МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

КАНІЩЕВ ОЛЕКСАНДР ПЕТРОВИЧ

УДК 664.9.047:637.5:636.2

ДИСЕРТАЦІЯ
УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ СИРОВ'ЯЛЕНИХ ПРОДУКТІВ З ЯЛОВИЧИНИ

181 «Харчові технології»
18 «Виробництво та технології»

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

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

Наукові керівники:

Баль-Прилипко Лариса Вацлавівна,
д-р техн. наук, професор
Толок Галина Арсенівна,
канд. техн. наук, доцент

Київ – 2025

АНОТАЦІЯ

Каніщев О.П. **Удосконалення технології сиров'ялених продуктів з яловичини.** Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 181 «Харчові технології». Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ. 2025 р.

У дисертаційній роботі аналітично та експериментально обґрунтовано доцільність застосування бактеріального препарату, який складається з колекції штамів *Staphylococcus carnosus*, *Pediococcus acidilactici*. аскорбінової кислоти та соку буряка концентрованого у технології пластівців м'ясних сиров'ялених з яловичини.

Доцільність застосування бактеріального препарату, який складається з колекції штамів *Staphylococcus carnosus*, *Pediococcus acidilactici*, аскорбінової кислоти та соку буряка концентрованого у технології пластівців м'ясних сиров'ялених з яловичини з отриманням готового продукту зі зниженим вмістом нітриту натрію і покращеними показниками якості та безпечності полягає у наступному. Сік буряка концентрований містить у своєму складі бетанін як барвник червоного кольору природного походження та значну кількість нітратів (2088 мг/100г), що дає змогу зменшити дозування нітриту натрію. Використання аскорбінової кислоти дає змогу стабілізувати стійкість бетаніну до атак речовин, характерних окисними властивостями за присутності характерного каталітичними властивостями сполук заліза (III). Використання штамів мікроорганізмів *Staphylococcus carnosus*, *Pediococcus acidilactici* при засолюванні яловичини полягає у мінімізація випадків її контакту з денітрифікуючими мікроорганізмами, забезпеченні її мікробіологічної чистоти та покращенні фізико-хімічних показників з отриманням пластівців м'ясних сиров'ялених стабільної якості.

Встановлено комплексну взаємодію між аскорбіновою кислотою та соком буряка концентрованим при засолюванні яловичини, яка підтверджується прискореним відновленням нітратів до нітритів у м'ясній системі, про що свідчить отриманий від'ємний показник окисно-відновного потенціалу (мінус 12), в той же час, відповідна характеристика контрольного зразка яловичини без використання аскорбінової кислоти та соку буряка концентрованого систематично збільшується при контакті з киснем повітря. Таким чином, визначено, що відновлення нітрату потребує введення в технологічну схему виробництва пластівців м'ясних сиров'лених перед здійсненням насиченням засолювальних речовин в яловичину проміжної стадії витримки засолювального розчину із вмістом соку буряка концентрованого та аскорбінової кислоти.

Встановлено, що використання штамів мікроорганізмів *Staphylococcus carnosus*, *Pediococcus acidilactici* у вигляді бактеріального препарату при засолюванні яловичини дало змогу збільшити кількість молочнокислих бактерій на 4,12 log КУО/г порівняно з контрольним зразком яловичини, що в результаті дало змогу швидше досягнути бажаного рівня кислотності м`яса – на 24 годину засолювання у контрольному зразку яловичини значення pH зменшилось від початкового на 0,05, а у дослідному зразку яловичини – на 0,14. Наприкінці терміну засолювання з використанням бактеріального препарату, в засоленій яловичині не виявлено бактерії групи кишкової палички, патогенні мікроорганізми, в т.ч. сальмонели, сульфітредукуючі клостридії, *Listeria monocytogenes* та *Staphylococcus aureus*. Також, за рахунок протеолітичної активності *Pediococcus acidilactici* дослідний зразок яловични характеризувався підвищеним показником пластичності порівняно з контролем на 0,4 $см^2$/г.

Обрано спосіб засолювання яловичини за якого поверхню м'яса натирають засолювальною сумішшю, а рештою сумішшю його насичують. Запропонований спосіб засолювання м'ясної системи дав змогу зменшити утримування нею води – на 24 годину засолювання масова частка вологи в дослідному зразку яловичини була меншою на 4,9 % від початкового значення, що є на 1,7 % більшою порівняно

з контрольним зразком яловичини, та зменшити показник активності води в неї – на 24 годину засолювання дослідний зразок яловичини характеризувався показником активності води 0,972, що є меншим на 0,009 від початкового значення, та на 0,004 меншим порівняно з контрольним зразком яловичини. За рахунок рівномірному розподіленню обраних засолювальних речовин в яловичині за обраним способом засолювання покращились колірні характеристики вироблених пластівців м'ясних сиров'ялених з яловичини за одночасного зменшеної кількості нітриту натрію в них на 0,0035 % порівняно з контрольним зразком пластівців м'ясних. Так, показники індексу почервоніння, рівня кольоровості відносно яскравості абсолютно білого об'єкта, інтенсивності кольору були більшими порівняно з контрольним зразком пластівців м'ясних на 0,11, 5,0, 0,06 відповідно. Це ми пояснюємо тим, що зниження вмісту залишкового нітриту натрію в пластівцях м'ясних сиров'ялених з яловичини за рахунок його метаболізування *Pediococcus acidilactici*, сприяє більш активному утворенню нітрозопігментів. Встановлено, що дослідний зразок пластівців м'ясних має підвищені органолептичні показники якості, незважаючи також на знижений вміст хлориду натрію на 2,43 % порівняно з контрольним зразком пластівців м'ясних, які показали відповідність попередньо одержаних результатів досліджень, зокрема структурно-механічних характеристик яловичини під час засолювання – на 24 годину засолювання яловичина мала показник граничного напруження зсуву 188 кПа, що на 6 кПа є більшим порівняно з контрольним зразком яловичини.

Здійснено математичне моделювання оцінки якісних властивостей зразків яловичини за зміною їх якісного стану протягом періоду засолювання за площею факторного простору поточних якісних параметрів. За цими результатами встановлено вміст засолювальних речовин (кг/100 кг м'ясної сировини) для виробництва пластівців м'ясних сиров'ялених з яловичини, що складається з солі морської у кількості 3,10 кг, нітриту натрію у кількості 0,005 кг, соку буряка концентрованого у кількості 0,5 кг, декстрози у кількості 0,650 кг, суміші спецій у кількості 1,90 кг, аскорбінової кислоти у кількості 0,085 кг, бактеріального

препарату, що складається з *Pediococcus acidilactici, Staphylococcus carnosus* у кількості 0,025 кг.

За результатами мікробіологічних досліджень пластівців м'ясних сиров'ялених з яловичини впродовж терміну зберігання, встановлено, що в дослідному зразку пластівців м'ясних бактерії групи кишкової палички, патогенні мікроорганізми, сульфітредукуючі клостридії, *Listeria monocytogenes* та *Staphylococcus aureus* не були виявлені. Динаміка зміни показника pH у пластівцях м'ясних сиров'ялених з яловичини впродовж терміну зберігання свідчить про його поступове зменшення, що пов`язане з уповільненою взаємодією слабких кислот з органічним матеріалом пластівців м'ясних. З результатів дослідження органолептичних показників якості пластівців м'ясних сиров'ялених з яловичини наприкінці терміну зберігання встановлено, що готовий продукт, вироблений за удосконаленою технологією зберіг первинні високі ці показники, зокрема, кольору, що корелює з результатами дослідження вмісту нітрозопігментів наприкінці терміну зберігання – їх вміст становив 79 %, що на 7,0 % є більшим порівняно з контрольним зразком пластівців м'ясних. В процесі зберігання зразків пластівців м'ясних сиров'ялених з яловичини, дослідний характеризувався меншим показником перекисного числа наприкінці терміну зберігання – на 0,22 мг-екв O_2/кг порівняно з контрольним зразком пластівців м'ясних. Динаміка зміни показника активності води зразків пластівців м'ясних сиров'ялених з яловичини під час зберігання показала, що дослідний зразок пластівців м'ясних мав підвищений цей показник на 0,015 наприкінці терміну зберігання порівняно з контрольним зразком пластівців м'ясних. Таким чином, удосконалена технологія дає змогу зберігати пластівці м'ясні сиров'ялені з яловичини до 180 діб за температури 4…6 °С.

За результатами дослідження харчової цінності пластівців м'ясних сиров'ялених з яловичини, встановлено, що вони є джерелом білків, жирів та енергії для V групи фізичної активності працездатного населення, так як ступінь забезпечення добової потреби в цих нутрієнтах та енергетичній цінності при

споживанні 100 гр готового продукту становить 39,76 %, 10,07 % та 8,20 % відповідно.

За вмістом афлотоксину В1, нітрозамінів, пестицидів, радіонуклідів і токсичних елементів у пластівцях м'ясних сиров'ялених з яловичини встановлено, що готовий продукт є безпечним для людського організму.

На підставі експериментальних і теоретичних досліджень уточнено технологічні режими та розроблено параметричну схему виробництва пластівців м'ясних сиров'ялених з яловичини. Розроблено нормативну документацію: ТУ У 10.1-00493706-164:2023 «Пластівці м'ясні сиров'ялені з яловичини» та ТІ У 10.1-00493706-164:2023 «Пластівці м'ясні сиров'ялені з яловичини». Результати наукової розробки апробовано в умовах ТОВ "ІНТЕРСТАБ".

Практична значимість удосконаленої технології полягає у застосуванні змішаного способу засолювання яловичини із використанням соку буряка концентрованого, аскорбінової кислоти та бактеріального препарату, що складається з *Pediococcus acidilactici, Staphylococcus carnosus*, яка дає змогу уникнути втрат нітрит-іону з поверхні м'яса в процесі тривалої витримки і тим суттєво зменшити дозування нітриту натрію та забезпечити стабільність показників якості пластівців м'ясних сиров'ялених з яловичини.

Впровадження результатів наукового дослідження дає змогу підвищити рентабельність та прибуток удосконалених пластівців м'ясних сиров'ялених з яловичини.

Соціально-економічне значення наукової розробки полягає у:

– удосконалені технології пластівців м'ясних сиров'ялених з яловичини з низькими вмістом нітриту натрію та хлориду натрію;

– розширенні асортименту в'ялених м'ясних продуктів, що задовольняють основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів;

– забезпеченні населення зручними для швидкого вживання харчовими продуктами.

Результати дисертаційної роботи впроваджено у навчальний процес кафедри технології м’ясних, рибних та морепродуктів Національного університету біоресурсів і природокористування України (м. Київ).

Ключові слова: сиров’ялені м’ясні продукти, технологія, молочнокислі бактерії, сік буряка концентрований, аскорбінова кислота, нітрит натрію.

ABSTRACT

Kanishchev O. Improvement of the technology of raw- dried beef products.

Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in specialty 181 "Food Technologies" – National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, 2025.

The dissertation analytically and experimentally substantiates the feasibility of using a bacterial preparation consisting of *Staphylococcus carnosus*, *Pediococcus acidilactici*, ascorbic acid and concentrated beet juice in the technology of raw-dried beef flakes.

The feasibility of using a bacterial preparation consisting of *Staphylococcus carnosus*, *Pediococcus acidilactici*, ascorbic acid and concentrated beet juice in the technology of raw-dried beef flakes with the production of a finished product with a reduced content of sodium nitrite and improved quality and safety indicators is as follows. Concentrated beet juice contains betanin as a red dye of natural origin and a significant amount of nitrates (2088 mg/100g), which allows you to reduce the dosage of sodium nitrite. The use of ascorbic acid allows you to stabilize the resistance of betanin to attacks by substances characterized by oxidative properties in the presence of characteristic catalytic properties of iron (III) compounds.

The use of microorganisms *Staphylococcus carnosus*, *Pediococcus acidilactici* when salting beef is to minimize its contact with denitrifying microorganisms, ensure its microbiological purity and improve its physicochemical indicators to obtain raw-dried beef flakes of stable quality.

