М'ясо цієї категорії характеризується темним забарвленням, підвищеною вологозв'язуючою здатністю та водночас створює сприятливі умови для розвитку мікрофлори, що зумовлено підвищеним значенням рН (понад 6,0). Такі властивості негативно впливають на його технологічну придатність і знижують стійкість під час зберігання. Узагальнені характеристики м'яса даної категорії наведено в таблиці 1.9 [71].

Таблиця 1.9

Фізико-хімічні показники м'яса бичків, %

Показник	Яловичина якості NOR	Яловичина якості DFD
Волога	72,3±2,1	60,8±2,4
Суша речовина	27,2±1,3	36,7±1,4
Протеїн	20,9±1,7	32,3±1,6
Вологозв'язуюча здатність	64,9±2,3	68,4±2,8
Активна кислотність, рН	5,9±0,03	6,04±0,02

Виникнення ознак DFD пов'язане перш за все з недостатньою швидкістю проходження процесів розщеплення молекул глюкози (гліколізу), через що практично весь наявний у м'язах на момент забою глікоген перетворюється у ряд проміжних речовин (пропіонову, масляну та лимонну кислоту, етанол, гліцерин та ін.), які погіршують смак та запах м'яса, а процеси утворення молочної кислоти значно уповільнюються [72]. Використання такого м'яса пов'язане із складнощами через нехарактерні консистенцію, смак, запах та необхідність через це використання специфічних способів переробки [73].

Зважаючи на обмежений термін збереження м'ясом стану мікробіологічної безпечності, найбільш доцільним способом його переробки за умов віддаленості місць виробництва від місць споживання є виготовлення продуктів

тривалого зберігання, зокрема консервів. Важливо зазначити, що теплова обробка м'ясної сировини при цьому супроводжується відносно незначними втратами маси [74]. У таблиці 1.10 наведено дані щодо втрат маси яловичини в процесі теплової обробки.

Таблиця 1.10

Втрати маси яловичини під час теплової обробки, %

Параметр	PSE	NOR	DFD
Зменшення маси при в'яленні	2,46	1,78	0,99
Зменшення маси при копченні	9,13	8,49	6,51

В сучасних умовах питання направленої використання сировини з урахуванням численних випадків порушення нормального ходу автолізу набуває особливої значимості через суттєве зростання кількості м'яса з ознаками PSE та DFD. Ця вимога є особливо актуальною для м'яса категорії PSE як такого, термін збереження яким достатньо високих органолептичних властивостей є мінімальним [47].

1.4. Аналіз змін розчинності білків саркоплазми і міофібрил, структурно-механічних, технологічних та мікробіологічних показників м'яса з ознаками NOR, DFD та PSE в процесі автолізу

Зміни у властивостях та структурі м'язової тканини у період після забою, зокрема зміни вуглеводної системи, визначають найважливіші показники її якості. Вивчена на прикладі яловичини кінетика перетворення вуглеводів та пов'язані з цим зміни концентрації іонів водню (рівня кислотності) визначають направленість процесів ферментації білків м'яса [75]. Найбільш важливу роль у цьому відіграють білки міофібрил, окрема рівень їх розчинності [76]. Цей показник визначає рівень гідратації м'яса та тим його здатність до утримання вологи і грає ключову роль у визначенні фізико-хімічних властивостей,

органолептичних характеристик та терміну придатності багатих білком харчових продуктів [77].

Парне м'ясо з ознаками NOR характеризується рожево-червоним забарвленням, м'якою консистенцією, високою здатністю до зв'язування води та слабо вираженим ароматом. З проходженням протягом 18-24 годин задубіння, в масі внаслідок розкладення глікогену відбувається утворення молочної кислоти, через що рН маси знижується, а її механічна міцність зростає [78,79]. Паралельно відбувається розкладення АТФ, вміст якого через 30 хвилин після забою становив 1530-2060 мікрограмів на один грам тканини в протилежність зразкам м'яса з ознаками DFD та PSE – від 476 до 930 мкг/г [80-82]. Після завершення посмертного задубіння, в м'ясі NOR починається дозрівання, у результаті чого воно стає ніжним і набуває соковитості та аромату. У м'ясі ж з ознаками PSE розкладення АТФ та глікогену відбувається значно швидше – протягом перших 0,5-1 години після забою, у той час, як у м'ясі з ознаками DFD через вичерпання цих речовин внаслідок стресу на момент забою задубіння не спостерігається зовсім [79,83].

Зміни у стані м'яса після забою пов'язані з виходом субстрату з природного стану, коли на поверхні білків знаходиться максимальна кількість гідрофільних груп ($-\text{COOH}$, $-\text{OH}$, $-\text{NH}$ та ін.), завдяки чому вони в початковий період автолізу мають максимальну розчинність [84]. З переходом м'язової тканини у стадію посмертного задубіння розчинність білків різко зменшується та досягає мінімуму на стадії максимального розвитку задубіння. Так, за годину після забою розчинність білків міофібрил м'яса з ознаками NOR становить 18,9 %, м'яса PSE – 18,3 %, DFD – 18,1 % від сумарної кількості азоту. Але у разі знаходження величини рН до близьких до нейтральності значень, як це характерно для м'яса у стані DFD, білки здатні втримувати значно менші кількості води, що при розумному компонуванні фаршевої суміші дозволяє без суттєвої втрати білкової складової збільшити закладку у фарш рослинних інгредієнтів. З часом ці показники змінюються в меншу сторону і для цих же видів м'яса становлять, відповідно, 14,4 %, 12,2 % та 18,4 %, з чого слідує, що

останній тип м'яса здатен приймати найбільшу з трьох видів кількість ароматичних та смакових добавок, направлених на отримання бажаної консистенції та фізико-хімічних показників якості виготовлених з його застосування фаршевих консервів.

В процесі автолізу та дозрівання м'яса відбуваються суттєві зміни його структурних та механічних характеристик. Так, зусилля різання м'яса за годину після забою становить 18,3 Н/м для м'яса з ознаками PSE, 17,2 Н/м для м'яса NOR та 16,7 Н/м для м'яса DFD. Значення граничного напруження зсуву для цих же зразків на той час становили 28.8 кПа, 27.3 кПа та 27.0 кПа, відповідно [85]. За 120 годин зусилля різання м'яса з ознаками PSE практично не змінилися (18,4 Н/м) і дещо зменшилося для м'яса NOR – 16.6 Н/м та 15.4 Н/м для м'яса DFD. Що ж до граничного напруження, відповідні параметри лишилися практично незмінними для усіх трьох категорій м'яса – 28.9 кПа, 27.0 кПа та 26.1 кПа, відповідно.

Найбільшими змінами зазначених властивостей в процесі автолізу серед цих трьох груп характеризується м'ясо з ознаками DFD. Такий феномен можна пояснити відсутністю конфірмаційних змін білків актиноміозинового комплексу у час після забою, що підтверджується їх високою розчинністю та здатністю до зв'язування вологи [86].

Величина параметру здатності зв'язувати вологу (вологозв'язуючої здатності – ВЗЗ) пов'язана з інтенсивністю та глибиною проходження автолітичних перетворень різних видів та категорій м'яса [87,88]. У цьому розумінні мінімальною величиною ВЗЗ, як слідує з дані попереднього розділу, характеризується м'ясо категорії PSE, для якого ці параметри при зберіганні при температурі 0-4 °C є практично незмінними та становлять 53,3 % за годину і 52,9 % за 120 годин зберігання.

У випадку м'яса з ознаками NOR здатність зв'язувати вологу найвища і дорівнює 66,8 % для м'яса в парному стані, після чого протягом 24-48 годин

дещо знижується до 52,4-53,3 %, але після завершення протягом цього часу задубіння, поступово зростає.

Зміни величини ВЗЗ м'яса з ознаками DFD виражені мінімально через відсутність стадії посмертного задубіння та низьку концентрацію іонів водню (що сприяє високому ступеню іонізації молекул білків), є найбільшими та за годину після забою становить 67,5 %, проте в подальшому дещо знижується і за 120 годин після забою становить 57,8 %. На цій підставі можна вважати, що м'ясо з цими ознаками можна переробляти в мінімальні терміни після забою при зменшених втратах маси в процесі охолодження та зберігання [79].

М'ясо визнано одним із найбільш чутливих до мікробіологічного контамінування харчових продуктів, що зумовлює високий ризик поширення патогенних мікроорганізмів через виготовлену з нього продукцію. Одним із ключових факторів запобігання мікробіологічному псуванню та забезпечення подовжених термінів зберігання м'ясної сировини є рівень її початкової бактеріальної контамінації. М'ясо, отримане від клінічно здорових і добре вгодованих тварин за умови суворого дотримання технологічної дисципліни та належного санітарного стану виробничих приміщень, характеризується переважно поверхневим мікробним забрудненням. Проте в подальшому бактеріальне забруднення м'яса відбувається ендогенним та екзогенним шляхом [89].

Ендогенне відбувається як при житті тварини, так і після її забою. Прижиттєве забруднення відбувається переважно у виснажених та втомлених тварин через кровоносну та лімфатичну системи. Після забою бактеріальне забруднення відбувається на стадії первинної переробки м'ясної сировини, найбільше через затримку вилучення вмісту шлунково-кишкового тракту.

Екзогенне мікробіологічне забруднення може відбуватися на всіх стадіях технологічної переробки м'ясної сировини, зокрема під час знекровлення, зняття шкіри, нутрування та подальшої гігієнічної обробки. Основними джерелами контамінації є використання недостатньо очищеного

інструментарію, порушення санітарно-гігієнічних вимог до обладнання, а також низький рівень особистої гігієни персоналу.

Найбільш чутливим до бактеріального забруднення в процесі автолізу та подальшого зберігання має м'ясо категорії DFD [90]. Скорочення терміну придатності такого м'яса пов'язане головним чином з дуже малою кількістю присутньої на момент забою глюкози через відсутність якого в процесі автолізу не утворюються органічні кислоти і його рН протягом щонайменше 2 діб лишається близьким до сприятливого для розвитку мікроорганізмів рН близького до 6,5. За відсутності глікогену органічні кислоти в процесі автолізу в м'ясі категорії DFD практично не утворюються і при притаманному йому значенню рН (близько 6,5) розвиток мікроорганізмів в близькому до нейтрального середовищі є більш активним порівняно з м'ясом категорій PSE та NOR. Це обмежує тривалість зберігання такого м'яса з появою у ньому кишкової палички та небезпечних для здоров'я бактерій штамів *Proteus*, *Salmonella*, *Clostridium* *erfringes* та *Staphylococcus* *Aureus* [91]. Також м'ясо атакується мікроорганізмами з розкладенням в першу чергу амінокислот, що веде до псування речовин м'яса з утворенням відповідних запахів [92].

Практично в усіх випадках при виробництві шинкових виробів за м'ясну сировину використовують дозрілу свинину і лише в обмеженій кількості випадків для цього використовують яловичину. Рівень кислотності використовуваної з цієї метою сировини знаходиться в діапазоні 5,7÷6,2 (свинина) та 5,4÷6,5 (яловичина). Звідси з урахуванням практичної нейтральності м'яса, відповідно й практично оптимальних умов розвитку мікроорганізмів, слідує необхідність вводити у виробництві як завершальну стадію стерилізації.

1.5. Аналіз технологічних особливостей та інтенсифікації процесу посолу м'ясної сировини для виробництва консервів

Основними етапами переробки сировини при виробництві м'ясних продуктів є: підготовка сировини, матеріалів, прянощів. Сировину оглядають та

піддають сухому або вологому зачищенню, зрізують клема та штампи. При використанні замороженого м'яса його попередньо розморожують. Наступний етап при переробці це: розділення, обвалювання, жилування. Використовують охолоджені свинину або яловичину з температурою у товщі м'язів 0-4 °С. При переробці яловичини використовують м'ясо вищого сорту, м'ясо першого та другого сорту, яловичину жиловану ковбасну. Після розділення напівтуш на відруби для виробництва шинкових виробів виділяють високоякісну м'якоть тазостегнової частини, лопатки, м'язову тканину із спинної, поперекової та шийної частини без шкіри та хрящів. Вміст сполучної та жирової тканини не повинен перевищувати 6 %. Після обвалювання та жилування м'ясо подають на подрібнення та посол.

Аналіз речовин, що забезпечують формування необхідних функціонально-технологічних властивостей м'ясної сировини в процесі посолу, свідчить про доцільність використання комплексу інгредієнтів із визначеними характеристиками. До їх складу належать:

кухонна харчова сіль із вмістом нерозчинних у воді домішок не більше 0,85 %;

іони магнію та кальцію у кількості, достатній для ініціації взаємодії міофібрилярних білків (близько 0,65 %);

нітрит натрію у вигляді водного розчину з концентрацією 0,02–0,1 %, який забезпечує формування характерного рожево-червоного забарвлення та проявляє бактерицидні властивості;

сахароза, що використовується для пом'якшення солоного смаку та стабілізації кольору;

натрієві солі оцтової або молочної кислот, які виконують функції консервантів, сприяють пригніченню розвитку патогенних мікроорганізмів, стабілізації властивостей продукту під час зберігання, регулюванню вологосв'язувальної здатності та інтенсифікації процесів кольороутворення;

аскорбінова кислота або натрієва сіль, що прискорює формування забарвлення, покращує зовнішній вигляд продукту та підвищує стійкість кольору в процесі зберігання.

Слід зазначити, що застосування солей аскорбінової кислоти є більш доцільним, оскільки взаємодія вільної кислоти з нітритом натрію відбувається надто інтенсивно та супроводжується частковими втратами оксидів азоту [45, 122].

Відомо, що для покращення технологічних властивостей м'ясного фаршу застосовують наступні інгредієнти:

- харчові фосфати, які збільшують здатність фаршу до зв'язування вологи, підвищують адгезивність компонентів м'ясних систем та стабільність, знижують рівень кислотності продукту. При виробництві консервів м'ясних шинкових застосовують фосфатів у кількості 300÷500 грамів на 100 кілограмів м'ясної сировини або до 1,2 % при використанні у вигляді розчинів,
- гідроколоїди (карагінани, камеді та їх композиції) сприяють утворенню більш щільної монолітної конструкції та підвищенню рівня соковитості і ніжності готового продукту. Рекомендована кількість у суміші – 0,8÷20 %,
- рослинні білки, особливо концентрати, ізоляти - для часткової заміни м'ясної сировини, оскільки містять від 70-90 % білка та мають повноцінний амінокислотний склад. Сумісне використання білків з гідроколоїдами дозволяє збільшити вихід готової продукції до 150÷180 % практично без зменшення часки в продукті сухої речовини. Максимальний ефект досягається при використанні розмороженої сировини [45, 122].

Операція подрібнення та посол м'ясної сировини включає стадії: попереднього подрібнення, перемішування та складення фаршу. Подрібнення м'ясної сировини проводять на вовчку, після чого направляють на перемішування. До подрібненої суміші послідовно додають посолочні та функціонально-технологічні інгредієнти згідно з рецептурою, додають 1/3 холодної води чи льоду та ретельно перемішують. Перемішану суміш

направляють на 18-24 години в холодильну камеру з температурою мінус 2-4⁰С. Витриману суміш повторно подають в апарат перемішування, яке проводять протягом 15-20 хвилин.

Процес посолу є по суті вирішальним у впливі на якість кінцевого продукту. На цій стадії виробництва визначаються основні органолептичні властивості продукту та прогнозований рівень стійкості при зберіганні. За сутністю своєю посол є дифузійним процесом, при проходженні якого у товщу м'ясної сировини мігрують складові посолочної суміші, а з м'яса виділяється певна частка вологи, екстрактивних речовин, білків та деяких інших речовин [93,94]

Загальноновживаними при посолі є кухонна сіль в сполученні з нітритом натрію і вирішальною у впливі на якість кінцевого продукту є стадія посолу, конкретно швидкість проникнення хлориду натрію у товщу м'ясної маси, яку після завершення подрібнення приводять у контакт з розсолом. Вид солі, використовуваної при посолі м'ясної сировини суттєво впливає на якість продукту. Так, морська сіль, усе більш широко використовувана в подібних процесах суттєво покращує аромат фінішного продукту завдяки присутності у мінералі значної кількості мінеральних речовин та мікроелементів і, що особливо важливо, органічно зв'язаного йоду дефіцитного в практично усіх регіонах України.

В процесі посолу відбувається зміна стану м'язових та сполучнотканинних білків, їхньої мікроструктури та маси, вмісту та стану зв'язаної вологи, стабілізація забарвлення, накопичення речовин, які обумовлюють формування смаку та аромату а також ряд інших біохімічних процесів. М'язова тканина збільшується в об'ємі, зростає її здатність до зв'язування вологи, рівень рН зсувається у кислу сторону завдяки накопиченню іонів гідроксонію, в результаті чого м'ясо набуває бажаного аромату. Також збільшується його стійкість до дії окисників, результатом чого є подовження гарантованого терміну зберігання готового продукту. Правильно посолена

шинка має у міру солонуватий смак, набуває ніжності та краще засвоюється організмом [95].

Залежно від виду застосованих при посолі речовин, розрізняють сухий, мокрий та змішаний способи посолу. При проведенні посолу сухим способом сіль проникає у внутрішні шари засолюваного субстрату лише в розчиненому стані і за умови застосування сухого способу вона повинна витягнути з м'яса воду і розчинитись у ній. На поверхні шматка м'яса утворюється насичений розчин солі і тільки після того почати дифундувати вглиб продукту до вирівнювання концентрації солі ззовні в всередині продукту. Відповідно, основними недоліками процесу є часткове (10-20 %) зневоднення субстрату та тривалість процесу, яка при температурі 2-5 °C може досягати 60 діб і визначається швидкістю дифузії солі в тканини з подальшим проходженням складних фізико-хімічних, біохімічних та мікробіологічних процесів під впливом солі на стан білків м'яса. Також в такому варіанті за умови недостатньо ефективного перемішування можливий нерівномірний розподіл солі з відповідним збільшенням жорсткості та погіршенням смакових та ароматичних властивостей кінцевого продукту.

Проте позитивними моментами такого способу посолу є мінімальна втрата білків та екстрактивних речовин та суттєве подовження гарантованого терміну придатності продукту для вживання. Останнє визначає і переважну сферу застосування способу сухого посолу. Це – посол м'ясної сировини з високим вмістом жирової тканини: шпика, буженини, окороків та ін.

Мокрий спосіб посолу реалізується зануренням м'ясної сировини в розсіл. Швидкість посолу залежить від концентрації у водному розчині солі, але в усіх випадках є більшою, ніж при проведенні посолу сухим способом. Концентрація розсолу залежить від виду та сорту м'яса і бажаної тривалості посолу, температури проведення процесу. Використання розсолів низького рівня солоності (до 5 %) сприяє підвищенню здатності м'яса зв'язувати вологу завдяки підвищеній здатності до набухання. При більш високих концентраціях

набухання менш виражене і при достатньо високих концентраціях навіть спостерігається часткова денатурація білків.

Суттєвим недоліком мокрого способу є значна (до 2 % загальної маси сировини) втрата білкових та екстрактивних речовин та підвищена вологість продукту, відповідно й коротший термін придатності засоленого продукту. Уникнути більшої частини негативного впливу мокрого способу посолу на якість продукту досягають суміщенням сухого та мокрого способів, одним з варіантів здійснення якого є внесення в фаршеву суміш на стадії остаточного змішування інгредієнтів холодної води або льоду.

Суттєвий вплив на кінетику процесу посолу відіграє початковий рівень рН м'ясної сировини. Тут слід відзначити, що оптимальним на цьому етапі виробництва можна вважати використання сировини з ознаками DFD саме завдяки недостатньому рівню вологи в масі і тому більшій швидкості дифузії рідкої фази вглиб м'ясної маси порівняно з м'ясом категорій NOR та PSE [96]. Додатковими факторами позитивного впливу на якість шинкових продуктів є внесення в посолочні суміші аскорбіназу натрію, глюкози та полі фосфатів, одночасна дифузія яких в масу сприяє підвищенню її здатності до утримування вологи та стабілізації рівня рН.

Одним з основних недоліків м'яса, які проявляються при переробці, є підвищена жорсткість, для її усунення, принаймні часткової, для наближення до показників якості м'яса категорії NOR, виробники застосовують прийом тендеризації – проколювання або відбивання сировини з підвищеним вмістом сполучної тканини або грубих волокон. При цьому відбувається порушення зв'язку між волокнами м'яса та поява дряблості м'язових та жирових тканин, що веде до зростання їх проникності для посолочних речовин

Для подальшого підвищення м'якості та ніжності сировини використовують прийом масування – інтенсивного перемішування подрібненої м'ясної сировини, оснований на терті поверхні шматків один об одне та внутрішні стінки апарату. Масування веде до роз рихлення морфологічної структури сировини, руйнування мембран, розриву м'язових волокон та

підвищення проникності сировини до посолочних речовин. У процесі масування на поверхні м'язових шматків формується шар водо- та солерозчинних білків, які виконують функцію зв'язувального компонента та сприяють підвищенню структурної цілісності продукту. Під час подальшої теплової обробки гідратна оболонка білків уповільнює їх агрегацію, що забезпечує формування більш соковитої та ніжної консистенції продукту [97]. Це, у свою чергу, сприяє підвищенню соковитості готової продукції та розширює можливості технологічного використання м'яса з ознаками DFD. У таблиці 1.11 наведено рекомендовані напрями використання м'ясної сировини з ознаками PSE та DFD.

Таблиця 1.11

**Рекомендовані напрями використання м'ясної сировини з
ознаками PSE та DFD**

PSE	NOR	DFD
- в парному стані; - в сполученні з м'ясом DFD; - в комплексі з соєвими ізолятами; - з введенням фосфатів; - в комбінації з м'ясом NOR високої сортності.	- в усіх видах м'ясних виробів без обмеження.	- при виготовленні емульгованих ковбас та солених виробів; - в сполученні з м'ясом PSE; - при виготовленні заморожених виробів.

Окрім м'ясної сировини, обов'язковим інгредієнтом м'ясних сумішей є нітрит натрію (NaNO_2) – харчова добавка E250. Головною метою його використання є надання виробам з переробленого м'яса рожевого кольору [98], які за відсутності добавки нітриту мали б коричнево-сірий колір вареного м'яса [99]. Механізм впливу добавки на характерний колір, ароматичні та смакові характеристики м'ясного продукту пов'язані з присутністю не самого нітриту, а продуктів його переходу в кислих середовищах нітритну кислоту (HNO_2), яка через нестійкість розкладається з утворенням монооксиду азоту (NO), який реагує з міоглобіном м'яса з утворенням яскраво-червоного нітрозоміоглобіну.

Останній, у свою чергу перетворюється при нагріванні в нітрозогемокром, який і надає продуктам звичний звичного рожевого кольору [100].

Крім надання продуктам з м'яса рожевого кольору, добавка нітриту сприяє оптимізації їхнього смаку, гальмуванню процесів окиснення ліпідів та розвитку небезпечної мікрофлори [106], що особливо чітко проявляється у відношенні бактерій штаму *Clostridium botulinum* [107].

У відношенні обраної за об'єкт дослідження шинки, спеціалізованими дослідженнями виявлено подовження терміну зберігання без спеціальних заходів захисту до п'яти тижнів [108] при підвищенні загального рівня безпечності шинкового продукту [109]. До того ж органолептичні показники кольору та зовнішнього вигляду шинки, посоленої з використанням добавки нітриту виявилися вищими за ті, що спостерігаються при посолі без присутності цієї добавки [110].

Незважаючи на те, що нітриту натрію характерна певна токсичність [111], кількість, необхідна для надання вареним м'ясним виробам бажаних органолептичних властивостей, є достатньо малою, щоб відчутти негативний [106]. Для забезпечення необхідних показників кольору, смаку та аромату м'ясних продуктів кількість внесеного нітриту натрію регламентується і, як правило, становить 3–10 мг на 100 г фаршу [112]. У таблиці 1.12 наведено рекомендовані рівні дозування нітриту натрію у виробництві ковбасних виробів.

Таблиця 1.12

Нормативне дозування нітриту натрію у ковбасних виробках, %

Вид готової продукції	Розмір дозування
Сосиски, сардельки	0,003-0,0075
Варені ковбаси	0,003-0,0075
Копчені вироби	0,006-0,02
Варено-копчені вироби	0,0075-0,01
Сиров'ялені та сирокопчені ковбаси	0,0075-0,01
Напівкопчені ковбаси	0,0075-0,01
М'ясні консерви	0-0,006

Найбільш прийнятними для тривалого зберігання м'ясних продуктів, особливо для польових умов, є стерилізація. Сировиною для виробництва стерилізованих м'ясних консервів служить м'ясо різних видів забійних тварин і птиці, субпродукти, рослинна сировина (круп, борошно, макаронні вироби, овочі), цукор, прянощі, сіль та інші смакові і ароматичні добавки укладені в герметично закупорені та піддані стерилізації сталеві банки вкриті оловом [45,112].

Зміни, що відбуваються в процесі нагрівання м'ясних систем до температур близьких до 100 °C, носять переважно гідролітичний характер. Відмінність їх від тих, що проходять при нижчих температурах, пов'язана з наростанням процесів, які при більш низьких температурах лишаються непоміченими. Такими є, наприклад, дезамінування та декарбоксилювання деяких амінокислот [113]. Інтенсивність гідролізу білків і поліпептидів суттєво зростає зі підвищенням температури: якщо при 110 °C упродовж 40 хвилин гідролізується близько 3 % білка, то за аналогічних умов при 125 °C ступінь його розкладання перевищує 7 % [114]. Підвищення температури обробки понад 100 °C також зумовлює перебіг гідролітичних процесів у ліпідній фракції м'яса, зокрема гідроліз тригліцеридів за умов високого вмісту вологи. У таблиці 1.13 наведено ступінь гідролізу жирів залежно від температури та тривалості нагрівання.

Таблиця 1.13

Ступінь гідролізу жирів залежно від температури та тривалості нагрівання

Тривалість нагрівання, год.	Кислотне число жиру (КОН/г)	
	120 °C	130 °C
7	0,64	0,98
8	0,68	1,02
9	0,74	1,20
10	0,80	1,30

В процесі нагрівання перекисне число жиру зростає з паралельним збільшенням вмісту акролеїну. Внаслідок утворення при піролітичному

розкладенні пахучих забарвлених сполук, колір жиру темніє, а запах погіршується. В першу чергу розкладенню піддаються найбільш цінні в розумінні харчової цінності ліноленова (омега-3) та ліолева (омега-6) кислоти.

Процес термічної стерилізації не позбавлений також недоліку пов'язаного з розкладенням вітамінів. Найбільші втрати більшості з них помічені для водорозчинних вітамінів тіаміну (B_1), ніацину (B_3), аскорбінової кислоти (C), а також жиророзчинного кальциферолу (D). Залежно від температури проведення стерилізації при температурах понад 115°C або при витримуванні при 110°C понад 50 хвилин їх втрати можуть досягати 90 %. Вітамін А майже не розкладається до температури 130°C навіть в присутності кисню, майже не розкладаються при нагріванні до таких температур лишаються також вітаміни Е та К.

Тим не менше, основними причинами погіршення якості консервованих м'ясних продуктів лишаються гідроліз білків, окиснення жирів та небажані зміни в структурі м'яса.

Особливої уваги в процесі стерилізації технологи приділяють питанням потенціального бактеріального забруднення продукту після завершення процесу стерилізації. Відомо, що за наявності високої кількості води більшість безспорових мікроорганізмів в умовах термічної стерилізації гине при температурах близько 80°C протягом кількох хвилин. Однак у випадку, коли певні штами мікроорганізмів здатні утворювати спори, повна стерилізація продукту не відбувається навіть при температурі 100°C . Така термічна стійкість спор пояснюється тим, що кількість вільної води в клітинах мікроорганізмів дорівнює 75-80 %, а в спорах – не більше 40 % і та знаходиться у зв'язаному стані, що не сприяє коагуляції білків. Отже для повного знищення спор процес стерилізації бажано проводити при більш високих температурах.

Вибір температурного режиму в процесі консервації м'яса та продуктів на його основі залежить від поставленої цілі: або переведення спор патогенної мікрофлори у «сплячий режим», або їх повного знищення. У першому випадку достатнім вважають нагрівання до температур достатніх для пригнічення їх

здатності до розмноження в консервованому продукті. У другому, коли продукт нагрівають до $130\div135^{\circ}\text{C}$, досягається безумовне і достатньо швидке знищення найбільш стійких спор мікроорганізмів (сибірки, правцю та ряду інших небезпечних захворювань) [115]. Проте застосування настільки високих температур консервування м'ясних продуктів веде до суттєвого погіршення їх харчової цінності, тому застосовується достатньо рідко і лише у випадках нагальної необхідності повного знищення спор особливо небезпечних штамів мікроорганізмів, а процес стерилізації проводять зазвичай при температурах $115\div120^{\circ}\text{C}$.

Швидкість відмирання спор залежить насамперед від біологічних властивостей мікроорганізмів. Більшість вегетативних форм (мезофілів) гине вже при нагріванні до 70°C , а після стерилізації найчастіше залишаються життєздатними спори здатних зіпсувати консерви термофілів та клостридій (*CZ. sporogenes*, *Cl. termosaccharolitium*, *Cl. putrificum*, *B. subtilis*, *B. mesentericus ruber* та ін.). До найбільш стійких до нагрівання спорогенних мікроорганізмів здатних викликати харчові отруєння відносять *Cl. botulinum*, спори якого витримують нагрівання до 110°C протягом 30 хвилин, а при температурі 115°C – 12 хвилин [116].

При виборі режиму стерилізації слід також брати до уваги термостабільність не тільки штамів мікроорганізмів, але й продукуваних ними токсинів. Найперше до особливо небезпечних у цьому розумінні штамів відносять штами *Cl. botulinum* та бактерії груп *Salmonella* і *Staphylococcus aureus*. Виділений бактеріями *Cl. botulinum* токсин є малостійким до нагрівання і при температурі 80°C розкладається за 30 хвилин. Для знешкодження спор бактерій групи *Salmonella* достатньо 100°C , що характерно і для ентеротоксину продукованому штамом *Staphylococcus aureus*.

Тривалість процесу стерилізації значною мірою залежить від реакції середовища. Встановлено, що більшість спороутворювальних мікроорганізмів проявляє максимальну термостійкість у нейтральному середовищі, тоді як при зниженні рН нижче 5,0 їх резистентність до дії високих температур істотно

зменшується. Це обумовлює можливість інтенсифікації процесу стерилізації за рахунок регулювання кислотності середовища.

У таблиці 1.14 наведено рекомендовану тривалість стерилізації м'ясних консервів залежно від реакції середовища та температури за умов відсутності особливо небезпечних штамів мікроорганізмів.

Таблиця 1.14

Рекомендована тривалість стерилізації м'ясних консервів залежно від рН середовища та температури, хв

Температура, °С	рН середовища			
	6,4	5,3	5,0	4,7
110	190	160	40	35
115	63	48	15	10
120	18	13	7	7

Після завершення процесу пастеризації або стерилізації, продукція направляється на охолодження, контроль якості, маркування, пакування та зберігання.

Висновки до розділу 1

1. Проведений аналіз показав, що стадія автолізу істотно впливає на технологічні властивості м'ясної сировини. Найбільш доцільним є заморожування парного м'яса, оскільки за таких умов формуються дрібні кристали льоду, локалізовані переважно всередині м'язових волокон, що забезпечує мінімальні структурні пошкодження тканин.

2. Встановлено, що м'ясо категорії DFD є найбільш чутливим до мікробіологічного псування в процесі автолізу та подальшого зберігання. Це обумовлено низьким вмістом глікогену на момент забою, внаслідок чого не відбувається достатнього накопичення органічних кислот і рівень рН тривалий час залишається підвищеним (близько 6,2–6,5), що створює сприятливі умови для розвитку мікроорганізмів.

3. Обґрунтовано, що одним із найбільш ефективних способів збереження харчової цінності та органолептичних показників м'ясної сировини є консервація. Теплова обробка в процесі стерилізації супроводжується відносно незначними втратами маси, а дотримання регламентованих режимів забезпечує отримання продуктів із високими показниками якості та безпечності. Найбільш доцільним методом тривалого зберігання, зокрема в умовах обмеженої логістики, є стерилізація.

4. Узагальнено, що м'ясо з ознаками DFD характеризується підвищеною вологоутримуючою здатністю, темним забарвленням, щільною консистенцією, підвищеною липкістю та зниженою стійкістю під час зберігання. Незважаючи на відсутність ознак псування, така сировина поступається за якісними характеристиками м'ясу категорії NOR. З огляду на підвищений ризик мікробіологічного псування, доцільним є її використання у виробництві продуктів тривалого зберігання, зокрема стерилізованих консервів.

5. Встановлено, що удосконалення технології виробництва м'ясних консервів повинно базуватися на комплексному врахуванні якості вихідної сировини, обґрунтованому підборі рецептури, складу розсолів, а також оптимізації режимів механічної та теплової обробки. Для підвищення структурної цілісності продукту доцільним є використання сировини з підвищеним вмістом сполучної тканини, тоді як економічна ефективність виробництва може бути досягнута шляхом введення обмежених кількостей рослинних компонентів, зокрема продуктів переробки сої.

РОЗДІЛ 2

ОБ'ЄКТ, СХЕМА ПРОВЕДЕННЯ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Об'єкт і предмет досліджень

Експериментальні дослідження проводились впродовж 2022-2026 рр. у лабораторіях кафедри технології м'ясних, рибних і морепродуктів Національного університету біоресурсів і природокористування України, в Інституті біохімії ім. О. В. Палладіна, в Інституті продовольчих ресурсів НААН України та в Українській лабораторії якості та безпеки продукції АПК.