A complex interaction between ascorbic acid and concentrated beet juice during salting of beef was established, which is confirmed by the accelerated reduction of nitrates to nitrites in the meat system, as evidenced by the obtained negative redox potential index (minus 12), at the same time, the corresponding characteristic of the control sample of beef without the use of ascorbic acid and concentrated beet juice systematically increases upon contact with oxygen in the air. Thus, it was determined

that nitrate reduction requires the introduction into the technological scheme of the production of raw-dried beef flakes before the saturation of the salting substances in the beef of the intermediate stage of aging of the salting solution containing concentrated beet juice and ascorbic acid.

It was found that the use of microorganisms *Staphylococcus carnosus*, *Pediococcus acidilactici* in the form of a bacterial preparation when salting beef made it possible to increase the number of lactic acid bacteria by 4.12 log CFU/g compared to the control sample of beef, which as a result made it possible to achieve the desired level of meat acidity faster – by 24 hours of salting in the control sample of beef the pH value decreased from the initial by 0.05, and in the experimental sample of beef by 0.14. At the end of the salting period using the bacterial preparation, no bacteria of the *Escherichia coli group*, pathogenic microorganisms, including *Salmonella*, sulfite-reducing clostridia, *Listeria monocytogenes* and *Staphylococcus aureus* were detected in the salted beef. Also, due to the proteolytic activity of *Pediococcus acidilactici*, the experimental beef sample was characterized by an increased plasticity index compared to the control by 0.4 cm^2/g.

A method of salting beef was chosen in which the surface of the meat is rubbed with a salting mixture, and the rest of the mixture is saturated. The proposed method of salting the meat system made it possible to reduce its water retention – after 24 hours of salting, the mass fraction of moisture in the experimental beef sample was 4.9 % less than the initial value, which is 1.7 % higher compared to the control beef sample, and to reduce its water activity index – after 24 hours of salting, the experimental beef sample was characterized by a water activity index of 0.972, which is 0.009 less than the initial value, and 0.004 less compared to the control beef sample. Due to the uniform distribution of the selected salting substances in the beef according to the selected salting method, the color characteristics of the produced raw-dried beef flakes improved while simultaneously reducing the amount of sodium nitrite in them by 0.0035 % compared to the control sample of beef flakes. Thus, the indicators of the redness index, the level of color relative to the brightness of a completely white object,

and the color intensity were higher compared to the control sample of beef flakes by 0.11, 5.0, and 0.06, respectively. We explain this by the fact that the reduction in the content of residual sodium nitrite in raw-dried beef flakes due to its metabolization by *Pediococcus acidilactici* contributes to a more active formation of nitroso pigments. It was found that the experimental sample of beef flakes has increased organoleptic quality indicators, despite also the reduced content of sodium chloride by 2.43 % compared to the control sample of beef flakes, which showed compliance with the previously obtained research results, in particular the structural and mechanical characteristics of beef during salting – at 24 hours of salting, the beef had an ultimate shear stress of 188 kPa, which is 6 kPa higher compared to the control sample of beef.

Mathematical modeling of the assessment of the quality properties of beef samples by changing their quality state during the salting period by the area of the factor space of the current quality parameters was carried out. Based on these results, the content of salting substances (kg/100 kg of meat raw material) for the production of raw-dried beef flakes was established, consisting of sea salt in the amount of 3.10 kg, sodium nitrite in the amount of 0.005 kg, concentrated beet juice in the amount of 0.5 kg, dextrose in the amount of 0.650 kg, a mixture of spices in the amount of 1.90 kg, ascorbic acid in the amount of 0.085 kg, a bacterial preparation consisting of *Pediococcus acidilactici*, *Staphylococcus carnosus* in the amount of 0.025 kg.

According to the results of microbiological studies of raw-dried beef flakes during the storage period, it was found that in the experimental sample of beef flakes, bacteria of the *Escherichia coli group*, pathogenic microorganisms, sulfite-reducing clostridia, *Listeria monocytogenes* and *Staphylococcus aureus* were not detected. The dynamics of changes in the pH index in raw-dried beef flakes during the storage period indicates its gradual decrease, which is associated with the slowed interaction of weak acids with the organic material of meat flakes. From the results of the study of organoleptic quality indicators of raw-dried beef flakes at the end of the storage period, it was found that the finished product produced using the improved technology retained its original high indicators, in particular, color, which correlates with the

results of the study of the content of nitroso pigments at the end of the storage period – their content was 79 %, which is 7.0 % higher compared to the control sample of beef flakes. During the storage of samples of raw-dried beef flakes, the experimental one was characterized by a lower peroxide value at the end of the storage period – by 0.22 mg-eq O_2/kg compared to the control sample of beef flakes. The dynamics of changes in the water activity index of samples of raw-dried beef flakes during storage showed that the experimental sample of beef flakes had an increased index by 0.015 at the end of the storage period compared to the control sample of beef flakes. Thus, the improved technology allows storing raw-dried beef flakes for up to 180 days at a temperature of 4...6 °C.

According to the results of a study of the nutritional value of raw-dried beef flakes, it was found that they are a source of proteins, fats and energy for the V group of physical activity of the able-bodied population, since the degree of ensuring the daily need for these nutrients and energy value when consuming 100 grams of the finished product is 39.76 %, 10.07 % and 8.20 %, respectively.

Based on the content of aflatoxin B1, nitrosamines, pesticides, radionuclides, and toxic elements in raw-dried beef flakes, it was found that the finished product is safe for the human body.

Based on experimental and theoretical research, technological regimes were refined and a parametric scheme for the production of raw-dried beef flakes was developed. Regulatory documentation was developed: TC U 10.1-00493706-164:2023 “Raw-dried beef meat flakes "Special"” and TI U 10.1-00493706-164:2023 “Raw-dried beef meat flakes "Special"”. The results of scientific development were tested in the conditions of LLC “INTERSTAB”.

The practical significance of the improved technology lies in the application of a mixed method of salting beef using concentrated beet juice, ascorbic acid, and a bacterial preparation consisting of *Pediococcus acidilactici*, *Staphylococcus carnosus*, which makes it possible to avoid losses of nitrite ion from the surface of meat during

long-term aging and thus significantly reduce the dosage of sodium nitrite and ensure the stability of the quality indicators of raw-dried beef flakes.

The implementation of the results of scientific research makes it possible to increase the profitability and profit of improved raw-dried beef flakes.

The socio-economic significance of the scientific development lies in:

– improved technologies of raw-dried beef flakes with low sodium nitrite and sodium chloride content;

– expanding the range of dried meat products that meet the basic principles and requirements for food safety and quality;

– providing the population with food products convenient for quick consumption.

The results of the dissertation were implemented in the educational process of the Department of Meat, Fish and Seafood Technology of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine (Kyiv).

Keywords: raw-dried meat products, technology, lactic acid bacteria, concentrated beet juice, ascorbic acid, sodium nitrite.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Стаття у періодичному науковому виданні, включеному до категорії «А» Переліку наукових фахових видань України та/або у закордонних виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection та/або Scopus

1. Danylenko S., Naumenko O., Yemtsev V., Kryzhska T., Potemska O., Tolok G., **Kanishchev O.**, Ochkolyas O., Prokopenko N., Omelian A. Justification and microbiota compositions development for the fermentation of raw meat. Potravinarstvo. 2023. Vol. 17. P. 405–418. (*Даниленко С. визначено актуальність проведених досліджень, проведено скринінг літературних джерел за темою статті; Науменко О. підібрано методи та узагальнено методики проведення експериментальних досліджень; Ємцев В. підібрано методи та узагальнено методики проведення експериментальних досліджень; Потемська О. взято участь у виконанні досліджень, виконано статистичну обробку даних та підготовлено матеріали до друку; Толок Г. взято участь у проведенні експериментальних досліджень;* ***Каніщев О.*** *підготовка модельних зразків, підбір композиції мікробіоти, визначення молочнокислих бактерій, нітритвідновлювальної активності, мікробіологічних показників, підготовка матеріалів до друку; Очколяс О. підготовка статті до друку; Прокопенко Н. узагальнено висновки та рекомендації; Омельян А. виконано статистичну обробку даних та підготовлено матеріали до друку*).

2. Bal-Prylypko L., **Kanishchev O.**, Mushtruk M., Leonova B. Development of technology for extended-shelf-life meat products. Animal Science and Food Technology. 2024. Vol. 15. No. 4. P. 132–149. (*Баль-Прилипко Л.В. проведено аналіз літературних джерел;* ***Каніщев О.П.*** *підготовка модельних зразків пластівців м'ясних з яловичини, визначення пластичності, кольорових характеристик, напруження зсуву, активної кислотності, масової частки вологи, мікробіологічних показників, розроблення параметричної схеми*

виробництва, підготовка матеріалів до друку; Муштрук М.М. підібрано методики проведення досліджень, проведено їх узагальнення; Леонова Б.І. узагальнено висновки та рекомендації).

Статті у наукових виданнях, включених до Переліку наукових фахових видань України

2. Bal-Prylypko L., Nikolaenko M., **Kanishchev O.**, Beiko L., Holembovska N. Improving the technology for the production of raw dried beef products. Animal Science and Food Technology. 2023. Vol. 14. No. 4. P. 26–39. (*Bal-Prylypko, L., проведено аналіз літературних джерел. Nikolaenko, M., здійснено загальне оформлення статті до друку.* ***Kanishchev, O.*** *взято участь у дослідженнях на лабораторних тваринах, узагальнено результати експериментальних досліджень; підібрано методики проведення досліджень, проведено їх узагальнення; виконано статистичну обробку даних. Beiko, L., визначено актуальність проведених досліджень, скринінг літературних джерел. Holembovska, N. узагальнено висновки та рекомендації*).

3. Каніщев О. П. Технологічні особливості використання бактеріальних препаратів за виробництва сиров'ялених м'ясних пластівців із яловичини. Здоров'я людини і нації. 2024. № 4. С. 40–49.

Стаття в іншому періодичному виданні

5. Баль-Прилипко Л., Устименко І., **Каніщев О.** Використання бактеріальних препаратів у виробництві м'ясних снеків. Світ продуктів. 2025. № 2. С. 32–34. (*Баль-Прилипко Л. проведено аналіз літературних джерел; Устименко І. здійснено загальне оформлення статті до друку;* ***Каніщев О.*** *взято участь у дослідженнях на лабораторних тваринах, узагальнено результати експериментальних досліджень*).

Патент

6. Баль-Прилипко Л. В., Ніколаєнко М. С., Устименко І. М., Швець О. В., **Каніщев О. П.** Патент України на корисну модель 154862 Україна. МПК (2016.01) A23L 13/10. Спосіб виробництва пластівців м'ясних з яловичини сиров'ялених. Національний університет біоресурсів і природокористування України; номер u202301932; заявл. заявл. 24.04.2023; опубл. 28.12.2023; Бюл. 52. (*Баль-Прилипко Л.В. оформлено заявку на корисну модель*; *Ніколаєнко М.С. взято участь у виконанні досліджень*; *Устименко І.М. взято участь у пошуку прототипу для оформлення патенту*; *Швець О.В. взято участь у виконанні досліджень*; ***Каніщев О.П.*** *взято участь у виконанні досліджень, виконано статистичну обробку даних та підготовлено матеріали до патентування*).

Тези наукових доповідей

7. Баль-Прилипко Л. В., Ніколаєнко М. С., Бандура В. М., **Каніщев О. П.** Особливості виготовлення м'ясних продуктів подовженого терміну зберігання. Інноваційні технології та перспективи розвитку м'ясопереробної галузі: III Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 18 жовтня 2022 року: тези доповіді. Київ, 2022. С. 191-194 (*Баль-Прилипко, Л.В., визначено актуальність проведених досліджень, проведено скринінг літературних джерел за темою статті; Ніколаєнко, М.С., підібрано методи та узагальнено методики проведення експериментальних досліджень; Бандура, В. М., узагальнено експериментальні дані та виконано статистичну обробку; Каніщев, О. П., взято участь у виконанні досліджень, виконано статистичну обробку даних та підготовлено матеріали до друку*).

8. Баль-Прилипко Л. В., Ніколаєнко М. С., Бандура В. М., **Каніщев О. П.** Особливості виготовлення м'ясних продуктів подовженого терміну зберігання. Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті євроінтеграції: XI Міжнародна науково-технічна конференція, м. Київ, 08 листопада 2022 року: тези доповіді. Київ, 2022. С. 165–166. (*Баль-Прилипко, Л.В., визначено актуальність проведених досліджень, проведено скринінг*

літературних джерел за темою статті; Ніколаєнко, М.С., підібрано методи та узагальнено методики проведення експериментальних досліджень; Бандура, В. М., підібрано методи та узагальнено методики проведення експериментальних досліджень; Каніщев, О. П., взято участь у виконанні досліджень, виконано статистичну обробку даних та підготовлено матеріали до друку).

9. **Каніщев О. П.**, Баль-Прилипко Л. В. Особливості посолу делікатесних сиров'ялених м'ясних виробів. Продовольча та екологічна безпека в умовах війни та повоєнної відбудови: виклики для України і світу: Міжнародна науково-практична конференція, присвячена 125-річчю НУБіП України, м. Київ, 25 травня 2023 року: тези доповіді. Київ, 2023. С. 378-380 (*Каніщев, О. П., взято участь у виконанні досліджень, виконано статистичну обробку даних та підготовлено матеріали до друку; Баль-Прилипко, Л. В. визначено актуальність проведених досліджень, проведено скринінг літературних джерел за темою статті*).

10. Bal-Prylypko L. V., Nikolaenko M. S., **Kanishchev O. P.** Development of technology of meat products of extended term of fitness. Problems and prospects of innovative technique and technology in agri-food chain: III International scientific-technical conference, Tashkent, April 20–21, 2023: abstracts. Tashkent, 2023. P. 41-42 . (*Bal-Prylypko, L. V., визначено актуальність проведених досліджень, проведено скринінг літературних джерел за темою статті; Nikolaenko, M. S., підібрано методи та узагальнено методики проведення експериментальних досліджень; Kanishchev, O. P. взято участь у виконанні досліджень, виконано статистичну обробку даних та підготовлено матеріали до друку*).

11. Каніщев О. П. Апробування активності мікроорганізмів для сиров'ялених м'ясних продуктів. Актуальні питання сьогодення та післявоєнного відновлення сільського господарства й екології: експертно-аналітичні складові формування продовольчої стратегії України: Науково-

практична конференція з нагоди 20-річчя УЛЯБП АПК НУБіП України, смт Чабани, 02 жовтня 2023 року: тези доповіді. смт Чабани, 2023. С. 74-77 .

12. Баль-Прилипко Л. В., Устименко І. М., **Каніщев О. П.** Використання бактеріальних препаратів в технології сиров'ялених м'ясних пластівців. Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті євроінтеграції: XIII Міжнародна науково-технічна конференція, м. Київ, 21 листопада 2024 року: тези доповіді. Київ, 2024. С. 229–230. (*Баль-Прилипко, Л. В., визначено актуальність проведених досліджень, проведено скринінг літературних джерел за темою статті; Устименко, І.М., підібрано методи та узагальнено методики проведення експериментальних досліджень; Каніщев, О. П. взято участь у виконанні досліджень, виконано статистичну обробку даних та підготовлено матеріали до друку*).

13. **Каніщев О. П.**, Баль-Прилипко Л. В., Устименко І. М. Удосконалення технології сиров'ялених пластівців м'ясних. Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства: XII Міжнародна науково-практична конференція вчених, аспірантів і студентів, м. Київ, 18–19 квітня 2024 року: тези доповіді. Київ, 2024. С. 49-50. (*Каніщев, О. П., взято участь у виконанні досліджень, виконано статистичну обробку даних та підготовлено матеріали до друку*; *Баль-Прилипко, Л. В., визначено актуальність проведених досліджень, проведено скринінг літературних джерел за темою статті; Устименко, І.М. підібрано методи та узагальнено методики проведення експериментальних досліджень*).

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ..... 19

РОЗДІЛ 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ..... 26

1.1 Вивчення ролі бар`єрних технологій як фактору досягнення безпечності м`ясних продуктів..... 26

1.1.1 Визначення основних положень теорії бар`єрів..... 28

1.1.2 Формулювання поняття бар`єрних технологій..... 29

1.2 Аналіз основних способів теплової обробки в технології м’ясних продуктів подовженого терміну зберігання..... 33

1.2.1 Визначення основних принципів дій з копчення м`ясних продуктів 33

1.2.2 Визначення основних принципів дій з в’ялення м`ясних продуктів 35

1.3 Розгляд механізмів перетворення нітриту натрію при виробництві м’ясних продуктів подовженого терміну зберігання..... 40

1.4 Роль стартових культур у виробництві в`ялених м`ясопродуктів..... 43

1.5 Дієві шляхи зменшення дозування нітриту натрію в технології м’ясних продуктів подовженого терміну зберігання..... 51

Висновки за розділом 1..... 58

РОЗДІЛ 2 ОБ’ЄКТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ..... 60

2.1 Етапи та послідовність виконання роботи..... 60

2.2 Характеристика сировини..... 61

2.3 Об`єкт та предмет дослідження..... 61

2.4 Методи дослідження..... 63

2.5 Математичні та статистичні методи обробки отриманих результатів 71

Висновки за розділом 2..... 75

РОЗДІЛ 3 НАУКОВЕ ОБГРУНТУВАННЯ СКЛАДУ І ТЕХНОЛОГІЇ ПЛАСТІВЦІВ М'ЯСНИХ СИРОВ'ЯЛЕНИХ З ЯЛОВИЧИНИ..... 76

3.1 Обгрунтування можливості часткової заміни нітриту натрію на сік буряка концентрований при виробництві пластівців м'ясних сиров`ялених з яловичини..... 76

3.2 Розробка принципів зменшення дозування нітриту натрію в технології пластівців м'ясних сиров`ялених з яловичини..... 78

3.3 Дослідження впливу активності мікроорганізмів в яловичині при засолюванні..... 86

3.4 Обгрунтування рекомендованого способу засолювання яловичини при виробництві пластівців м'ясних сиров`ялених 93

3.5 Математичне моделювання оцінки показників якості яловичини в процесі засолювання 108

Висновки за розділом 3..... 117

РОЗДІЛ 4 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ВИРОБНИЦТВА ПЛАСТІВЦІВ М'ЯСНИХ СИРОВ'ЯЛЕНИХ З ЯЛОВИЧИНИ, ОЦІНКА ЇХ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ..... 120

4.1 Дослідження показників якості та безпечності пластівців м'ясних сиров'ялених з яловичини..... 120

4.2 Дослідження харчової цінності пластівців м'ясних сиров'ялених з яловичини..... 129

4.3 Розроблення параметричної схеми та опис технологічного процесу виробництва пластівців м'ясних сиров'ялених з яловичини..... 132

Висновки за розділом 4..... 140

РОЗДІЛ 5 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПЛАСТІВЦІВ М'ЯСНИХ СИРОВ'ЯЛЕНИХ З ЯЛОВИЧИНИ 142

5.1 Економічна ефективність виробничої діяльності підприємства..... 142

5.2 Розрахунок економічної ефективності виробництва пластівців м'ясних сиров'ялених з яловичини..... 143

Висновки за розділом 5..... 151

ВИСНОВКИ..... 152

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ..... 154

ДОДАТКИ..... 185

Додаток А Акт і протокол промислової апробації пластівців м'ясних сиров'ялених з яловичини..... 186

Додаток Б Проєкти нормативної документації.....

Додаток В Експертний висновок.....

Додаток Г Акт впровадження результатів досліджень у навчальний процес.....

Додаток Д Патент, що отриманий за темою дисертаційної роботи.....

Додаток Е Список публікацій здобувача.....

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

АВ	– активність води
БТ	– бар’єрна технологія
ВЗЗ	– вологозв’язувальна здатність
ВООЗ	– Всесвітня організація охорони здоров’я
ЗС	– засолювальна суміш
МБ	– молочнокислі бактерії
ОВП	– окисно-відновний потенціалом
СБК	– сік буряка концентрований
СК	– стартові культури
P. acidilactici	– *Pediococcus acidilactici*
S. carnosus	– *Staphylococcus carnosus*

ВСТУП

Обґрунтування вибору теми дослідження. М`ясні продукти є цінним джерелом отримання організмом поживних речовин, вітамінів та мікроелементів. В умовах сучасності суттєво зростає актуальність питання забезпечення населення, зокрема, особливо з високою фізичної активністю, м'ясними снеками. З огляду на цю обставину, перед виробниками м`ясної продукції стоїть задача суттєвого гальмування, в ідеальних умовах припинення процесів фізичного, хімічного та мікробіологічного псування застосуванням бар`єрних технологій, серед яких пріоритетними слід визнати засолення м`ясної сировини та внесення в м'ясну систему захисної мікрофлори з її подальшим в`яленням та зниженням активності води в готовому продукті до рівня, за якого неможливим стане розмноження патогенної мікрофлори.

Підвищенню якості та безпечності м'ясних продуктів подовженого терміну зберігання присвячено наукові праці багатьох вчених: Л.В. Баль-Прилипко, В.М. Пасічного, Л.Г. Віннікової, О.В. Сидоренко, В.С. Гуця, Т.К. Лебської та ін. Зокрема, ними розроблено рекомендації щодо технологічних режимів отримання м'ясної продукції подовженого терміну зберігання. У той же час, у недостатній мірі обгрунтовано оптимальні способи засолювання м'ясної сировини з використанням бактеріальних препаратів та сировини рослинного походження як часткової заміни традиційно використовуваного нітриту натрію, який може чинити негативний вплив на здоров'я людини, для отримання готового продукту з низьким його вмістом.

У зв'язку з цим удосконалення складу засолювальної суміші та технологічних режимів виробництва сиров'ялених м'ясних продуктів є актуальною задачею з точки зору отримання безпечного для вживання людиною готового продукту.

Також, гостро стоїть задача розробки м’ясного продукту, який міг би бути спожитим безпосередньо на місцях без потреби в доповненні гарнірами. Такими, на нашу думку, можуть бути пластівці м’ясні сиров’ялені з яловичини.

За традиційними технологіями виробництва таких видів в`ялених продуктів з м’яса на доведення продукту до нормованої якості необхідно витратити значний час. Оскільки завершальна стадія виробництва передбачає тривалу витримку засоленої м’ясної сировини на відкритому повітрі, існує значний ризик забруднення її численними штамами небезпечних для здоров`я людини, шкідливих і токсикогенних мікроорганізмів, пліснявіння та інших видів псування.

Таким чином, при виконанні наукового дослідження постає потреба у вирішенні наступного: максимально скоротити час виробництва пластівців м’ясних сиров’ялених з яловичини; забезпечити умови уникнення ризику мікробіологічного псування продукту в процесі виробництва та подальшого зберігання; максимально знизити вміст в готовому продукті нітриту натрію.

Поставлені проблеми можуть бути вирішені додаванням в засолювальну суміш інгредієнтів на першій стадії виробництва спеціально обраних бактеріальних препаратів та овочевого соку.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана в Національному університеті біоресурсів і природокористування України (НУБіП України) в межах держбюджетної науково-дослідної роботи “Наукове обгрунтування створення комплексу технологій харчових продуктів та методів проектування раціонів харчування для військовослужбовців” (№ 0123U101493).

Мета і завдання дослідження. Метою роботи є удосконалення технології пластівців м’ясних сиров’ялених з яловичини з використанням соку буряка концентрованого та бактеріальних препаратів.