Об'єкт дослідження – технологія делікатесних м'ясних консервів.

Предмет дослідження – яловичина з ознаками DFD, соєво-білковий концентрат, показники якості та безпечності шинкових консервів в процесі зберігання.

При виробництві шинкових консервів використовувалась наступна сировина:

1) яловичина жилована з масовою часткою жирової та сполучної тканини не більше 6% /20% використовувались у вигляді охолодженої або замороженої сировини промислового забою, яка може надходити з підприємств м'ясопереробної галузі України, зокрема ТОВ «Агропродсервіс» (Тернопільська обл.), що спеціалізується на первинній переробці яловичини та постачанні жилованого м'яса різних категорій, згідно з ДСТУ 6030:2008;

2) емульсія свинячої шкірки готувалась на основі свинячої шкірки, отриманої з сировини підприємств м'ясопереробної промисловості України, зокрема ПРАТ «Ятрань» (м. Кропивницький) та інших сертифікованих м'ясокомбінатів, що здійснюють первинну переробку свинячої сировини відповідно до чинних ветеринарно-санітарних вимог;

3) концентрат соєвий текстурований ТОВ «Альма-Веко» (Україна), ДСТУ 4597:2006;

4) сіль морська;

- 5) натрію нітрит;
- 6) комплексна добавка із вмістом фосфату Мітлайф ФС 31;
- 7) комплексна добавка із вмістом карагенану Мітлайф СС 51;
- 8) смако-ароматична добавка «Аромат шинки»;
- 9) лавровий лист;
- 10) перець чорний згідно з ДСТУ ISO 959-1:2008;
- 11) перець духмяний згідно з ТУ У 10.8-32940344-004:2012;
- 12) вода питна згідно з ДСТУ 7525:2014.

Якість сировини та матеріалів відповідали вимогам чинної нормативної документації.

2.2 Схема проведення досліджень

На основі аналізу науково-технічної та патентної літератури, визначено актуальність, мету і завдання досліджень. Теоретичні та експериментальні дослідження проводились згідно схеми, наведеної на рис. 2.1. Відповідно до поставлених завдань, експериментальні дослідження проводилися у чотири етапи. Послідовність етапів проведення експериментальних досліджень, взаємозв'язок об'єктів дослідження та показників, що підлягали вивченню, проілюстровані схемою етапів проведення досліджень на рис. 2.2.

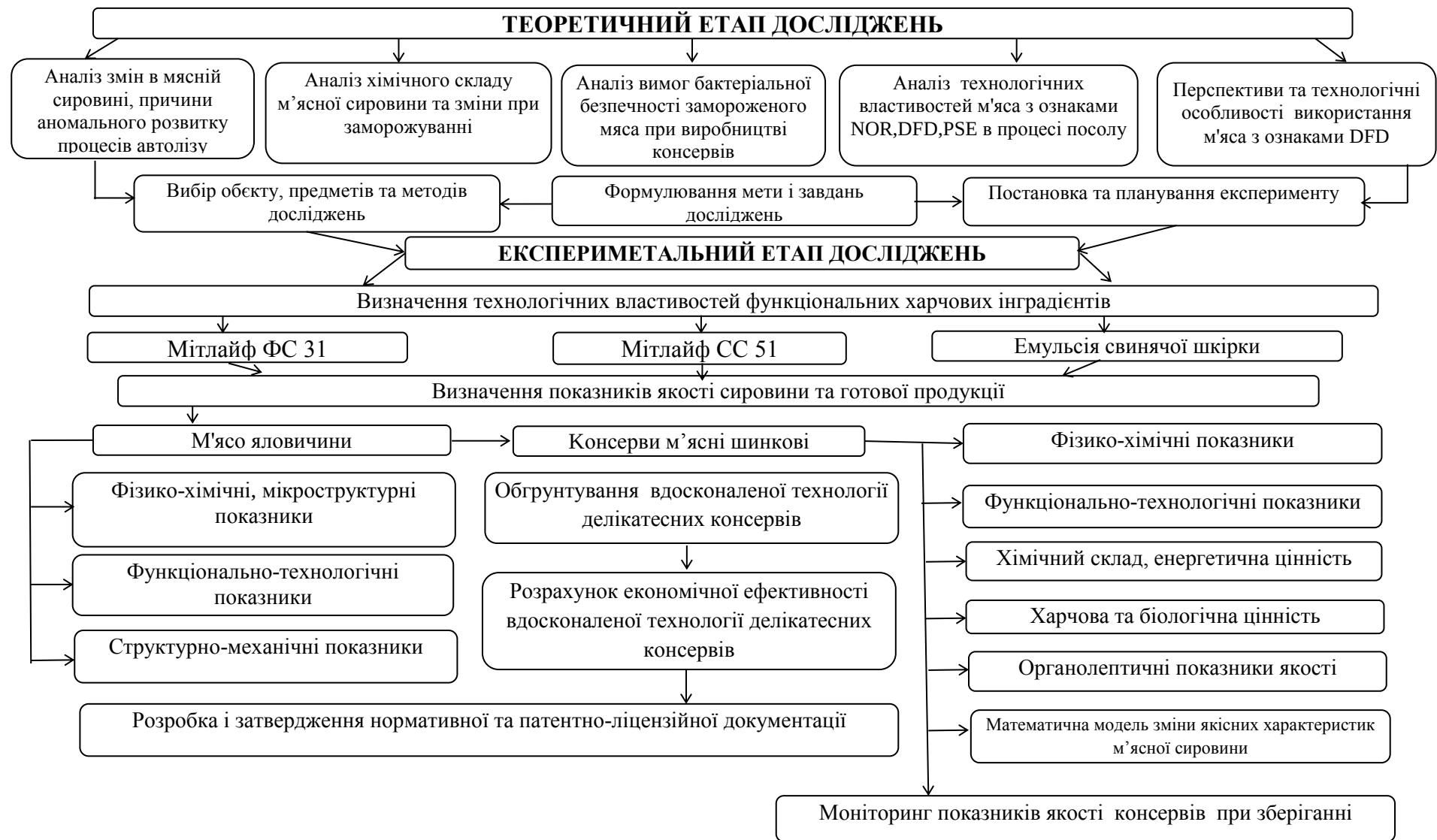


Рисунок 2.1. Схема проведення наукового дослідження

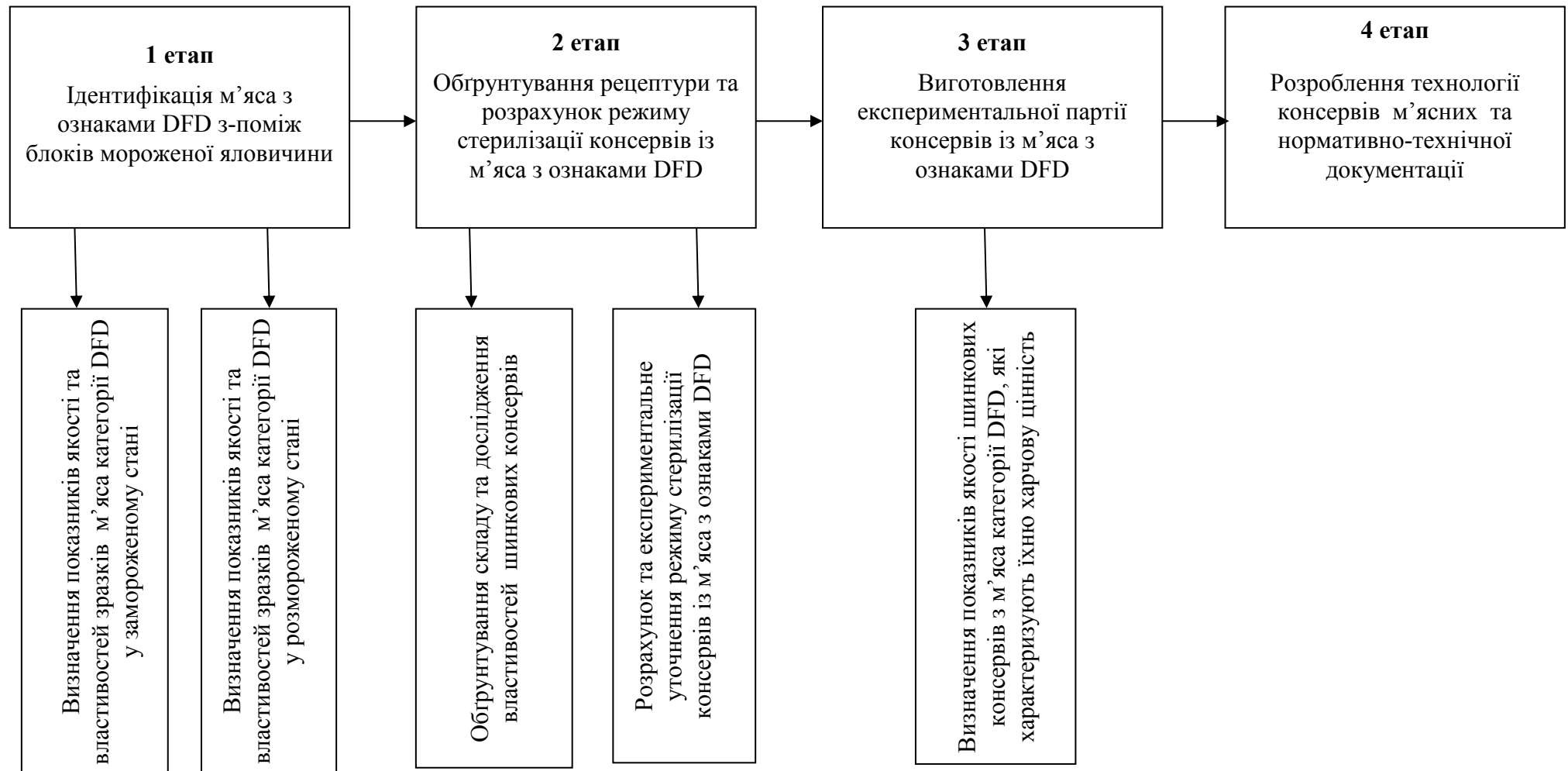


Рисунок 2.2 - Схема етапів проведення досліджень

На першому етапі досліджень обґрунтовували можливість ідентифікації м'яса з ознаками DFD серед блоків мороженої яловичини. Для проведення експерименту використовували три партії морожених блоків різних анатомічних частин туші, які найбільш часто застосовуються у консервному виробництві та відрізняються структурними характеристиками. Усього було досліджено 30 блоків масою по 25 кг та товщиною 0,1 м. Перша партія включала блоки з пащини, друга — з плечової частини туші, третя — зі стегнової частини.

Дефростацію блоків проводили за атмосферного тиску при температурі 17–19 °С до досягнення температури у центрі блоку мінус 8 °С. Температура у поверхневих шарах становила від мінус 1 до плюс 1 °С. Після цього за показниками кольору та величини рН ідентифікували м'ясо з ознаками DFD. Відібрану сировину подрібнювали на вовчку-дробарці (діаметр отворів решітки 24–30 мм). Температура м'яса після подрібнення становила $1,3 \pm 0,3$ °С. Частину подрібненої сировини використовували для виробництва консервів, іншу — для визначення мікроструктури, рН, ВЗЗ та структурно-механічних показників.

На другому етапі досліджень обґрунтовували рецептуру та розраховували режим стерилізації шинкових консервів.

На третьому етапі досліджень розробляли принципову технологічну схему виробництва консервів із використанням мороженої яловичини з ознаками DFD та виготовляли дослідну партію шинкових консервів за традиційною технологією. Консерви фасували у жерстяні банки та стерилізували в автоклаві за режимом 20–55–20/120 °С. Після 11 діб зберігання визначали показники, що характеризують якість і харчову цінність продукту, зокрема органолептичні показники, загальний хімічний склад, енергетичну цінність, величину рН, амінокислотний та жирнокислотний склад. Також досліджували мікроструктуру та мікробіологічні показники консервів.

На четвертому етапі досліджень розробляли проєкт нормативної документації та визначали економічну і соціальну ефективність виробництва делікатесних м'ясних консервів.

2.3 Методи дослідження

Для виконання експериментальних досліджень застосовували комплекс сучасних методів аналізу, зокрема органолептичні, фізико-хімічні, біохімічні, структурно-механічні та мікробіологічні методи. Обробку отриманих результатів здійснювали із використанням методів математичного моделювання, статистичного аналізу та сучасних комп'ютерних технологій.

Відбір проб досліджуваних зразків для органолептичних, функціонально-технологічних, структурно-механічних, фізико-хімічних і мікробіологічних досліджень здійснювали за ДСТУ 7992:2015, ДСТУ 8051:2015 [117, 118].

Показники складу та властивостей досліджуваних об'єктів визначали за наступними методиками:

1. Органолептичні показники якості консервів по 5-бальній шкалі диференційній шкалі відповідно до вимог ДСТУ ISO 3972:2004 [119].
2. Активну кислотність (pH) потенціометричним методом згідно з ДСТУ ISO 2917 – 2001 [120].
3. Масову частку води визначали методом висушування зразка продукту до постійної маси за температури 100-105 ° С за ДСТУ ISO 1442:2005 [121].
4. Здатність до зв'язування води визначали у трьох паралельних визначеннях методом пресування досліджуваної проби масою 0,3 г вантажем масою в 1 кг, сорбції виділеної під тиском води фільтрувальним папером і визначенні кількості відділеної води за площею вологої плями на фільтрувальному папері за методикою [122]:

Вміст зв'язаної води розраховують за допомогою формул:

$$x_1 = \frac{(a - 8,4 \times b)}{m} \times 100) \quad (2.1)$$

$$x_2 = \frac{(a-8,4 \times b)}{a} \times 100) \quad (2.2)$$

де x_1 – вміст зв'язаної води, % до наважки м'яса;

x_2 – вміст зв'язаної води, % до загальної води;

a – загальний вміст води в наважці, см²;

b – площа вологої плями, см²;

m – маса наважки м'яса, мг;

5 Активність води визначали за допомогою приладу «Novasina» Jan-27 з індикацією до появи «точки роси». Результат розраховували за формулою [122]:

$$a_w = \frac{RH}{100} \times 100$$

де RH – рівноважна відносна вологість повітря над поверхнею досліджуваного продукту, %.

6 Масову частку білку – визначенням загального азоту за методом К'ельдаля згідно з ДСТУ 8030:2015 [152];. Мінералізацію зразків проводили на дигесторі Velp Scientifica серії DK6 (Італія) з вакуумним насосом (JP). Процес відгонки здійснювали на апараті Velp Scientifica UDK 129 (Італія).

7. Масову частку ліпідів – екстракційно-ваговим методом Сокслета на апараті Сокстек SOX 406 Fat Analyzer згідно з ДСТУ 8380:2015 [153]

8. Масову частку золи – ваговим методом після мінералізації наважки у муфельній печі при температурі 500...600 °C, згідно з ДСТУ 8718:2017 [154].

9. Масову частку амінокислот визначали методом високоефективної рідинної хроматографії з пост-колонковою дериватизацією проб нінгідрином згідно ДСТУ ISO 13903:2009 [155].

10. Вміст важких металів визначали методом атомно-абсорбційної спектроскопії згідно з ГОСТ 30178-96 [158] та ДСТУ 7670:2014 [157].

11. Кислотне число жиру визначали згідно з ДСТУ 4350:2004 (ISO 660:1996, NEQ) [161].

12. Пероксидне число жиру згідно з ДСТУ 4570:2006 [162] та рекомендацій [99].

13. Визначення величини граничного напруження зсуву (ГНЗ) проводили пенетрометром Ulab 3-31 M при кімнатній температурі, експозиції 5

с, в однакових вимірювальних ємкостях з використанням вимірювального конуса з кутом при вершині $2\alpha=60^\circ$ [59].

14. Розмір частинок при подрібненні сировини визначали методом мікроскопії на мікроскопі OLIMPUS CH 20 при 100 кратному збільшенні.

15. Мікроструктурний аналіз проводили гістологічним методом із виготовленням та подальшим фарбуванням гістологічних зрізів. Метою фарбування було диференціювання тканинних структур і клітинних елементів, здатних вибірково сприймати барвники та набувати контрастного забарвлення. Підготовлені зрізи фарбували гематоксиліном Ерліха протягом 3–4 хвилин, після чого промивали у проточній воді протягом 2 хвилин для видалення надлишку барвника. Далі зрізи обробляли 1% розчином соляної кислоти до появи рожевого забарвлення, після чого переносили у водний аміак для нейтралізації кислоти до відновлення синього кольору. Після повторного промивання у воді протягом 2 хвилин зрізи додатково фарбували 1% водним розчином еозину протягом 1 хвилини, після чого їх ополіскували та проводили зневоднення у двох порціях 96% етилового спирту по 1 хвилині в кожній. Далі препарати витримували у карбол-кислоті для просвітлення та часткової дезінфекції протягом 1 хвилини, після чого переносили у ксиол ще на 1 хвилину і монтували у гліцерин-желатині [172,173].

Термін придатності шинкових консервів визначали на основі аналізу динаміки змін органолептичних, фізико-хімічних та мікробіологічних показників у процесі зберігання. Вважали, що продукт втрачає придатність у разі невідповідності хоча б одного з досліджуваних показників встановленим нормативним вимогам, зокрема:

- зниження середнього рівня органолептичної оцінки більш ніж на 10 балів за 100-бальною шкалою порівняно з початковими значеннями;
- погіршення фізико-хімічних характеристик та їх невідповідність вимогам чинної нормативної документації;
- перевищення або невідповідність мікробіологічних показників установленим нормативним нормам.

15 Дослідження змін якості в процесі зберігання проводили відповідно до рекомендацій санітарно-епідеміологічної оцінки обґрунтування термінів придатності та умов зберігання харчових продуктів.

16 Показники мікробіологічної безпечності - кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів (МАФАНМ), згідно з ДСТУ 8446:2015 [163]; бактерій групи кишкової палички, згідно з ДСТУ 30726:2002 [164]; золотистого стафілококу, згідно з ГОСТ 10444.2-94 [165]; патогенних мікроорганізмів, в т.ч. роду *Salmonella* згідно з ДСТУ EN 12824:2004 [166] та *Listeria monocetogenes* згідно з ДСТУ ISO 11290-1:2003 [167] та рекомендацій [168];.

17 Обробку даних і побудову графіків проводили за допомогою пакету Microsoft Excel для Windows 2000.

2.4. Статистична обробка експериментальних даних

Експериментальні дані, отримані у результаті проведених досліджень, піддавали статистичному обробленню відповідно до методів, прийнятих у біології з урахуванням кількості досліджуваних об'єктів для кожного окремого показника. Повторність аналізів при виконанні експериментальних досліджень: біохімічних, фізико-хімічних – 3. При цьому визначалися основні статистичні показники, необхідні для оцінювання достовірності відмінностей всередині та між варіантами дослідних даних. З цією метою були розраховані наступні величини:

1. Середнє арифметичне

Якщо кожний варіант повторюється один раз:

$$\bar{X} = (\sum \bar{X}_i)/n$$

де $\bar{X}_i$ – одиничне значення показника,

n – кількість визначень

Для варіаційного ряду з нерівними частотами m (варіанти повторюються різне число разів):

$$\bar{X} = (\sum \bar{X}_i \cdot m)/\sum m$$

2. Середнє квадратичне

Якщо кожний варіант повторюється один раз:

$$S = \sqrt{(\sum \bar{X}_i - \bar{X})/n}$$

Для варіаційного ряду з нерівними частотами m (варіанти повторюються різне число разів):

$$S = \sqrt{(\sum \bar{X}_i - \bar{X}) \cdot m / \sum m}$$

3. Коефіцієнт варіації

$$W = (S/\bar{X}) \cdot 100 \%$$

4. Середня похибка вибірки

$$S_x = S/\sqrt{n}$$

Середня похибка визначення дозволяє встановити ступінь достовірності або значимості самої величини середнього арифметичного, для чого вираховується нормоване відхилення.

5. Нормоване відхилення

$$t = (\bar{X} - X) / S_x = d / S_x$$

де $\bar{X}$ – генеральна середня,
 X – вибіркова середня,
 d – гранична похибка вибірки

По вирахованому значенню t та значенні об'єму вибірки n у таблиці Стюдента знаходять фактичний рівень значимості P для середнього арифметичного. При оцінюванні достовірності величини різниці між середніми двох груп (варіантів) нормоване відхилення розраховували по формулі:

$$t = d / S_d$$

де d – різниця між середніми арифметичними двох груп,
 S_d – середня похибка цієї різниці, яку, враховуючи малу вибірку ($n < 20$) розраховували по формулі:

$$S_d = \sqrt{[\sum (X_1 - \bar{X})^2 + \sum (X_2 - \bar{X})^2] / (n(n-1))}$$

де X_1, X_2 – групові середні,
 $\bar{X}$ – загальна групова середня

По розрахованому значенню t та значенню об'єму вибірки n знаходимо рівень значимості по таблиці Стюдента. Статистичну обробку результатів досліджень здійснювали на мікрокомп'ютері МК-85.

Висновки до розділу 2

1. Визначено об'єкт і предмет дослідження відповідно до мети та завдань роботи.
2. Розроблено загальну схему проведення експериментальних досліджень.
3. Обґрунтовано комплекс методів дослідження, що включав органолептичні, фізико-хімічні, структурно-механічні, біохімічні, мікробіологічні методи, а також методи математичного моделювання та статистичної обробки експериментальних результатів.

РОЗДІЛ 3.

ТЕХНОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕЛІКАТЕСНИХ М'ЯСНИХ КОНСЕРВІВ

Удосконалення технології делікатесних м'ясних консервів передбачає комплексне дослідження функціонально-технологічних властивостей, показників якості та безпечності м'ясної сировини, що використовується у виробництві. Особливого значення при цьому набуває оцінка технологічної придатності яловичини з ознаками DFD, її структурно-механічних характеристик та змін, що відбуваються в процесі технологічної обробки. Тому даний розділ присвячений науковому обґрунтуванню використання мороженої яловичини категорії DFD у виробництві делікатесних м'ясних консервів.

3.1. Органолептична оцінка замороженої яловичини різних морфологічних груп

Органолептична оцінка м'ясної сировини є одним із важливих етапів визначення її технологічної придатності для виробництва делікатесних м'ясних консервів. Саме органолептичні показники дозволяють попередньо оцінити якість сировини, виявити ознаки відхилень перебігу автолітичних процесів, а також встановити можливість подальшого використання м'яса у виробництві продуктів тривалого зберігання.

У процесі досліджень органолептичну оцінку проводили для замороженої яловичини різних морфологічних груп, що відрізнялися анатомічним розташуванням, структурою м'язової тканини та вмістом сполучної тканини. Оцінювали зовнішній вигляд, колір м'язової тканини, консистенцію, стан поверхні, наявність м'ясного соку після дефростації та характер запаху.

Відбір проб здійснювали з різних анатомічних частин туші, а саме: спинно-поперекового відрубу, лопаткового відрубу, передостяного м'яза та шийно-лопаткового відрубу. Такий підхід дозволив оцінити вплив морфологічних особливостей сировини на формування її органолептичних

характеристик після заморожування та дефростації. Органолептичну оцінку замороженої яловичини різних морфологічних груп наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Органолептична оцінка замороженої яловичини різних морфологічних груп

Місце відбору	Зовнішній вигляд та колір	Консистенція	Запах	Характеристика жирової тканини
Спинно-поперековий відруб	Поверхня суха, колір рівномірний темно-червоний	Щільна, пружна	Властивий свіжому м'ясу	Жир світло-кремовий, щільний
Лопатковий відруб	Поверхня з незначним підсиханням, червоний колір	Помірно щільна	Без стороннього запаху	Жир біло-кремового кольору
Передостний м'яз	Темно-червоне забарвлення, поверхня суха	Щільна, дещо жорстка	Характерний запах яловичини	Незначний вміст жиру
Шийно-лопатковий відруб	Колір нерівномірний, темно-червоний	Пружна	Властивий свіжому м'ясу	Жир жовтуватого відтінку

За результатами органолептичної оцінки встановлено, що досліджувані зразки замороженої яловичини відповідали вимогам нормативної документації щодо зовнішнього вигляду, консистенції та запаху. Найвищі бальні оцінки за показниками кольору м'язової тканини, консистенції та стану жирової тканини отримав спинно-поперековий відруб, що свідчить про його високі органолептичні характеристики та технологічну придатність. Водночас передостяний та шийно-лопатковий відруби характеризувалися більш інтенсивним темно-червоним забарвленням і щільнішою структурою м'язових волокон, що може свідчити про підвищений рівень рН та наявність окремих ознак DFD-сировини. Для передостяного м'яза також був характерний нижчий вміст внутрішньом'язового жиру, що позначилося на зниженні оцінки стану жирової тканини та консистенції.

Для більш об'єктивного порівняння органолептичних характеристик замороженої яловичини різних морфологічних груп та візуалізації отриманих результатів було проведено бальну оцінку основних показників якості з

подальшим побудуванням профілограми органолептичних властивостей дослідних зразків. Результати бальної органолептичної оцінки замороженої яловичини різних морфологічних груп наведено на рис. 3.1.



Рисунок 3.1. Профілограма бальної органолептичної оцінки замороженої яловичини різних морфологічних груп

Отримані дані наведені на рис. 3.1 свідчать, що найвищими органолептичними показниками характеризувався спинно-поперековий відруб, який отримав максимальні або наближені до максимальних оцінки за показниками кольору м'язової тканини, консистенції, запаху та стану жирової тканини. Дещо нижчі показники були характерні для лопаткового відрубу, що може бути пов'язано з більшим вмістом сполучної тканини та менш рівномірним розподілом внутрішньом'язового жиру.

Найнижчі бальні оцінки за показниками консистенції та стану жирової тканини встановлено для передостяного м'яза, що зумовлено особливостями його морфологічної будови та більш щільною структурою м'язових волокон. Шийно-лопатковий відруб характеризувався проміжними значеннями органолептичних показників. Водночас для всіх дослідних зразків була характерна висока оцінка запаху, що свідчить про належний санітарний стан та доброякісність м'ясної сировини.

Для додаткової оцінки якості та технологічної придатності дослідної сировини проводили органолептичну оцінку бульйону, отриманого після

термічної обробки зразків яловичини різних морфологічних груп. При цьому оцінювали прозорість, аромат, насиченість смаку, наявність жирової плівки на поверхні та відсутність сторонніх запахів. Органолептичну характеристику бульйону, отриманого з яловичини різних морфологічних груп наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

Органолептична характеристика бульйону, отриманого з яловичини різних морфологічних груп

Показник	Місце відбору			
	Спинно-поперековий відруб	Лопатковий відруб	Передостяний м'яз	Шийно-лопатковий відруб
Прозорість	Прозорий	Прозорий	Злегка мутнуватий	Злегка мутнуватий
Колір	Світло-золотистий	Золотистий	Темно-золотистий	Темно-золотистий
Аромат	Виражений, властивий яловичому бульйону	Виражений	Достатньо виражений	Достатньо виражений
Наявність жирової плівки	Рівномірна	Рівномірна	Частково виражена	Помірно виражена
Сторонній запах	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено

Згідно даних таблиці 3.2. встановлено, що бульйон, отриманий зі спинно-поперекового та лопаткового відрубів, характеризувався високою прозорістю, вираженим м'ясним ароматом та наявністю рівномірної жирової плівки на поверхні. Для бульйону, виготовленого з передостяного м'яза та шийно-лопаткового відрубу, була характерною дещо нижча прозорість і більш насичене забарвлення, що може бути пов'язано з підвищеним вмістом водорозчинних білкових фракцій та особливостями перебігу автолітичних процесів у сировині з ознаками DFD. Сторонніх, кислуватих, затхлих або інших невластивих запахів у дослідних зразках бульйону не виявлено, що свідчить

про належний санітарний стан сировини та її відповідність вимогам щодо доброякісності.

3.2. Дослідження функціонально-технологічних показників замороженої яловичини

Пастеризовані та стерилізовані шинкові консерви належать до найбільш поширених видів м'ясних консервів завдяки високій харчовій цінності, добрим органолептичним властивостям та тривалому терміну зберігання. Традиційно основною сировиною для виробництва шинкових консервів є свинина, однак останнім часом у технологіях дедалі ширше використовують яловичину, яка відрізняється морфологічними, фізико-хімічними та структурно-механічними властивостями.

Використання яловичини у виробництві шинкових консервів обумовлено її високою біологічною цінністю та необхідністю збільшення частки цього виду м'яса у структурі харчування населення. Яловичина є важливим джерелом повноцінного білка, заліза та вітамінів групи В, однак її частка у фактичному раціоні населення залишається нижчою від рекомендованих норм.

При виборі м'ясної сировини для виробництва делікатесних шинкових консервів особливу увагу приділяють її функціонально-технологічним показникам, зокрема рівню рН, категорії якості м'яса (NOR, PSE, DFD), вологозв'язуючої здатності, масовій частці води та активності води. Саме ці показники значною мірою визначають технологічну придатність сировини, вихід готової продукції та стабільність її якісних характеристик у процесі зберігання. У таблиці 3.3 наведено функціонально-технологічні показники замороженої яловичини, використаної у виробництві делікатесних шинкових консервів.

Таблиця 3.3

Функціонально-технологічні показники замороженої яловичини, $M \pm m$, $n=3$

Місце відбору	Масова частка вологи, %	Активна кислотність, pH			Вологозв'язуюча здатність, %		
		PSE	NOR	DFD	PSE	NOR	DFD
Спино-поперековий відруб	75,7 $\pm$ 1,42	5,3	5,4-6,4	6,5	73,8 $\pm$ 1,28	79,9 $\pm$ 1,52	89,6 $\pm$ 1,73
Лопатковий відруб	75,9 $\pm$ 1,16	5,3	5,4-6,4	6,5	71,9 $\pm$ 1,40	77,2 $\pm$ 1,64	86,2 $\pm$ 1,56
Передостяний м'яз	75,9 $\pm$ 1,39	5,3	5,4-6,4	6,5	72,8 $\pm$ 1,51	78,8 $\pm$ 1,37	87,6 $\pm$ 1,44
Шийно-лопатковий відруб	75,5 $\pm$ 1,24	5,3	5,4-6,4	6,5	71,9 $\pm$ 1,38	78,1 $\pm$ 1,63	87,3 $\pm$ 1,49

$p \leq 0,05$

За результатами дослідження встановлено, що масова частка вологи у всіх дослідних зразках замороженої яловичини різних морфологічних груп знаходилася практично на однаковому рівні та становила 75,5–75,9 %, що свідчить про відсутність суттєвих відмінностей у загальному вмісті води між досліджуваними відрубками. Водночас найбільш суттєві відмінності спостерігалися за показниками активної кислотності та вологозв'язуючої здатності м'ясної сировини різних категорій якості.

Встановлено, що для м'яса категорії PSE величина pH становила близько 5,3, тоді як для м'яса категорії DFD цей показник досягав 6,5. Підвищення активної кислотності DFD-сировини супроводжувалося суттєвим зростанням вологозв'язуючої здатності, значення якої залежно від анатомічного походження відрубу становили 86,2–89,6 %, що істотно перевищувало аналогічні показники для м'яса категорій NOR та PSE.

Найвищу вологозв'язуючу здатність встановлено для спинно-поперекового відрубу категорії DFD — 89,6 %, тоді як найнижчі значення були характерні для м'яса категорії PSE — 71,9–73,8 %. Отримані результати свідчать про високу здатність DFD-м'яса утримувати вологу, що є важливою

технологічною перевагою при виробництві шинкових консервів, оскільки сприяє підвищенню виходу готової продукції, формуванню соковитої консистенції та зменшенню втрат маси під час термічної обробки.

З урахуванням підвищених показників вологозв'язуючої здатності та близьких значень масової частки вологи у дослідних зразках, для подальших досліджень при виробництві делікатесних шинкових консервів було обрано яловичину категорії DFD.

3.3. Ідентифікація м'яса з ознаками DFD за показниками кольору та активної кислотності

На підставі аналізу наукових літературних джерел встановлено, що найбільш об'єктивними критеріями ідентифікації м'яса з ознаками DFD серед блоків мороженої яловичини є оцінювання кольору м'язової тканини та визначення величини активної кислотності (pH). Саме поєднання органолептичних та фізико-хімічних показників дозволяє найбільш достовірно встановити приналежність м'ясної сировини до категорій NOR або DFD та оцінити її технологічну придатність для виробництва консервів шинкової групи.

Для проведення досліджень блоки мороженої яловичини піддавали отепленню у дефростері за температури 17–19 °C до досягнення температури у центрі блоку мінус –8 °C. Температура поверхневих шарів м'яса при цьому знаходилася в межах від –1 до +1 °C. За таких температурних умов основним показником органолептичного оцінювання був колір м'язової тканини, оскільки у частково розмороженому стані об'єктивна оцінка консистенції, запаху та інших органолептичних характеристик є ускладненою.

У процесі органолептичного оцінювання встановлено, що частина дослідних зразків характеризувалася темно-червоним, місцями майже коричневим забарвленням м'язової тканини, характерним для м'яса з ознаками DFD. Для підтвердження приналежності відібраних зразків до даної категорії додатково визначали величину активної кислотності м'яса.

Відомо, що для м'яса категорії DFD величина рН зазвичай знаходиться в межах 6,3–6,8, що пов'язано з недостатнім накопиченням молочної кислоти в процесі післязабійного автолізу. Саме цей діапазон значень було використано як основний критерій при ідентифікації дефростованих блоків яловичини з ознаками DFD. Результати визначення рН дослідних зразків наведено в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

**Значення рН частково розмороженої яловичини категорій NOR та DFD,
M±m, n=3**

Номер зразка	Частина туші	Категорія сировини	рН
1	плечова	DFD	6,55±0,03
2	стегнова	DFD	6,35±0,04
3	пахова	DFD	6,47±0,04
4	стегнова	NOR	5,63±0,03

$p \leq 0,05$

Як свідчать отримані результати, значення рН у досліджених зразках яловичини з ознаками DFD, відібраних із різних анатомічних частин туші, відповідають діапазонам, наведеним у науковій літературі для даного типу сировини. Найвищий показник рН зафіксовано у зразку з плечової частини і становив 6.55 ± 0.03 , дещо нижчі значення встановлено у паховій частині 6.47 ± 0.04 та стегновій частині 6.35 ± 0.04 . Для контрольного зразка NOR зі стегнової частини характерним є типовий для нормального автолізу рівень рН 5.63 ± 0.03 , що суттєво відрізняється від показників DFD-сировини.

Встановлено, що прояви DFD-м'яса були ідентифіковані у 20 % досліджених блоків яловичини з пахової частини, у 10 % блоків зі стегнової частини та у 40 % блоків із плечової частини туші, що може свідчити про нерівномірність розподілу м'язів з порушеним глікогеновим обміном у межах різних анатомічних ділянок.

Таким чином, поєднання органолептичної оцінки кольору з подальшим потенціометричним визначенням рН у попередньо частково розморожених блоках м'яса, доведених до температури центру -8°C , із використанням потенціометричного аналізатора типу АПМП-3, дозволяє ефективно та відтворювано ідентифікувати яловичину з ознаками DFD серед великої кількості морожених блоків у виробничих умовах.

3.4 Характеристика харчової цінності основної сировини

Харчова цінність м'ясних консервів значною мірою визначається хімічним складом основної та допоміжної сировини, яка використовується при формуванні рецептурної композиції. Особливе значення при цьому має вміст повноцінних білків, незамінних амінокислот, вітамінів та мінеральних речовин, що беруть участь у формуванні харчової цінності, функціонально-технологічних властивостей і органолептичних характеристик готового продукту.

У зв'язку з цим у даному підрозділі наведено характеристику яловичини, соєвого концентрату та свинячої шкірки як основних компонентів рецептури делікатесних шинкових консервів. Проаналізовано вміст незамінних амінокислот, вітамінів і мінеральних речовин, які визначають біологічну цінність сировини та обґрунтовують доцільність її використання при удосконаленні технології м'ясних консервів.

Зважаючи на те, що яловичина є основним компонентом рецептури шинкових консервів та характеризується високим вмістом повноцінних білків, важливим критерієм оцінювання її харчової цінності є амінокислотний склад, зокрема вміст незамінних амінокислот. Саме збалансованість білкового компоненту за вмістом незамінних амінокислот значною мірою визначає біологічну цінність готового продукту та ефективність засвоєння білка організмом людини.

Оцінювання амінокислотного складу білка проводили шляхом порівняння фактичного вмісту незамінних амінокислот у досліджуваних сировині з

рекомендованим амінокислотним складом «ідеального» білка відповідно до рекомендацій ФАО/ВООЗ. При цьому визначали амінокислоти, вміст яких є лімітуючим щодо біологічної цінності білка.

Кількісний вміст незамінних амінокислот у яловичині, наведений у літературному джерелі [130], був використаний для оцінювання відповідності амінокислотного складу білка вимогам еталонного білка згідно з рекомендаціями ФАО/ВООЗ [131]. Вміст незамінних амінокислот у яловичині наведено в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5

Вміст незамінних амінокислот у яловичині відповідно до рекомендацій ФАО/ВООЗ [131]

Назва амінокислоти	Фактичний вміст в 100 г яловичини, г	Еталон ФАО/ВООЗ	Частка від норми еталону ФАО/ВООЗ, %	Вміст в 100 г шинкового фаршу з урахуванням вмісту в яловичині жирової тканини, г				% задоволення добової потреби у незамінній амінокислоті			
				Вміст жиру 6 %		Вміст жиру 20 %		При вмісті жиру 6 %		При вмісті жиру 20 %	
				75 %	70 %	75 %	70 %	75 %	70 %	75 %	70 %
Треонін	1,091	3,4	32,1	0,769	0,718	0,654	0,611	22,6	21,1	19,2	18,0
Ізолейцин	1,100	2,8	39,3	0,776	0,724	0,660	0,616	27,7	25,9	23,6	22,0
Лейцин	2,035	6,6	30,9	1,434	1,348	1,221	1,140	21,8	20,5	18,5	17,0
Лізін	2,244	5,8	38,7	1,582	1,476	1,346	1,257	27,3	25,5	23,2	21,7
Метіонін*	0,655	2,5	36,6	0,644	0,603	0,549	0,513	25,8	24,1	22,0	20,5
Цистин*	0,260										
Фенілаланін**	0,953	6,3	28,9	1,285	1,199	1,094	1,020	20,4	19,0	17,3	16,2
Тирозин**	0,869										
Валін	1,168	3,5	33,4	0,823	0,769	0,701	0,654	23,5	22,0	20,0	18,7
Загалом	10,375			-	-	-	-	-	-	-	-

* У визначеному ФАО/ВООЗ складі еталонного білка вказаний сумарний вміст метіоніну та цистину

** У визначеному ФАО/ВООЗ складі еталонного білка вказаний сумарний вміст фенілаланіну та тирозину

Аналіз отриманих результатів свідчить, що амінокислотний склад білка яловичини характеризується недостатньою збалансованістю за окремими незамінними амінокислотами порівняно з еталонним білком ФАО/ВООЗ. Найнижчі показники амінокислотного скору встановлено для фенілаланіну з тирозином, лейцину та треоніну, що дозволяє розглядати їх як лімітуючі амінокислоти у досліджуваній сировині.

Отримані результати обґрунтовують доцільність використання у складі рецептури білкових компонентів рослинного походження, здатних підвищувати біологічну цінність білкової композиції та покращувати збалансованість амінокислотного складу шинкових консервів. З цією метою при виконанні досліджень як джерело додаткового білка використовували соєвий концентрат, який характеризується високим вмістом незамінних амінокислот та добрими функціонально-технологічними властивостями. Вміст незамінних амінокислот у соєвому концентраті наведено в таблиці 3.6 [132].

Таблиця 3.6

Вміст незамінних амінокислот у соєвому концентраті г/100 г, $M \pm m$, $n=3$

Вміст амінокислоти	Вміст	% добової потреби
Лізин	5,327 $\pm$ 0,052	129,9
Треонін	3,137 $\pm$ 0,037	130,7
Метіонін	1,130 $\pm$ 0,016	62,8
Цистин	1,046 $\pm$ 0,010	58,1
Валін	4,098 $\pm$ 0,041	163,9
Ізолейцин	4,253 $\pm$ 0,049	212,7
Лейцин	6,783 $\pm$ 0,068	147,5
Фенілаланін	4,593 $\pm$ 0,042	104,4
Тирозин	3,222 $\pm$ 0,035	73,2

$p \leq 0,05$

Аналіз результатів таблиці 3.5. свідчить, що соєвий концентрат характеризується високим вмістом незамінних амінокислот, зокрема лізину, лейцину, валіну та ізолейцину, що обумовлює доцільність його використання для коригування амінокислотного складу м'ясних систем. Використання

соевого концентрату у складі шинкових консервів дозволяє підвищити біологічну цінність білкового комплексу та наблизити його амінокислотний склад до еталонного.

З метою підвищення збалансованості амінокислотного складу білка та покращення функціонально-технологічних властивостей шинкових консервів соєвий концентрат був використаний як білковий компонент при розробленні рецептури продукту.

Одним із перспективних компонентів рецептури шинкових консервів також є свиняча шкірка, яка характеризується високим вмістом колагенових білків та функціонально-технологічними властивостями, зокрема здатністю до зв'язування та утримання вологи. Крім того, свиняча шкірка є джерелом окремих незамінних амінокислот і може використовуватися для підвищення структурної міцності та монолітності консервованих шинкових продуктів. Вміст незамінних амінокислот у свинячій шкірці наведено в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7

Вміст незамінних амінокислот у свинячій шкірці, г/100 г, $M \pm m$, $n=3$

Назва амінокислот	Кількість
Треонін	0,610 $\pm$ 0,006
Ізолейцин	0.616 $\pm$ 0,005
Лейцин	1.088 $\pm$ 0,011
Лізин	1.230 $\pm$ 0,016
Метіонін	0.347 $\pm$ 0,004
Цистин	0.008 $\pm$ 0,001
Фенілаланін	0,547 $\pm$ 0,006
Тирозин	0,454 $\pm$ 0,005
Валін	0.737 $\pm$ 0,008

$p \leq 0,05$

Отримані результати свідчать, що свиняча шкірка містить помірну кількість незамінних амінокислот, серед яких найбільший вміст характерний для лізину, лейцину та валіну. Високий вміст колагенових білків у поєднанні з наявністю незамінних амінокислот обумовлює доцільність використання

свинячої шкірки у складі шинкових консервів як функціонального білкового компонента, здатного покращувати структурно-механічні та технологічні властивості продукту.

Крім білкових компонентів, свиняча шкірка містить ряд вітамінів та мінеральних речовин, які беруть участь у регуляції обмінних процесів та формуванні харчової цінності готового продукту. Вміст основних вітамінів та мінеральних елементів у свинячій шкірці наведено в таблицях 3.8 та 3.9.

Таблиця 3.8

Вміст вітамінів у свинячій шкірці, мг/100 г, $M \pm m$, $n=3$

Назва вітамінів	Кількість
Ретинол (A)	2,0 $\pm$ 0,024
Тіамін (B ₁)	0,60 $\pm$ 0,014
Рибофлавін (B ₂)	0,21 $\pm$ 0,012
Пантотенова кислота (B ₅)	0,53 $\pm$ 0,011
Піридоксин (B ₆)	0,28 $\pm$ 0,017
Фолієва кислота (B ₉)	не виявлено
Ціанокобаламін (B ₁₂)	4,0 $\pm$ 0,047
Аскорбінова кислота (C)	0,4 $\pm$ 0,016
Токоферол (E)	0,0006 $\pm$ 0,0001
Ніацин (PP)	3,8 $\pm$ 0,042

$p \leq 0,05$

Аналізуючи дані таблиці 3.8 встановлено, що серед жиророзчинних вітамінів присутній ретинол (вітамін A) у кількості 2,0 мг/100 г, а також токоферол (вітамін E) у дуже низькій концентрації 0,0006 мг/100 г, що свідчить про його обмежений вміст у досліджуваному продукті. Наявність ретинолу вказує на потенційну участь сировини у забезпеченні антиоксидантного захисту та підтриманні стану епітеліальних тканин.

Водорозчинні вітаміни представлені широким спектром сполук групи B. Зокрема, виявлено тіамін (B₁) у кількості 0,60 мг/100 г, рибофлавін (B₂) – 0,21 мг/100 г, пантотенову кислоту (B₅) – 0,53 мг/100 г, піридоксин (B₆) – 0,28 мг/100 г та ніацин (PP) – 3,8 мг/100 г. Найвищий вміст серед вітамінів групи B

характерний для ніацину, що свідчить про активну участь сировини в енергетичному обміні та окисно-відновних процесах.

Окремо слід відзначити наявність ціанокобаламіну (вітамін B₁₂) у кількості 4,0 мг/100 г, що є досить високим показником і підкреслює цінність сировини як джерела цього вітаміну, важливого для кровотворення та функціонування нервової системи.

Фолієва кислота (вітамін B₉) у досліджуваному зразку не виявлена, що може бути пов'язано як із особливостями сировини, так і з її технологічною обробкою або умовами зберігання.

У цілому, отримані дані свідчать, що свиняча шкірка характеризується помірним вмістом водорозчинних вітамінів групи В та обмеженим вмістом антиоксидантних жиророзчинних вітамінів, що є типовим для м'ясної сировини та визначає її роль переважно як джерела білка та вітамінів групи В у м'ясних системах. Вміст мінеральних елементів у свинячій шкірці наведено в таблиці 3.9.

Таблиця 3.9

Вміст мінеральних елементів у свинячій шкірці, мг/100 г, M±m, n=3

Назва	Кількість
Макроелементи	
Калій	253±3
Кальцій	19±1
Магній	0,01±2
Натрій	42±1
Фосфор	155±2
Мікроелементи	
Залізо	0,69±0,01
Марганець	0,011±0,001
Мідь	0,055±0,002
Селен	0,028±0,001
Цинк	0,6±0,01

Аналіз мінерального складу свинячої шкірки свідчить про наявність у ній макро- та мікроелементів, які беруть участь у регуляції фізіологічних процесів та формуванні харчової цінності м'ясних продуктів. Найбільший вміст серед макроелементів характерний для калію та фосфору, які відіграють важливу роль у функціонуванні м'язової тканини та енергетичному обміні. Серед мікроелементів найбільше значення мають залізо, цинк та селен, що беруть участь у процесах кровотворення, антиоксидантного захисту та ферментативної регуляції.

До корисних властивостей свинячої шкірки можна віднести значний вміст поліненасичених жирних кислот родини омега-3 та омега-6, кількість яких становить відповідно 0,29 г та 3,41 г на 100 г продукту. Важливою перевагою є також відсутність вуглеводів, що зумовлює її відносно низьку енергетичну цінність. Наведені характеристики свідчать про доцільність використання свинячої шкірки як функціонально цінного інгредієнта у технології виробництва яловичої шинки.

3.5 Мікробіологічні показники замороженої яловичини різних морфологічних груп

Мікробіологічні показники є одним із основних критеріїв оцінювання безпечності та технологічної придатності м'ясної сировини. Особливо важливим є контроль мікробіологічного стану замороженої яловичини з ознаками DFD, яка внаслідок підвищеного рН характеризується більш сприятливими умовами для розвитку мікроорганізмів порівняно з м'ясом категорії NOR.

Відповідно до вимог ДСТУ 6030:2008 доброякісна яловичина повинна відповідати встановленим санітарно-гігієнічним та мікробіологічним критеріям безпечності. У зв'язку з цим у роботі проведено оцінювання мікробіологічних показників замороженої яловичини різних морфологічних груп, використаної для виробництва делікатесних шинкових консервів. Результати проведених досліджень наведено в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5

Мікробіологічні показники замороженої яловичини різних морфологічних груп

Показник	Нормативне значення за ДСТУ 6030:2008	Спинно-поперековий відруб	Лопатковий відруб	Передостяний м'яз	Шийно-лопатковий відруб
КМАФАнМ, КУО/г	не більше 1×10^4	$2,1 \times 10^3$	$2,8 \times 10^3$	$3,6 \times 10^3$	$3,2 \times 10^3$
БГКП (коліформи) в 0,001 г	не допускається	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено
<i>Listeria monocytogenes</i> у 25 г	не допускається	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено
Патогенні мікроорганізми, в т.ч. роду Сальмонела, в 25 г	не допускається	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено
Сульфітредукуючі клостридії у 0,01 г	не допускається	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено

За результатами мікробіологічних досліджень встановлено, що всі дослідні зразки замороженої яловичини відповідали вимогам нормативної документації щодо показників безпечності. Величина КМАФАнМ у дослідних зразках знаходилася в межах допустимих значень та не перевищувала нормативного рівня 1×10^4 КУО/г.

Найнижчий рівень мікробного обсіменіння встановлено для спинно-поперекового відрубу, тоді як дещо вищі значення КМАФАнМ були характерні для передостного та шийно-лопаткового відрубів, що може бути пов'язано з особливостями морфологічної будови тканин та підвищеним рівнем рН окремих зразків м'яса.

Бактерії групи кишкової палички, мікроорганізми роду *Salmonella*, *Listeria monocytogenes* та сульфітредукуючі клостридії у дослідних зразках не виявлені, що свідчить про належний санітарний стан сировини, дотримання умов її зберігання та відповідність вимогам безпечності при використанні у виробництві делікатесних шинкових консервів.

3.6 Мікроструктурні зміни яловичини до і після посолу

Мікроструктурні дослідження м'ясної сировини є важливим етапом оцінювання її технологічної придатності, оскільки дозволяють встановити особливості будови м'язової тканини, ступінь збереження клітинних структур, характер перебігу автолітичних процесів та зміни, що виникають під впливом механічної і технологічної обробки. Аналіз мікроструктури дає можливість об'єктивно оцінити ступінь деструкції м'язових волокон, рівномірність розподілу компонентів посолочної суміші, а також прогнозувати функціонально-технологічні та органолептичні властивості готової продукції.

При проведенні мікроструктурних досліджень встановлено, що м'язова тканина яловичини незалежно від анатомічного походження характеризувалася щільним приляганням м'язових волокон із чітко вираженими міжволоконними межами. На поздовжніх зрізах м'язові волокна мали переважно прямолінійну або хвилясту структуру, тоді як на поперечних зрізах переважала полігональна форма волокон. Середній діаметр м'язових волокон становив близько 300 мкм.

Після шприцювання розсолем та проведення масування у циклічному режимі в м'язовій тканині спостерігалися виражені структурні зміни, пов'язані з гідратацією білкових компонентів та механічною дією на тканинні структури. Встановлено рівномірне набухання м'язових волокон із частковою деструкцією міофібрил, найбільш вираженою у поверхневих шарах відрубів. У цих ділянках спостерігалось утворення дрібнозернистої білкової маси, що свідчить про частковий перехід водо- та солерозчинних білків у міжволоконний простір.

У глибших шарах м'язової тканини деструктивні зміни були менш інтенсивними, що обумовлено нижчим рівнем механічного впливу та поступовою дифузією компонентів посолочної суміші. На поперечних зрізах після масування м'язові волокна набували більш округлої форми, а міжволоконний простір містив помірну кількість дрібнодисперсної білкової маси з рівномірним розподілом компонентів розсолу. Середній діаметр м'язових волокон після посолу та масування збільшувався приблизно на 40 мкм, що підтверджує інтенсивне набухання м'язової тканини.

Встановлено, що механічна обробка сировини у процесі посолу сприяє підвищенню проникності сарколеми та мембранних структур м'язових волокон для компонентів посолочної суміші, забезпечуючи більш рівномірний їх розподіл у товщі м'язової тканини. Помірний ступінь деструкції міофібрил та гідратація білків позитивно впливають на формування ніжної консистенції готового продукту та підвищення його соковитості.

Під час проведення гістологічних досліджень встановлено, що препарати яловичини, виготовлені із застосуванням удосконаленого методу фарбування за методом відбитка, характеризувалися кращою візуалізацією структурних елементів м'язової та жирової тканин порівняно з традиційним методом забарвлення гематоксиліном та еозином. При використанні удосконаленого способу спостерігалася більш чітка оптична диференціація м'язових волокон, сполучнотканинних структур та жирових включень, що підвищувало інформативність мікроструктурного аналізу наведених на рис. 3.2, 3.3.

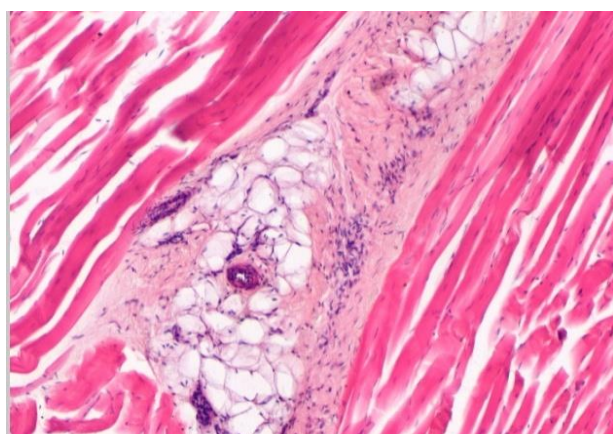
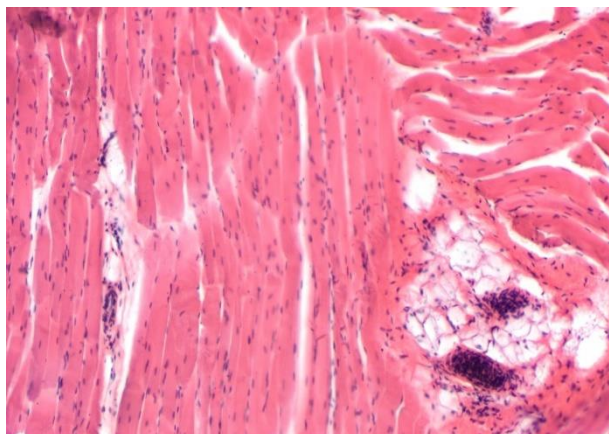


Рисунок 3.2 - Яловичина.

Традиційний метод забарвлення
гематоксилін еозин. 3б.×200

Рисунок 3.3 - Яловичина.

Інноваційний метод забарвлення
гематоксилін еозин. 3б.×200

Джерело: розроблено автором на основі досліджень.

Встановлено, що використання удосконаленого методу фарбування забезпечує більш чітку візуалізацію структурних елементів м'язової тканини, зокрема меж м'язових волокон, ядер клітин та сполучнотканинних структур. Порівняно з традиційним методом забарвлення гематоксиліном та еозином,

удосконалений спосіб дозволяв отримувати препарати з вищою контрастністю та кращою оптичною диференціацією тканинних компонентів.

Отримані результати підтверджують доцільність використання сучасних методів гістологічного аналізу для оцінювання структурного стану м'ясної сировини в процесі технологічної обробки. Застосування цифрової візуалізації мікроструктурних препаратів сприяє підвищенню точності оцінювання ступеня деструкції м'язових волокон, рівномірності розподілу компонентів посолочної суміші та характеру змін тканинних структур під впливом механічної обробки.

Мікроструктурний аналіз показав, що процеси шприцювання та масування забезпечують достатньо рівномірне проникнення компонентів розсолу у товщу м'язової тканини, сприяють гідратації білків та формуванню структури, характерної для шинкових консервів із високими показниками соковитості та монолітності.

На основі проведених досліджень було розроблено схему посолу яловичини різних морфологічних груп, використаної у технології шинкових консервів. Посол здійснювали способом попереднього шприцювання розсолу на багатоголковій шприцювальній установці з подальшим масуванням м'ясної сировини у масажері за швидкості обертання 8–16 об/хв.

Для яловичини з масовою часткою жирової та сполучної тканини 6 % і 20 % масування проводили у циклічному режимі протягом 10–14 годин. Тривалість одного циклу становила 40 хвилин механічної обробки та 20 хвилин витримки у стані спокою. Після завершення механічної обробки тривалість дозрівання м'ясної сировини становила 16–18 годин [129] (Додаток А).

Висновки до розділу 3

1. Проведено органолептичну оцінку замороженої яловичини різних морфологічних груп, у результаті якої встановлено відповідність дослідних зразків вимогам нормативної документації щодо зовнішнього вигляду, консистенції, запаху та стану жирової тканини. Найвищими органолептичними показниками характеризувався спинно-поперековий відруб, для якого були

характерні рівномірне темно-червоне забарвлення, щільна пружна консистенція та виражений м'ясний аромат. Передостяний та шийно-лопатковий відруби відзначалися більш темним забарвленням і щільнішою структурою м'язових волокон, що може свідчити про наявність окремих ознак DFD-сировини.

2. За результатами органолептичної оцінки бульйону встановлено, що зразки, отримані зі спинно-поперекового та лопаткового відрубів, характеризувалися високою прозорістю, вираженим ароматом та рівномірною жировою плівкою. Для бульйонів із передостяного м'яза та шийно-лопаткового відрубу була характерна дещо нижча прозорість та більш насичене забарвлення, що пов'язано з особливостями морфологічної будови та перебігом автолітичних процесів у м'ясній сировині.

3. Досліджено функціонально-технологічні показники замороженої яловичини різних морфологічних груп. Встановлено, що масова частка вологи у дослідних зразках знаходилася в межах 75,5–75,9 %, тоді як найбільш суттєві відмінності спостерігалися за показниками рН та вологозв'язуючої здатності. Для м'яса категорії DFD значення рН досягало 6,5, а вологозв'язуюча здатність становила 86,2–89,6 %, що суттєво перевищувало показники м'яса категорій NOR та PSE. Найвищу вологозв'язуючу здатність встановлено для спинно-поперекового відрубу категорії DFD — 89,6 %.

4. Проведено ідентифікацію яловичини з ознаками DFD за показниками кольору та активної кислотності. Встановлено, що значення рН у зразках DFD-сировини становили 6,35–6,55, тоді як для м'яса категорії NOR цей показник складав 5,63. Найвищий рівень виявлення DFD-м'яса встановлено у блоках із плечової частини туші — 40 %, тоді як у паховій та стегновій частинах частка DFD-сировини становила відповідно 20 % та 10 %. Отримані результати підтверджують ефективність використання органолептичної оцінки кольору м'язової тканини у поєднанні з рН для ідентифікації DFD-м'яса у виробничих умовах.

5. Проведено оцінювання харчової цінності основної сировини, використаної при розробленні рецептури шинкових консервів. Встановлено, що

яловичина характеризується високим вмістом повноцінних білків, однак окремі незамінні амінокислоти, зокрема треонін, лейцин та фенілаланін з тирозином, є лімітуючими щодо еталонного білка ФАО/ВООЗ. Соевий концентрат характеризувався високим вмістом лізину — 5,327 г/100 г, лейцину — 6,783 г/100 г та ізолейцину — 4,253 г/100 г, що обґрунтовує доцільність його використання для підвищення біологічної цінності білкової композиції шинкових консервів.

6. Встановлено, що свиняча шкірка характеризується наявністю незамінних амінокислот, мінеральних елементів та вітамінів групи В, що визначає її функціональну цінність у технології шинкових консервів. Найбільший вміст серед амінокислот характерний для лізину — 1,230 г/100 г та лейцину — 1,088 г/100 г. Серед макроелементів домінували калій — 253 мг/100 г та фосфор — 155 мг/100 г, а серед вітамінів — ціанокобаламін (В12) у кількості 4,0 мг/100 г та ніацин (РР) — 3,8 мг/100 г.

7. За результатами мікробіологічних досліджень встановлено, що всі дослідні зразки замороженої яловичини відповідали вимогам ДСТУ 6030:2008 щодо показників безпечності. Рівень КМАФАнМ становив $2,1 \times 10^3$ – $3,6 \times 10^3$ КУО/г і не перевищував допустимого нормативного значення 1×10^4 КУО/г. Бактерії групи кишкової палички, *Listeria monocytogenes*, патогенні мікроорганізми роду *Salmonella* та сульфїтредукуючі клостридії у дослідних зразках не виявлені.

8. Проведений мікроструктурний аналіз показав, що після шприцювання та масування у м'язовій тканині відбувалися процеси гідrataції білків, набухання м'язових волокон та часткова деструкція міофібрил. Середній діаметр м'язових волокон після посолу та масування збільшувався приблизно на 40 мкм, що підтверджує інтенсивне поглинання води м'язовою тканиною. Встановлено, що механічна обробка забезпечує рівномірне проникнення компонентів розсолу у товщу м'язової тканини та сприяє формуванню структури, характерної для шинкових консервів із високими показниками соковитості та монолітності.

РОЗДІЛ 4.

НАУКОВЕ ОБГРУНТУВАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ДЕЛІКАТЕСНИХ М'ЯСНИХ КОНСЕРВІВ

Удосконалення технології делікатесних шинкових консервів передбачає застосування таких технологічних прийомів, які забезпечують формування стабільної структури продукту, покращення органолептичних показників, рівномірний розподіл компонентів посолочної суміші та підвищення стійкості продукції під час зберігання. Відомо, що досягнення необхідних функціонально-технологічних характеристик м'ясних систем пов'язане із використанням процесів шприцювання, масування, посолу та стерилізації, параметри яких суттєво впливають на якість готового продукту.

У даному розділі наведено результати досліджень, спрямованих на наукове обґрунтування рецептурного складу делікатесних м'ясних консервів, визначення раціональних режимів посолу, механічної та теплової обробки, а також оцінювання змін якісних показників м'ясної сировини та готового продукту в процесі виробництва і зберігання.

4.1 Удосконалення рецептури шинкових консервів з урахуванням збалансованості амінокислотного складу білка

Формування рецептури делікатесних шинкових консервів повинно базуватись не лише на забезпеченні високих органолептичних показників готового продукту, але й на досягненні оптимальної харчової та біологічної цінності. Одним із найважливіших критеріїв оцінювання біологічної повноцінності білкових продуктів є збалансованість їх амінокислотного складу, насамперед за вмістом незамінних амінокислот.

З урахуванням того, що яловичина категорії DFD характеризується підвищеною вологоутримуючою здатністю та придатністю до виробництва консервованих м'ясних продуктів, при розробленні рецептури шинкових консервів особливу увагу приділяли підбору компонентів, здатних

покращувати біологічну цінність, функціонально-технологічні властивості та структурно-механічні характеристики готового продукту.

Контрольний зразок шинкових консервів формували за традиційною рецептурою із використанням соленої яловичини з масовою часткою жирової та сполучної тканини не більше 14 %, свинини напівжирної та хребтового сала. Як допоміжні компоненти використовували кухонну сіль, нітрит натрію та желатин.

При розробленні дослідних рецептур шинкових консервів на основі яловичини з ознаками DFD враховували функціонально-технологічні особливості даної сировини, насамперед підвищену здатність до зв'язування та утримання вологи. Встановлено, що яловичина категорії DFD характеризується на 6–7 % вищою вологозв'язувальною здатністю порівняно з м'ясом категорії NOR, що дозволяє зменшити її вміст у рецептурі консервів без погіршення структурно-механічних та органолептичних показників готового продукту.

У рецептурі дослідного зразка № 1 основною сировиною була жилована яловичина з масовою часткою жирової та сполучної тканини не більше 6 % та 20 %, а також емульсія свинячої шкірки. У рецептурі зразка № 2 частину нежирної яловичини замінювали соєвим текстурованим концентратом у кількості 5 % від маси основної сировини, що дозволяло підвищити біологічну цінність білкової складової та покращити функціонально-технологічні властивості фаршевої системи.

Використання соєвого концентрату сприяло підвищенню вмісту незамінних амінокислот, покращенню консистенції та збільшенню соковитості готового продукту за рахунок високих гідрофільних властивостей рослинного білка.

З метою підвищення вологоутримуючої здатності та стабілізації структури шинкових консервів до складу дослідних рецептур вводили емульсію свинячої шкірки, попередньо обробленої молочною кислотою. Її використання забезпечувало формування більш монолітної структури продукту та покращення консистенції після стерилізації.

Для компенсації підвищеної жорсткості м'яса категорії DFD у рецептурі передбачали використання яловичини з більшим вмістом жирової тканини, що сприяло оптимізації структурно-механічних характеристик та підвищенню соковитості готових консервів.

З метою збагачення мінерального складу продукту кухонну сіль у дослідних рецептурах замінювали морською сіллю, яка містить комплекс макро- та мікроелементів. До складу фаршевих систем також вводили комплексні функціональні добавки на основі фосфатів та карагенану, а також смако-ароматичну добавку «Аромат шинки», що забезпечувало формування характерних органолептичних властивостей продукту.

Нітрит натрію та сіль попередньо розчиняли у воді з подальшим приготуванням посолочного розсолу. Кількість води, використаної для приготування розсолу, становила 20 % від маси м'ясної сировини.

Рецептурний склад контрольного та дослідних зразків шинкових консервів наведено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

Рецептурний склад шинкових консервів, кг/100 кг

Інгредієнти	Контроль	Зразок №1	Зразок №2
Основна сировина			
Яловичина жилована з масовою часткою жирової та сполучної тканини не більше 6%	-	75,0	70,0
Яловичина жилована з масовою часткою жирової та сполучної тканини не більше 14%	65,0	-	-
Яловичина жилована з масовою часткою жирової та сполучної тканини не більше 20%	10,0	20,0	20,0
Свинина солена з вмістом жирової та сполучної тканини до 50%	10,0	-	-
Сало хребтове	15,0		
Емульсія свинячої шкірки	-	5,0	5,0
Концентрат соєвий текстурований	-	-	5,0
Допоміжна сировина			

Сіль кухонна	1,7	-	-
Сіль морська	-	1,5	1,5
Нітрит натрію	0,007	0,007	0,007
Комплексна добавка із вмістом фосфату Мітлайф ФС 31	-	1,5	1,5
Комплексна добавка із вмістом карагенану Мітлайф СС 51	-	0,2	0,2
Смако-ароматична добавка «Аромат шинки»	-	0,3	0,3
Желатин	1,0	-	-
Лавровий лист	по 1 шт. в кожному банку		
Перець чорний	по 1 шт. в кожному банку		
Перець духмяний	по 1 шт. в кожному банку		
Коріандр	по 1 шт. в кожному банку		
Вода	-	20,0	20,0

Порівняльний аналіз рецептур показав, що дослідні зразки відрізнялись від контрольного не лише видом використаної основної сировини, але й підходом до формування білково-жирової та функціонально-технологічної системи продукту. На відміну від традиційної рецептури, у дослідних зразках використовували яловичину з ознаками DFD, емульсію свинячої шкірки, морську сіль та комплекс функціональних добавок, спрямованих на стабілізацію структури і підвищення якості готових консервів.