Для досягнення поставленої мети було визначено такі **завдання:**

– обгрунтувати вибір інгредієнтів для часткової заміни нітриту натрію при виробництві пластівців м’ясних сиров’ялених з яловичини;

– дослідити ефективність використання стартових культур *Staphylococcus carnosus*, *Pediococcus acidilactici* при засолюванні яловичини для забезпечення її мікробіологічної безпеки та стабілізації червоного кольору пластівців м'ясних сиров'ялених;

– обгрунтувати спосіб засолювання яловичини та розробити рецептури пластівців м'ясних сиров'ялених з яловичини;

– дослідити мікробіологічні та фізико-хімічні показники якості пластівців м'ясних сиров'ялених з яловичини;

– уточнити технологічні режими та розробити принципову технологічну схему виробництва пластівців м'ясних сиров'ялених з яловичини;

– розробити нормативну документацію, провести промислову апробацію удосконаленої технології, довести її економічну ефективність.

Об'єкт дослідження – технологія сиров'ялених м'ясних продуктів з яловичини.

Предмет дослідження – сік буряка концентрований; модельні зразки яловичини під час засолювання, їх фізико-хімічні характеристики і мікробіологічні показники; модельні зразки пластівців м'ясних сиров'ялених з яловичини, їх фізико-хімічні характеристики і мікробіологічні показники; технологічні процеси та показники якості пластівців м'ясних сиров'ялених з яловичини.

Методи дослідження. Для досягнення поставленої мети використано загальноприйняті та спеціальні методи досліджень, а саме: фізико-хімічні (масова частка білка, масова частка жиру, масова частка вологи, масова частка нітриту натрію, масова частка хлориду натрію, вміст нітрозопігментів, активна кислотність, активність води, вологозв'язувальна здатність, окисно-відновний потенціал, напруження зсуву, перекисне число, пластичність), органолептичні, мікробіологічні (кількість життєздатних молочнокислих бактерій, бактерій групи кишкової палички, сульфітредукуючих клостридій, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*), показники безпечності (вміст мітотоксинів, вміст

нітрозамінів, вміст пестицидів, вміст радіонуклідів, вміст свинцю, арсену, кадмію, ртуті), математичні (статистична обробка експериментальних результатів, моделювання оцінки показників якості яловичини в процесі засолювання).

Наукова новизна одержаних результатів. Уперше розроблено засолювальну суміш для виробництва пластівців м'ясних сиров'ялених з яловичини з низьким вмістом нітриту натрію, що складається з солі морської, нітриту натрію, соку буряка концентрованого, декстрози, суміші спецій, аскорбінової кислоти, бактеріального препарату, що складається з *Pediococcus acidilactici*, *Staphylococcus carnosus*.

Уперше встановлено, що використання соку буряка концентрованого у складі засолювальної суміші в кількості 0,50 % для виробництва пластівців м'ясних сиров'ялених з яловичини дає змогу зменшити вміст нітриту натрію в готовому продукті на 0,0035 % з подальшим зменшенням в готовому продукті N-нітрозамінів.

Уперше встановлено, що використання аскорбінової кислоти та обраного бактеріального препарату, що містить *Pediococcus acidilactici* у складі засолювальної суміші, яка містить сік буряка концентрований дає змогу прискорювати процес відновлення нітратів до нітритів з отриманням від'ємного показника окисно-відновного потенціалу в яловичині під час засолювання за рахунок інтенсивного накопичення молочнокислих бактерій та розкриття подвійного зв`язку п`ятичленного циклу молекули аскорбінової кислоти під дією активного кисню радикалу нітрат-іону.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблено технологію пластівців м'ясних сиров'ялених з яловичини зі зменшеним вмістом нітриту натрію за рахунок використання соку буряка концентрованого. Обгрунтовано рекомендований спосіб засолювання яловичини та встановлено рекомендований склад засолювальної суміші, що забезпечує отримання пластівців м'ясних сиров'ялених з яловичини з покращеними показниками якості та безпечності, які

знаходяться в межах нормованих. Розроблено параметричну схему виробництва пластівців м’ясних сиров’ялених з яловичини. Розроблено нормативну документацію: ТУ У 10.1-00493706-164:2023 “Пластівці м’ясні сиров’ялені з яловичини "Особливі"”, ТІ У 10.1-00493706-164:2023 “Пластівці м’ясні сиров’ялені з яловичини "Особливі"”. Результати наукової розробки апробовано в умовах ТОВ “ІНТЕРСТАБ”, що підтверджено актами виробничої перевірки. Результати дисертаційної роботи впроваджено у навчальний процес кафедри технології м’ясних, рибних та морепродуктів Національного університету біоресурсів і природокористування України (м. Київ).

Особистий внесок здобувача. Підбір та аналіз даних науково-технічної літератури, планування і проведення експериментів, статистичне оброблення отриманих результатів, їх аналіз, опис та інтерпретацію, підготовку матеріалів дослідження до опублікування, розробку нормативної документації, промислову апробацію розробок здійснено здобувачем особисто за методичної та наукової підтримки д.т.н., професора Л.В. Баль-Прилипко. Особистий внесок дисертанта підтверджується представленими документами та науковими публікаціями.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційного дослідження доповідалися та обговорювалися на: ІІІ-й Міжнародній науково-практичній конференції “Інноваційні технології та перспективи розвитку м’ясопереробної галузі” (Київ, 2022 р., НУХТ); XI-й Міжнародній науково-технічній конференції “Наукові проблеми харчових технологій та промислової” (Київ, 2022 р., НУХТ); Міжнародній науково-практичній конференції “Продовольча та екологічна безпека в умовах війни та повоєнної відбудови: Виклики для України та світу” присвяченої 125-річчю Національного університету біоресурсів і природокористування України (Київ, 2023 р., НУБіП України); ІІІ-й Міжнародній наукова-практичній конференції “Проблеми і перспективи інноваційної техніки і технології в агропромисловому секторі” (Ташкент, 2023 р. ТДТУ ім. І. Каримова); Науково-практичній конференції з нагоди 20-річчя УЛЯБП АПК НУБіП України “ Актуальні питання сьогодення та післявоєнного відновлення сільського

господарства й екології: експертно-аналітичні складові формування продовольчої стратегії України" (с.м.т. Чабани, 2023 р., УЛЯБП АПК НУБіП України); XIII-й Міжнародній науково-технічній конференції "Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті євроінтеграції" (м. Київ, 2024 р., НУХТ); XII-й Міжнародній науково- практичній конференції вчених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства» присвяченої 15-ти річчю факультету харчових технологій та управління якістю продукції АПК (Київ, 2024 р., НУБіП України).

Публікації. Основні результати дисертаційного дослідження викладено у 13 наукових працях, у тому числі 5 статей: 2 статті – у наукових виданнях, включених до міжнародної наукометричної бази Scopus; 2 – у наукових фахових виданнях України; 1 – у періодичному виданні України; 7 тез доповідей у збірниках матеріалів всеукраїнських та міжнародних наукових, науково-практичних і науково-технічних конференцій. Одержано 1 патент України на корисну модель.

Також за результатами дисертаційного дослідження розроблено 2 нормативно-технічних документа.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційну роботу викладено на 147 сторінках друкованого тексту. Робота складається з анотації, змісту, переліку умовних позначень, вступу, 5 розділів, висновків, списку використаних джерел (229 найменувань на 31 сторінці) та ... додатків (на ... сторінках). Дисертацію ілюстровано 22 рисунками та 35 таблицями.

РОЗДІЛ 1
АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1 Вивчення ролі бар`єрних технологій як фактору досягнення безпечності м`ясних продуктів

М`ясні продукти є цінним джерелом поживних речовин для організму людини – білків, жирів (Баль-Прилипко та ін., 2022), а також дефіцитних нутрієнтів – вітамінів, особливо групи В та мінеральних речовин, зокрема, заліза (Сова & Леусенко, 2024). Статистичні дані свідчать про постійне зростання попиту на м`ясні продукти (Bal-Prylypko, Nikolaenko, Cherednichenko, & Stepasyuk, 2022). Проте звичні споживачу харчові продукти, вироблені з м’яса піддаються численним небажаним перетворенням. Так, залежно від характеру, процеси, що відбуваються під час їх зберігання, можна підрозділити на (Кухтин & Салата, 2023):

– *фізичні та фізико-хімічні процеси*, які проходять під дією світла, механічних впливів, температури, відносної вологості та газового складу середовища. Основні з них – це процеси сорбції та десорбції вологи – усихання, надмірне зволоження;

– *хімічні процеси*, що полягають у перетворенні без участі ферментів та мікроорганізмів окремих складових м`яса із зміною їхньої якості, накопичення продуктів розкладу, які погіршують якість та безпечність м’ясної сировини та продуктів на її основі. Найчастіше це – процеси окиснення жирів. Також в умовах тривалого зберігання спостерігається втрата значних кількостей вітамінів;

– *біохімічні процеси*, що викликають погіршення органолептичних показників та поживних властивостей готового продукту. Це відбувається за участі біологічних каталізаторів – ферментів, які містяться в самому продукті. Найбільш значущими з них є *дихання*, супроводжуване частковою втратою маси,

автоліз – ферментативний процес розкладання складових тканин м`яса, *гідроліз*, який відбувається під дією ферментів;

– *мікробіологічні процеси*, які не тільки погіршують харчову цінність продуктів з м'яса, але й приводять до їх непридатності до споживання за показниками безпечності.

Основними типами мікробіологічного псування є (Баль-Прилипко, 2010):

– *бродіння* – розщеплення вуглеводів під дією синтезованими мікроорганізмами ферментів. Переважно це молочнокисле бродіння, супроводжуване утворенням не тільки молочної кислоти, але й спиртів, які далі можуть перетворюватися на органічні кислоти, зокрема, оцтову;

– *гниття* – глибоке розкладання білкової складової під дією протеолітичних ферментів гнилісних мікроорганізмів. Продуктами розкладання є сірководень, аміак, метан, індол, меркаптани та інші речовини, які надають готовій продукції неприємного запаху та можуть привести до харчового отруєння;

– *пліснявіння* – розщеплення вуглеводів, білків та жирів під дією ферментів пліснявих грибів супроводжуване утворенням на поверхні нальотів різного кольору з виникненням неприємного смаку та запаху.

Звідси виникає потреба суттєвого гальмування небажаних процесів псування м`ясних продуктів, тобто необхідність подовження термінів придатності м`ясної продукції (Cherednichenko, Bal-Prylypko, Paska, & Nikolaenko, 2021). Перевага у виробництві відповідної цій вимозі продукції, зокрема тій, що не вимагає термічної обробки надається продуктам із специфічним смаком та ароматом (Баль-Прилипко, Чередніченко, Слободянюк, Леонова, & Рябовол, 2020).

Особливістю процесів їх отримання є наявність в технології виробництва етапу засолювання, дозрівання та сушіння, протягом яких в продуктах відбувається формування специфічних кольору, консистенції, аромату та смаку (Коваль, & Гуць, 2022; Vidal, Paglarini, Lorenzo, Munekata, & Pollonio, 2021).

. Невід`ємною вимогою до якості таких виробів є тривалий період зберігання, що досягається забезпеченням стабільності споживчих властивостей продуктів реалізацією в процесі виробництва так званих бар`єрних технологій (БТ) (Rebezov et al., 2024).

1.1.1 Визначення основних положень теорії бар`єрів

Відомо (Ряполова, & Олійник, 2024), що одним з основних джерел отримання організмом людини білків є м`ясні продукти, до якості яких при надходженні на реалізацію ставляться жорсткі вимоги не тільки щодо дотримання органолептичних та фізико-хімічних показників якості, але й гарантій їх безпечності (Nikolaienko, & Bal-Prylypko, 2020).

Роботи з виробництва безпечної продукції (*"barrier technologies"*) починаються з дій з попередження забруднення харчової сировини (ISO 22000 Resource Center, 2014).

– для запобігання неавторизованого доступу до виробничих приміщень є спорудження паркану. Суворому контролю та нагляду підлягають при цьому рух транспортних засобів з доставки сировинних матеріалів та вивезення відходів виробництва, стану виробничого персоналу, доступу домашніх та свійських тварин. Територія підприємства повинна забезпечити безперешкодний скид дренажних та дощових вод, простір у три метри навколо території фабрики повинен бути вільним від рослинності з тим, щоб запобігти можливості розмноження шкідників. Також навколо підприємства бажано спорудити бетонний паркан висотою 10 сантиметрів заглиблений у землю принаймні на 60 сантиметрів для попередження проникнення на територію гризунів. На території місця попередньої обробки відходів необхідно розміщувати у місцях протилежних напрямкам переважаючих вітрів.

– забезпечення закритості виробничих приміщень від потрапляння зовнішніх забруднень. Усі входи/виходи (вікна, двері, вентиляційні отвори лінії циркуляції повітря, зливні отвори в підлогах та ін.) повинні бути обладнаними

так, щоб можна було контролювати рух персоналу, сировини та готової продукції, повітря, допоміжних засобів виробництва (технологічні вода, повітря, гази та ін.), енергетичні ресурси (оборотна вода, технологічний пар, стиснене повітря, електрика та ін.), можливість проникнення шкідників. Дренажні та вентиляційні отвори, у тому числі ті, що виведені на стелю, повинні бути обладнані решітками для попередження проникнення гризунів, комах та птахів.

– розподіл приміщень підприємства на такі, що мають відмінні вимоги до їх гігієнічного стану.

– встановлення на підприємстві виробничого обладнання конструкції, яка б виключала можливість потрапляння в продукт сторонніх речовин та предметів безпосередньо в операційний час.

1.1.2 Формулювання поняття бар`єрних технологій

Реалізація комплексу названих вище заходів дає змогу перейти до безпосереднього виробництва продукції, яка характеризується високими показниками якості та безпечності, результат – тривалим терміном придатності до споживання із збереженням загальної та мікробіологічної стабільності готової продукції. З цією метою в інтегральні процеси виробництва включають так звані «бар`єрні технології» (“Hurdle technology”) (Lisboa et al., 2024). Під «бар`єром» згідно з формулюванням німецького вченого Л. Ляйстнера розуміють «*послідовність або сумісний комплексний вплив консервуючих факторів (внутрішніх, зовнішніх, виробничих)*», результатом чого є отримання не тільки стабільного та безпечного харчового продукту, але й продукту, який матиме хороші сенсорні якості та високу харчову цінність (Leistner, 2000).

Кожна система характеризується набором властивостей та характеристик притаманних лише ній самій. Тому серед найважливіших задач виробництва харчових продуктів є визначення бар`єрів (факторів впливу), застосування яких допоможе виробити характерні високими органолептичними властивостями високоякісні продукти тривалого зберігання. Щодо останнього показника, термін

придатності до споживання значною мірою визначається наявністю та ступенем активності в м`ясній системі токсикогенних та хвороботворних мікроорганізмів. Саме на пригнічення їхньої життєдіяльності направлені БТ (Чагаровський, & Рибачук, 2020).

Зазвичай реалізовані в м’ясній промисловості технології включають кілька факторів впливу, які можна умовно розподілити на групи фізичних, фізико-хімічних, протимікробних та змішаних прийомів. Серед таких найбільш значущими визнані наступні (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Типи бар`єрів для подовження термінів придатності харчових продуктів до споживання

Тип бар`єру	Приклади
Фізичні	Асептична упаковка, обробка електромагнітними хвилями (мікрохвилі, радіочастоти, пульсуючі магнітні поля, високоенергетичні поля), високі температури (бланшування, пастеризація, стерилізація, випарювання, екструзія, випікання підсмажування), іонізуюча радіація, низькі температури (охолодження, заморожування), модифіковані атмосфери, пакувальні плівки (у тому числі активна упаковка, їстівні покриття), фотодинамічна інактивація, надвисокий тиск, ультразвукове опромінювання, обробка ультрафіолетом
Фізико-хімічні	Двооксид вуглецю, етанол, молочна кислота, низький pH, низький окисно-відновний потенціал (ОВП), низька активність води, продукти реакції Майяра, органічні кислоти, кисень, озон, феноли, фосфати, кухонна сіль, копчення, нітрат/нітрит натрію, сульфіти натрію або калію, спеції та трави, агенти для обробки поверхні
Мікробіологічні	Антибіотики, бактеріоцини, конкурентна флора, захисні культури

Джерело: розроблено автором використовуючи (Li et al., 2022; Barcenilla, Álvarez-Ordóñez, López, Alvseike, & Prieto, 2022; Papadochristopoulos, Kerry, Fegan, Burgess, & Duffy, 2021; Diao, Huan, & Chitrakar, 2020)

Розглядаючи інформацію таблиці 1.1, серед найбільш значущих факторів впливу на життєдіяльність мікроорганізмів визнана активність води (АВ) $\mathbf{a_w}$ як така, що має вплив також на швидкість окиснення ліпідів, реакцій гідролізу, ферментативну та неферментативну активність (Баль-Прилипко, Слободянюк, Леонова, & Крижова, 2016). Щодо основного фактору впливу на безпечність продукту впродовж усього терміну зберігання, сучасні наукові розробки визначили порогові значення $\mathbf{a_w}$, за межами яких гальмуються або взагалі припиняються процеси розмноження мікроорганізмів. Для більшості бактерій граничним є значення АВ у 0,90, дріжджів та багатьох видів пліснявих грибів – 0,65. Проте навіть при цих значеннях в продуктах можуть продовжуватися незворотні зміни. Так, процеси окиснення ліпідів припиняються лише за значень $AB < 0{,}2$ (Tapia, Alzamora, & Chirife, 2008; Баль-Прилипко, Мельничук, & Прасол, 2012).

Також одним з найбільш широко застосовних в технології м`ясних продуктів БТ є використання кухонної солі. Введення солі в м`язову тканину веде до видалення з неї вологи супроводжуване зменшенням активності води, уповільнення та/або припинення розвитку мікроорганізмів (Баль-Прилипко та ін., 2023а). Однак деякі мікроорганізми (наприклад стафілококи) здатні існувати навіть при високих концентраціях солі (Feng et al., 2022). Тому одного такого технологічного прийому недостатньо і для досягнення поставлених задач прийом використання кухонної солі необхідно доповнювати іншими бар`єрами. У виробництві м`ясних продуктів таким часто є використання нітриту/нітрату натрію, які внаслідок низки перетворень переходять у форму агресивного по відношенню до мікроорганізмів оксиду азоту (II) (Jia et al., 2024; Баль-Прилипко, Крижова, & Морозюк, 2017).

Наступним з числа бар`єрних факторів в діях з пригнічення розвитку небезпечної мікрофлори є зниження pH з властивих м`ясу значень 5,5...6,3 до 4,5 (збільшення рівня кислотності системи в 10...100 разів), коли майже

припиняється розвиток патогенної мікрофлори. Проте навіть цього недостатньо, оскільки деякі види плісняв та дріжджів (наприклад, *Aspergillius, Saccharomyces*, *Candida*) можуть розвиватися навіть при значеннях pH близьких до 2,0. Але м`ясні продукти з такими значеннями pH через смакові традиції практично не виробляються і в реалізованих наразі технологіях для збереження заданих властивостей використовують кілька бар`єрних факторів (Zuo, Wang, Zhang, Zhong, & Tang, 2024).

Однак, зменшувати АВ до таких значень паралельно із застосуванням високих концентрацій солі у більшості випадків недоцільно через зміну органолептичних характеристик м`ясопродуктів в небажану сторону. Тому ще одним з «бар`єрних» факторів, застосування якого покликане отримати продукт з високими споживчими властивостями, є ОВП м`ясної системи. Показник ОВП застосовують головним чином для описання стану м`ясної системи, конкретно кількості кисню, що у ній міститься. В системах з низькими значеннями ОВП, тобто за малої кількості кисню, що досягається, наприклад, вакуумуванням виробу, аеробні мікроорганізми, які витримують навіть присутність нітриту натрію, практично не розмножуються, що створює передумови збільшення чисельності корисної мікрофлори, зокрема молочнокислих бактерій (МБ) (Віннікова & Пронькіна, 2015). Витримка продукту у вакуумованій упаковці суттєво подовжує терміни зберігання м`ясної продукції (Roopa et al., 2023). Цьому ж сприяє поміщення продукту в упаковку, заповнену газовими сумішами контрольованого складу, в яких концентрація кисню максимально зменшена за рахунок заміщення повітря, наприклад, сумішами азоту та двооксиду вуглецю (Кулик & Пригодій, 2024).

Також важливе місце серед бар`єрних факторів відіграють харчові добавки з консервуючими властивостями – природні – екстракти прянощів, різні види перців тощо, та хімічного походження – деякі органічні кислоти та їх солі (лактати, аскорбати, сорбати), фенольні сполуки, етанол, нітрити, нітрати, сульфіти та ін. (Хомич, Баль-Прилипко, Мазуркевич, & Стегней, 2022).

Головну ж роль у формуванні показників якості готових продуктів відіграє термічна обробка. Основні зміни у структурі сирого м`яса за її застосування відбуваються у формуванні структур та форми продукту, знищенні вегетативної мікрофлори, формуванні органолептичних властивостей та підвищенні стійкості продукту до мікробіологічного псування і пліснявіння. Так, при варінні ковбасних виробів до досягнення в центрі батону температури 68...72 ^{o}C гине до 99 % вегетативних умовно патогенної мікрофлори (Баль-Прилипко et al., 2024).

1.2 Аналіз основних способів теплової обробки в технології м'ясних продуктів подовженого терміну зберігання

Ще одною широко застосовною в практиці категорію схожих за механізмом дії процесів виробництва м`ясних продуктів тривалого зберігання є копчення та в`ялення – повільне зневоднення системи з доведенням активності води у ній до 0,90 і менше (Гуць, Русавська, & Коваль, 2019).

1.2.1 Визначення основних принципів дій з копчення м`ясних продуктів

Головною їх відмінністю є температурний режим зневоднення. Перший з них – копчення – здійснюване у більшості випадків при підвищених температурах ароматизації, приготування чи консервування м`ясопродуктів супроводжуваний впливом на них диму від палаючого чи тліючого матеріалу, найчастіше деревини (Racovita, Secuianu, Ciuca, & Israel-Roming, 2020).

Відомі чотири основні види вироблення копчених продуктів – холодний, теплий, гарячий та копчення з використанням «рідкого диму». Однак ці методи впливу диму діють тільки на поверхню та не здатні забезпечити збережність готового продукту, тому повинні об'єднуватись з додатковими БТ – охолодженням, пакуванням та ін. (Fellows, 2017).

Холодне копчення проводиться при температурі 20...30°С. При цьому завдяки тривалому контакту з димом зміни в продукті полягають лише в набутті

специфічного аромату та золотисто-коричневого кольору. А оскільки приготування продукту не відбувається, надання м`ясу характерного смаку, воно перед обробкою має бути засоленим або підв`яленим. Через відсутність термічної обробки та високий ризик мікробіологічного псування, м`ясо холодного копчення повинні виробляти та перевіряти на показники безпечності перед передачею на споживання тільки висококваліфіковані фахівці (Racovita, Secuianu, Ciuca, & Israel-Roming, 2020).

Тепле копчення за технологією виробництва принципово не відрізняється від холодного і єдиною відмінністю є температура обробки димом – від 25 ^{o}C до 40 ^{o}C (Fellows, 2017).

Гаряче копчення проводиться при підвищеній температурі в спеціальному обладнання – коптильні чи коптильній печі. Тут продукт піддається варінню та одночасно контактує з деревним димом. Як і при холодному копченні, продукт слід спочатку підвісити і витримати до утворення на поверхні плівки і тільки після цього почати обробку димом при температур від 52 ^{o}C до 80 ^{o}C. На відміну від перших двох способів, піддані гарячому копченню продукти можна безпечно їсти без додаткової обробки (Перцевой та ін., 2021).