На відміну від контрольного зразка, у дослідних рецептурах кухонну сіль було замінено морською сіллю, а до складу внесено комплексні функціональні добавки на основі фосфатів та карагенану, які сприяють стабілізації структури, підвищенню виходу готової продукції та покращенню функціонально-технологічних властивостей м'ясної системи.

З урахуванням амінокислотного складу основної та допоміжної сировини було проведено розрахунок вмісту незамінних амінокислот у дослідних шинкових фаршах. Оцінювання біологічної цінності білкової складової здійснювали шляхом порівняння отриманих значень із рекомендованим амінокислотним складом еталонного білка ФАО/ВООЗ. Результати розрахунку

вмісту незамінних амінокислот у дослідних рецептурах шинкових консервів наведено в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2

Вміст незамінних амінокислот у дослідних рецептурах шинкових консервів

Назва незамінної амінокислоти	Вміст в 100 грамах «ідеального» білка	Вміст в 100 г шинкового фаршу		Частка від норми еталону ФАО/ ВООЗ, %	
		Зразок №1	Зразок №2	Зразок №1	Зразок №2
Треонін	3,4	0,844	0,957	24,8	28,1
Ізолейцин	2,8	0,851	1,020	20,0	24,0
Лейцин	6,6	1,574	1,831	23,2	27,0
Лізин	5,8	1,736	1,913	29,9	33,0
Метіонін*	2,5	0,507	0,538	28,2	31,1
Цистин*		0,197	0,240		
Фенілаланін**	6,3	0,738	0,930	18,0	27,4
Тирозин**		0,671	0,798		
Валін	3,5	0,906	1,064	22,1	30,4
Разом	30,9	8,024	9,291	26,0	30,1

Примітка:

* У визначеному ФАО/ВООЗ складі еталонного білка вміст метіоніну та цистину вказаний сумарно

** У визначеному ФАО/ВООЗ складі еталонного білка вміст фенілаланіну та тирозину вказаний сумарно

На підставі проведених розрахунків встановлено, що обидві дослідні рецептури характеризуються підвищеним вмістом незамінних амінокислот порівняно з традиційними шинковими консервами. При цьому найбільш збалансованим амінокислотним складом характеризувався зразок № 2, до рецептури якого було введено соєвий текстурований концентрат.

Встановлено, що використання соєвого концентрату сприяло збільшенню вмісту лізину, лейцину, ізолейцину, валіну та треоніну, які належать до числа найбільш дефіцитних незамінних амінокислот у м'ясних системах. Сумарний вміст незамінних амінокислот у зразку № 2 становив 9,291 г/100 г продукту, тоді як у зразку № 1 — 8,024 г/100 г.

Отримані результати свідчать, що заміна частини яловичини соєвим текстурованим концентратом у кількості 5 % забезпечує покращення амінокислотного складу білкової складової консервів та підвищує ступінь її наближення до еталонного білка ФАО/ВООЗ. Найбільше зростання у зразку № 2 спостерігалось за вмістом лейцину, лізину та валіну, що обумовлено високою біологічною цінністю соєвого білка.

Крім того, введення емульсії свинячої шкірки забезпечувало додаткове надходження колагенових білків, що позитивно впливало на структурно-механічні властивості продукту та сприяло формуванню більш стабільної консистенції після стерилізації.

Таким чином, за сукупністю показників біологічної цінності та збалансованості амінокислотного складу найбільш перспективною для подальших досліджень визначено рецептуру зразка № 2, яка була рекомендована для наступних етапів експериментальних досліджень.

Таким чином, використання рецептури № 2 сприяє підвищенню біологічної цінності шинкових консервів за рахунок збільшення вмісту незамінних амінокислот та покращення збалансованості білкової складової. Введення до складу продукту соєвого текстурованого концентрату у поєднанні з яловичиною категорії DFD та емульсією свинячої шкірки дозволяє отримати продукт із більш високими показниками харчової цінності порівняно з традиційними рецептурами.

Для оцінювання ефективності удосконалення рецептури було проведено порівняльний аналіз вмісту незамінних амінокислот у контрольному та дослідному зразках шинкових консервів. Результати досліджень наведені в таблиці 4.3.

**Порівняльна характеристика вмісту незамінних амінокислот у
контрольному та дослідному зразках шинкових консервів, г/100 г, $M \pm m$,
 $n=3$**

Назва амінокислоти	Контроль	Зразок №2
Треонін	0,636±0,005	0,957±0,008
Ізолейцин	0,689±0,006	1,020±0,018
Лейцин	1,045±0,012	1,831±0,019
Лізин	1,206±0,014	1,913±0,018
Метіонін*	0,229±0,003	0,538±0,006
Цистин*	0,103±0,001	0,240±0,003
Фенілаланін**	0,612±0,005	0,930±0,008
Тирозин**	0,459±0,005	0,798±0,008
Валін	0,809±0,009	1,064±0,013
Разом	5,788	9,291

Примітка:

* У визначеному ФАО/ВООЗ складі еталонного білка вказаний сумарний вміст метіоніну та цистину

** У визначеному ФАО/ВООЗ складі еталонного білка вказаний сумарний вміст фенілаланіну та тирозину

Аналіз наведених даних свідчить, що дослідний зразок характеризувався суттєво вищим вмістом незамінних амінокислот порівняно з контролем. Найбільше зростання встановлено для лейцину, лізину, ізолейцину та валіну, що пояснюється введенням до рецептури соєвого текстурованого концентрату, який має високий вміст повноцінного рослинного білка.

Сумарний вміст незамінних амінокислот у дослідному зразку становив 9,291 г/100 г продукту, що у 1,6 раза перевищувало аналогічний показник контрольного зразка, для якого він становив 5,788 г/100 г. Отримані результати підтверджують доцільність використання удосконаленої рецептури при виробництві делікатесних шинкових консервів функціонального призначення. Порівняльну характеристику хімічного складу контрольного та дослідного зразків шинкових консервів наведено на рис. 4.1.

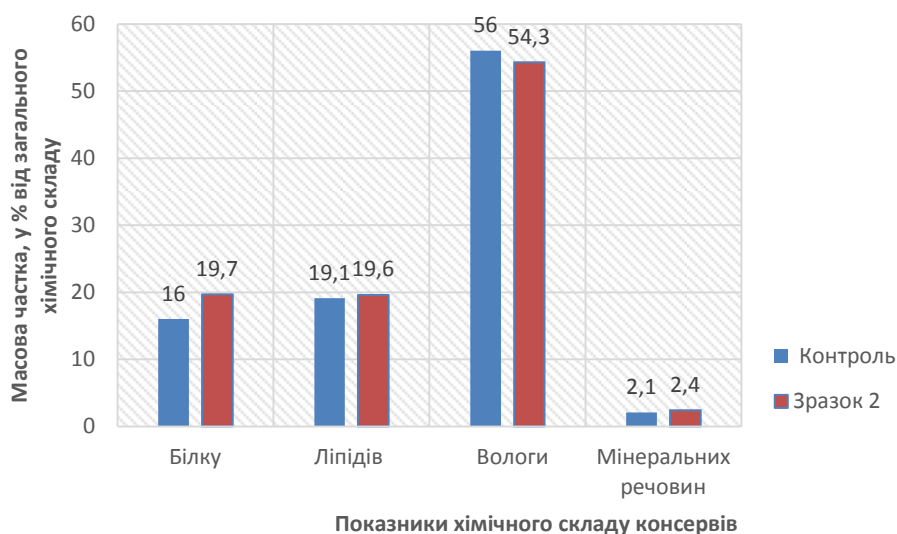


Рисунок 4.1 - Порівняльна характеристика хімічного складу контрольного та дослідного зразків шинкових консервів

Як видно з рисунка 4.1, удосконалення рецептури шинкових консервів суттєво вплинуло на хімічний склад готового продукту. Дослідний зразок характеризувався підвищеним вмістом білка — 19,7 %, тоді як у контрольному зразку даний показник становив 16,0 %. Зростання масової частки білка обумовлено використанням соєвого текстурованого концентрату та емульсії свинячої шкірки, які є додатковими джерелами повноцінних білкових речовин.

Вміст ліпідів у дослідному зразку становив 19,6 %, що незначно перевищувало показник контрольного зразка — 19,1 %. Отримані результати свідчать про збереження високої енергетичної цінності продукту та формування характерних органолептичних властивостей шинкових консервів.

Встановлено також незначне зниження масової частки вологи у дослідному зразку — до 54,3 % порівняно з 56,0 % у контролі. Це може бути пов'язано з підвищенням вологоутримуючої здатності фаршевої системи та більш щільним зв'язуванням вологи білковими компонентами рецептури.

Масова частка мінеральних речовин у дослідному зразку була вищою та становила 2,4 %, тоді як у контрольному — 2,1 %. Підвищення даного

показника пояснюється використанням морської солі та комплексних функціональних добавок, які містять макро- та мікроелементи.

Результати визначення фізико-хімічних показників шинкових консервів свідчать, що як контрольний, так і дослідний зразки відповідали вимогам ДСТУ 4457:2005 за нормованими показниками якості та безпечності. Порівняльну характеристику фізико-хімічних показників контрольного та дослідного зразків шинкових консервів наведено в таблиці 4. 4

Таблиця 4.4

Фізико-хімічні показники стерилізованих шинкових консервах

Назва показника	Вміст, %		Метод контролю
	Контроль	Зразок №2	
Масова частка желе та витопленого жиру, %	19,1	19,6	ГОСТ 8756.1
Масова частка кухонної солі, %	2, 56	2,45	ДСТУ ISO 1841-1
Масова частка нітриту натрію, %	0,003	0,003	ДСТУ ENV 12014-4
Масова частка фосфору в перерахунку на P_2O_5 , %	0,4	0,32	МУК 4.1.3217-14

Згідно даних таблиці 4.4 встановлено, що масова частка желе та витопленого жиру у дослідному зразку становила 19,6 %, що незначно перевищувало показник контрольного зразка — 19,1 %. Отримані результати свідчать про достатню стабільність жирової фази та формування характерної структури продукту після стерилізації.

Масова частка кухонної солі у дослідному зразку становила 2,45 %, що відповідало нормативним вимогам та забезпечувало належні органолептичні властивості й стабільність продукту під час зберігання. У контрольному зразку даний показник становив 2,56 %.

Вміст нітриту натрію у контрольному та дослідному зразках не перевищував допустимих значень і становив 0,003 %, що підтверджує безпечність готових консервів та правильність ведення технологічного процесу.

Масова частка фосфору в перерахунку на $P_2 O_5$ у дослідному зразку становила 0,32 %, що було нижче порівняно з контролем — 0,4 %, однак перебувало в межах нормативно допустимих значень.

До обов'язкових показників безпечності стерилізованих м'ясних консервів належить контроль вмісту токсичних елементів, здатних накопичуватись у сировині або переходити у продукт під час технологічної обробки та зберігання. Особливу увагу при оцінюванні безпечності консервованої продукції приділяють сполукам важких металів I класу небезпеки, зокрема свинцю, кадмію, ртуті та миш'яку, які можуть чинити токсичний вплив на організм людини навіть у незначних концентраціях. Визначення вмісту токсичних елементів у контрольному та дослідному зразках шинкових консервів проводили відповідно до чинних нормативних методик. Результати досліджень наведено в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5

**Вміст токсичних елементів у стерилізованих шинкових консервах, мг/кг,
 $M \pm m$, $n=3$**

Показник	Допустимий рівень	Фактичний вміст		Метод контролю
		Контроль	Зразок №2	
Свинець	не більше 1,0	0,18±0,01	0,02±0,003	ГОСТ 26932
Кадмій	не більше 0,1	0,02±0,003	0,01±0,001	ГОСТ 26933
Миш'як	не більше 0,1	0,09±0,008	0,09±0,008	ГОСТ 26930
Ртуть	не більше 0,03	0,008±0,001	0,004±0,001	ГОСТ 26927
Мідь	не більше 5,0	1,84±0,04	1,26±0,03	ГОСТ 26931
Цинк	не більше 70,0	28,5±2,64	21,4±2,28	ГОСТ 26934
Олово	не більше 200	96,2±3,41	74,3±3,12	ГОСТ 26935

За результатами проведених досліджень встановлено, що вміст токсичних елементів у дослідному зразку шинкових консервів не перевищував гранично допустимих рівнів, регламентованих нормативною документацією. Концентрації свинцю, кадмію, ртуті та миш'яку знаходились на рівні значно нижчому за допустимі значення, що свідчить про безпечність використаної м'ясної сировини та відсутність ризику токсичного забруднення готового продукту.

Вміст міді, цинку та олова також відповідав встановленим нормативним вимогам. Зокрема, концентрація олова, яке є одним із контрольованих показників для консервованої продукції у жерстяній тарі, не перевищувала допустимих меж, що підтверджує належний рівень якості пакувальних матеріалів та безпечність умов стерилізації і зберігання консервів.

Отримані результати підтверджують, що розроблені шинкові консерви на основі яловичини з ознаками DFD за показниками токсикологічної безпечності відповідають вимогам чинної нормативної документації та можуть бути рекомендовані до подальшого виробничого впровадження.

Наступним етапом досліджень було оцінювання функціонально-технологічних властивостей контрольного та дослідного зразків шинкових консервів до та після стерилізації. Визначення даних показників дозволяє об'єктивно оцінити вплив рецептурних компонентів і термічної обробки на структурно-механічні характеристики продукту, рівень утримання вологи, інтенсивність окисно-відновних процесів та стабільність водної фази м'ясної системи. Функціонально-технологічні показники шинкових консервів наведено в таблиці 4.6.

Функціонально-технологічні показники шинкових консервів

Властивість	Контроль		Дослід	
	до стерилізації	після стерилізації	до стерилізації	після стерилізації
pH	6,50	6,48	6,47	6,42
BЗЗ, % до загальної	94,1	90,3	94,8	76,5
Активність води, (a_w)	0,964	0,965	0,967	0,970
Редокс-потенціал, мВ	97,0	102,0	99,0	104,0

За результатами досліджень встановлено, що показники активної кислотності контрольного та дослідного зразків до стерилізації були практично однаковими і становили відповідно 6,50 та 6,47. Після стерилізації спостерігалось незначне зниження активної кислотності: у контрольному зразку — до 6,48, у дослідному — до 6,42. Отримані значення свідчать про стабільність кислотно-лужного стану м'ясної системи після теплової обробки.

Вологозв'язувальна здатність до стерилізації у контрольному зразку становила 94,1 % до загальної вологи, тоді як у дослідному — 94,8 %, що свідчить про позитивний вплив емульсії свинячої шкірки, соєвого концентрату та функціональних добавок на здатність фаршевої системи утримувати вологу. Після стерилізації у контрольному зразку показник ВЗЗ знизився до 90,3 %, а у дослідному — до 76,5 %. Зменшення вологозв'язувальної здатності після теплової обробки пов'язане з денатурацією м'язових білків та частковим виділенням вологи під час стерилізації.

Активність води у контрольному зразку до стерилізації становила 0,964, після стерилізації — 0,965. У дослідному зразку даний показник збільшувався з 0,967 до 0,970. Високі значення активності води є характерними для стерилізованих м'ясних продуктів та вказують на необхідність забезпечення гарантованої промислової стерильності консервів.

Редокс-потенціал контрольного зразка до стерилізації становив 97,0 мВ, після стерилізації — 102,0 мВ. У дослідному зразку значення окисно-відновного потенціалу зростало з 99,0 до 104,0 мВ. Підвищення редокс-потенціалу після стерилізації може бути пов'язане з активізацією окисно-відновних процесів під впливом високотемпературної обробки.

Органолептична оцінка є одним із основних етапів комплексного дослідження якості м'ясних консервів, оскільки дозволяє оцінити споживчі властивості готового продукту, зокрема його зовнішній вигляд, консистенцію, колір, смак та аромат. Саме органолептичні показники значною мірою визначають загальне сприйняття продукту споживачем та характеризують ефективність підібраної рецептури і технологічних режимів виробництва. Результати органолептичної оцінки контрольного та дослідного зразків шинкових консервів наведені в таблиці 4.7.

Таблиця 4.7

Функціонально-технологічні показники шинкових консервів

Назва показника	Контроль	Дослід
Зовнішній вигляд	Поверхня продукту рівна, із незначним виділенням желе та жиру. Шматки м'ясної сировини різномірні за розміром, структура недостатньо цільна	Поверхня продукту рівна, чиста, з незначною кількістю прозорого желе. Структура цільна, шматки м'ясної сировини рівномірно розподілені по всьому об'єму банки.
Вигляд на розрізі	На розрізі спостерігається нерівномірний розподіл м'ясної та жирової складових, місцями наявні порожнини між шматками м'яса.	На розрізі продукт характеризується щільною однорідною структурою без порожнин, з рівномірним розподілом м'ясних компонентів та желевної фази.
Колір	Колір на розрізі рожево-червоний, місцями нерівномірний, із незначним сіруватим відтінком жирової	Колір рівномірний, виражений червоно-рожевий, характерний для високоякісних шинкових консервів, без

	тканини.	сторонніх відтінків.
Консистенція	Консистенція достатньо щільна, проте дещо сухувата, окремі шматки недостатньо зв'язані між собою.	Консистенція соковита, помірно щільна та пружна, продукт добре утримує форму при нарізанні, структура монолітна.
Запах	Властивий стерилізованим м'ясним консервам, помірно виражений, без сторонніх запахів.	Властивий шинковим консервам із вираженим приємним м'ясним ароматом та легкими пряними нотами, без сторонніх запахів.
Смак	Властивий вареним стерилізованим м'ясним продуктам, помірно солоний, із незначною сухуватістю післясмаку.	Смак гармонійний, виражений м'ясний, помірно солоний, соковитий, без стороннього присмаку, із добре вираженим шинковим ароматом.

За результатами органолептичного оцінювання встановлено, що дослідний зразок шинкових консервів характеризувався кращими споживчими властивостями порівняно з контролем. Використання яловичини з ознаками DFD у поєднанні з емульсією свинячої шкірки, соєвим концентратом та комплексними функціональними добавками забезпечувало формування більш монолітної структури, підвищення соковитості та покращення консистенції готового продукту.

Дослідний зразок відзначався рівномірним кольором, щільною структурою без порожнин, приємним вираженим ароматом та гармонійним смаком. Покращення органолептичних показників пов'язане з підвищеною вологоутримуючою здатністю фаршевої системи та більш рівномірним розподілом жирової й білкової фаз у процесі стерилізації. Для комплексного оцінювання споживчих властивостей розроблених шинкових консервів було проведено бальне органолептичне оцінювання контрольного та дослідного зразків. Оцінювання здійснювали за основними показниками якості, які

формують загальне сприйняття продукту споживачем, зокрема за зовнішнім виглядом, кольором на розрізі, ароматом, смаком, консистенцією та соковитістю. Результати бальної органолептичної оцінки шинкових консервів наведено в таблиці 4.8.

Таблиця 4.8

Результати бальної органолептичної оцінки шинкових консервів $M \pm m$, $n=3$

Зразок	Показник						
	Зовнішній вигляд	Колір на розрізі	Аромат	Смак	Консистенція	Соковитість	Загальна оцінка якості
Контроль	4,1 $\pm$ 0,3	4,2 $\pm$ 0,3	3,7 $\pm$ 0,3	3,7 $\pm$ 0,3	3,9 $\pm$ 0,5	3,8 $\pm$ 0,4	3,8 $\pm$ 0,5
Дослід	4,6 $\pm$ 0,3	4,2 $\pm$ 0,3	4,9 $\pm$ 0,3	4,8 $\pm$ 0,3	4,4 $\pm$ 0,2	4,7 $\pm$ 0,5	4,6 $\pm$ 0,3

$p \leq 0,05$

Для комплексного оцінювання споживчих властивостей розроблених шинкових консервів було проведено бальне органолептичне оцінювання контрольного та дослідного зразків. Оцінювання здійснювали за основними показниками якості, які формують загальне сприйняття продукту споживачем, зокрема за зовнішнім виглядом, кольором на розрізі, ароматом, смаком, консистенцією та соковитістю.

Результати органолептичного оцінювання показали, що дослідний зразок перевищував контроль за більшістю досліджуваних показників. Зокрема, оцінка зовнішнього вигляду дослідного зразка становила 4,6 $\pm$ 0,3 бали проти 4,1 $\pm$ 0,3 бала у контролі, що свідчить про формування більш монолітної та привабливої структури продукту.

Показники аромату та смаку у дослідному зразку були значно вищими і становили відповідно 4,9 $\pm$ 0,3 та 4,8 $\pm$ 0,3 бали, тоді як у контрольному зразку дані показники складали лише 3,7 $\pm$ 0,3 бали. Отримані результати можуть бути пов'язані з використанням функціональних компонентів та оптимізацією рецептурного складу, що забезпечило формування більш виражених характерних шинкових властивостей.

Консистенція та соковитість дослідного зразка також оцінювались вище порівняно з контролем. Значення показника консистенції становило $4,4 \pm 0,2$ бали у дослідному зразку проти $3,9 \pm 0,5$ бали у контрольному, а соковитість — $4,7 \pm 0,5$ та $3,8 \pm 0,4$ бали відповідно. Покращення цих характеристик обумовлене підвищеною вологоутримуючою здатністю фаршевої системи за рахунок використання емульсії свинячої шкірки, соєвого концентрату та функціональних добавок.

Загальна оцінка якості дослідного зразка становила $4,6 \pm 0,3$ бали, що перевищувало аналогічний показник контрольного зразка на 0,8 бали.

На підставі результатів бальної органолептичної оцінки було побудовано профілограму органолептичних показників шинкових консервів, яку зображено на рис. 4.2.

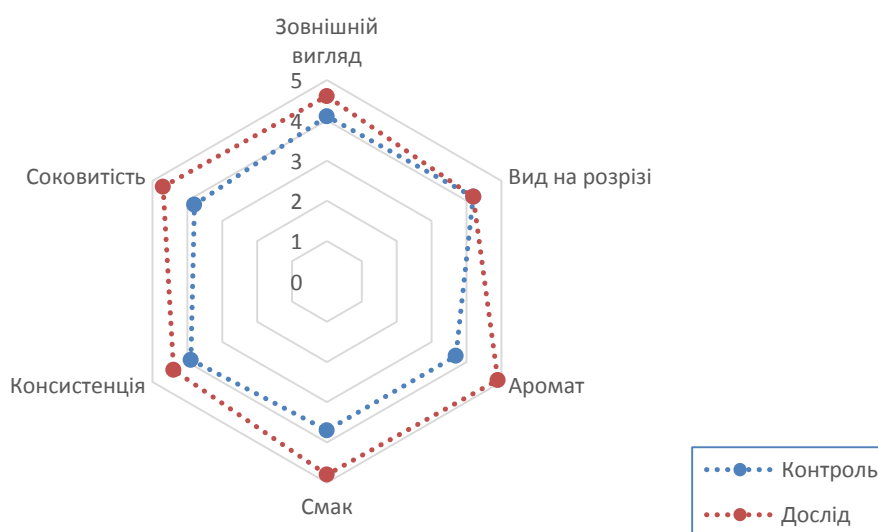


Рисунок 4.2 - Профілограма органолептичної оцінки шинкових консервів

Аналізуючи дані профілограми на рис. 4.2. доведено, що дослідний зразок характеризувався більш високими значеннями за більшістю органолептичних показників порівняно з контролем, зокрема за ароматом, смаком, консистенцією та соковитістю.

Покращення органолептичних характеристик дослідного зразка обумовлене раціональним поєднанням яловичини з ознаками DFD, емульсії свинячої шкірки, соєвого концентрату та функціональних добавок, що

забезпечувало формування більш монолітної структури, підвищення вологоутримуючої здатності та стабілізацію текстурних властивостей продукту після стерилізації. Водночас використання соєвого концентрату сприяло покращенню збалансованості амінокислотного складу та підвищенню біологічної цінності білкової складової консервів.

Отримані результати свідчать про ефективність запропонованих технологічних рішень та підтверджують доцільність використання яловичини з ознаками DFD при виробництві делікатесних шинкових консервів.

4.2. Моделювання процесу масування м'ясної сировини перед посолом

При виконанні дисертаційної роботи була використана математична модель визначення параметрів масування, в якій основоположними партерами були загальне число обертів масажеру (n), величина рН, середня товщина шматків м'яса (h), вік тварини (B) та масова частка жирової та сполучної тканини ($M_{жс}$)

При розробленні режиму процесу посолу та визрівання м'яса (τ_0) застосовувалися параметри тривалості активної фази механічного впливу (τ_a), загальної кількості обертів апарату масування (N_0) та числа циклів (Π). Розрахунки проводилися в припущенні розміру шматків м'яса товщиною 20 міліметрів з величиною рН $\cong 6,0 \div 6,1$. Загальна тривалість процесу посолу і визрівання шматків м'яса (τ_u), отриманих від молодих тварин, яке найчастіше відповідає критеріям DFD, була прийнята рівною 16 годинам.

Вихідними даними для розробки математичної моделі та розрахунку режиму масування були:

- $N_{я}$ – загальне число обертів масажеру (далі – $N_{зт}$);
- рН = 6,0; h = 10,0, 20 та 30 мм; B (молодняк) = 16 місяців, B (доросла тварина) = 36 місяців; $M_{жс}$ = 6,0 та 20,0 %, $N_{зт}$ = 3000 об.,
- $o_{ап}$ – відношення тривалості активної фази обробки (обертання) до пасивної (витримка);

- $\tau_{\text{ак}}$ – тривалість активної фази в одному циклі обробки, хвилин.

За відмінності характеристики оброблюваної сировини від наведених тут, (еталонних), загальне число обертів (N_o) визначається за формулою:

$$N_o = N_{\text{ет}} \cdot K_{\text{рН}} \times K_{\text{в}} \times K_{\text{н}} \times K_{\text{жс}}, \text{ де:}$$

- $K_{\text{рН}}$ – коефіцієнт врахування віку тварини (В), який для яловичини дорівнює $0,80 + 0,0167 \text{ В}$;
- $K_{\text{н}}$ – коефіцієнт, яким враховують товщину шматка м'яса (н), який дорівнює $0,80 + 0,008 \text{ н}$;
- $K_{\text{жс}}$ – коефіцієнт врахування морфологічного складу м'яса, який дорівнює $0,96 + 0,067 \text{ M}_{\text{жс}}$.

Якщо число обертів ємності (n) при механічному обробленні м'яса в одному циклі конструктивно визначено, загальну тривалість активної фази τ_{a0} розраховують за формулою:

$$x_{a0} = N_o / n$$

За необхідності циклічного оброблення, кількість необхідних циклів (Ц) та загальну тривалість процесу посолу розраховують за формулою:

$$\text{Ц} = [\tau_{a0} - (O_{\text{ап}} + 1) \cdot \tau_{\text{ак}}] / [\tau_{\text{ак}} \times (O_{\text{ап}} + 1)]$$

у випадку дрібного числа, його заокруглюють до найближчого цілого числа.

У випадку, коли кількість обертів ємності в процесі механічного оброблення м'яса конструктивно не регламентовано, кількість циклів на весь період посолу Ц задають довільно. звідки тривалість активної фази τ_{a0} дорівнює $\tau_{\text{ак}} \times \text{Ц}$, а необхідна кількість обертів масажеру $n = N_o / x_{a0}$. Додатково задають параметр тривалості пасивної фази між циклами.

4.3. Дослідження змін функціонально-технологічних показників м'ясної сировини у процесі посолу

Процес посолу є одним із ключових технологічних етапів виробництва шинкових консервів, оскільки саме під час посолу та механічної обробки відбувається формування функціонально-технологічних властивостей м'ясної сировини, які визначають консистенцію, соковитість, структурну цілісність та

вихід готового продукту. Ефективність перебігу процесів дифузії посолочних інгредієнтів, зв'язування вологи та структуроутворення значною мірою залежить від морфологічних особливостей сировини, ступеня жилювання, товщини шматків та режимів механічного оброблення.

Посол дослідних зразків здійснювали методом попереднього шприцювання м'ясної сировини посолочним розсолом із подальшим масуванням у масажері циклічної дії. Частину розсолу вводили шляхом багатоголкового шприцювання, а решту додавали безпосередньо до ємності масажера під час механічної обробки. Такий спосіб посолу забезпечував більш рівномірний розподіл посолочних інгредієнтів у товщі м'язової тканини та сприяв інтенсифікації процесів дозрівання сировини.

З урахуванням морфологічних характеристик яловичини та товщини шматків були розраховані режими механічного оброблення м'ясної сировини для молодих та дорослих тварин. Результати розрахунку наведені в таблицях 4.9 та 4.10.

Таблиця 4.9

Розрахований режим механічного оброблення яловичини (молоді тварини віком до 16 місяців)

Найменування показника												
Товщина шматків м'яса h, мм	10				20				30			
Морфологічний склад (вміст жирової та сполучної тканини), %	6		20		6		20		6		20	
Загальне число обертів, N ₀	3310		3610		3610		3930		3910		4260	
Швидкість обертання масажера, n, об/хв..	15	9	15	9	15	9	15	9	15	9	15	9
Тривалість активної фази в одному циклі оброблення, $\tau_{\text{ак}}$, хв.	34	31	31	31	31	30	32	32	31	31	30	30
Загальна тривалість активної фази, $\tau_{\text{а0}}$, хв..	206	414	228	452	228	452	249	499	247	493	268	538
Загальна тривалість процесу посолу, τ_0 , хв.	311	623	340	676	336	679	371	738	367	734	400	802
Кількість циклів, Ц	6	13	7	14	7	15	8	16	8	16	9	18

Таблиця 4.10

Розрахований режим механічного оброблення яловичини (дорослі тварини віком понад 16 місяців)

Найменування показника												
Товщина шматків м'яса h , мм	10				20				30			
Морфологічний склад (вміст жирової та сполучної тканини), %	6		20		6		20		6		20	
Загальне число обертів, N_0	4314		4708		4711		5132		5099		5566	
Швидкість обертання масажера, n , об/хв.	15	9	15	9	15	9	15	9	15	9	15	9
Тривалість активної фази в одному циклі оброблення, $\tau_{\text{акт}}$, хв.	34	31	31	31	31	30	32	32	31	31	30	30
Загальна тривалість активної фази, $\tau_{\text{а0}}$, хв.	272	541	298	583	297	594	326	645	321	643	346	698
Загальна тривалість процесу посолу, τ_0 , хв.	407	814	444	885	444	885	488	964	473	959	520	1048
Кількість циклів, Ц	9	18	9	19	10	19	И	21	10	21	11	23

Аналіз розрахованих режимів механічного оброблення показав, що зі збільшенням товщини шматків м'яса та вмісту жирової і сполучної тканини зростала загальна тривалість процесу посолу, кількість циклів масування та сумарна тривалість активної фази механічної обробки. Для яловичини дорослих тварин тривалість процесу посолу була більшою порівняно із сировиною молодих тварин, що обумовлено більш щільною структурою м'язової тканини та вищим вмістом сполучнотканинних елементів.

Встановлено, що для яловичини дорослих тварин із товщиною шматків 30 мм та масовою часткою жирової і сполучної тканини до 20 % загальна тривалість процесу посолу досягала 1048 хвилин, тоді як для сировини молодих тварин аналогічної морфологічної групи даний показник становив 802 хвилини. Одночасно збільшувалась кількість циклів механічного оброблення — від 6–13 циклів для сировини молодих тварин до 18–23 циклів для яловичини дорослих тварин.

Для оцінювання впливу процесу посолу на якісні характеристики м'ясної сировини визначали показники активної кислотності, вологозв'язувальної здатності, активності води, редокс-потенціалу та напруження зрізу. Результати дослідження змін функціонально-технологічних показників у процесі посолу наведені в таблиці 4.11.

Таблиця 4.11

**Зміни функціонально-технологічних показників м'ясної сировини різних морфологічних груп в процесі посолу,
M±m, n=3**

Найменування сировини	pH	B33, %	Активність води, a_{vv}	Редокс-потенціал, мВ	Напруження зрізу, н/м ²
Яловичина: лопатковий відруб з масовою часткою жирової та сполучної тканини н.б. 6 %					
- до посолу	6,49±0,61	81,1±3,18	0,962±0,084	98,1	314,0
- після посолу	6,45±0,58	93,5±3,64	0,965±0,081	98,8	156,0
Яловичина: шийний відруб з масовою часткою жирової та сполучної тканини н.б. 20 %					
- до посолу	6,47±0,62	82,1±3,29	0,967±0,081	94,9	312,0
- після посолу	6,38±0,67	84,0±3,44	0,961±0,083	97,1	91,0

За результатами проведених досліджень встановлено, що в процесі посолу відбувалося незначне зниження рівня рН м'ясної сировини. Для лопаткового відрубу з масовою часткою жирової та сполучної тканини не більше 6 % значення рН зменшувалось із 6,49 до 6,45, а для шийного відрубу з вмістом жирової тканини до 20 % — із 6,47 до 6,38. Зниження активної кислотності може бути пов'язане з перерозподілом іонів у м'язовій тканині та впливом компонентів посолочного розсолу.

Після посолу спостерігалось підвищення вологозв'язувальної здатності сировини. Для яловичини з масовою часткою жирової та сполучної тканини не більше 6 % показник ВЗЗ збільшувався з 81,1 % до 93,5 %, тоді як для сировини з вмістом жиру до 20 % — з 82,1 % до 84,0 %. Більш інтенсивне зростання ВЗЗ у нежирній яловичині пояснюється вищою здатністю м'язових білків до гідратації та утримання вологи під впливом механічного оброблення і компонентів розсолу.