Копчення із застосуванням коптильної рідини («рідкого диму»). Рідкий дим – отриманий розчиненням у воді продуктів тління деревини ароматизатор, при обробці яким поверхні м’ясний продукт набуває смаку характерного продуктам, які пройшли звичайні процедури копчення. Типово до складу рідкого диму входить вода (до 92 %), феноли (0,2...2,9 %), органічні кислоти (2,9...9,5 %), карбонільні сполуки (6,0...4,6 %). Деякі сполуки мають властивості консервантів, фенол та фенольні сполуки мають антимікробні властивості та є одночасно антиоксидантами, під дією яких уповільнюються процеси згіркнення жирів. Проте через те, що рідкий дим не проникає вглиб продукту його застосовують після засолення або часткового в`ялення (Brustolin et al., 2024).

Слід мати на увазі, що в процесі копчення в продукт можуть потрапляти канцерогени, наприклад, 3,4-бензпірен утворюваний при спалюванні деревини,

через що при регулярному споживанні м`ясних продуктів тривалого зберігання перевагу слід надавати в`яленим продуктам (Nizio, Czwartkowski, & Niedbała, 2023).

1.2.2 Визначення основних принципів дій з в`ялення м`ясних продуктів

Основними видами вироблених в промислових умовах ферментованих м`ясних продуктів є сирокопчені та сиров`ялені вироби. В обох випадках для виробництва використовують яловичину та свинину найвищої якості, яка пройшла ретельний санітарний контроль (Крижак, Семко, & Іваніщева, 2023).

Однак в процесі виробництва сирокопчених виробів використовують коптильні речовини, які у всіх випадках без винятку містять потенційно канцерогенні речовини – недолік, якого позбавлені технології виробництва сиров`ялених м`ясних продуктів. Характерною перевагою в`ялених продуктів над копченими є зменшення втрати жиру в процесі виробництва, який в процесів виробництва розподіляється за всім об`ємом продукту. Крім покращення його зовнішнього виду цим досягається й збільшення стійкості при зберіганні завдяки ускладненню доступу окислювачів до внутрішніх шарів продукту, отже мінімальній швидкості їх окиснення й прогорання продукту в цілому (Toldrá et al., 2014).

Першою операцією в технологічному ланцюгу виробництва сиров`ялених м’ясних продуктів є соління м`яса. Проведення цієї операції направлене на зменшення активності патогенної та небезпечної для здоров`я людини мікрофлори, направлений вплив на колір, консистенцію смак і аромат готового продукту. При проведенні соління, м`ясо обробляють кухонною сіллю з додаванням нітрату/нітриту натрію/калію та цукру. Консервуюча здатність кухонної солі полягає у дифузії солі в об`єм та пригніченні здатності мікроорганізмів, особливо їх гнилісних штамів, до розмноження завдяки

зменшенню в клітинах кількості вологи, втраченої внаслідок осмосу води через клітинні оболонки назовні (Баль-Прилипко, Старкова, Грот, & Соломчук, 2015).

Реалізовані в промисловості технології класифікуються за трьома основними групами. Це – мокре засолювання, коли м`ясну сировину занурюють безпосередньо у концентрований розсіл, сухе засолювання, коли м`ясопродукти обробляють засолювальною сумішшю (ЗС), і змішаний, коли розсіл вводять у м`язову тканину шприцом-ін`єктором (Клименко та ін., 2006).

При сухому способі м`ясо натирають або засипають сіллю та щільними шарами складають у тару. Такий спосіб дає змогу звести до мінімуму втрати білка та екстрактивних речовин. При цьому продукт характеризується найбільшою стійкістю в процесі зберігання (6...12 місяців), проте основним його недоліком є нерівномірний розподіл солі за всім об`ємом. До того ж процес характерний сильним зневодненням м`ясної сировини, коли вона втрачає до 12 % маси. З нею продукт неповоротно втрачає водорозчинні білки та ряд інших присутніх у м`ясі речовин. Найменше цей ефект виражений при засолюванні жирних продуктів, тому сухий метод засолювання використовується переважно при виробництві шпику, грудинки, окосту, оскільки жирова тканина вологи практично не втрачає.

При виконанні мокрого методу засолювання, м`ясо занурюють у розсіл контрольованої концентрації хлориду натрію та усіх необхідних для надання м`ясному продукту бажаних властивостей, досягнення яких визначається визначаються заданою температурним режимом, тривалістю соління та сортністю м`яса. Зазвичай співвідношення об`ємів м`яса та розсолу є близьким до 50:50. Найчастіше продукти засолені таким способом мають коротший термін зберігання – від 1 до 3 місяців. Перевагою мокрого методу перед сухим є більш швидке і рівномірне проникнення солі. Продукт стає ніжним та помірно солоним. Головним недоліком є його тривалий час видалення надлишкової вологи, відповідно, і небезпека забруднення напівпродукту в процесі висушування.

Змішаний спосіб об’єднує прийоми сухого та мокрого. Сировину насичують розсолом у кількості близько 10 % розсолу від загальної маси сировини, після чого натирають її поверхню ЗС та витримують у такому стані протягом усього періоду дозрівання. Потім поверхню обмивають для видалення надлишкової солі або вимочують для видалення надлишкової солі з верхніх шарів. Ін`єктування голками найшло наразі найбільшого розповсюдження завдяки високій інтенсивності соління. Сіль рівномірно розповсюджується за всім об’ємом м’яса-сировини. Проте недоліками процесу є складність виробництва та ретельного очищення голок, а також жорсткі вимоги до мікробіологічної чистоти та фізичних властивостей розсолів.

Оптимальний рівень солоності сиров`ялених та сирокопчених продуктів – 2,5...3,5 % від маси готового продукту. Такий рівень солоності пов`язаний з тим, що сіль виступає перш за все як консервант, оскільки такі вироби не проходять термічного оброблення. До особливостей технологій їх виробництва після засолювання слід віднести наявність стадій дозрівання та висушування, результатом чого є формування бажаного кольору, консистенції, смаку, аромату, біологічної стійкості та подовження терміну гарантованого збереження цих якостей. Утворену суміш розфасовують в оболонки та витримують для проходження мікробіологічної ферментації.

Технології, які застосовують найчастіше, включають операції витримки м`ясної сировини в розсолі (10...12 діб), витримку для стікання зайвої рідини та рівномірного розподілу солі у м`ясній сировині (3...5 діб), промивання та підсушування (2...3 доби) та фінальне сушіння (7...15 діб). Відповідна цим прийомам сумарна тривалість технологічного циклу становить 30...40 діб (Баль-Прилипко, 2013).

Ключовою операцією у доведенні якості в`яленої м`ясної продукції до заданої якості є сушіння. Визнано, що для досягнення оптимальних результатів тривалість сушіння має бути максимальною, оскільки критичними моментами у проведенні цього процесу є уникнення коагуляції поверхневих білків в умовах

потенційного нагрівання, а також формування на поверхні виробу щільної кірочки. Такі вимоги ставляться через те, що у разі надмірно швидкого видалення вологи на початку процесу прилегла до пакувального матеріалу поверхня ковбасного виробу набуває твердості і ускладнює подальшу міграцію вологи, через що центральна частина продукту лишається надмірно вологою.

Згідно з практичним досвідом, режим сушіння слід здійснювати з урахуванням активності води так, щоб відносна вологість повітряного середовища повинна бути меншої від неї приблизно на 4 %. Наприклад, коли активність води в продукті дорівнюватиме 0,96 оптимальна вологість повітряного середовища має становити 92 % і зменшуватися відповідно паралельно зменшенню активності води (FAO, 1985). Small-scale sausage production.

Деякі види свіжоотриманих ковбас витримують в умовах високої відносної вологості в закритих приміщеннях Мета – утворення на поверхні виробу плівки плісняви, яку не піддають впливу світла на початку сушіння, але потім зчищають або змивають. Як вважають, подібне утворення плісняви сприяє набуття ковбасним виробом специфічного аромату (Copetti, 2019).

Традиційно, в`ялення м`ясних продуктів проводили тривалий час і в умовах забезпечення проведення ферментації без утворення в масі шкідливих та небезпечних речовин за участі натуральної мікрофлори. Так один з традиційних методів полягав у витримці м’яса-сировини з сіллю та цукром, протягом 2...4 днів при 3...4 ^{o}C. Потім розфасовували і продовжували сушіння при 12...15 ^{o}C. З урахуванням описаних факторів, численні, проте не всі, різновиди ферментованих ковбас для видалення надлишкової вологи та надання готовим виробам бажаних смакових характеристик витримують достатньо довго (табл. 1.2).

Таблиця 1.2

Класифікація ферментованих ковбас

Категорія	Активність води	Час визрівання	Використання коптильних агентів	Наявність плісняви на поверхні	Приклади
Сухі	0,90	До 4 тижнів	Ні	Так	Італійські салямі, французькі ковбаси великого розміру з додаванням трав
Сухі	0,90	До 4 тижнів	Так	Так	Традиційні угорські салямі
Сухі	0,90	До 4 тижнів	Так чи ні	Ні	Німецькі салямі (Dauerwurst)
Напівсухі	0,90...0,95	До 4 тижнів	Ні	Так	Різні види французьких та іспанських ферментованих ковбас
Напівсухі	0,90...0,95	10-20 днів	Так	Ні	Більшість видів ферментованих ковбас в Німеччині, Нідерландах, Скандинавії, США
Варені	0,94...0,97	До 2 тижнів	Так чи ні	Ні	Німецька чайна ковбаса, іспанська ковбаса з перцем

Джерело: розроблено автором використовуючи (Wan-Mohtar, Ilham, Jamaludin, David, & Mohd Zaini, 2022; Lücke, 2003).

Одним з найбільш запитуваних видів продуктів цієї категорії є в`ялені ковбаси. Процес в`ялення полягає в повільному висушуванні продуктів при повільному підведенні тепла. При в`яленні на відкритому повітрі в продукті відбувається комплекс складних біохімічних перетворень пов`язаних з активізацією ферментів під впливом природного світла. Переважна кількість дослідників вважає, що визначальним фактором є ультрафіолет, оскільки для повноцінного проходження процесу необхідне саме сонячне світло. Особливістю процесу є недопущення підвищення температури понад 40 ^{o}C, що запобігає теплової денатурації білків і як наслідок незворотної втрати ним бажаного смаку й аромату (Баль-Прилипко, Леонова, Старкова, & Паска, 2018; Баль-Прилипко, Слободянюк, Леонова, & Ковтун, 2018). В результаті на поверхні продукту утворюється несприятливий для розвитку бактерій щільний шар. Повільний режим здійснювання процесу не супроводжується повним зневодненням

готового продукту, який зберігає м`яку консистенцію та еластичність, у той час, як висушений продукт є жорстким, ламким та незручним для споживання.

Характерною особливістю процесу є перерозподіл жиру з місць його концентрації в сирому продукті по всьому об`єму м`язової тканини з утворенням складних білково-ліпідні комплексів на відміну від простого висушування, коли жир зберігається у місцях його знаходження на початку висушування. Наслідком таких перетворень є зменшення гігроскопічності в`яленого продукту, що підвищує його стійкість в процесі зберігання. Додатковою перевагою процесу є те, що дисперговані в об`ємі жири практично не контактують з киснем і тому не піддаються швидкому окисненню та згіркненню. Також наслідком зменшення активності води, продукт набуває стійкості до розвитку бактерій, плісняви та дріжджів, що сприяє подовженню його стійкості в умовах тривалого зберігання (Álvarez, Álvarez, Hamill, Mullen, & O'Neill, 2021).

За дотримання традиційних технологій в`ялення, продукт характеризується більш високою харчовою цінністю. Але через тривалий час доведення до необхідних показників якості він характеризується й вищою вартістю (Mediani et al., 2022).