Показники активності води після посолу змінювались незначно. Для лопаткового відрубу значення a_w збільшувалось з 0,962 до 0,965, що свідчить про перерозподіл вільної та зв'язаної вологи у м'ясній системі. Для шийного відрубу після посолу спостерігалось незначне зниження активності води з 0,967 до 0,961, що може бути пов'язано з підвищенням ступеня зв'язування вологи компонентами посолочного розсолу.

Редокс-потенціал після посолу дещо підвищувався в обох дослідних зразках: для лопаткового відрубу — з 98,1 до 98,8 мВ, для шийного відрубу — з 94,9 до 97,1 мВ. Отримані результати свідчать про перебіг окисно-відновних процесів у м'ясній системі під час дозрівання та механічної обробки сировини.

Суттєві зміни спостерігались щодо показника напруження зрізу. Для лопаткового відрубу значення напруження зрізу після посолу зменшилось із 314,0 до 156,0 Н/м², а для шийного відрубу — із 312,0 до 91,0 Н/м². Зниження даного показника свідчить про підвищення ніжності м'ясної сировини внаслідок деструкції м'язових і сполучнотканинних структур під час механічного оброблення та дозрівання.

Отримані результати підтверджують, що процес посолу та масування суттєво впливає на функціонально-технологічні властивості яловичини з ознаками DFD, забезпечуючи підвищення вологозв'язуючої здатності, покращення структурно-механічних характеристик та формування технологічно придатної сировини для виробництва делікатесних шинкових консервів.

4.4. Обґрунтування режимів стерилізації шинкових консервів

Одним із ключових етапів виробництва стерилізованих м'ясних консервів є вибір раціонального режиму теплової обробки, який забезпечує гарантовану мікробіологічну безпечність продукту при максимальному збереженні його органолептичних, структурно-механічних та харчових властивостей. Особливої актуальності це питання набуває при використанні яловичини з ознаками DFD, яка характеризується підвищеним рН, високою вологоутримуючою здатністю та створює більш сприятливі умови для розвитку мікроорганізмів.

У зв'язку з цим при розробленні технології шинкових консервів на основі DFD-сировини виникла необхідність обґрунтування параметрів стерилізації з урахуванням підвищеного ризику мікробіологічного обсіменіння та необхідності забезпечення промислової стерильності готового продукту.

Для визначення раціонального режиму стерилізації було досліджено три варіанти теплової обробки, які відрізнялись тривалістю етапів нагрівання та витримання продукту при температурі 120 °С. Варіювання параметрів процесу здійснювали з метою досягнення необхідного стерилізаційного ефекту при мінімізації негативного впливу високотемпературної обробки на якість готового продукту.

Обґрунтування режимів стерилізації проводили шляхом оцінювання мікробіологічних показників, органолептичних характеристик, а також змін структури консервів після завершення теплової обробки. Експериментальні дослідження виконували у трьох паралельних повторностях для кожного варіанта стерилізації.

Результати дослідження параметрів теплової обробки дослідних шинкових консервів наведено в таблиці 4.12.

Таблиця 4.12

Параметри теплової обробки шинкових консервів

Варіант режиму	Тривалість процесу, хв.		
	1 етап – розігрів до 80 °С	2 етап – розігрів до 120 °С	Витримка при до 120 °С
Режим №1	50	20	60
Режим №2	55	40	70
Режим №3	60	60	80

Початковий рівень мікробіологічного обсіменіння зразків до стерилізації за показником МАФАМ становив $1,5 \times 10^3$ КУО/г. Після завершення процесу стерилізації кількість мезофільних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів знижувалась до рівня, меншого за межу чутливості стандартної методики визначення. Крім того, у дослідних зразках не було виявлено аеробних, анаеробних та термофільних мікроорганізмів, що підтверджує ефективність застосованих режимів теплової обробки та досягнення промислової стерильності продукту. Мікробіологічні показники шинкових консервів безпосередньо після стерилізації наведено в таблиці 4.13.

Таблиця 4.13

Мікробіологічні показники шинкових консервів безпосередньо після стерилізації

Показник	Рівень мікробіологічного забруднення
Кількість мезофільних та факультативно анаеробних мікроорганізмів, КУО/г	$0,92 \times 10^1$
Кількість аеробних мікроорганізмів в 1,0 грамі	Не виявлено
Кількість анаеробних мікроорганізмів в 1,0 грамі	Не виявлено
Кількість термофільних аеробів в 1,0 грамі	Не виявлено
Кількість термофільних анаеробів в 1,0 грамі	Не виявлено

Аналіз результатів мікробіологічних досліджень показав, що всі досліджені режими стерилізації забезпечували необхідний рівень мікробіологічної безпечності та відповідали вимогам промислової стерильності консервованої продукції. Водночас збільшення тривалості теплової обробки не супроводжувалося суттєвим покращенням мікробіологічних показників, однак призводило до більш інтенсивного термічного впливу на структуру та органолептичні властивості продукту.

Встановлено, що використання режимів №2 та №3 спричиняло більш виражене ущільнення консистенції, зниження соковитості та підвищення втрат вологи під час стерилізації. При тривалішій тепловій обробці спостерігалися ознаки деструкції білкових структур та ущільнення м'язової тканини.

Режим №1 забезпечував достатній стерилізаційний ефект при одночасному кращому збереженні структурно-механічних та органолептичних характеристик шинкових консервів. За даного режиму продукт характеризувався більш вираженою соковитістю, щільною, але не переущільненою консистенцією та меншими технологічними втратами.

З урахуванням отриманих результатів для подальших досліджень та виробництва шинкових консервів на основі DFD-сировини рекомендовано режим стерилізації №1 із витримуванням продукту при температурі 120 °C протягом 60 хвилин.

4.5 Удосконалення технологічної схеми виробництва делікатесних шинкових консервів

На підставі виконаних досліджень нами була розроблена принципіальна технологічна схема виробництва шинкових консервів (рис. 4.3)

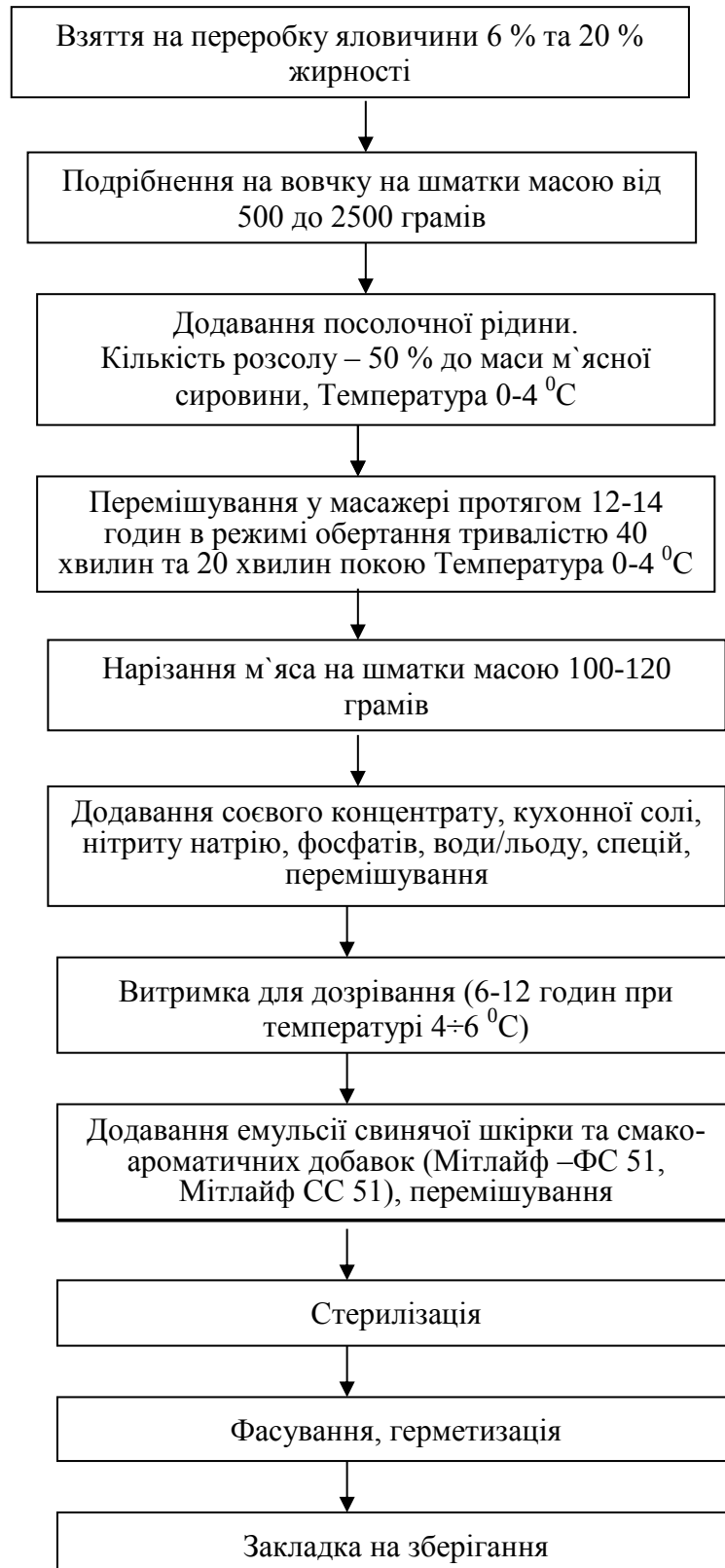


Рисунок 4.3 - Принципова технологічна схема виробництва шинкових консервів

Запропонована послідовність дій та режими її проведення були випробувані в реальних умовах виробництва на ТОВ «Агрофірма «Столична»

(м. Київ). Показники якості напрацьованої дослідної партії консервів свідчать про раціональність запропонованих дій із створення високоякісного продукту незважаючи на певні недоліки в якості використаної яловичини. Продукт характеризується стабільністю в зберіганні, безпечністю для здоров'я споживачів і високою харчовою цінністю.

Зазначені вище дані щодо амінокислотного складу яловичих шинкових консервів свідчать про збагачення ними дослідного зразка порівняно з контролем за ДСТУ 4451:2005,(додаток 3). Це є свідченням перспективності і актуальності

4.6 Дослідження змін показників якості шинкових консервів у процесі зберігання

Одним з визначальних критеріїв якості консервів є термін їх гарантованого зберігання без втрати харчової та біологічної цінності, визначення тривалості якого було одним з основних напрямків дослідження. З цією метою дослідні зразки консервів були закладені на зберігання при кімнатній температурі протягом одного року. Проміжний контроль якості здійснювався через кожні три місяці зберігання.

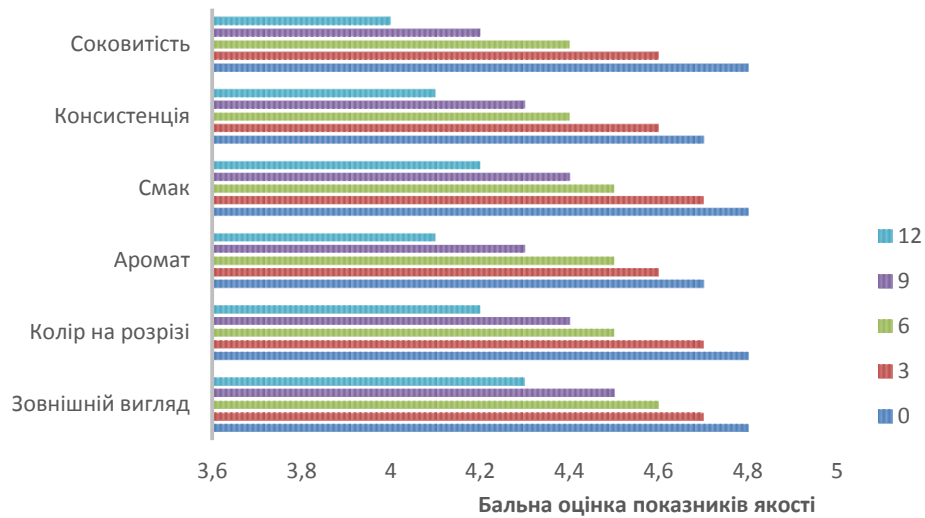
Оцінювання органолептичних показників шинкових консервів проводили з метою визначення стабільності якості готового продукту під час зберігання. Дослідження здійснювали протягом 12 місяців зберігання при температурі, передбаченій нормативною документацією для стерилізованих м'ясних консервів. Органолептичну оцінку проводили за бальною системою з урахуванням зовнішнього вигляду, кольору, аромату, смаку, консистенції та соковитості продукту. Органолептичні показники якості дослідного та контрольного зразків шинки у процесі зберігання представлено у таблиці 4.14.

Органолептична оцінка шинкових консервів у процесі зберігання

Назва показника	Зразок									
	Контроль					Дослід				
	Термін зберігання, міс									
	0	3	6	9	12	0	3	6	9	12
Зовнішній вигляд і консистенція	Продукт одним куском, під час виймання з банки зберігає її форму Желе жовтого кольору різної інтенсивності. Пружна, соковита консистенція					Продукт одним куском, під час виймання з банки зберігає її форму Желе жовтого кольору різної інтенсивності. Пружна, соковита консистенція				
Запах та смак	Властивий солоно-вареній шинці без стороннього запаху і присмаку					Властивий солоно-вареній шинці без стороннього запаху і присмаку				
Вигляд на розрізі, колір	М'язова тканина світло-коричневого кольору різної інтенсивності з видимими вкрапленнями сполучної і жирової тканини					М'язова тканина рожевого кольору різної інтенсивності з видимими вкрапленнями сполучної і жирової тканини				

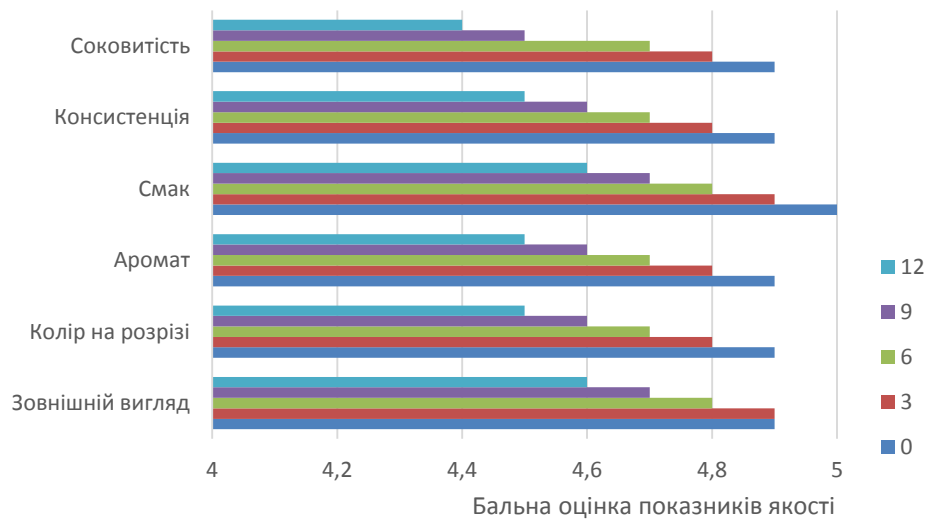
За результатами дослідження органолептичних показників якості, представлених у таблиці 4.14 видно, що дослідний зразок на початку та наприкінці терміну зберігання характеризується високими цими показниками як у контрольному зразку.

Результати органолептичної оцінки шинкових консервів у процесі зберігання наведено на рис. 4.4 – 4.5.



Позначення: значення 0, 3, 6, 9 та 12 відповідають тривалості зберігання шинкових консервів після виготовлення, міс.

Рисунок 4.4. - Динаміка органолептичних показників контрольного зразку шинкових консервів у процесі зберігання



Позначення: значення 0, 3, 6, 9 та 12 відповідають тривалості зберігання шинкових консервів після виготовлення, міс.

Рисунок 4.5 - Динаміка органолептичних показників дослідного зразку шинкових консервів у процесі зберігання

Аналіз результатів органолептичної оцінки показав, що обидва зразки шинкових консервів характеризувалися високими показниками якості протягом усього періоду зберігання. Водночас дослідний зразок мав стабільніші

органолептичні характеристики та вищі бальні оцінки порівняно з контрольним.

На початку зберігання середній органолептичний бал дослідного зразка становив 4,92 бали, тоді як у контрольному зразку — 4,77 бали. Дослідний зразок характеризувався більш вираженим шинковим ароматом, кращою соковитістю та щільною однорідною консистенцією.

Протягом зберігання в обох зразках спостерігалось поступове зниження органолептичних показників, що було пов'язано з розвитком фізико-хімічних змін у білково-жировій системі консервів. Найбільш виражені зміни стосувалися соковитості та аромату продукту.

Наприкінці терміну зберігання середній бал контрольного зразка знизився до 4,15 бали, тоді як дослідний зразок зберігав вищий рівень органолептичних показників — 4,52 бали. Дослідні консерви характеризувалися кращим збереженням кольору на розрізі, менш вираженим ущільненням консистенції та вищою соковитістю порівняно з контролем.

Отримані результати свідчать, що використання удосконаленої рецептури сприяло підвищенню стабільності органолептичних властивостей шинкових консервів під час тривалого зберігання та забезпечувало кращу якість готового продукту порівняно з контрольним зразком.

Подальші дослідження були спрямовані на вивчення динаміки змін показників якості шинкових консервів у процесі зберігання. Для комплексної оцінки стабільності готового продукту визначали фізико-хімічні та функціонально-технологічні показники, які найбільш повно характеризують ступінь збереження харчової цінності та безпечності консервованої продукції. Порівняльну характеристику хімічного складу контрольного та дослідного зразків шинкових консервів у процесі зберігання зображено на рисунку 4.6.

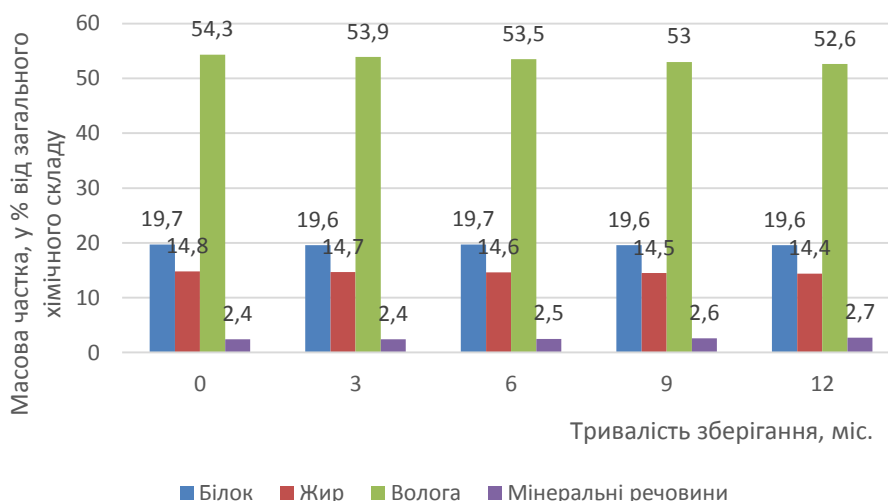


Рисунок 4.6 - Хімічний склад дослідного зразка шинкових консервів у процесі зберігання

Аналіз динаміки хімічного складу дослідного зразка шинкових консервів у процесі зберігання свідчить про його високу стабільність та незначні зміни основних компонентів протягом 12 місяців.

Масова частка білка залишається практично стабільною на рівні 19,6–19,7 %, що вказує на незначну інтенсивність протеолітичних процесів та високу стійкість білкової фракції продукту.

Вміст жиру характеризується повільною тенденцією до зниження з 14,8 % до 14,4 %, що пояснюється незначними окиснювальними процесами та високою стабільністю жирової фази завдяки структуроутворюючим компонентам рецептури.

Масова частка води поступово зменшується з 54,3 % до 52,6 %, що має фізико-хімічний характер і пов'язане з повільною міграцією та перерозподілом води в білково-жировій матриці консервів у процесі тривалого зберігання.

Вміст мінеральних речовин незначно зростає з 2,4 % до 2,7 %, що пояснюється концентраційним ефектом, обумовленим поступовим зниженням масової частки води. Функціонально-технологічні властивостей стерилізованих шинкових консервів в процесі зберігання наведено в таблиці 4.14.

Таблиця 4.14

Функціонально-технологічні властивостей стерилізованих шинкових консервів в процесі зберігання

Показник	Контрольний зразок					Дослідний зразок				
	Термін зберігання, міс.									
	0	3	6	9	12	0	3	6	9	12
ВЗЗ, %	87,5	84,6	81,3	77,9	76,2	85,6	82,7	79,2	75,5	75,3
Активна кислотність, рН	6,43	6,46	6,49	6,51	6,54	6,35	6,37	6,41	6,44	6,47
Активність води, a _W	0,944	0,949	0,953	0,959	0,961	0,949	0,959	0,963	0,964	0,965
Масова частка амінного азоту, мг%	34,1	35,6	37,8	40,7	45,2	37,3	38,4	40,9	43,3	49,0
Редокс-потенціал, мВ	112	109	104	91	76	103	101	99	82	63

Дані таблиці 4.14 свідчать, що у процесі зберігання стерилізованих шинкових консервів встановлено поступове зниження показників вологозв'язуючої здатності в обох дослідних групах. Для контрольного зразка ВЗЗ зменшувалася від 87,5 % на початку зберігання до 76,2 % через 12 місяців, тоді як у дослідному зразку значення змінювалися від 85,6 % до 75,3 %, що свідчить про структурні зміни білково-жирової системи під час тривалого зберігання.

Показник активної кислотності впродовж дослідження характеризувався незначним підвищенням, що може бути пов'язано з накопиченням продуктів гідролітичних та окислювальних процесів. Значення рН у контрольному зразку збільшувалося від 6,43 до 6,54, а у дослідному — від 6,35 до 6,47, що не виходило за межі допустимих технологічних коливань.

Активність води в обох зразках мала тенденцію до незначного зростання протягом зберігання. Для контрольного зразка показник a_w підвищувався від 0,944 до 0,961, а для дослідного — від 0,949 до 0,965, що свідчить про частковий перерозподіл вологи у структурі продукту.

Вміст амінного азоту поступово зростає упродовж усього періоду зберігання, що вказує на розвиток процесів протеолізу. У контрольному зразку значення збільшувалося від 34,1 до 45,2 мг%, тоді як у дослідному зразку — від 37,3 до 49,0 мг%.

Редокс-потенціал у процесі зберігання знижувався в обох зразках, що характеризує зміни окисно-відновного стану системи. У контрольному зразку показник зменшувався від 112 до 76 мВ, а у дослідному — від 103 до 63 мВ, що може свідчити про активізацію відновних процесів у продукті.

У цілому встановлено, що зміни функціонально-технологічних властивостей мають повільний, прогнозований характер і не виходять за межі, характерні для доброякісної стерилізованої м'ясної продукції. Це свідчить про достатню стабільність структури шинкових консервів та ефективність обраного режиму стерилізації і рецептурного складу.

Кислотне число є одним із ключових показників, що характеризує ступінь гідролітичного розщеплення ліпідів у м'ясній сировині та готових продуктах. Його зростання свідчить про накопичення вільних жирних кислот і погіршення якості жирової складової. Динаміку зміни кислотного числа шинкових консервів у процесі зберігання показано на рис. 4.8.

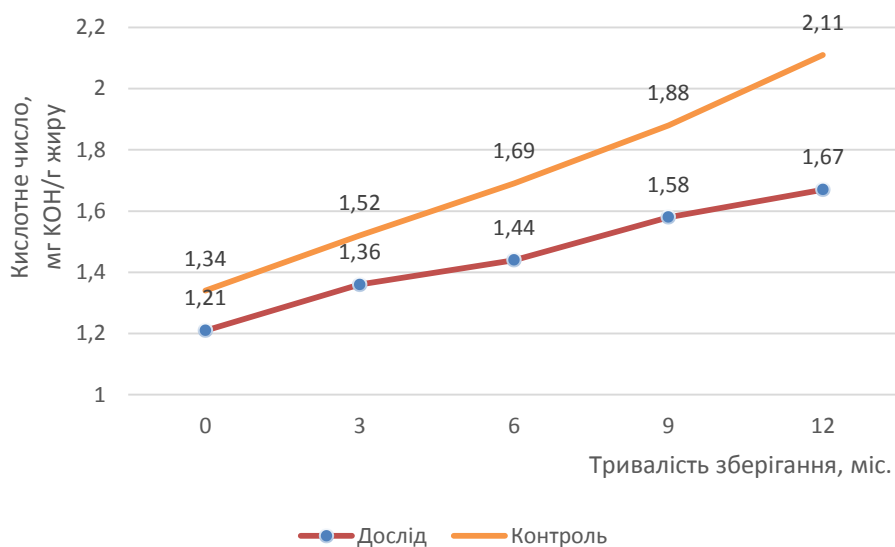


Рисунок 4.8 - Динаміка кислотного числа шинкових консервів у процесі зберігання

Аналіз даних наведених на рис.4.8 шинкових консервів у процесі зберігання свідчить про поступове, але незначне накопичення вільних жирних кислот, що є наслідком повільного перебігу гідролітичних процесів у жировій фракції продукту.

У процесі зберігання шинкових консервів встановлено поступове підвищення кислотного числа в обох зразках, що свідчить про перебіг гідролітичних процесів та накопичення вільних жирних кислот у жировій фракції продукту. На початку зберігання кислотне число у дослідному зразку становило 1,21 мг КОН/г жиру, тоді як у контрольному — 1,34 мг КОН/г жиру, що пов'язано з вищим вмістом жиру у контрольній рецептурі.

Через 3 та 6 місяців зберігання спостерігалось поступове підвищення показника. У дослідному зразку кислотне число збільшувалося до 1,36 та 1,44 мг КОН/г жиру відповідно, тоді як у контрольному — до 1,52 та 1,69 мг КОН/г жиру. Отримані результати свідчать про більш інтенсивний перебіг гідролітичного розщеплення ліпідів у контрольному зразку.

Наприкінці терміну зберігання кислотне число досягало 1,67 мг КОН/г жиру у дослідному та 2,11 мг КОН/г жиру у контрольному зразку. Вищі значення показника у контролі можуть бути зумовлені більшим вмістом жирової тканини та меншою стабільністю ліпідної системи під час тривалого зберігання стерилізованих шинкових консервів.

Аналіз показників окиснення жирової фракції дослідного зразка шинкових консервів свідчить про поступовий, але повільний розвиток окиснювальних процесів упродовж усього періоду зберігання. Перекисне число відображає рівень первинних продуктів окиснення жирів і є важливим індикатором розвитку окислювальних процесів у продукті. Аналіз цього показника дозволяє оцінити інтенсивність псування жирової фази та ефективність антиоксидантного захисту. Динаміка зміни перекисного числа шинкових консервів у процесі зберігання показана на рис. 4.9.

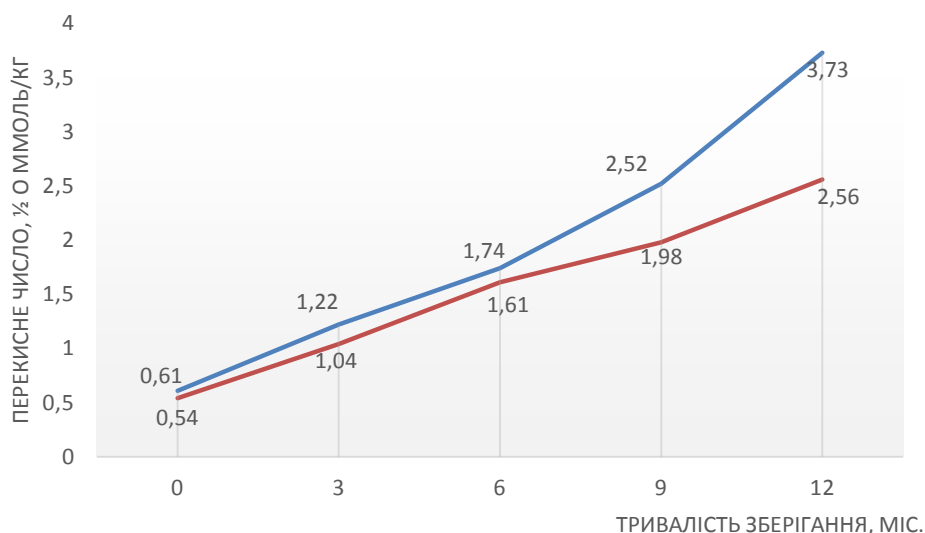


Рисунок 4.9 - Динаміка перекисного числа шинкових консервів у процесі зберігання

Аналіз динаміки перекисного числа дослідного зразка шинкових консервів у процесі зберігання свідчить про поступовий розвиток процесів первинного окиснення ліпідів.

Встановлено, що в процесі зберігання шинкових консервів у всіх дослідних зразках спостерігалось поступове підвищення перекисного числа, що свідчить про розвиток окислювальних процесів у жировій фракції продукту. На початку зберігання значення показника становило 0,61 ммоль активного кисню/кг жиру у дослідному зразку та 0,54 ммоль активного кисню/кг жиру у контрольному.

Через 3 місяці зберігання перекисне число зросло до 1,22 у дослідному та до 1,04 ммоль активного кисню/кг жиру у контрольному зразку. На 6 місяці спостерігалось подальше підвищення показника до 1,74 та 1,61 відповідно, що свідчить про накопичення первинних продуктів окиснення ліпідів.

Найбільш інтенсивне зростання перекисного числа відмічено наприкінці терміну зберігання. Через 12 місяців значення показника у дослідному зразку досягало 3,73 ммоль активного кисню/кг жиру, тоді як у контрольному — 2,56 ммоль активного кисню/кг жиру. Отримані результати свідчать про поступову активацію окислювальних процесів під час тривалого зберігання

стерилізованих шинкових консервів, при цьому контрольний зразок характеризувався вищою окислювальною стабільністю жирової фази.

Для комплексної оцінки якості та безпечності стерилізованих шинкових консервів важливе значення має аналіз мікробіологічної стабільності продукції упродовж усього терміну зберігання. Мікробіологічні показники дозволяють оцінити ефективність режимів стерилізації, санітарний стан виробництва та стійкість продукту до розвитку небажаної мікрофлори. Мікробіологічні показники контрольного та дослідного зразків шинкових консервів у процесі зберігання наведено у таблиці 4.15.

Таблиця 4.15

Рівень мікробіологічного забруднення шинкових консервів в процесі зберігання

Показник	Зразок										Норма
	Контрольний					Дослідний					
	Термін зберігання, міс										
	0	3	6	9	12	0	3	6	9	12	
КМАФАнМ, КУО/г	<1±0,11×10 ¹	<1±0,19×10 ¹	<1±0,23×10 ¹	<1±0,31×10 ¹	<1±0,48×10 ¹	<1±0,09×10 ¹	<1±0,15×10 ¹	<1±0,32×10 ¹	<1±0,39×10 ¹	<1±0,41×10 ¹	1×10 ¹
БГКП (коліформи) в 0,001 г	Не виявлено					Не виявлено					Не дозволяється
Патогенні мікроорганізми, в т.ч. роду Сальмонела, в 25 г	Не виявлено					Не виявлено					Не дозволяється
Сульфітрeredуючі клостридії у 0,01 г	Не виявлено					Не виявлено					Не дозволяється
Плісєневі гриби, КУО в 1,0 г	Не виявлено					Не виявлено					Не дозволяється
Staphylococcus aureus, в1 г	Не виявлено					Не виявлено					Не дозволяється
Bacillus cereus, в 1 г, КУО	Не виявлено					Не виявлено					Не дозволяється

Результати мікробіологічних досліджень наведених в таблиці 4.15 свідчать про стабільність санітарно-гігієнічних показників стерилізованих

шинкових консервів упродовж усього терміну зберігання. У процесі зберігання стерилізованих шинкових консервів КМАФАнМ залишалася нижчою за межу визначення методу та не перевищувала нормативного рівня 1×10^1 КУО/г. Отримані результати свідчать про високу мікробіологічну стабільність продукту та ефективність застосованого режиму стерилізації.

Протягом усього терміну зберігання бактерії групи кишкової палички, патогенні мікроорганізми, у тому числі бактерії роду *Salmonella*, сульфитредукуючі клостридії, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* і плісєневі гриби у зразках не виявлялися, що підтверджує відповідність консервів вимогам мікробіологічної безпеки.

4.7. Розробка математичної моделі зміни якісних характеристик м'ясної сировини залежно від вмісту незамінних амінокислот

Вихідні дані для моделювання використали за результатами експериментальних досліджень, що містяться у таблицях 4.16 та 4.17.

Таблиця 4.16

Вміст незамінних амінокислот у 100 г фаршів досліджуваного складу

Назва незамінної амінокислоти	Вміст незамінних амінокислот, г					
	яловичина	свиняча шкірка	соєвий концентрат	еталонний білок	шинковий фарш	
					Зразок 1	Зразок 2
Треонін	1,091	0,610	3,137	3,4	0,844	0,957
Ізолейцин	1,100	0,616	4,253	2,8	0,851	1,020
Лейцин	2,035	1,088	6,783	6,6	1,574	1,831
Лізин	2,244	1,230	5,327	5,8	1,736	1,913
Метіонін	0,655	0,347	1,130	2,5	0,507	0,538
Цистин	0,260	0,008	1,046		0,197	0,240
Фенілаланін	0,953	0,547	4,593	6,3	0,738	0,930
Тирозин	0,869	0,454	3,222		0,671	0,798
Валін	1,168	0,737	4,098	3,5	0,906	1,064
Загалом	10,375	5,637	33,589	30,9	8,024	9,291

Таблиця 4.17

**Вміст незамінних амінокислот у 100 г шинкових фаршів із наявністю
жирової фракції**

Назва незамінної амінокисл оти	Вміст незамінних амінокислот, г				
	Еталонний білок	Яловичина (75%); жир (6%)	Яловичина (70%); жир (6%)	Яловичина (75%); жир (20%)	Яловичина (70%); жир (20%)
Треонін	3,4	0,769	0,718	0,654	0,611
Ізолейцин	2,8	0,776	0,724	0,660	0,616
Лейцин	6,6	1,434	1,348	1,221	1,140
Лізин	5,8	1,582	1,476	1,346	1,257
Метіонін	2,5	0,644	0,603	0,549	0,513
Цистин	3,15				
Фенілаланін	3,15	1,285	1,199	1,094	1,020
Тирозин	1,75				
Валін	1,75	0,823	0,769	0,701	0,654
Загалом	30,9	-	-	-	-

Для досліджуваних параметрів якості використовували коефіцієнт відповідності нормативам якості $k_{\text{ен}} = \frac{S_i}{S_n}$, який показує наскільки близько відповідає якість досліджуваних м'ясопродуктів еталонному білку за певного факторного простору, що визначають алгебраїчно при наближенні отриманого результату до одиниці або геометрично за асиметрією отриманої площі багатокутника відносно правильного. Правильний багатокутник відповідає саме характеристикам еталонного білка.

Для оцінювання частки (у %) простору поточних параметрів досліджуваних м'ясопродуктів у просторі показників еталонного білка використовували відносний коефіцієнт спадання якості: $\varphi_{\text{ся}} = \frac{|S_n - S_i|}{S_n} \cdot 100\%$.

Відносний коефіцієнт зростання якості $\varphi_{\text{зя}} = \frac{|S_i - S_n|}{S_i} \cdot 100\%$ показує, яку

частку (у %) складає простір еталонного білка відносно простору поточних показників якості досліджуваних м'ясопродуктів.

За результатами показаного вище математичного дослідження шукані моделі оцінювання якості для найбільш технологічно вдалого сорту продукції можна використовувати наступні алгоритми.

Величини плоских факторних просторів параметрів якості S_i визначали за визначеними усередненими показниками згідно експериментальних досліджень певного сорту продукції. Використовуючи метод представлення багатокутника через сукупність трикутників, було отримано необхідні математичні алгоритми та складена програма для визначення шуканих площ неправильних багатокутників.

Основні характеристики еталонного білка, величини яких були прийняті за нормативні, представили у вигляді правильного багатокутника, площу S_n якого можна визначити за наступною методикою.

При визначенні площі S_n правильного багатокутника можна скористалися загальновідомою формулою:

$$S_n = \frac{ma^2}{4tg\left(\frac{180}{m}\right)},$$

де m – кількість кутів або сторін багатокутника;

a – величина сторони багатокутника, яку можна знайти через напівдіагональ R

Дана площа визначає факторний простір еталонного білка, який зображено на рис. 4.10.

Параметри якості яловичини за вмістом незамінних амінокислот

Вміст амінокислот, г/100г сировини	Дані для еталонного білка		Характеристики якості яловичини				
	АВ	R, ум.од	СВ	R _i , ум. од	S _i , ум. од ²	k _{вн}	φ _{яс} , %
Вміст треоніну	3,4	1,0	1,091	0,321	0,33	0,11	88,62
Вміст ізолейцину	2,8	1,0	1,100	0,393			
Вміст лейцину	6,6	1,0	2,035	0,308			
Вміст лізину	5,8	1,0	2,244	0,387			
Вміст метіоніну	1,25	1,0	0,655	0,524			
Вміст цистину	1,25	1,0	0,260	0,208			
Вміст фенілаланіну	3,15	1,0	0,953	0,303			
Вміст тирозину	3,15	1,0	0,869	0,276			
Вміст валіну	3,5	1,0	1,168	0,334			

Примітка: АВ – абсолютна величина оцінюваного параметру; R = 1 ум. од. – нормований показник; СВ – середня величина оцінюваного параметру; R_i – поточні параметри, що представлені в ум. од.; S_i – поле відповідного блоку параметрів, що визначається площею неправильного багатокутника (виділений синім кольором на рисунках моделей), ум. од²; k_{вн} – коефіцієнт відповідності нормативам якості; φ_{яс} – відносний коефіцієнт спадання якості, %.

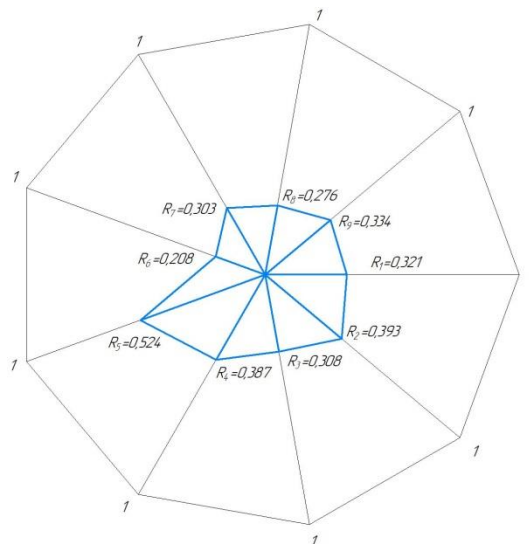


Рисунок 4.10 - Модель якості яловичини при порівнянні із еталонним білком за складом незамінних амінокислот

Найближчим до параметру еталонного білка виявився вміст метіоніну у яловичині, що склав 52,4% від нормативного. При врахуванні вмісту 9 різновидів амінокислот сумарна оцінка параметрів яловичини склала всього 11% даного показника для еталонного білка. У результаті коефіцієнт спадання якості виявився рівним 88,62% наведено на рисунку 4.11.

Таблиця 4.19

Параметри якості свинячої шкірки за вмістом незамінних амінокислот

Вміст амінокислот, г/100г сировини	Дані для еталонного білка		Характеристики якості свинячої шкірки				
	AB	R, ум.од	CB	R, ум. од	S _i , ум. од ²	k _{вн}	φ _{яс} , %
Вміст треоніну	3,4	1,0	0,610	0,179	0,09	0,03	97,05
Вміст ізолейцину	2,8	1,0	0,616	0,22			
Вміст лейцину	6,6	1,0	1,088	0,165			
Вміст лізину	5,8	1,0	1,230	0,212			
Вміст метіоніну	1,25	1,0	0,347	0,278			
Вміст цистину	1,25	1,0	0,008	0,0064			
Вміст фенілаланіну	3,15	1,0	0,547	0,174			
Вміст тирозину	3,15	1,0	0,454	0,144			
Вміст валіну	3,5	1,0	0,737	0,211			

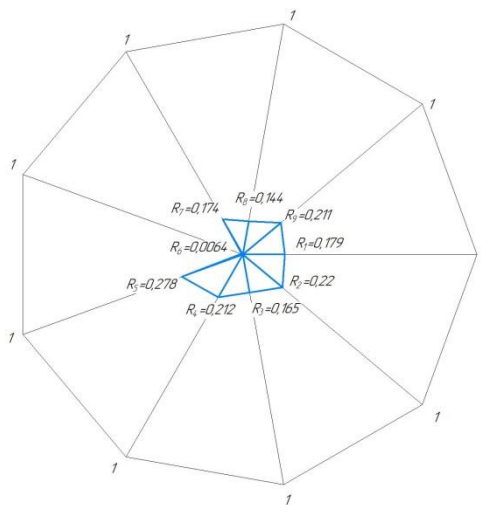


Рисунок 4.11 - Модель якості свинячої шкірки при порівнянні із еталонним білком за складом незамінних амінокислот

Порівняно із моделлю яловичини подібні характеристики свинячої шкірки стали значно меншими. Максимальним параметром також виявився вміст метіоніну, що склав для свинячої шкірки 27,8% від аналогічного параметру еталонного білка. При врахуванні вмісту 9 різновидів амінокислот сумарна оцінка параметрів свинячої шкірки склала всього 3% даного показника для еталонного білка. У результаті коефіцієнт спадання якості виявився рівним 97,05%, він зображений на рисунку 4.12.

Таблиця 4.20

Параметри якості соєвого концентрату за вмістом незамінних амінокислот

Вміст амінокислот г/100г сировини	Дані для еталонного білка		Характеристики якості соєвого текстурату				
	AB	R, ум.од	CB	R, ум. Од	S _i , ум. од ²	k _{вн}	φ _{яс} , %
Вміст треоніну	3,4	1,0	3,137	0,923	3,36	1,16	16,49
Вміст ізолейцину	2,8	1,0	4,253	1,519			
Вміст лейцину	6,6	1,0	6,783	1,028			
Вміст лізину	5,8	1,0	5,327	0,918			
Вміст метіоніну	1,25	1,0	1,130	0,904			
Вміст цистину	1,25	1,0	1,046	0,837			
Вміст фенілаланіну	3,15	1,0	4,593	1,458			
Вміст тирозину	3,15	1,0	3,222	1,023			
Вміст валіну	3,5	1,0	4,098	1,171			

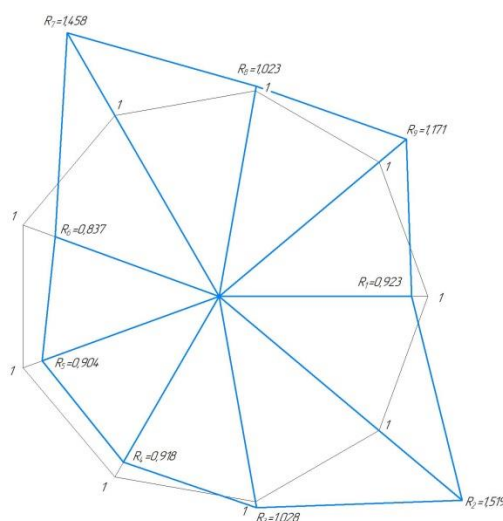


Рисунок 4.12 - Модель якості соєвого концентрату при порівнянні із еталонним білком за складом незамінних амінокислот

Модель соєвого концентрату показала протилежні результати порівняно із моделями яловичини та свинячої шкірки. Половина параметрів перевищили подібні показники еталонного білка, решта – наближені до них. Максимальні із них, а саме, вміст ізолейцину та фенілаланіну відповідно у 1,519 та 1,458 разів перевищили характеристики еталонного білка. При врахуванні вмісту 9 різновидів амінокислот сумарна оцінка параметрів соєвого концентрату перевищила подібну оцінку еталонного білка у 1,16 разів. У результаті коефіцієнт спадання якості виявився рівним всього 16,49% і показано на рис. 4.13.

Таблиця 4.20

Параметри якості шинкового фаршу за вмістом незамінних амінокислот дослідного зразку 1

Вміст амінокислот, г/100г сировини	Дані для еталонного білка		Характеристики якості шинкового фаршу				
	AB	R, ум.од	CB	R, ум. од	S _i , ум. од ²	k _{вн}	Ф _{яс} , %
Вміст треоніну	3,4	1,0	0,844	0,248	0,2	0,07	93,21
Вміст ізолейцину	2,8	1,0	0,851	0,304			
Вміст лейцину	6,6	1,0	1,574	0,238			
Вміст лізину	5,8	1,0	1,736	0,299			

Вміст метіоніну	1,25	1,0	0,507	0,406			
Вміст цистину	1,25	1,0	0,197	0,158			
Вміст фенілаланіну	3,15	1,0	0,738	0,234			
Вміст тирозину	3,15	1,0	0,671	0,213			
Вміст валіну	3,5	1,0	0,906	0,259			

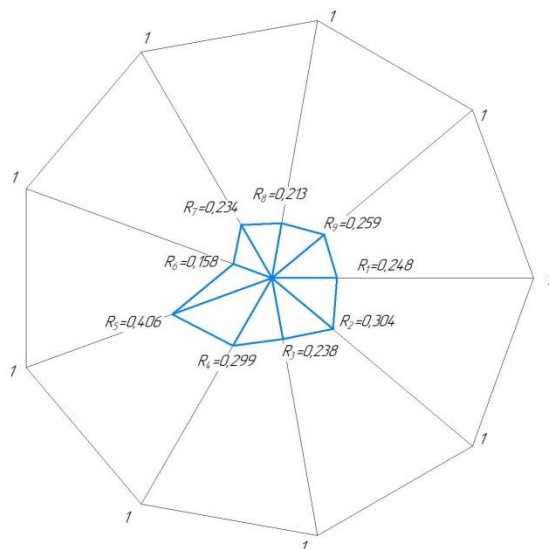


Рисунок 4.13 - Модель якості дослідного зразку 1 шинкового фаршу при порівнянні із еталонним білком за складом незамінних амінокислот

Найближчим до параметру еталонного білка виявився вміст метіоніну для 1 рецепту шинкового фаршу, що склав 40,6% від нормативного. При врахуванні вмісту 9 різновидів амінокислот сумарна оцінка параметрів яловичини склала всього 7% даного показника для еталонного білка. У результаті коефіцієнт спадання якості виявився рівним 93,21%, який зображено на рисунку 4.14

Таблиця 4.21

Параметри якості шинкового фаршу за вмістом незамінних амінокислот дослідного зразку 2

Вміст амінокислот, г/100г сировини	Дані для еталонного білка		Характеристики якості шинкового фаршу				
	AB	R, ум.од	CB	R _б , ум. од	S _б ум. од ²	k _{вн}	φ _{яс} %
Вміст треоніну	3,4	1,0	0,957	0,281	0,27	0,09	90,73
Вміст ізолейцину	2,8	1,0	1,020	0,304			

Вміст лейцину	6,6	1,0	1,831	0,364			
Вміст лізину	5,8	1,0	1,913	0,33			
Вміст метіоніну	1,25	1,0	0,538	0,43			
Вміст цистину	1,25	1,0	0,240	0,192			
Вміст фенілаланіну	3,15	1,0	0,930	0,295			
Вміст тирозину	3,15	1,0	0,798	0,253			
Вміст валіну	3,5	1,0	1,064	0,304			

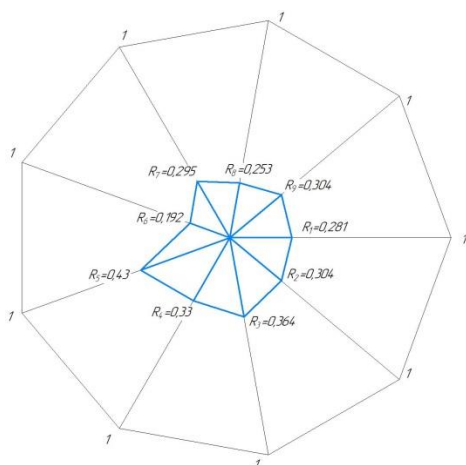


Рисунок 4.14 - Модель якості дослідного зразку 2 шинкового фаршу при порівнянні із еталонним білком за складом незамінних амінокислот

Найближчим до параметру еталонного білка виявився вміст метіоніну для дослідного зразку 2 шинкового фаршу, що склав 43% від нормативного. При врахуванні вмісту 9 різновидів амінокислот сумарна оцінка параметрів яловичини склала всього 9% даного показника для еталонного білка. У результаті коефіцієнт спадання якості виявився рівним 90,73% зображено на рисунку 4.15. Дані характеристики виявились дещо кращими, ніж для дослідного зразку 1 шинкового фаршу.

Таблиця 4.22

Параметри якості шинкового фаршу за вмістом незамінних амінокислот, що містять 75% яловичини та 6% жиру

Вміст амінокислот, г/100г сировини	Дані для еталонного білка		Характеристики якості шинкового фаршу				
	AB	R _i	CB	R _i	S _i , ум.	k _{вн}	φ _{яс} , %

		ум.од		ум. од	од ²		
Вміст треоніну	3,4	1,0	0,769	0,226	0,15	0,05	94,85
Вміст ізолейцину	2,8	1,0	0,776	0,277			
Вміст лейцину	6,6	1,0	1,434	0,217			
Вміст лізину	5,8	1,0	1,582	0,273			
Вміст метіоніну	1,25	1,0	0,322	0,2576			
Вміст цистину	1,25	1,0	0,322	0,2576			
Вміст фенілаланіну	3,15	1,0	0,642	0,204			
Вміст тирозину	3,15	1,0	0,643	0,204			
Вміст валіну	3,5	1,0	0,823	0,117			

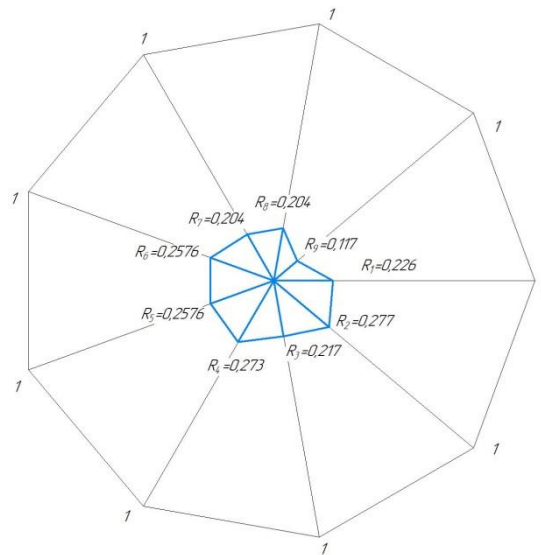


Рисунок 4.15 - Модель якості шинкового фаршу, що містить 75% яловичини та 6% жиру в порівнянні із еталонним білком за складом незамінних амінокислот

Для шинкового фаршу, що містить у складі 75% яловичини та 6% жиру, виявився вміст ізолейцину, який склав 27,7% від еталонного білка. При врахуванні вмісту 9 різновидів амінокислот сумарна оцінка параметрів яловичини склала всього 5% даного показника для еталонного білка. У результаті коефіцієнт спадання якості виявився рівним 94,85% (рис. 4.16).

Таблиця 4.23

Параметри якості шинкового фаршу за вмістом незамінних амінокислот, що містять 70% яловичини та 6% жиру

Вміст амінокислот, г/100г сировини	Дані для еталонного білка		Характеристики якості шинкового фаршу				
	АВ	R, ум.од	СВ	R _i , ум. од	S _i , ум. од	k _{вн}	φ _{яс} , %
Вміст треоніну	3,4	1,0	0,718	0,211	0,14	0,05	95
Вміст ізолейцину	2,8	1,0	0,724	0,259			
Вміст лейцину	6,6	1,0	1,348	0,204			
Вміст лізину	5,8	1,0	1,476	0,255			
Вміст метіоніну	1,25	1,0	0,301	0,2416			
Вміст цистину	1,25	1,0	0,302	0,2416			
Вміст фенілаланіну	3,15	1,0	0,6	0,191			
Вміст тирозину	3,15	1,0	0,599	0,191			
Вміст валіну	3,5	1,0	0,769	0,2197			

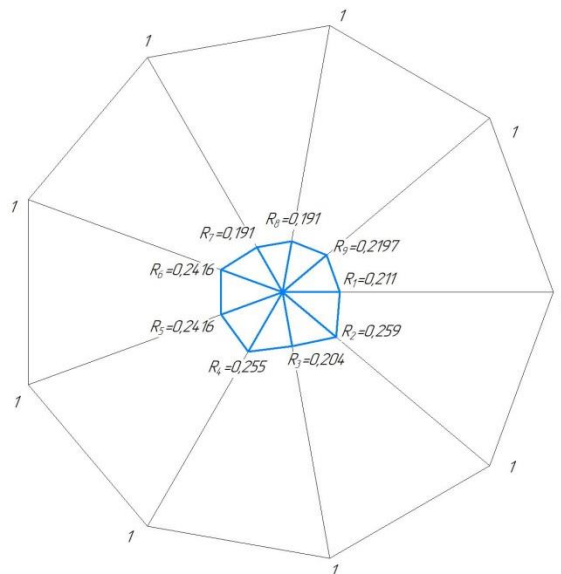


Рисунок 4.16 - Модель якості шинкового фаршу, що містить 75% яловичини та 6% жиру у порівнянні з еталонним білком за складом незамінних амінокислот

Для шинкового фаршу, що містить у складі 70% яловичини та 6% жиру, виявився вміст ізолейцину, який склав 25,9% від еталонного білка. При врахуванні вмісту 9 різновидів амінокислот сумарна оцінка параметрів

яловичини склала всього 5% даного показника для еталонного білка. У результаті коефіцієнт спадання якості виявився рівним 95% його зображено на рисунку 4.17.

Таблиця 4.24

Параметри якості шинкового фаршу за вмістом незамінних амінокислот, що містять 75% яловичини та 20% жиру

Вміст амінокислот г/100г сировини	Дані для еталонного білка		Характеристики якості шинкового фаршу				
	AB	R, ум.од	CB	R, ум. од	S _i , ум. од ²	k _{вн}	Ф _{яс} , %
Вміст треоніну	3,4	1,0	0,654	0,192	0,12	0,04	95,85
Вміст ізолейцину	2,8	1,0	0,660	0,236			
Вміст лейцину	6,6	1,0	1,221	0,185			
Вміст лізину	5,8	1,0	1,346	0,232			
Вміст метіоніну	1,25	1,0	0,275	0,22			
Вміст цистину	1,25	1,0	0,275	0,22			
Вміст фенілаланіну	3,15	1,0	0,547	0,174			
Вміст тирозину	3,15	1,0	0,547	0,174			
Вміст валіну	3,5	1,0	0,701	0,2003			

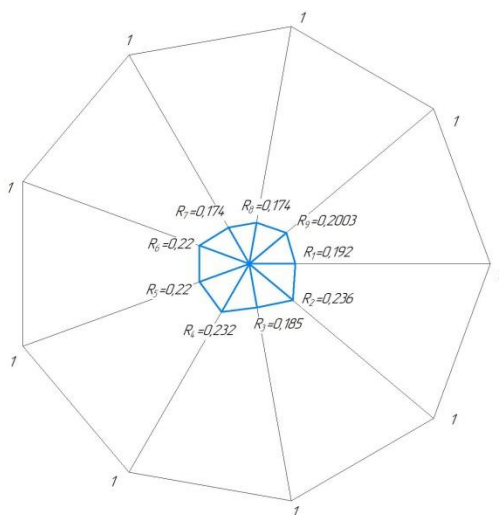


Рисунок 4.17 - Модель якості шинкового фаршу, що містить 75% яловичини та 20% жиру при порівнянні із еталонним білком за складом незамінних амінокислот

Для шинкового фаршу, що містить у складі 75% яловичини та 20% жиру, виявився вміст ізолейцину, який склав 23,6% від еталонного білка. При

врахуванні вмісту 9 різновидів амінокислот сумарна оцінка параметрів яловичини склала всього 4% даного показника для еталонного білка. У результаті коефіцієнт спадання якості виявився рівним 95,85% зображеного на рисунку 4.18.

Таблиця 4.25

Параметри якості шинкового фаршу за вмістом незамінних амінокислот, що містять 70% яловичини та 20% жиру

Вміст амінокислот г/100г сировини	Дані для еталонного білка		Характеристики якості шинкового фаршу				
	<i>AB</i>	<i>R</i> , <i>ум.од</i>	<i>CB</i>	<i>R_b</i> , <i>ум. од</i>	<i>S_b</i> , <i>ум. од</i>	<i>k_{вн}</i>	<i>φ_{яс}</i> %
Вміст треоніну	3,4	1,0	0,611	0,1797	0,1	0,04	96,41
Вміст ізолейцину	2,8	1,0	0,616	0,22			
Вміст лейцину	6,6	1,0	1,140	0,1727			
Вміст лізину	5,8	1,0	1,257	0,2167			
Вміст метіоніну	1,25	1,0	0,256	0,2056			
Вміст цистину	1,25	1,0	0,257	0,2056			
Вміст фенілаланіну	3,15	1,0	0,501	0,159			
Вміст тирозину	3,15	1,0	0,501	0,159			
Вміст валіну	3,5	1,0	0,654	0,187			

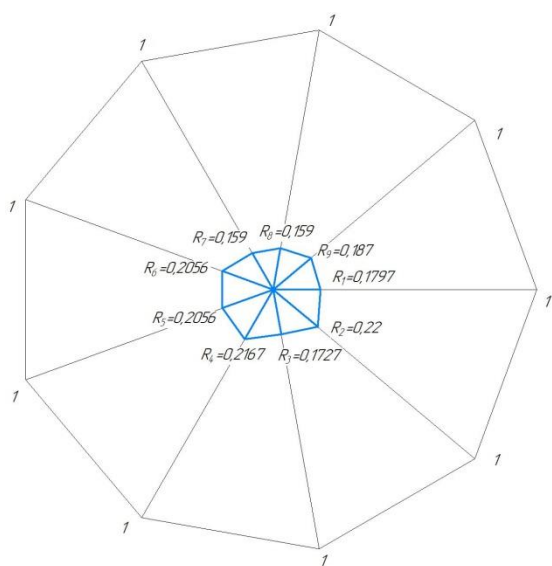


Рисунок 4.18 Модель якості шинкового

фаршу, що містить 70% яловичини та 20% жиру при порівнянні із еталонним білком за складом незамінних амінокислот

Для шинкового фаршу, що містить у складі 70% яловичини та 20% жиру, виявився вміст ізолейцину, який склав 22% від еталонного білка. При врахуванні вмісту 9 різновидів амінокислот сумарна оцінка параметрів яловичини склала всього 4% даного показника для еталонного білка. У результаті коефіцієнт спадання якості виявився рівним 96,41% він показаний на рисунку 4.19.

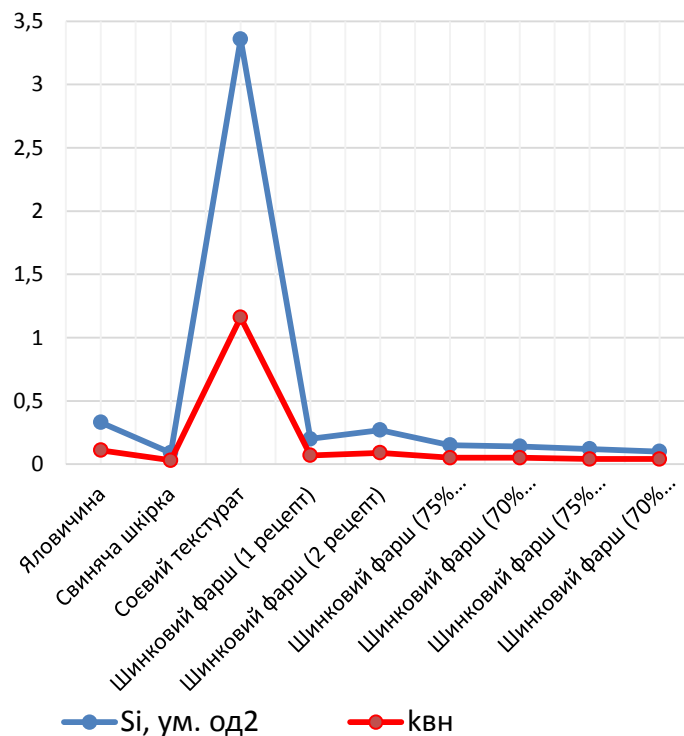


Рисунок 4.19 - Порівняльний аналіз досліджуваних зразків м'ясопродуктів за загальним факторним простором поточних критеріїв оцінки

Максимально наближеним до еталонного білка за вмістом 9 різновидів незамінних амінокислот виявився соєвий текстурат та склав 1,16 нормативної величини (рис. 4.20). Серед зразків шинкових фаршів за даним показником найкращим виявився 2 рецепт шинкового фаршу, що становив 82% порівняно із яловичиною на рисунку 4.18. Дану величину було підтверджено як за

величиною коефіцієнту відповідності еталонному білку, так і за факторним простором всіх представлених параметрів оцінки.

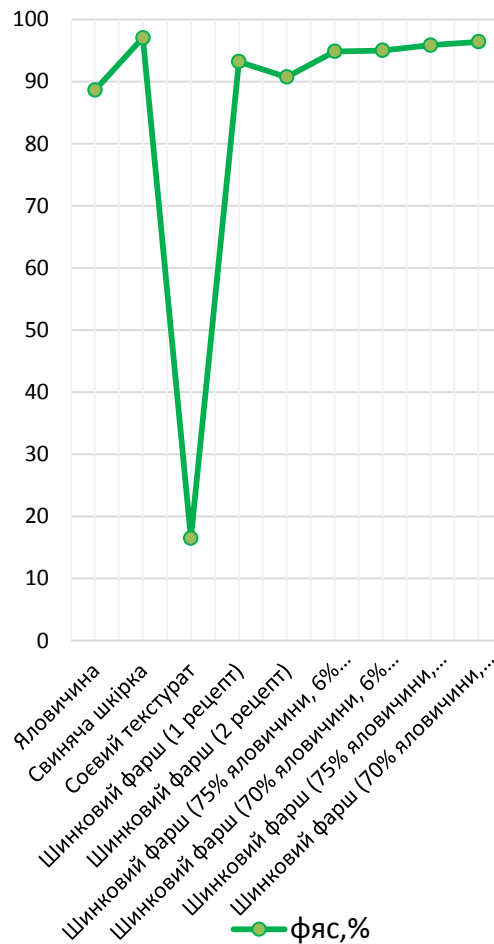


Рисунок 4.20 - Порівняльний аналіз досліджуваних зразків м'ясопродуктів за критерієм спадання якості

Мінімальною величиною за величиною спадання якості порівняно із еталонним білком серед досліджуваних м'ясопродуктів виявився соєвий текстурат, що склав 16,49%. Серед зразків шинкових фаршів мінімальний коефіцієнт спадання якості з величиною 90,73% показав дослідний зразок 2 шинкового фаршу. Даний параметр виявився на 2,11% більший за подібний параметр для яловичини.

Таким чином, за результатами математичного моделювання, використовуючи вміст незамінних амінокислот у зразках досліджуваних м'ясопродуктів та обраних критеріїв оцінки, серед шинкових фаршів найкращі результати були виявлені у дослідному зразку 2 шинкового фаршу, показники якого були дуже близькі до яловичини.

Висновки до розділу 4

1. У результаті проведених досліджень удосконалено рецептуру шинкових консервів із урахуванням збалансованості амінокислотного складу білка та функціонально-технологічних властивостей м'ясної сировини. Встановлено, що дослідний зразок характеризувався високим вмістом незамінних амінокислот, зокрема лізину - 5,327 г, лейцину - 6,783 г, ізолейцину - 4,253 г та валіну - 4,098 г, що свідчить про високу біологічну цінність білкової складової продукту.

2. Досліджено вплив процесу масування та посолу на функціонально-технологічні властивості м'ясної сировини. Встановлено, що у процесі зберігання вологоутримувальна здатність контрольного зразка знижувалась від 87,5 % до 76,2 %, тоді як у дослідному - від 85,6 % до 75,3 %. Показник активної кислотності поступово підвищувався від 6,43 до 6,54 у контрольному та від 6,35 до 6,47 у дослідному зразку.

3. Обґрунтовано режими стерилізації шинкових консервів, які забезпечували мікробіологічну стабільність та безпечність продукції упродовж 12 місяців зберігання. Встановлено, що кількість КМАФАнМ у дослідних зразках залишалась нижчою за допустимий нормативний рівень 1×10^1 КУО/г, а бактерії групи кишкової палички, патогенні мікроорганізми, у тому числі бактерії роду *Salmonella*, сульфїтредукуючі клостридії, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* та плісєневі гриби не виявлялися протягом усього терміну зберігання.

4. У процесі зберігання шинкових консервів встановлено закономірне підвищення показників окиснювального та гідролітичного псування жирової фракції продукту. Перекисне число у дослідному зразку збільшувалося від 0,61

до 3,73 ммоль активного кисню/кг жиру, тоді як у контрольному — від 0,54 до 2,56 ммоль активного кисню/кг жиру. Кислотне число у дослідному зразку зросло від 1,21 до 1,67 мг КОН/г жиру, а у контрольному — від 1,34 до 2,11 мг КОН/г жиру.

5. Проведене математичне моделювання дозволило встановити залежність зміни якісних характеристик м'ясної сировини від вмісту незамінних амінокислот та підтвердило ефективність використання удосконаленої рецептури у виробництві делікатесних шинкових консервів із високими показниками харчової та біологічної цінності.

РОЗДІЛ 5

СОЦІАЛЬНИЙ ТА ЕКОНОМІЧНИЙ ЕФЕКТ ВІД ВПРОВАДЖЕННЯ У ВИРОБНИЦТВО ДЕЛІКАТЕСНИХ М'ЯСНИХ КОНСЕРВІВ

Аналіз сучасного стану ринку м'ясних консервів у жерстяній тарі стандарту №8 масою 325 грамів свідчить про стабільну динаміку розвитку з тенденцією до помірного зростання у 2024–2026 роках. Даний формат продукції є одним із найбільш затребуваних на внутрішньому ринку завдяки оптимальному об'єму для одноразового споживання, зручності транспортування та тривалим термінам зберігання без втрати харчової цінності.

У довоєнний період ринок м'ясних консервів характеризувався відносною стабільністю із незначною тенденцією до скорочення виробництва, що було зумовлено зміною споживчих пріоритетів та зростанням попиту на охолоджене і охолоджено-заморожене м'ясо. Так, у 2021 році обсяг виробництва становив близько 12 тис. тонн, що відображало поступове насичення ринку.

Починаючи з 2022 року, у зв'язку з повномасштабними воєнними діями, відбулося суттєве зростання виробництва та споживання м'ясних консервів. Основними чинниками такого зростання стали підвищений попит з боку Збройних Сил України, формування державних стратегічних запасів, а також збільшення потреб цивільного населення в продуктах тривалого зберігання в умовах нестабільного енергозабезпечення та логістичних ризиків.