1.3 Розгляд механізмів перетворення нітриту натрію при виробництві м’ясних продуктів подовженого терміну зберігання

Нітрит натрію – добре розчинна у водних середовищах неорганічна негігроскопічна сіль формули $\mathbf{NaNO_2}$. Чистий нітрит натрію має білий колір. Ця сіль широко використовується у хімічній та фармацевтичній промисловості, виробництві барвників та отрутохімікатів. Однак найбільш відомою сферою її застосування є харчова промисловість, де нітрит натрію використовується для прискорення визрівання м`ясних продуктів та надання їм звичного споживачам від рожевого до червоного відтінку (Клименко et al., 2006). Історично нітрит натрію використовували для консервування м`яса, за відсутності якого воно набувало при термічній обробці непривабливого коричнювато-синюватого

кольору. При додаванні до кухонної солі нітриту натрію м`ясо у виробництві бекону, шинки та ковбасних виробів набуває червоного, а потім рожевого кольору. Подібний механізм дії обумовлений його взаємодією з міоглобіном м`яса, з яким за анаеробних умов нітрит в об`ємі м`яса взаємодіє з міоглобіном з переходом спочатку у яскраво-червоний нітрозоміоглобін і, далі, у рожевий нітрогемохром (Shakil et al., 2022).

Тривалий час такої дії досягали внесенням в м`ясну систему нітрату натрію, однак ще у 1899 році було остаточно встановлено, що діючим продуктом у виробництві м`ясопродуктів служить не сам нітрат-іон, а утворюваний з нього в результаті хімічних та мікробіологічних перетворень нітрит (Zhang et al., 2023).

До механізмів впливу нітриту натрію на якість м`ясних виробів слід віднести покращення смаку та гальмування процесів окиснення ліпідів і розмноження мікроорганізмів (Sorour, Mehanni, Mahmoud, & El-Hawashy, 2023).

Для реалізації цього ефекту нітрит використовується у дуже малих кількостях – від 2 до 14 міліграмів на кілограм м`яса-сировини. Проте за таких кількостей час збереження бажаного кольору є нетривалим і на практиці дозування нітриту натрію становить 100...150 міліграмів на кілограм: за існуючими в Європейському Союзі правилами, для надання перероблениим м`ясним продуктам бажаного вигляду до 1 кілограму м`яса дозволено додавати до 150 міліграмів $\mathbf{NaNO_2}$ (рівно 100 міліграмів нітрит-іону) (Lee et al., 2021; European Commission, 2015; Commission Decision (EU) 2018/702, 2018).

При потраплянні в організм людини значних кількостей, нітрит натрію чинить негативний вплив. Тому в призначених для харчування дітей продуктах застосування цієї добавки заборонено, а для дорослої людини згідно з нормами Всесвітньої організації охорони здоров’я (ВООЗ), допустимий рівень споживання нітрит-іону близький до 3,7 міліграма на кілограм маси (близько 0,5 міліграма в перерахунку на нітрит-іон) (WHO, 2003).

Тим не менше, застосуванням нітриту натрію в практиці виробництва харчових продуктів проблема не обмежується, оскільки в багатьох випадках в

раціон потрапляють значні кількості нітрату натрію, кодованого як харчова добавка Е251 дозволена до використання як консервант та фіксатор кольору у ковбасних виробах в Україні, країнах ЄС, США Австралії та Новій Зеландії (Food Standards Agency, 2025; Мінекономрозвитку України, 2016).

Така дія однак не є вельми бажаною, оскільки системні дослідження, проведені під егідою ВООЗ у 2015 році виявили достатні докази того, що так зване *«оброблене м`ясо»* (таке, що було перероблеим способами соління, консервування, ферментації, копчення або інших процесів з покращення смаку або подовження терміну придатності, у тому числі таке, що було виробленим з додаванням в масу продукту нітриту та/або нітрату натрію) викликає рак, особливо товстої кишки (WHO, 2025). Вважають, що це пов`язано з утворенням нітрозамінів, узагальнена структурна формула яких показана на рисунку 1.2.

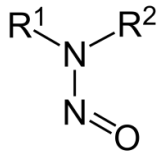

Рисунок 1.1 **Структурна формула сполук класу нітрозамінів**

Джерело: (National Center for Biotechnology Information)

Позначені латинською літерою **R** групи атомів представлені зазвичай алкільною групою (одновалентними залишками насичених вуглеводнів) (Beard, & Swager, 2021). Зазвичай вони утворюються при взаємодії в біологічних умовах нітратної кислоти, утвореної в слабокислому середовищі при проходженні обмінної реакції іону $\mathbf{H_3O^+}$ з нітритом натрію з характерними для речовинам`яса вторинними амінами:

$$HONO + R_2NH \rightarrow R_2N\text{-}NO + H_2O$$

Більшість нітрозамінів в організмі людини проявляють канцерогенну дію (Пузік, 2024). Літературні дані свідчать про «позитивний зв`язок між

споживанням нітритів та нітрозамінів та раком шлунку, між споживанням м`яса та обробленого м`яса та раком шлунку і раком стравоходу, а також між споживанням консервованої риби, овочів та копчених продуктів і раком шлунку (Jakszyn, & Gonzalez, 2006).

Одною з причин розвитку ракових захворювань є утворення нітрозамінів в процесі консервації обробленого нітритом натрію м`яса, а також внаслідок взаємодії нітрит-іону з вторинними амінами в кислому середовищі наприклад в шлунку людини. Тому проблема зменшення вмісту цих сполук в м`ясних продуктах є предметом інтенсивного пошуку (Недорізанюк, Франко, & Войцехівська, 2014). Так, реалізоване в США на початку XX сторіччя зменшення дозування нітритів в м`ясні продукти привели в історичній перспективі до різкого зменшення смертності від раку шлунка (Zhang et al., 2019).

Кінетика утворення нітрозамінів в харчових продуктах, які містять менше 10 % жиру, може бути уповільнена додаванням в ЗС аскорбінової кислоти (Dewi, 2023).

1.4 Роль стартових культур у виробництві в`ялених м`ясопродуктів

Ще одним способом виробництва м`ясних продуктів тривалого зберігання є виробництво із застосуванням стартових культур (СК). Використання СК пов`язане з тим, що традиційні методи виробництва ферментованих м`ясних продуктів потребують тривалого часу їх визрівання до набуття звичних смакових і ароматичних характеристик і одною з критичних вимог до процесу виробництва на цьому етапі є зменшення рівня ризику псування продукту під час визрівання сировинної маси, оскільки протягом достатньо тривалого періоду його перебування на відкритому повітрі поверхня продукту забруднюється мікроорганізмами, які, незважаючи на захисні покриття здатні проникати в масу і там безконтрольно розвиватися при властивих свіжому м`ясу рівнях pH від 5,1 до 5,9. До основних штамів шкідливої та небезпечної мікрофлори відносять мікроорганізми родів *Aeromonas, Clostridium, Enterobacter, Escherichia,*

Pseudomonas, Psychrobacter, Staphylococcus. При тому домінуючим видом бактерій в процесі псування глибинних шарів м`яса відіграють бактерії штамів *Pseudomonas spp* та *Listeria monocytogenes*, а в частинах взятих зі стегнової частини туш та четвертин – бактерії родів *Clostridium* та *Enterococcus* (Cerveny, Meyer, & Hall, 2009). Введення хлориду натрію в поживні середовища не завжди дає бажані результати, тому що деякі штами цих бактерій здатні витримувати засолювання і зберігати життєздатність при високих концентраціях **NaCl** (Shah, & Bergholz, 2020; Alves et al., 2020).

Проте із зростанням попиту на такі вироби та обмежені потужності з їх виробництва перед виробниками постала задача скорочення термінів доведення їх властивостей до нормованих показників. Тому наразі більшість ферментованих м`ясних продуктів виробляють промисловими методами з використанням СК (Баль-Прилипко, Крижова, & Гармаш, 2017). Під СК розуміють живі культури мікроорганізмів, які при потраплянні у підготовлену суміш розвивають бажану метаболічну активність. Беручи до увагу вузьку «спеціалізацію» тих чи інших видів корисної мікрофлори, перспективні технології направленого впливу на якість готових продуктів передбачають введення в композицію мікроорганізмів різних таксономічних груп (Баль-Прилипко, Леонова, & Брона, 2015).

Механізм впливу СК на стабільність в часі виготовленого з її застосуванням продукту пов`язаний з особливостями розвитку мікроорганізмів в м`ясному середовищі, яке спочатку їх практично не містило. Після потрапляння в живильне середовище мікроорганізм проходить чотири стадії розвитку (рис. 1.2).

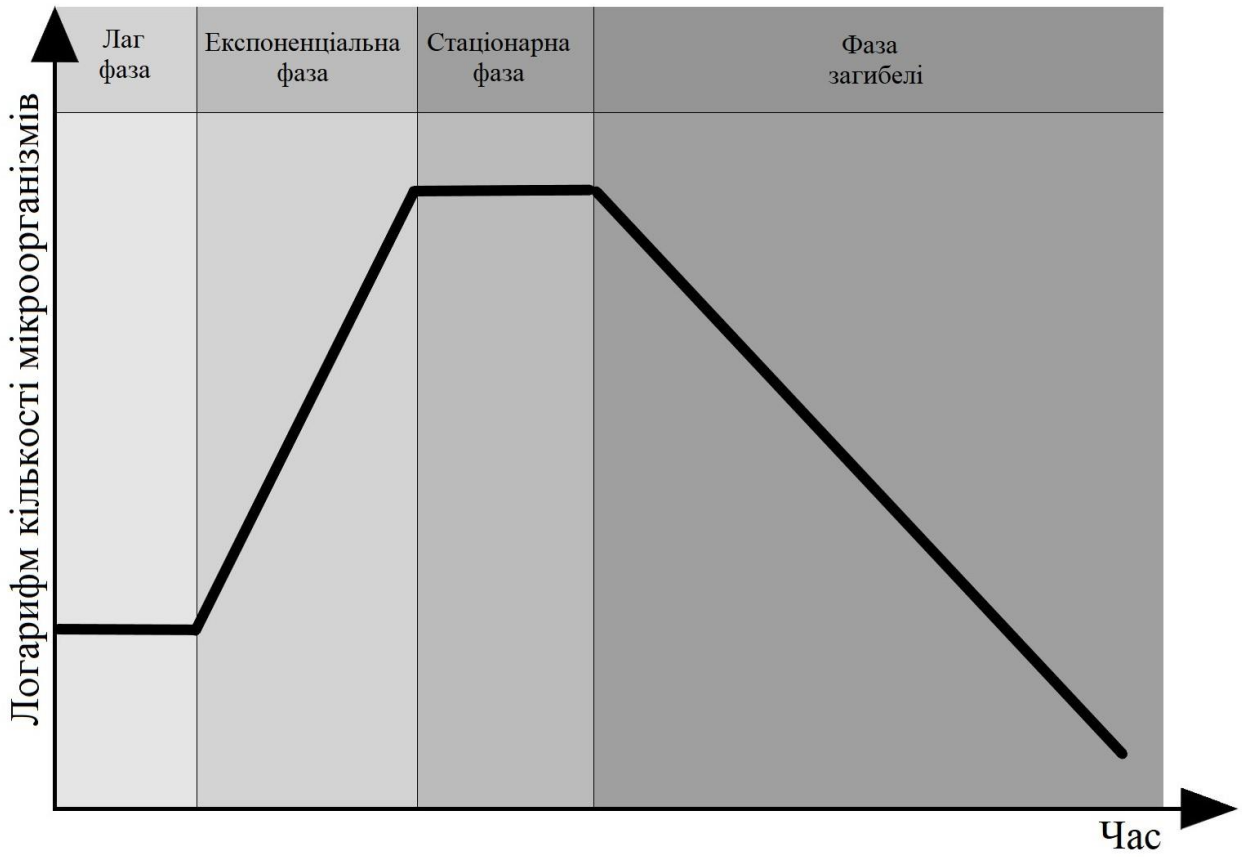

Рисунок 1.2 **Основні стадії розвитку мікроорганізмів в живильному середовищі**

Джерело: розроблено автором використовуючи (Microbial Growth)

На першій, у так званій **лаг-фазі**, збільшення кількості мікроорганізмів практично не відбувається, оскільки вони лише пристосовуються до нових умов перебування, після чого, на другій фазі перебування в новому середовищі їх кількість логарифмічно зростає з відповідним збільшенням кількості продукованих ферментів, які сприяють подальшому діленню клітин. На третій фазі з ускладненням доступу до поживних речовин спостерігається стабілізація процесу розмноження мікроорганізмів, яка переходить в четверту, на якій кількість загиблих клітин перевищує кількість новоутворених.