У 2024–2025 роках спостерігається подальше відновлення та зростання ринку, де обсяги продажів м'ясних консервів збільшилися приблизно на 18,5% у натуральному вираженні. Загальний обсяг виробництва в цей період перевищує 900 млн банок на рік, що свідчить про високу стійкість сегмента та його стратегічну важливість для харчової промисловості.

У структурі асортименту домінують консерви у банці масою 325 грамів, які займають друге місце за популярністю після формату 525 грамів. Це

пояснюється зручністю дозування, доступністю для кінцевого споживача та широким використанням у роздрібній торгівлі.

Сегментація ринку за видами продукції свідчить про переважання м'ясних консервів типу «тушонка» та «шинка». Найбільшу частку займають консерви з яловичини, які формують близько 45% ринку та залишаються базовим сегментом завдяки високій харчовій цінності та традиційно стабільному попиту. Консерви зі свинини демонструють тенденцію до зростання, що пояснюється їх відносно нижчою собівартістю. Продукція з м'яса птиці поступово розширює свою частку ринку у зв'язку з популяризацією концепції здорового харчування та розвитком бюджетного сегмента.

Окремим напрямом розвитку є виробництво готових м'ясомістких страв, таких як каші з м'ясом (гречана, перлова) та овочеві рагу, що відображає сучасний тренд на підвищення рівня готовності продукту до споживання.

До основних факторів, що впливають на розвиток ринку, належать державні закупівлі для потреб оборонного сектору, гуманітарних організацій та формування стратегічних резервів. Важливим є також трансформація споживчої поведінки, за якої м'ясні консерви перестають розглядатися виключно як продукт тривалого зберігання для екстремальних умов і набувають статусу повноцінного інгредієнта повсякденного харчування.

Суттєвий вплив має сезонність споживання, що проявляється у збільшенні попиту на 15–20% у весняно-літній період, зокрема під час дачного сезону, туристичної активності, а також у періоди можливих перебоїв з енергопостачанням.

Таким чином, з урахуванням ринкових тенденцій, структурних змін попиту та зростання значущості консервованої продукції доцільним є подальше техніко-економічне обґрунтування виробництва делікатесних м'ясних консервів у жерстяній банці №8 масою 325 грамів, оскільки саме цей формат відповідає сучасним вимогам споживчого ринку та забезпечує стабільну комерційну перспективу продукції.

5.1. Техніко-економічне обґрунтування удосконалення технології делікатесних м'ясних консервів

Розрахунки собівартості продукції за статтями «Основна сировина та допоміжні матеріали» виконано на основі фактичних даних виробничої діяльності ТОВ «Агрофірма Столична» (Васильківський консервний завод). У розрахунках використано реальні відпускні ціни на основну сировину, допоміжні матеріали, а також фактичні показники загальновиробничих витрат підприємства. Такий підхід забезпечує максимальну наближеність економічного обґрунтування до реальних умов промислового виробництва та дозволяє об'єктивно оцінити структуру собівартості делікатесних м'ясних консервів. Результати розрахунків за основними статтями витрат наведено у таблицях 5.1–5.2.

Таблиця 5.1

Розрахунок витрат за статтею «Сировина та основні матеріали» при виробництві шинкових консервів - дослідний зразок, грн./100 кг

№ п/п	Інгредієнти рецептури	Норматив витрати сировини, кг	Оптова ціна, грн/кг	Вартість сировини, грн/100 кг
1	Яловичина жилована з масовою часткою жирової та сполучної тканини не більше 6%	70	142,0	9940,00
2	Яловичина жилована з масовою часткою жирової та сполучної тканини не більше 20%,	20	110,0	2200,00
3	Емульсія свинячої шкірки	5	5,0	25,00
4	Концентрат соєвий текстурований	5	95,0	475,00
5	Вода	20	0,5	10,00
6	Сіль морська	1,5	8,6	12,90
7	Нітрит натрію	0,0075	200	1,50
8	Комплексна добавка із вмістом фосфату «Мітлайф ФС 31»	1,5	310	465,00
9	Комплексна добавка із вмістом карагенану «Мітлайф СС 51»	0,2	470	104,00
10	Смако-ароматична добавка «Аромат	0,2	240	48,00

	шинки»			
11	Лавровий лист	0,31	180	55,80
12	Перець чорний	0,31	320	99,20
13	Перець духмяний	0,31	290	89,90
Всього, грн/100 кг				13526,3

Таблиця 5.2

**Розрахунок витрат за статтею «Сировина та основні матеріали» при
виробництві шинкових консервів - контрольний зразок, грн./100 кг**

№ п/п	Інгредієнти рецептури	Норматив витрати сировини, кг	Оптова ціна, грн/кг	Вартість сировини, грн/100 кг
1	Яловичина жилована з масовою часткою жирової та сполучної тканини не більше 14%	65,0	152,0	9880,0
2	Яловичина жилована з масовою часткою жирової та сполучної тканини не більше 20%	10,0	110,0	1100,0
3	Свинина з вмістом жирової та сполучної тканини до 50%	10,0	115, 0	1150,0
4	Сало хребтове	15,0	82,0	1230,0
5	Сіль харчова	2,7	8,6	23,22
6	Желатин	1,0	340,00	340,00
7	Перець чорний	0,31	320	99,20
8	Перець духмяний	0,31	290	89,90
9	Коріандр	0,31	140	43,40
Всього, грн/100 кг				13955,72

Аналіз даних табл. 5.1–5.2 свідчить, що загальна вартість основної сировини та матеріалів для виробництва дослідного зразка шинкових консервів становила 13526,3 грн/100 кг, тоді як для контрольного зразка — 13955,72 грн/100 кг. Таким чином, собівартість сировинної частини удосконаленого зразка була нижчою на 429,42 грн/100 кг порівняно з контролем.

Зниження витрат у дослідному зразку досягалося за рахунок використання емульсії свинячої шкірки та текстурованого соєвого концентрату, вартість яких становила відповідно 25,0 та 475,0 грн/100 кг, що дозволило частково замінити більш дорогу м'ясну сировину та шпик. У контрольному зразку додатково використовували свинину, сало хребтове та желатин, сумарна вартість яких становила 2720,0 грн/100 кг.

Найбільшу частку витрат в обох рецептурах формувала жилована яловичина. У дослідному зразку витрати на яловичину з масовою часткою жирової та сполучної тканини не більше 6% становили 9940,0 грн/100 кг, тоді як у контрольному зразку витрати на яловичину з масовою часткою жирової та сполучної тканини не більше 14% складали 9880,0 грн/100 кг.

Отримані результати свідчать про економічну доцільність удосконалення рецептури шинкових консервів за рахунок оптимізації сировинного складу без суттєвого збільшення матеріальних витрат на виробництво продукції.

Розрахунок зміни витрат по статті «Допоміжні та таропакувальні матеріали». До статті калькуляції «Допоміжні і таропакувальні матеріали» відносять вартість матеріалів, які, не будучи складовою частиною продукції, що виробляється, присутні в її виготовленні або використовуються в процесі виробництва готової продукції для забезпечення нормального технологічного процесу та для збереження якості і безпечності готової продукції. До допоміжних матеріалів належать дезінфікуючі, мийні засоби, пакувальні та інші матеріали, що використовуються для пакування готової продукції. Розрахунок витрат за цією статтею проводиться у відповідності до норм витрат допоміжних матеріалів та таропакувальних матеріалів, необхідних для виготовлення одиниці продукції [77]. Результати розрахунків зміни витрат по статті «Допоміжні та таропакувальні матеріали» наведено у таблицях 5.3–5.4.

Таблиця 5.3

**Розрахунок витрат за статтею «Допоміжні та таропакувальні матеріали»
при виробництві шинкових консервів - дослідний зразок, грн.**

№ п/п	Допоміжні та таропакувальні матеріали	Норматив витрати	Оптова ціна, грн	Вартість, грн
1	Банка жерстяна № 8, шт.	310	8,9	2759,00
2	Мийний засіб, л	0,5	0,27	0,14
3	Етикетка, шт.	110	0,57	62,70
4	Клей, кг	0,2	27	5,40
5	Пакувальний матеріал, кг	5	100	500,00
Всього, грн				3327,24

Таблиця 5.4

**Розрахунок витрат за статтею «Допоміжні та таропакувальні матеріали»
при виробництві шинкових консервів - контрольний зразок, грн.**

№ п/п	Допоміжні та пакувальні матеріали	Норматив витрати	Оптова ціна, грн	Вартість, грн
1	Банка жерстяна №8, шт	307	8,9	2732,30
2	Мийний засіб, л	0,5	0,27	0,14
3	Етикетка, шт.	110	0,57	62,70
4	Клей, кг	0,2	27	5,40
5	Пакувальний матеріал, кг	5	100	500,00
Всього, грн				3300,54

Аналіз даних табл. 5.3–5.4 свідчить, що витрати на допоміжні та таропакувальні матеріали для дослідного зразка становили 3327,24 грн/100 кг, тоді як для контрольного зразка — 3300,54 грн/100 кг. Різниця між зразками складала 26,7 грн/100 кг та була обумовлена дещо більшою кількістю жерстяних банок, що використовувались для фасування дослідного зразка.

Найбільшу частку витрат у структурі допоміжних та таропакувальних матеріалів формувала банка жерстяна №8, вартість якої становила 2759,0 грн/100 кг для дослідного зразка та 2732,3 грн/100 кг для контрольного. Витрати на етикетку, клей, мийні та пакувальні матеріали в обох варіантах рецептури були практично однаковими.

Отримані результати свідчать, що удосконалення рецептури шинкових консервів не призводить до суттєвого збільшення витрат на допоміжні та таропакувальні матеріали.

Розрахунок зміни витрат за статтею «Паливо та енергія на технологічні потреби»

Ця стаття включає в себе витрати на придбання всіх видів енергоресурсів, що використовуються під час виробництва одиниці продукції(пара, холод, вода, електроенергія, газ, стисле повітря тощо). Для визначення змін витрат по статті «Паливо та енергія на технологічні цілі» на виробництво одиниці продукції, потрібно враховувати види, кількість та вартість всіх видів енергоресурсів. Розмір витрат визначається відповідно до приладів обліку і відповідного тарифу.

Зміни витрат за даною статтею немає.

Розрахунок зміни витрат за статтею «Зворотні відходи»

Стаття «Зворотні відходи» включає в себе вартість залишків сировини, основних матеріалів тощо, які утворилися у процесі виробництва основної продукції, повністю або частково втратили свої споживчі властивості і можуть в подальшому використовуватись у виробничому процесі або з підвищеними витратами або вони можуть реалізовуватись на якісь інші цілі. Зворотні відходи вираховуються із загальної суми матеріальних витрат, віднесеної на собівартість продукції.

Зміни витрат за цією статтею немає.

Розрахунок зміни витрат за статтею «Основна заробітна плата робітників»

Стаття «Основна заробітна плата» включає витрати на оплату праці згідно з прийнятими на підприємстві формами та системами оплати праці, безпосередньо зайнятих виготовленням продукції. Зміни кількості робітників, що зайняті на виробництві продукції та їх розрядів не відбулося.

Зміни витрат за цією статтею немає.

Розрахунок зміни витрат за статтею «Додаткова заробітна плата».

До цієї статті включають витрати на виплату працівникам безпосередньо зайнятих виготовленням продукції додаткової заробітної плати, нарахованої за понаднормову працю, премії за трудові успіхи, компенсацію за роботу у шкідливих умовах праці, у нічний час тощо. До неї включають всі доплати, компенсації, надбавки та премії.

Зміни витрат за цією статтею немає.

Розрахунок зміни витрат за статтею «Відрахування до єдиного соціального фонду»

Єдиний внесок на загальнообов'язкове державне соціальне страхування (єдиний внесок) - консолідований страховий внесок, збір якого здійснюється до системи загальнообов'язкового державного соціального страхування в обов'язковому порядку та на регулярній основі з метою забезпечення захисту у випадках, передбачених законодавством, прав застрахованих осіб на отримання страхових виплат (послуг) за діючими видами загальнообов'язкового державного соціального страхування (соціальні гарантії на випадок безробіття, нещасних випадків чи професійних захворювань, пенсійне забезпечення та інші виплати).

Розраховується у відсотках до витрат на виплату основної, додаткової заробітної плати та інших заохочувальних та компенсаційних виплат робітникам та становить в Україні згідно із законодавством 22%. Крім цього, до цієї статті відносяться витрати на сплату військового збору у розмірі 5%.

Зміни витрат за цією статтею немає.

Розрахунок зміни витрат за статтею «Витрати на розробку і освоєння нової продукції»

До цієї статті включають витрати, що відповідають витратам на періоду освоєння нових технологій, підготовку та випуск нових видів продукції, пробними партіями, що не призначені для масового виробництва.

Зміни витрат за цією статтею немає.

Розрахунок витрат по статті «Витрати на утримання та експлуатацію обладнання та устаткування».

До цієї статті включають витрати на повне відновлення основних виробничих засобів, що задіяні у виробництві даного виду продукції, а також всілякі витрати на реконструкцію, капітальні ремонти чи модернізацію у вигляді амортизаційних відрахувань від вартості ОВЗ, включаючи прискорену амортизацію їх активної частини; різноманітні витрати пов'язані з утриманням, зносом малоцінних і швидкозношуваних деталей, інструментів, пристроїв не цільового призначення та експлуатації різного устаткування включаючи його технічний огляд, технічне обслуговування, проведення поточного ремонту.

Зміни витрат за цією статтею немає.

Розрахунок витрат по статті «Загальновиробничі витрати»

До цієї статті включають витрати на організацію виробництва на рівні цеху (дільниці), оплату праці їх управлінського персоналу, які приймають або не приймають безпосередню участь у створенні та виробництві даного продукту,; витрати на утримання та експлуатацію машин і устаткування; витрати некапітального характеру (покращення якості виготовленої продукції); платежі з обов'язкового страхування майна виробництва, працівників з підвищеною загрозою їхньому життю і здоров'ю; витрати на службу охорони праці та пожежну охорону.

Зміни витрат за цією статтею немає.

На цій статті закінчується формування виробничої собівартості.

Розрахунок зміни витрат по статті «Адміністративні витрати»

До цієї статті включають витрати на з безпосереднім обслуговуванням та управлінням підприємства; витрати на утримання адміністративно-управлінського персоналу, охорону, юридичні, аудиторські послуги; поштово-

телеграфні й канцелярські витрати; робочі відрядження працівників, транспортні послуги; витрати на інші матеріальні необоротні активи загальногосподарського призначення (ремонт, оренда, комунальні послуги, амортизація).

Зміни витрат за цією статтею немає.

Розрахунок зміни витрат по статті «Витрати та збут»

До цієї статті включають витрати на реалізацію виготовленої продукції, на засоби або інші необоротні активи, що використовували для забезпечення збуту продукції, витрати на передпродажну підготовку товару і його рекламу; оплата послуг експедиційних, страхових, посередницьких організацій; оплата складських, перевалочних, вантажно-розвантажувальних, пакувальних, транспортних, а також страхових витрат постачальника, що включають до ціни продукції. Для цієї статті прийнято витрати 1% від виробничої собівартості.

Зміни витрат за цією статтею немає.

Розрахунок зміни витрат по статті «Інші операційні витрати»

До цієї статті включають витрати на сплату відсотків за позику (короткострокову) в банках, оплату різних робіт, що не включають в собівартість реалізованої продукції і не відносять до вищеперерахованих статей.

Зміни витрат за цією статтею немає.

Результати розрахунків зводяться в таблицю 5.5.

Таблиця 5.5

Розрахунок зміни поточних витрат на виробництво 100 кг шинкових консервів

Статті, за якими змінюються витрати	Розмір витрат, грн		Різниця – (економія) + (подорожчання)
	Контрольний зразок	Дослідний зразок	
Сировина та основні матеріали	13 955,72	13 526,30	– 429,42
Допоміжні та таропакувальні матеріали	3 300,54	3 327,24	+ 26,70

Виробнича собівартість	21 485,40	20 912,85	– 572,55
Повна собівартість	22 164,90	21 540,10	– 624,80

Аналіз отриманих результатів свідчить, що витрати на основну сировину та матеріали у дослідному зразку були нижчими на 429,42 грн/100 кг порівняно з контрольним зразком. Водночас витрати на допоміжні та таропакувальні матеріали збільшилися на 26,7 грн/100 кг, що було обумовлено більшою кількістю жерстяної тари для фасування продукції.

Незважаючи на незначне підвищення витрат на пакувальні матеріали, повна собівартість виробництва 100 кг дослідного зразка шинкових консервів була нижчою на 624,8 грн порівняно з контрольним зразком. Це свідчить про економічну ефективність удосконаленої рецептури та доцільність її впровадження у виробництво.

Визначення зміни основних техніко-економічних показників здійснювали з метою оцінки ефективності впровадження удосконаленої технології виробництва шинкових консервів у виробничих умовах підприємства. Аналіз техніко-економічних показників дозволяє встановити доцільність використання запропонованої рецептури та оцінити її вплив на економічні результати діяльності підприємства.

Основними показниками ефективності впровадження результатів дослідження є зміна собівартості продукції, економія матеріальних ресурсів, зниження витрат на виробництво, зміна рівня рентабельності продукції, а також очікуваний економічний ефект від реалізації удосконаленої продукції. Важливим критерієм оцінки є також підвищення ефективності використання сировинних ресурсів за рахунок оптимізації рецептурного складу та застосування функціональних компонентів.

Результати розрахунків основних техніко-економічних показників, що характеризують ефективність впровадження удосконаленої технології виробництва шинкових консервів, наведено у таблиці 5.6

Таблиця 5.6

Розрахунок зміни значень основних техніко-економічних показників під впливом впровадження удосконаленої технології виробництва делікатесних шинкових консервів

Показник	Од. виміру	Контрольний зразок	Дослідний зразок	Різниця – (економія) / + (зростання)
Обсяг виробництва	кг	100	100	–
Ціна реалізації	грн/кг	280,0	290,0	+10,0
Дохід від реалізації	грн	28000,0	29000,0	+1000,0
Повна собівартість	грн	22164,90	21540,10	–624,80
Прибуток	грн	5835,10	7459,90	+1624,80
Витрати на 1 грн реалізованої продукції	грн	0,79	0,74	–0,05
Рентабельність продукції	%	26,32	34,63	+8,31
Рентабельність продажу	%	20,84	25,72	+4,88

Аналіз техніко-економічних показників свідчить, що впровадження удосконаленої технології виробництва шинкових консервів забезпечує підвищення економічної ефективності виробництва. Повна собівартість дослідного зразка була нижчою на 624,8 грн/100 кг порівняно з контрольним зразком.

За рахунок покращення функціонально-технологічних властивостей та стабілізації якості готового продукту відпускна ціна дослідного зразка була збільшена до 290 грн/кг, що забезпечило зростання доходу від реалізації на 1000 грн/100 кг продукції.

Прибуток від реалізації дослідного зразка становив 7459,9 грн, що на 1624,8 грн більше порівняно з контрольним зразком. Одночасно витрати на 1 грн реалізованої продукції зменшилися з 0,79 до 0,74 грн, а рентабельність

продукції зросла на 8,31%, що підтверджує економічну доцільність впровадження удосконаленої рецептури у виробництво шинкових консервів.

Соціальний ефект впровадження удосконаленої технології виробництва шинкових консервів досягається за рахунок розширення асортименту м'ясних консервованих продуктів підвищеної харчової та біологічної цінності, забезпечення населення доступною продукцією тривалого терміну зберігання, а також підвищення ефективності використання м'ясної сировини у консервному виробництві.

Запропонована рецептура дозволяє отримати продукт зі стабільними показниками якості, високою поживною цінністю та покращеними функціонально-технологічними властивостями, що є особливо важливим в умовах воєнного стану, нестабільності логістичних ланцюгів та підвищеного попиту на продукти стратегічного зберігання. Впровадження удосконаленої технології також сприяє розширенню асортименту делікатесних м'ясних консервів, підвищенню доступності готової продукції для споживачів та забезпеченню населення якісними м'ясними продуктами вітчизняного виробництва.

Висновки до розділу 5

Проведене техніко-економічне обґрунтування удосконаленої технології виробництва шинкових консервів підтвердило економічну доцільність впровадження розробленої рецептури у виробничих умовах. Встановлено, що використання емульсії свинячої шкірки та текстурованого соєвого концентрату дозволяє оптимізувати рецептурний склад продукції та знизити витрати на основну сировину і матеріали.

За результатами розрахунків встановлено, що витрати на основну сировину та матеріали для дослідного зразка становили 13526,3 грн/100 кг, що на 429,42 грн менше порівняно з контрольним зразком. Водночас витрати на допоміжні та таропакувальні матеріали збільшилися лише на 26,7 грн/100 кг, що не мало суттєвого впливу на загальну структуру витрат виробництва.

Встановлено, що повна собівартість виробництва 100 кг дослідного зразка шинкових консервів була нижчою на 624,8 грн порівняно з контрольним зразком. При цьому прибуток від реалізації удосконаленого продукту збільшився на 1624,8 грн, а рівень рентабельності продукції зріс на 8,31%, що свідчить про підвищення економічної ефективності виробництва за рахунок впровадження удосконаленої технології.

Аналіз техніко-економічних показників показав, що використання удосконаленої рецептури сприяє зниженню витрат на 1 грн реалізованої продукції з 0,79 до 0,74 грн та забезпечує підвищення рентабельності продажу до 25,72%. Отримані результати підтверджують доцільність впровадження розробленої технології у виробництво делікатесних шинкових консервів.

Соціальний ефект впровадження удосконаленої технології полягає у розширенні асортименту м'ясних консервованих продуктів підвищеної харчової та біологічної цінності, забезпеченні населення доступною продукцією тривалого терміну зберігання та підвищенні ефективності використання м'ясної сировини у консервному виробництві. Впровадження розробленої рецептури є особливо актуальним в умовах воєнного стану та підвищеного попиту на продукти стратегічного зберігання, що підтверджує її економічну та соціальну значущість.

ВИСНОВКИ

Дослідження технології м'ясних продуктів подовженого терміну зберігання є важливим напрямом розвитку харчової промисловості, що дозволяє вирішити низку актуальних проблем, пов'язаних із якістю, безпечністю та доступністю м'ясної продукції. Запропоновані рішення мають потенціал для широкого впровадження у м'ясопереробній галузі та сприятимуть підвищенню ефективності використання ресурсів.

У дисертаційній роботі представлено обґрунтування вирішення питання удосконалення технології делікатесних консервів з використанням м'яса з ознаками DFD. Одержані дані дозволили зробити наступні висновки:

1. Проаналізовано сучасний стан наукових та практичних технологій переробки м'ясної сировини, встановлено, що основною причиною утворення м'яса з ознаками PSE: низький рН, світле забарвлення та кислий присмаком дряблої структури є в основному короткочасний стрес безпосередньо перед забоєм, що веде до значного викиду адреналіну. Для виробництва консервів в промисловості прийом заморожування, рекомендовано для подовження термінів придатності м'яса з ознаками DFD.

2. Експериментально підтверджено, що використання високоякісних рослинних білків в рецептурі делікатесних м'ясних консервів рекомендується для покращення функціональних і технологічних властивостей сировини з ознаками DFD. Порівняння хімічного складу білка дослідних і контрольних зразків показало, що вміст незамінних амінокислот в експериментальних композиціях є суттєво більшим, ніж у шинці стандартизованого складу, причому в досліді № 2 їх на 15,7 % більше, ніж в досліді № 1. Порівняння вмісту незамінних амінокислот в обраному для подальших досліджень дослідному зразку № 2 з визначеним органами ФАО/ВООЗ складом «ідеального» білка показало його близьку відповідність до міжнародних норм – відповідно, 30,1 % та 30,9 % в 100 грамах продукту.

3. Встановлено, що після посолу відбувається незначне збільшення рівня кислотності (зменшення рН), наростання здатності до зв'язування вологи: для яловичини з масовою часткою жиру не більше 6 % та 20 % ВЗЗ збільшується на 14,6 та 1,8 %, відповідно. Одночасно незначно збільшується параметр a_w , що свідчить про пов'язаний із зміною парціального тиску води внаслідок перерозподілу в м'ясних системах в процесі посолу вільної вологи та посолочних інгредієнтів. Напруження зрізу суттєво залежить від морфологічних властивостей сировини, що було засвідчено на прикладі яловичини з масовою часткою жиру до 6 % напруження зрізу якої було в 1,8 рази більшим, ніж у сировини із вмістом жиру 20 %, що дозволило прослідкувати залежність змін цього параметру у відповідності до морфології сировини.

4. За результатами математичного моделювання, використовуючи вміст незамінних амінокислот у зразках досліджуваних делікатесних консервів та обраних критеріїв оцінки, найкращі результати були виявлені у дослідному зразку 2, показники якого були дуже близькі до еталонної яловичини.

5. Гістологічними дослідженнями доведено, що застосування методу печатки при фарбуванні цитологічного та гістологічного матеріалу із одночасним формуванням цифрового мікроскопічного зображення є інноваційним рішенням, і дозволяє знизити кількість використання реактивів, супутніх матеріалів та антропогенне навантаження на довкілля.

6. Результати експертної оцінки органолептичних властивостей досліджених зразків показали, що стерилізована шинка дослідного складу перевищує відповідні показники стандартизованих консервів практично за всіма показниками, що, у сумі з даними про підвищений вмісту у них незамінних амінокислот є свідченням високих поживних та смакових характеристик продукту розробленого складу, на підставі чого вироблена за рецептурою № 2 шинка рекомендована до впровадження у виробництво.

7. За результатами експериментальних досліджень розроблена нормативно-технічна документація (ТУ У і ТІ У 10.1-00493706-173:2023 Консерви м'ясні шинкові делікатесні), отримано патент України на корисну модель «Спосіб виробництва шинки делікатесної», доведена можливість використання у виробництві високоякісної шинки, м'яса яловичини категорії DFD, що дозволяє розширити сировинну базу виробництва, а також суттєвого здешевлення виробництва за рахунок зменшення дозування м'ясної складової.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ЛІТЕРАТУРИ

1. Calderón-Ospina, C.A., Nava-Mesa, M.O. (2020). "B Vitamins in the nervous system: Current knowledge of the biochemical modes of action and synergies of thiamine, pyridoxine, and cobalamin". *CNS Neurosci Ther.* 26, №1, p. 5–13. doi:10.1111/cns.13207
2. Food and Agriculture Organization of the United Nations: Crops and Livestock Products. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>, 2019
3. Henchion, M., McCarthy, M., Resconi, V.C., Troy, D. (2019) Meat consumption: trends and quality matters. *Meat Science*. Vol. 98, # 3, p. 561-568. DOI:10.1016/j.meatsci.2014.06.007
4. Ринок м'яса та м'ясопродуктів в Україні. <https://agropolit.com/infographics/view/94>
5. Термін зберігання м'яса в різних умовах і видах. <https://kirpi4ik.com.ua/termin-zberigannya-myasa-v-riznix-umovax-i-vidax/>
6. Баль-Прилипко Л.В. Наукове обґрунтування удосконалення технології м'ясних, рибних, молочних та молоковісних продуктів з підвищеною харчовою цінністю [Монографія] / Л.В. Баль-Прилипко, І.М. Устименко, В.І. Ємцев, Г.Ф. Ємцева, Н.В. Голембовська, Ю.П. Крижова, О.А. Савченко, В.М. Ізраєлян, А.А. Менчинська, А.О. Іванюта, О.А. Штонда, Г.А. Толок, М.В. Рябовол – К.: ЦП «Компринт», 2023, – 320 с.
7. Harvard T.H. Chan, School of public health. The nutrition source. Food additives. <https://nutritionsource.hsph.harvard.edu/food-additives/>
8. Proximate composition, pH, and a w of the pork skin and canola oil gels. https://www.researchgate.net/figure/Proximate-composition-pH-and-a-w-of-the-pork-skin-and-canola-oil-gels_tbl2_31988102
9. Candek-Potokar, M., Zlender, B., Lefaucheur, L., Bonneau, M. (1998). Effects of age and/or at slaughter on longissimus dorsi muscle : biochemical and sensory quality in pigs. *Meat Science*, Vol. 48, # 3/4, p. 287-300
10. Honikel, K.O., Fischer, C. (1977). A rapid method for the detection of PSE and DFD porcine muscles. *J. Food Science*, Vol. 42, p. 1633-1636

11. Honikel, K.O., Kim, C.J. (1985). Über die ursachen der entstehung von PSE-schweinefleisch. *Fleischwirtschaft*. Vol. 61, p. 1125-1131
12. Shewan, I.C., Fraqueza, M.J., Santos, C. (1996). Microbial and retail life evaluation of PSE, NOR and DFD pork under aerobic refrigeration. *Meat for the consumers. 42th International congress MST*. 1996, p. 183-184
13. Kim, C.J., Lee, E.S., Joo, S.T., Kim, B.C., Kang, J.O., Kaufmann, R.G., Yoo, I.J., Ko, W.S., Choi, D.Y. (1996). Chemical, physical and structural characteristics of loins with from four quality groups. *42nd ICOMST. Lillehammer. Norway*, p. 312-313
14. Nillson, J. Freezing and cold storage of meat. Science and refrigeration. (1975). Vol. 4a, p. 144-146
15. Powling, J. Blast freezing and food quality. (1975). *Food processing industry*. Vol. 44, p. 15-20
16. Topel, D.G., Miller, J.A., Berger, P.J. (1976). Palatability and visual acceptance of dark, normal and pale colored porcine muscle Longissimus. *J. Food Science*. Vol. 41, # 3, p. 628-632
17. Honikel, K.O., Kim, C.J. Über die ursachen der entstehung von PSE-schweinefleisch. (1985). *Fleischwirtschaft*, Vol. 61, p. 1125-1131
18. Choi, M.J., Abduzokhurov, T., Park, D.H., Kim, E.J., Hong, G.P. (2018). Effects of Deep Freezing Temperature for Long-term Storage on Quality Characteristics and Freshness of Lamb Meat *Korean J. Food. Sci. Anim. Resour*. Vol. 38, # 5, p. 959-969
19. Nillson, J. Freezing and cold storage of meat. (1975). *Science and refrigeration*. Vol. 4a, p. 144-146
20. Powling, J. Blast freezing and food quality. (1975). *Food processing industry*. Vol. 44, p. 15-20
21. Hanafusa, N. (1967). Cellular injury and resistance in freezing organism. *Transactions of International conference on low temperature science*. Vol. 2, p. 34-35

22. Pandey, K.D., Shukla, S.P., Shukla, P.N., Giri, D.D., Singh, J.S., Singh, P., Kashyap, A.K. (2004). Cyanobacteria in Antarctica: ecology, physiology and cold adaptation. *Cell Mol Biol (Noisy-le-grand)*, Vol. 50, p. 575–584
23. Теоретичні основи теплового оброблення консервів.
<https://buklib.net/books/34978/>
24. М. Кухтин, В. Салата, Н. Болтик, Т. Рущинська, Я Крижанівський, В. Климик, В. Коваленко, З. Малімон. Характеристика замороженої яловичини за біохімічними та мікробіологічними показниками.
<https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202104-05>
25. Deming, J.W. (2002). Psychrophiles and polar regions. *Curr Opin Microbiol.* Vol. 5, p. 301–309
26. Leygonie, C., Britz, T.J., Hoffman, L.C. (2012). Impact of freezing and thawing on the quality of meat: Review. *Meat science*. Vol. 91. # 2. p. 93–98
27. Cao E., Chen Y., Cui Z., Forster P.R. Effect of freezing and thawing rates on denaturation of proteins in aqueous solutions // *Biotechnol. Bioenerg.* –2003. – Vol. 82, №6. – P. 684–690
28. Scrutton M.C., Utter M.P. (1965). Pyruvate carboxylase. *J Biol Chem*. Vol. 240, # 1, p. 1–12
29. Нардід О.А. Внутрішньо- і міжмолекулярні взаємодії та їх роль у кріопошкодженні й кріозахисті біологічних структур: Автореферат дисертації док. біол. наук. – Харків, 2012. – 42 с.
30. D'Amico, S., Collins, T., Marx, J.-C., Feller, G., Gerday, C. (2006). Psychrophilic microorganisms: challenges for life. *EMBO Rep*. Vol. 7, # 4, p. 385–389
31. Arannilewa, S., Salawu, S., Sorungbe, A., Ola-Salawyu, B. (2005) Effect of frozen period on the chemical, microbiological and sensory quality of frozen tilapia fish (*Sarotherodon galanaeus*). *Afr. J. Biotechnol.*, Vol. 4, p. 852-855
32. Krishtinsson, H.G., Rasco, B.A. (2000) Biochemical and functional properties of Atlantic salmon (*Salmo salar*) muscle proteins hydrolyzed with various alkaline proteases. *J. Agric. Food Chem.*, Vol. 48, p. 657-666

33. Josephson, D.L.R. (1987) Retroardol degradation of unsaturated aldehydes. Role in the formation of c-heptenal, from2,c6-nonadienal in fish, oyster and other flavors. *J.Am. Oil Chem. Soc.*, Vol. 64, p. 7-9
34. Kadidlová, H., Ciprysová, Z., Hoza, I., Budinský P. (2010). *International Journal of Food Science & Technology*, # 5, p. 966-970
35. Naseri, M., Rezaeu, M. (2012). Lipid changes during long-term storage of canned sprat. *Journal of Aquatic food product technology*, Vol. 21, # 1, p. 48-58
36. G., Wachholz, D., Henderson, D, Lochner, J.V. (1978). *J. Anim. Sci.*, Vol. 46, P. 1236
37. ДСТУ 4451:2005 «Консерви м'ясні шинкові. Технічні умови». Національний стандарт України, Держспоживстандарт України, 2006, 18 с.
38. Handbook of Fermented Meat and Poultry. (2007). *Blackwell Publishing*. Toldra, F., Editor, 554 p.
39. Hui, Y.H., Aalhus, J.L., Cocolin, L., Guerrero-Legarreta, I., Nollet, L.M., Purchas, R.W., Schilling, M.W., Stanfield, P.,Y. Xiong L. *Handbook of Meat and Meat Processing*. file:///C:/Users/User/Downloads/RoutledgeHandbooks-9781439836842-chapter3.pdf
40. DFD and PSE meats. In class notes, Food Science. <https://cwsimons.com/meat-quality-dfd-and-pse-meats/>
41. Порушення процесу дозрівання м'яса. <https://buklib.net/books/36116/>
42. Voisinet B.D., Grandlin T., O'Connor S.F., Tatum J.D., Deesing M.J. Bos Indicus-Cross Feedlot Cattle with excitable temperaments have tougher meat and a higher incidence of borderline dark cutters // *Meat Science*. 1997. V. 46, # 4, p. 367-377
43. Van Laack R.L., Kaufmann R.G., Sybesma W., Smulders F.J., Eikelenboom G, Pinheiro J.C. Is color brightness (L-value) a reliable indicator of water holding capacity in porcine muscle ? // *Meat Science*. 1994, # 4, p. 319-32
44. Schiefer G. Qualitätsmangel bei Schweinefleisch- PSE und DFD. *Kondition-Nuhrung*. 1977. V 21, # 6, p.621-626

45. Технологія виробництва м'ясних консервів: навчальний посібник [Ю.П.Крижова , Л. В. Баль-Прилипко] – К: Видавництво ОСНОВА, 2015. – 998 с.

46. Principles of Freezing Technologies. An Overview of Freezing Technologies for Food Preservation. <https://agriculture.institute/post-harvest-mgt-principles/freezing-technologies-for-food-preservation/>

47. Chantegretel G. Kes Miobathies en Higiene et technologie alimentaires. (1971). *Bull. Soc. Sci. Vet. Et Med.* # 73, p. 705-724

48. Bruce Mitcheli Rathgeber, B.M (2000). Postmortem changes in meat quality and miofibrillar protein degradation in turkey breast muscle. PhD Thesis in the Department of Applied Microbiology and Food Science. University of Saskatchewan.

https://www.collectionscanada.gc.ca/obj/s4/f2/dsk1/tape2/PQDD_0030/NQ63917.pdf

49. Henkel K.O., Hamid A., Fischer C., Hamm R. The influence of postmortem changes in bovine muscle on water holding capacity of beef. Postmortem storage of muscle at various temperatures between 0 and 30 °C // *J. Food Science*. 1981. V. 46, # 1, p. 23-28

50. Karpinska B., Krzewicki K. Wspolzaleznosc meedzy zawartoscia wolnych kwasow tiuszczowych I trojgliceryddow a ekstensywnoscia glicolizy w miesnim najoluzczym grzbietu u budla. *Rocz. Inst. Przem. Mies. i tluszcz.* 1985-1986. # 22-23, p. 86-94

51. Van Laack R.L., Kaufmann R.G., Sybesma W., Smulders F.J., Eikelenboom G, Pinheiro J.C. Is color brightness (L-value) a reliable indicator of water holding capacity in porcine muscle ? // *Meat Science*. 1994, # 4, p. 319-327

52. Gill C.O., Newton K.G. Microbiology of DFD beef/ F seminar in the EEC programme of coordination of research on animal welfare. Brussels. October 7-8/ *Corr. Top. Vet. Med.* // *Animal Sci. Eds. Hoopf. L. Tarrant P.* 1980, V. 40, p. 305

53. Pezacki W., Pezacka E. Einflub der salruag von rohwurstbrat auf die proteolyse // *Fleischwirtscheaft*. 1983. V. 63, # 4, p. 625-628

54. Tarrant P.V., Eikelenboom G., Monin G. Evaluation and control of meat quality in pigs. Martinus Nijhoff Pub. (Kluwer academic Pub. Gp.), Boston MA, 1987
55. Pezacki W., Pezacka E. Einflub der salruag von rohwurstbrat auf die proteolyse // Fleischwirtschaft. 1983. V. 63, # 4, p. 625-628
56. Honikel K.O., Roncales P., Hamm R. The influence of temperature on shortening and rigor on set in beef muscle // Meat Science. 1983. V. 8, # 3, p. 221-241
57. Augustini C., Fischer K., Schon L. Zum Vorkommen von dark cutting beefunter Proxisbedingungen // Fleischwirtschaft. 1979. # 3, p. 342-344
58. Mida A. Changes in the texture, gistological structure and degradation of myofibril protein of beef round meat during ordinary or vacuum cooking. Materials of 45th International congress MST, 1999, p. 188
59. Devlin, T., (2010). *Textbook of Biochemistry with Clinical Correlations (Seventh edition)*. Wiley. p. 1021–1027. ISBN 978-0-470-28173-4
60. Lodish, H., Berk, A., Zipursky, S.L. (2000) *Molecular Cell Biology (Fourth edition)*. New York, W,H. Freeman, Editor, p. 252-258. ISBN 0-7167-3136-3
61. Kaufmann R.G., Eikelenboom G., van der Wal P.G., Merkus G., Zaar M. The use of filter paper to estimate drip loss of porcine musculature // Meat Science. 1986. # 18, p. 191-200
62. Van Laack R.L., Kaufmann R.G., Sybesma W., Smulders F.J., Eikelenboom G, Pinheiro J.C. Is color brightness (L-value) a reliable indicator of water holding capacity in porcine muscle ? // Meat Science. 1994, # 4, p. 319-327
63. Eldridge G.A., Warner R.D., Ball C.I., Nanthan E. Influence of previous experience and pre-slaughter behavior on pig meat quality // Meat for the consumers. 38th International congress MST. Clermont-Ferrand. France. 1992. V 2, p. 169-172

64. Trout T.G. Evaluation of techniques for monitoring pork quality in Australian pork processing plant // Meat for the consumers. 38th International congress MST. Clermont-Ferrand. France. 1992. V. 5, p. 983-986
65. Kim C.J., Honikel K.O., Hamm R. Veränderungen im schweinemuskel nach dem schlachten und ihr einfluss auf das wasser-bindungsvermögen von fleisch und muskelhomogenaten. 2. Untersuchungen bei temperature von 0 bis 35 °C // Fleischwirtschaft. 1985. V. 65, # 5, p. 645-649
66. Gill C.O., Newton K.G. Microbiology of DFD beef/ F seminar in the EEC programme of coordination of research on animal welfare. Brussels. October 7-8/ Corr. Top. Vet. Med. // Animal Sci. Eds. Hoopf. L. Tarrant P. 1980, V. 40, p. 305
67. Shikama K. Some aspects of protein denaturation by freezing and thawing // Science Reports. 1965, V. 31, # 1, p. 67-73
68. Ashmore C., Carroll F., Doerr L., Tompkins G., Stokes H., Darker W. Experimental prevention of dark cutting meat // Journal of Animal Science. 1973, V. 62, p. 12-24
69. Jones S., Tong A. Factors influencing the commercial incidence of dark cutting beef // Canadian journal of animal science. 1989, V. 69, p. 649
70. Shewan I.C., Fraqueza M.J., Santos C. Microbial and retail life evaluation of PSE, NOR and DFD pork under aerobic refrigeration // Meat for the consumers. 42th International congress MST. 1996, p. 183-184
71. Приліпко Т.М., Гончар В.І. (2011) *Збірник наукових праць ВНАУ. Серія «Безпека продуктів харчування та технологія переробки». № 11 (51), с. 171-173*
72. Зміни властивостей м'яса під час автолізу. <https://buklib.net/books/34855/>
73. Янчева М. О., Пешук Л. В., Дроменко О. Б. Фізико-хімічні та біохімічні основи технології м'яса та м'ясопродуктів: Навчальний посібник. К.: Центр учбової літератури, 2009. — 304 с. ISBN 978-966-364-765-4
74. G., Wachholz, D., Henderson, D, Lochner, J.V. (1978). J. Anim. Sci., Vol. 46, P. 1236

75. Zhang, Y., Hopkins, D.L., Zhao, X., van-deVen, R., Mao, Y., Zhu, L., Han, G., Luo, X. (2018). Characterization of pH decline and meat color development of beef carcasses during the early postmortem period in a Chinese beef cattle abattoir. *Journal of Integrative Agriculture*, Vol. 17, # 7, p. 1691-1695
76. Buttkus, H.. On The Nature of the Chemical and Physical Bonds which Contribute to some Structural Properties of Protein Foods: A Hypothesis. <https://cool.culturalheritage.org/albumen/library/c20/buttkus1974.html>
77. Grossmann, L., McClements, D.J.. (2023). Current insights into protein solubility: A review of its importance for alternative proteins. *Food Hydrocolloids*, Vol. 137
78. Grandin, T. (1979). The effect of pre-slaughter handling and penning procedures on meat quality. *Journal of animal science*. Vol. 40, p. 147-152
79. Wismer-Pedersen, J. (1959). Quality of pork in relation to rate of pH change post mortem. *Food Res.* # 24, p. 711-727
80. Augustini, C., Fischer, K., Schon, L. (1979). Zum Vorkommen von dark cutting beefunter Proxisbedingungen. *Fleischwirtschaft*. Vol. 59. # 3, p. 342-344
81. Czizzolini, R., Novelli, E., Badiani, A., Rosa, P., Delbono, G. Objective measurements of pork quality; evaluation of different techniques. 37th ICOMST. Kulmbach. Germany. 1991
82. Garrido, M.D., Pedauye, J., Banon S., Peres, A.D., Laencina, J. Detection PSE meat and influence of ham pigment concentration. *Meat for the consumers*. 38th International congress MST. Clermont-Ferrand. France. 1992., V. 5, p. 903-906
83. Cheah, K.S., Cheah, K.M., Just, A. (1998). Identification and characterization of pigs prone to producing RSE (reddish-pink, soft and exudative) meat in normal pigs. *Meat Science*. Vol. 48, # 3/4, p. 249-255
84. Вологоутримуюча здатність та розчинність білків залежно від величини pH. https://ozlib.com/883580/tovarovedenie/vlagouderzhivayuschaya_sposobnost_rastvorimost_belkov_zavisimosti_velichiny

85. Schiefer G. Qualitätsmangel bei Schweinefleisch- PSE und DFD. Kondition-Nahrung. 1977. V 21, # 6, p.621-626
86. Henkel K.O., Hamid A., Fischer C., Hamm R. The influence of postmortem changes in bovine muscle on water holding capacity of beef. Postmortem storage of muscle at various temperatures between 0 and 30 °C // J. Food Science. 1981. V. 46, # 1, p. 23-28
87. Florowska, A., Chmiel, M., Adamczak, L,m Pietrzak, D., Ruchlicka, M. (2017). The effect of pale, soft and exudative meat of the quality of canned pork in gravy. *Meat science*, Vol. 123, p. 29-34
88. Gunter, H., Hautzinger, P. (2007). Meat processing technology for small to medium scale producers. *Food and Agriculture Organization of the United Nations Regional Office for Asia and the Pacific*. Bangkok. / <https://www.fao.org/3/ai407e/ai407e.pdf>
89. Rani, Z.T., Mhlongo, L.C., Hugo, A. (2023). Microbial Profiles of Meat at Different Stages of the Distribution Chain from the Abattoir to Retail Outlets. *Int J Environ Res Public Health*. Vol. 20, # 3, p. Published online, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9916197/>
90. Foister, B. (1992). Reduction of DFD carcass percentage by supply of sorbitol before slaughtering. *Meat for the consumers. 38th International congress MST. Clermont-Ferrand. France*. Vol. 2, p. 177-180
91. Shewan, I.C., Fraqueza, M.J., Santos, C. (1996). Microbial and retail life evaluation of PSE, NOR and DFD pork under aerobic refrigeration.. *Transactions of 42th International congress MST of "Meat for the consumers"*. p. 183-184
92. Gill, C.O., Newton, K.G. (1979). Spoilage of vacuum-packed dark, firm, dry meat at chill temperatures. *Applied and Environmental Microbiology*. Vol. 37, p. 362-364
93. Nitsch P., Oliveira F. (2004). Abhängigkeit des F. Wertes von der Sensorplatzierung, *Fleischwirtschaft*. # 9
94. Kent, H., The basics of salting and preserving meat, <https://www.motherearthnews.com/real-food/salting-meat-ze0z1511zdeh/>

95. Poligne I., Collignan A., Trystram G.J. (2002). Effects of salting, drying, cooking and smoking operations on volatile compound formation and color patterns in pork. *Food Sei.*, Vol. 67, # 8. p. 2976-2986
96. Sustainable Meat Production and Processing (2019). *Academic Press*, Galanakis, C.M., editor, 257 p. ISBN 978-0-12-814874-7, DOI <https://doi.org/10.1016/C2017-0-02230-9>
97. Technologie. Hohe Schule der Fleisch-Veredlung. // Fleischwirtschaft, №9. 2002
98. Lerfall, J. Østerlie, M. (2011). Use of sodium nitrite in salt-curing of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) – Impact on product quality. *Food Chemistry*. 124 (3), 759–766
99. Meat Pigment Chemistry, taken from IFT Mini-Experiments in Food Science Series. Available at: Meat Pigment Chemistry.pdf
100. Bailey, M.E. Frame R.W.; Naumann H.D. (1964). Cured Meat Pigments, Studies of the Photooxidation of Nitrosomyoglobin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 12 (1), 89–93
101. Sustainable Meat Production and Processing (2019). *Academic Press*, Galanakis, C.M., editor, 257 p. ISBN 978-0-12-814874-7, DOI <https://doi.org/10.1016/C2017-0-02230-9>
102. Technologie. Hohe Schule der Fleisch-Veredlung. // Fleischwirtschaft, №9. 2002
103. Lerfall, J. Østerlie, M. (2011). Use of sodium nitrite in salt-curing of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) – Impact on product quality. *Food Chemistry*. 124 (3), 759–766
104. Meat Pigment Chemistry, taken from IFT Mini-Experiments in Food Science Series. Available at: Meat PigmentChemistry.pdf
105. Bailey, M.E. Frame R.W.; Naumann H.D. (1964). Cured Meat Pigments, Studies of the Photooxidation of Nitrosomyoglobin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. Vol. 12, # 1, p. 89–93

106. Sindelar, J., Milkowski, A. (2012). Human safety controversies surrounding nitrate and nitrite in the diet. *Nitric Oxide*. Vol. 26, # 4, p. 259–266
107. Milkowski, A., Garg, H., Coughlin, J., Bryan, N. (2010). Nutritional epidemiology in the context of nitric oxide biology: Risk-Benefit evaluation for dietary nitrite and nitrate. *Nitric Oxide*. Vol. 22, # 2, p. 110–119
108. Keto-Timonen, R., Lindstrom, M., Puolanne, E., Niemisto, M., Korkeala, H. (2012). Inhibition of Toxigenesis of Group II (Nonproteolytic) *Clostridium botulinum* Type B in *Meat Products by Using a Reduced Level of Nitrite*. *Journal of food protection*. Vol. 75, # 7, p. 1346-1349
109. Allen, C.E., Foegeding, E.A. (1981). Some lipid characteristics and interactions in muscle foods-a review. *Food. Tehnol.*, Vol. 35, # 5, p. 253-257
110. Kemp, J.D., Fox, J.D., Moody, W.G. (1974). Cured ham properties as affected by nitrate and nitrite and fresh pork quality. *J. Food Sci.*, Vol. 39, # 5. p. 972-976
111. Sodium Nitrite. Hazardous Substance Fact Sheet. <https://nj.gov/health/eoh/rtkweb/documents/fs/2258.pdf>
112. Bal-Prylypko L.V., Slobodianiuk N.M., Leonova B.I., Kryzhova Yu.P. (2016). Actual Problems of Meat-Processing Industry. Second Edition, revised and augmented. Kyiv, Ukraine: Komprint, 368 p.
113. Andres, A.I., Cava, R., Martin, D., Vertanas, J., Ruiz, J. (2005). Lypolysis in dry-cured ham: Influence of salt content and processing conditions. *Food. Chem.* Vol. 90, # 4, p. 523-533
114. Campañone, L.A., Roche, L.A., Salvadori, V.O., Mascheroni, R.H. (2002). Monitoring of Weight Losses in Meat Products during Freezing and Frozen Storage. *Food Science and Technology International*, Vol. 8, # 4, p. 229-238
115. Berry, M.N., Pflug, I.J. Canning. <https://www.drpfplug.com>
116. Licciardello, J.J., Nickerson, I.T.R. (1963). Effect radiation environment of the thermal resistance of irradiated spores of *Bacillus subtilis*. *J. Appl. Microbiol*, vol. 11, # 3, p. 216-220

117. ДСТУ 7992:2015 М'ясо та м'ясна сировина. Методи відбирання проб та органолептичного оцінювання свіжості.
118. ДСТУ 8051:2015 Продукти харчові. Методи відбирання проб для мікробіологічних аналізів.
119. ДСТУ ISO 2917-2001 М'ясо та м'ясні продукти. Визначення рН (Контрольний метод).
120. ДСТУ ISO 1442:2005 М'ясо та м'ясні продукти. Метод визначення вмісту вологи (контрольний метод).
121. ДСТУ 4606:2006 Консерви м'ясні фаршеві. Загальні технічні умови
122. ДСТУ 7048:2009 Консерви м'ясорослинні та кров'яні. Загальні технічні умови
123. ДСТУ ISO 936:2008 М'ясо та м'ясні продукти. Метод визначення масової частки загальної золи.
124. ДСТУ ISO 13903:200. Корми для тварин. Метод визначення вмісту амінокислот (ISO 13903:2005, IDT). [Чинний від 2011–01–01]. Вид. офіц. Київ : Державне підприємство «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості», 2011. 12 с.
125. ДСТУ 7353:2013 М'ясо. Методика гістологічного визначення свіжості та ступеня дозрівання.
126. Хомич В.Т., Баль-Прилипко Л. В. Мікроструктурний аналіз м'яса та м'ясних продуктів: навчальний посібник. К.: Видавничий центр НУБіП України. 2018. 114 с.
127. ДСТУ 4350:2004 (ISO 660: 1996, NEQ). Олії. Методи визначання кислотного числа. [Чинний від 2004–11–28]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт, 2005. 12 с.
128. ДСТУ 4570:2006. Жири рослинні та олії. Метод визначення пероксидного числа. [Чинний від 2006–04–27]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт, 2007. 6 с.
129. ДСТУ 8446:2015. Продукти харчові. Методи визначення кількості мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів. [Чинний

від 2006–07–01]. Вид. офіц. Київ : Державне підприємство «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості», 2005. 16 с.

130. ДСТУ 30726:2002. Продукти харчові. Методи виявлення та визначення кількості бактерій виду *Escherichia coli* (ГОСТ 30726-2001, IDT). [Чинний від 2003–01–01]. Вид. офіц. Київ : Держстандарт України, 2002. 21 с.

131. ГОСТ 10444.2-94. Продукти харчові. Методи виявлення та визначення кількості *Staphylococcus aureus*. [Чинний від 1998–01–01]. Вид. офіц. : Міждержавна рада зі стандартизації, метрології та сертифікації, 1997. 19 с. 166. ДСТУ EN 12824:2004. Мікробіологія харчових продуктів та кормів для тварин. Горизонтальний метод виявлення *Salmonella* (EN 12824:1997, ЮТ). [Чинний від 2005-07-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2005. 24 с.

132. Баль-Прилипко Л.В. Методичні вказівки щодо виконання лабораторних робіт з дисципліни «Актуальні проблеми галузі» .Київ: НУБіП України, 2014. 40 с.

133. ГОСТ 25011–81 М'ясо і м'ясні продукти. Методи визначення білка

134. Міждержавний стандарт ГОСТ 8285-91 «Жири тваринні топлі. Правила приймання та методи випробувань»

135. Міждержавний стандарт ГОСТ 8285-91 «Жири тваринні топлі. Правила приймання та методи випробувань»

136. ГОСТ 9958-81. Вироби ковбасні й продукти з м'яса. Методи бактеріологічного аналізу – [Чинний від 1981-01-01]. К. Держспоживстандарт України, 1981. 14 с.

137. Яловичина не повинна бути дефіцитом. *Урядовий кур'єр*, 29.03.2022 р.

138. Bemal, V.M., Bemal, W.V., Stanley, D.W. (1987). Modifying the textural characteristics of formed beef products. *33 International Congress of Meat Science and Technology*, Finland,- Helsinki, 1987, p. 180-186

139. Хімічний склад яловичини. <https://dovidka.biz.ua/himichniy-sklad-yalovichini>
140. Махинько В.М., Дробот В.І., Соколовська І.О. Формула еталонного білка: етапи розроблення і сучасні норми. <https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/25340/1/Smvmfeberisn.pdf>
141. Соевий ізолят (протеїн) – вміст амінокислот. <https://fitaudit.ru/food/135815/amino>
142. ДСТУ 4451:2005 Консерви м'ясні шинкові. Технічні умови
143. Близнюк І., Лозовська Ю., Бреус Ю., Медведєв Ю., Менчинська А. Інноваційні підходи щодо фарбування цитологічних та гістологічних препаратів м'яса яловичини та м'ясних виробів. (2025). *Здоров'я людини і нації*, № 2, с. 57-65. <https://doi.org/10.31548/humanhealth.2.2025.57>
144. Alturkistani, Hani A., Tashkandi, Faris M., & Mohammedsaleh Zuhair M. (2016). Histological stains: a literature review and case study. *Global journal of health science*, 8 (3), 72-79. doi: 10.5539/gjhs.v8n3p72.
145. Bal-Prylypko, L., Kanishchev, O., Mushtruk, M., Leonova, B. (2024). Development of technology for extended-shelf-life meat products. *Animal Science and Food Technology*, 15(4), 132–149.
146. Bal-Prylypko, L., Nikolaenko, M., Kanishchev, O., Beiko, L., & Holembovska, N. (2023). Improving the technology for the production of raw dried beef products. *Animal Science and Food Technology*, 14(4), 26-39. <https://doi.org/10.31548/animal.4.2023.26>
147. Bal-Prylypko, L., Yancheva, M., Paska, M., Israelian V., Pylypchuk O., Tverezovska N., Kushnir, Y., Nazarenko, M. (2022). The study of the intensification of technological parameters of the sausage production process. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 16, 27–41.
148. Bautista, P.A., & Yagi, Y. (2015). Staining correction in digital pathology by utilizing a dye amount table. *J. Digit Imaging*, 28 (3), 283-294. doi: 10.1007/s10278-014-9766-0

149. Gurina, T.S., & Simms, L. Histology, Staining. (2025). Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557663/>
150. Horobin, R.W. (2011). How Romanowsky stains work and why they remain valuable - including a proposed universal Romanowsky staining mechanism and a rational troubleshooting scheme. *Biotechnic & Histochemistry*, 86 (1), 36-51.
151. Hrytsulyak, B.V., & Hrytsulyak, V.B. (2020). *Cytohistological and laboratory diagnostics of tumors*. Ivano-Frankivsk: Precarpathian National University named after Vasyl Stefanyk.
152. Javaeed, A., Qamar, S., Ali, S., Mustafa, M.A.T., Nusrat, A., & Ghauri, S.K. (2021) Histological Stains in the Past, Present, and Future. *Cureus*, 13(10), e18486. doi: 10.7759/cureus.18486.
153. Khomych, V.T., Bal-Prylypko, L. V., Mazurkevych, T.A., & Stegney, Zh.G. (2022). Microstructural analysis of meat and meat products. Kyiv: Publishing Center of NUBiP of Ukraine.
154. Kotsiumbas, G.I., Bisjuk, I.Yu., Kotsiumbas, I.Ya. (2006). *Microstructural study of raw materials in minced meat*. Lviv: Afisha
155. Marletta, S., Treanor, D., Eccher, A., & Pantanowitz, L. (2021). Whole-slide imaging in cytopathology: state of the art and future directions. *Diagnostic Histopathology*, 27 (11), 425 – 430. <https://doi.org/10.1016/j.mpdhp.2021.08.001>.
156. Pantanowitz L., & Harrington S. (2021). Experience Reviewing Digital Pap Tests using a Gallery of Images. *Journal of Pathology Informatics*, 12, 1-7.
157. Rivenson, Y., de Haan K., W. Wallace, D., & Ozcan, A. (2020). Emerging Advances to Transform Histopathology Using Virtual Staining. *BME Front*, 9647163. doi:[10.34133/2020/9647163](https://doi.org/10.34133/2020/9647163)
158. Rozhneva, I. L. (2014). Methodological recommendations for independent work of students on the topic "Fixation and staining of smears" in the discipline "Laboratory work technique". Dnipropetrovsk: Oles Honchar Dnipropetrovsk National University.

159. Tremilova, B., & Starha P. (2003). Histometric evaluation of meat products – determination of area and comparison of results obtained by histology and chemistry. *Czech J. Food Sci.*, 21, 101-106. doi:10.17221/3484-CJFS
160. Widbiller. M., Rothmaier, C., Saliter, D., Wölflick, M., Rosendahl, A., Buchalla, W., Schmalz, G., Spruss, T., & Galler, K.M. (2021). Histology of human teeth: Standard and specific staining methods revisited. *Arch Oral Biol*, 127, 105136. doi: 10.1016/j.archoralbio.2021.105136.
161. Yousefi, P., Huen, K., Quach, H., Motwani, G., Hubbard, A., Eskenazi, B., & Holland, N. (2015). Estimation of blood cellular heterogeneity in newborns and children for epigenome-wide association studies. *Environ Mol Mutagen*, 56(9), 751-758. doi: 10.1002/em.21966.
162. Zhou, Y., Chang, H., Barner, K., Spellman, P., & Parvin, B. (2014). Classification of histology sections via multispectral convolutional sparse coding. *Conf Comput Vis Pattern Recognit Workshops*, 3081-3088. doi: 10.1109/CVPR.2014.394

ДОДАТКИ

Додаток А.

Акт впровадження у виробництво

Погоджено Проректор з наукової роботи та інноваційної діяльності Оксана ТОНХА (підпис) (ПІБ) « 19 » _____ р. 	Затверджую Директор ТОВ "Агрофірма Столична" Петро КАНІЩЕВ (ПІБ) « 19 » _____ р. 
А К Т про впровадження/використання результатів докторської (кандидатської) дисертаційної роботи у виробництво	
Даним актом стверджується, що результати дисертаційної роботи на тему: <u>«Удосконалення технології делікатесних м'ясних консервів»</u> назва теми що представлена на здобуття наукового ступеня кандидата (доктора) наук _____ доктора філософії із спеціальності 181 "Харчові технології" виконаної <u>Медведєвим Юрієм Григоровичем</u> (ПІБ здобувача) впроваджені у <u>ТОВ "Агрофірма Столична"</u> назва підприємства, де здійснювалось впровадження	
1. Вид впроваджуваних результатів _____ (методика, рекомендації, пропозиції, модель, експериментальні дані тощо) технології шинкових консервів з використанням білкових концентратів	
2. Новизна отриманих результатів _____ декларційний патент на корисну модель 157358: МПК A23L 13/00. № u 2023 05295 (патенти, авторські свідоцтва тощо)	
3. Практичне впровадження/використання результатів _____ (місце впровадження/застосування) <u>ТОВ «Агрофірма Столична», Київська обл.</u>	
4. Значущість отриманих результатів _____ (економічний, соціальний, науково-технічний ефект) Удосконалено технологію делікатесних шинкових консервів з додаванням рослинних компонентів (соевого концентрату) із покращенням амінокислотним та жирнокислотним складом; проведено дослідження органолептичних, фізико-хімічних та мікробіологічних показників м'ясних консервів; визначено оптимальні умови технологічного процесу для забезпечення високої якості кінцевого продукту.	
5. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами _____ (назва, № держреєстрації) «Наукове обґрунтування створення комплексу технологій харчових продуктів та методів проєктування раціонів харчування для військовослужбовців» 0123U101493	

**Від Національного
університету біоресурсів і
природокористування України**

Начальник науково-дослідної
частини

(підпис) Володимир ОТЧЕНАШКО (ПІБ)
«18» травня 2016 р.

Від організації



Директор ТОВ "Агрофірма
Столична" Петро КАНІЩЕВ (ПІБ)
«18» травня 2016 р.

В.о. декана факультету харчових наук,
нутриціології та управління якістю

(підпис) Лариса БАЛЬ-ПРИЛИПКО (ПІБ)
«15» травня 2016 р.

Здобувач

(підпис) Юрій Медведєв (ПІБ)
«15» травня 2016 р.

Додаток Б

Акт впровадження в освітній процес

Погоджено
Проректор з науково-педагогічної роботи
та цифрової трансформації
Олена ГЛАЗУНОВА
(Підпис) (Прізвище, ініціали)
« 07 » 07 2016 р. « 07 »

Затверджую
Проректор з наукової роботи та
інноваційної діяльності
Оксана ТОНХА
(Підпис) (Прізвище, ініціали)
М.П. 07 2016 р.

А К Т

про впровадження/використання результатів
дисертаційної роботи на здобуття наукового ступеня доктора філософії
в освітній процес

Даним актом стверджується, що результати дисертаційної роботи на
тему: "Удосконалення технології делікатесних м'ясних консервів"

назва теми

що представлена на здобуття наукового ступеня доктора філософії за
спеціальністю 181 "Харчові технології"

виконаної Медведєвим Юрієм Григоровичем

ПІБ здобувача

впроваджено у навчальну програму при викладанні дисциплін: «Технологія
м'яса та м'ясних продуктів», «Технології зберігання, консервування та
переробки м'яса», «Актуальні проблеми галузі» на кафедрі технології м'ясних,
рибних та морепродуктів факультету харчових наук, нутриціології та
управління якістю у підготовці фахівців ОС "Бакалавр" спеціальності 181
"Харчові технології" та ОС "Магістр" ОП "Технології зберігання,
консервування та переробки м'яса" у Національному університеті біоресурсів
і природокористування України.

В.о. декана факультету харчових наук,
нутриціології та управління якістю
д.т.н., професор

Лариса БАЛЬ-ПРИЛИПКО

В.о. завідувача кафедри
технології м'ясних, рибних
та морепродуктів
к.т.н., доцент

Олександр САВЧЕНКО

Додаток В

Технічні умови

ДКПП 10.13

УКНД 67.120

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи та інноваційної діяльності Національного університету біоресурсів і природокористування України,
д-р. с-г. наук, доцент



Ізидор КОНДРАТЮК
м. Київ 2023 р.

КОНСЕРВИ М'ЯСНІ ШИНКОВІ ДЕЛІКАТЕСНІ

Технічні умови
ТУ У 10.1-00493706-173:2023
(Уведено вперше)

Дата надання чинності «01» чудня 2023 р.

Чинні до «01» чудня 2028 р.



РОЗРОБЛЕНО

Факультетом харчових технологій та управління якістю продукції АПК
Декан, д-р. техн. наук, професор,
керівник розробки

Лариса БАЛЬ-ПРИЛИПКО
«19» листопада 2023 р.

Відповідальний виконавець, доцент кафедри громадського здоров'я та нутриціології,
д-р. філософії

Микола НІКОЛАЄНКО
«19» листопада 2023 р.

Виконавці:

доцент кафедри технології м'ясних, рибних та морепродуктів, канд. техн. наук

Ігор УСТИМЕНКО
«19» листопада 2023 р.

аспірант кафедри технології м'ясних, рибних та морепродуктів

Олександр КАНИЩЕВ
«19» листопада 2023 р.

аспірант кафедри технології м'ясних, рибних та морепродуктів

Юрій МЕДВЕДЬ
«19» листопада 2023 р.

Київ – 2023



Додаток Г

Технологічна інструкція

ДКПП 10.13

УКНД 67.120

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи та інноваційної діяльності Національного університету біоресурсів і природокористування України,
д-р. с-г. наук, доцент

Вадим КОНДРАТЮК

«25» січня 2024 р.

КОНСЕРВИ М'ЯСНІ ШИНКОВІ ДЕЛІКАТЕСНІ

Технологічна інструкція
ТІ У 10.1-00493706-173:2024
(Уведено вперше)

Дата надання чинності «25» січня 2024 р.

Чинні до «25» січня 2029 р.

РОЗРОБЛЕНО

Факультетом харчових технологій та управління якістю продукції АПК
Декан, д-р. техн. наук, професор,
керівник розробки

Лариса БАЛЬ-ПРИЛИПКО

«24» січня 2024 р.

Відповідальний виконавець, доцент кафедри громадського здоров'я та нутриціології,
д-р. філософії

Микола НІКОЛАЄНКО

«24» січня 2024 р.

Виконавці:

доцент кафедри технології м'ясних, рибних та морепродуктів, канд. техн. наук, доцент

Ігор УСТИМЕНКО

«24» січня 2024 р.

аспірант кафедри технології м'ясних, рибних та морепродуктів

Олександр КАНИЩЕВ

«24» січня 2024 р.

аспірант кафедри технології м'ясних, рибних та морепродуктів

Юрій МЕДВЕДЄВ

«24» січня 2024 р.

Київ – 2024