Такі процеси характерні для усіх видів мікроорганізмів і для м`яса, яке після забою тварини є практично стерильним, а швидкість процесів мікробіологічного псування під дією токсикогенних та хвороботворних

мікроорганізмів залежать від рівня забруднення при контакті з навколишнім середовищем (Панасюк, Даниленко, Потемська, & Закревська, 2016).

Такому явищу певним чином протидіє корисна мікрофлора, яка розмножується у м`ясі на початках конкурентних з шкідливою мікрофлорою. На цих принципах і оснований механізм захисної дії СК, до складу яких входять мікроорганізми, які в процесі життєдіяльності синтезують здатні гальмувати розвиток небажаної мікрофлори бактеріоцини (Pankey, & Sabath, 2004), органічні кислоти – молочну, піровиноградну, оцтову та білковий протимікробний препарат *педіоцин* достатньо широкого спектру дії здатний пригнічувати ріст патогенних мікроорганізмів класів *Clostridium*, *Escherichia coli*, *Listeria*, *Salmonella* та *Shigella* (Леонова, 2015). Найбільш часто використовуваним за цим призначенням є клас грампозитивних МБ родини *Lactobacillaceae*, зокрема бактерії виду *Pediococcus acidilactici* (*P. acidilactici*)(Spacova et al., 2024).

За сучасними промисловими технологіями в масу м`ясного продукту із СК цілеспрямовано вводять корисні мікроорганізми, кількість яких є незрівнянно більшою порівняно з тою, що потрапляє в продукт ззовні (Баль-Прилипко, Леонова, Брона, & Ковтун, 2018). Відповідно в продукті швидко накопичуються речовини, присутність яких сприяє подовженню терміну зберігання готової продукції (Bal-Prylypko, 2024). Натомість шкідливі мікроорганізми, які у неї потрапили знаходяться під подвійним тиском – конкурентної мікрофлори корисних мікроорганізмів та дією продукованих ними речовин бажаної дії, перш за все органічних кислот, що веде до швидкого досягнення близьких до 5,0 величин pH. Результатом є суттєва, а в граничних випадках і повна, зупинка їх розмноження (Barros, Carvalho, Peralta, Facklam, & Teixeira, 2001).

Цілеспрямоване використання спеціально підібраних штамів СК прискорює процеси ферментації м`ясного продукту та скорочення часу виробництва і, що особливо важливо, сприяє отриманню готової продукції стабільної якості (Danylenko et al., 2024; Баль-Прилипко, Леонова, Брона, &

Ковтун, 2018). Використання СК у виробництві ферментованих продуктів було розпочатим на основі завершених Пастером та Лістером у 1860-1870-х роках досліджень властивостей та поведінки в живильних середовищах МБ. Перші їх серійні виробництва були організовані наприкінці 1880-х років в Данії, Німеччині та США, коли було показано, що живі культури мікроорганізмів можуть бути використані для покращення процесів виробництва ферментованих продуктів (Caballero, 2003).

Одною з основних цілей використання СК є збільшення термінів зберігання готового продукту, модифікація його сенсорних характеристик та здешевлення виробництва внаслідок, у першу чергу, скорочення термінів визрівання продукту (Баль-Прилипко та ін., 2023б). У деяких випадках скорочення терміну виробництва досягає 50 % і більше. Так, термін вироблення сиров`яленої ковбаси може бути скороченим до 8-12 діб замість 30-45 (Шинкарук & Балук, 2021).

До позитивних сторін використання СК слід віднести також те, що внесення у м`ясо, яке за регламентних процедур отримання бактерій практично не містить, значної кількості бажаної мікрофлори і попередження значною мірою завдяки цьому розвитку мікроорганізмів патогенних та таких, що викликають псування продукту, вже на початку визрівання (Баль-Прилипко, 2013). У більшості випадків на сучасній стадії виробництва як базу СК використовують широке коло МБ. Завдяки ним відбуваються цілеспрямовані біохімічні перетворення компонентів м`яса з утворенням сполук, які обумовлюють формування смаку, аромату та консистенції готових продуктів (Войцехівська & Борсолюк, 2018).

. Важливим елементом діяльності МБ є також синтез кількох органічних кислот – молочної, оцтової, мурашиної, пропіонової (Борцюх & Шугай, 2017), присутність яких зменшує pH м`ясної системи до значень, при яких розвиток патогенних та токсикогенних мікроорганізмів значно ускладнений (Braïek, 2021).

До основних переваг практики використання СК відносять подовження термінів гарантованої придатності продукту завдяки суттєвому збільшенню на початку та в процесі його визрівання чисельності корисних бактерій, а також швидке досягнення рівня pH близького до 5,0 оптимального для зберігання вироблених сирокопчених та сиров`ялених м'ясних виробів (Karbowiak, Szymański, & Zielińska, 2023).

Супровідною стороною їхньої життєдіяльності є синтез бактеріоцинів – речовин потужної антибактеріальної дії (Борцюх & Шугай, 2016).

Визначено, наприклад, що введення до складу СК молочнокислих мікроорганізмів веде до припинення росту лістерій, зниження активності сальмонел та інших патогенних мікроорганізмів. Крім них, здатність до утворення бактеріоцинів зафіксоване наступними штамами мікроорганізмів: *Clostridium*, *Corynebacterium*, *Leuconostoc*, *Micrococcus*, *Mycobacterium*, *Sarcina*, *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Streptomyces*, що дає змогу розглядати їх як такі, що створює оптимальні умови для контрольованого процесу ферментації та сприяє консервуванню м`ясних продуктів природним шляхом. До складу використовуваної у СК мікрофлори належать переважно мікроорганізми штамів *Lactobacillus spp.*, *Lactobacillus sakei*, *Staphylococcus xylosus*, *Staphylococcus carnosus* (*S. carnosus*), *Pediococcus pentosaceus*, *P. acidilactici*, *Candida famata*, *Penicillium chrysogenum*, *Penicillium nalgiovense*, *Penicillium nalgiovense spp.*, *Penicillium camembertii*, *Debaryomyces hansenii.* Їх основними функціями у такому застосуванні є (Hammes, 2011; Синиця, 2016; Liu et al., 2021):

– лактобацили відповідають за зменшення pH, набуття продуктом привабливого кольору та утворення аромату;

– плісняві культури відповідають за відновлення нітратів, блокування окиснення за рахунок пригнічення процесів утворення пероксидів та утворення ароматичних сполук;

– дріжджі та стрептоміцети відповідають за формування кольору та аромату готового продукту.

До якості СК пред`являються жорсткі вимоги: вони мають бути безпечними для споживачів, характеризуватися швидкістю розмноження та стійкістю в умовах ферментації. У результаті їхньої життєдіяльності в об`ємі мають синтезуватися карбонільні сполуки, наприклад, ацетон та диацетил, спирти, леткі жирні кислоти, амінокислоти та інші метаболіти, які сприяють інтенсифікації процесу дозрівання виробів та формуванню у них специфічного смаку і аромату (Недорізанюк, Франко, & Войцехівська, 2014).

Звідси походить і те, що використання СК мікроорганізмів сприяє підвищенню безпечності вироблених з їх використанням ферментованих продуктів завдяки пригніченню активності під дією синтезованих МБ бактеріоцинів патогенних штамів *Salmonella* spp., *Listeria* spp. та ін. (García-Díez, & Saraiva, 2021), а також біогенних амінів (Ashaolu, Khalifa, Mesak, Lorenzo, & Fara, 2021), нітрозамінів (Sallan, Yılmaz Oral, Kaya, & 2023), поліциклічних ароматичних вуглеводнів та мікотоксинів утворюваних при тривалій витримці м`ясної маси (Wang et al., 2021; Zahija Jazbec, Demšar, Jeršek, & Polak, 2024; Guo et al., 2024).

Основною причиною підвищення рівня безпечності ферментованого м`ясопродукту цього є прискорена ацидифікація маси та вироблення внесеними штамами мікроорганізмів речовин з антимікробними властивостями, зокрема бактеріоцинів. Зокрема показано, що продукти життєдіяльності деяких штамів МБ, зокрема *Lactobacillus sakei* та *Lactobacillus plantarum*, сприяють зменшенню кількості утворюваних біогенних амінів (Dias et al., 2021; Sun et al., 2022), а бактерії штамів *Staphylococcus xylosus* та *Debaryomyces hansenii* сприяють деградації цих сполук у харчових продуктах (Ramos-Moreno, Ruiz-Pérez, Rodríguez-Castro, & Ramos, 2021; Zhang et al., 2023; Lee et al., 2023).

Найбільш ефективним в синтезі речовин з ароматичними та смаковими властивостями визнане використання СК з використання мікроорганізмів штамів *Staphylococcus camosus*, *Lactobacillus sakei* та *Staphylococcus xylosus* (Zhao et al., 2024; Liu et al., 2024; Wang et al., 2022). Проте через їхні активні денітрифікуючі

властивості (Bal-Prylypko et al., 2024), наявні в системі аніони нітриту та нітрату інтенсивно розкладаються, що веде до небажаного підвищення рівня pH і ускладнення процесів ферментації. Тому для підвищення швидкості ферментативних перетворень, до складу стартових культур вводять одночасно штами молочнокислих мікроорганізмів, які завдяки активному розщепленню глікогену м`язової тканини продукують молочну кислоту, піровиноградну, оцтову кислоту, етанол що веде до підтримання рівня кислотності субстрату на заданому рівні, пригнічення розвитку гнильної мікрофлори та прискорення процесів ферментації (Wang et al., 2022; Kaveh, Hashemi, Abedi, Amiri, & Cont, 2023).

Одночасно СК мають позитивний вплив на консистенцію готового продукту, що може бути поясненим тим, що викликане життєдіяльністю МБ зменшення рівня pH до ізоелектричної точки веде до коагуляції і пом`якшення структури білків, результатом чого є суттєве покращення консистенції готового продукту (Stegmayer et al., 2023; Carneiro et al., 2024). Одночасно присутність в об`ємі додаткових кількостей бактерій роду *Staphylococcus* активізує процеси утворення сполук з бажаними ароматичними та смаковими властивостями (Дубровіна & Баль-Прилипко, 2014; Недорізанюк, Войцехівська, Даниленко, & Вербицький, 2024).

. Крім того під їх дією внесений з фаршевими композиціями нітрат $\mathbf{NO_3^-}$ за їх участі відновлюється до нітриту $\mathbf{NO_2^-}$ (Premi, Rocchetti, Lucini, Morelli, & Rebecchi, 2024; Szymański, Łaszkiewicz, Kern-Jędrychowska, Siekierko, & Kołożyn-Krajewska, 2021).

Останній же внаслідок нестійкості утвореної в кислому середовищі нітратної кислоти $\mathbf{HNO_2}$ розкладається до оксиду азоту (II), дія якого при взаємодії з міоглобіном м`яса веде до набуття м’ясною системою властивого сирому м`ясу рожевого або червоного кольорів (Pegg et al., 2015). Важливим фактором впливу на органолептичні властивості м`ясного продукту є способи внесення нітриту/нітрату натрію у м’ясну систему, за якого досягається його

максимально рівномірний розподіл. Таким способом є використання водних розчинів нітриту натрію застосовних у складі розсолу використовуваного при насичуванні ЗС у цільном`язову структуру (Литвиненко, Клюк, & Некоз, 2012; Molina, Frías-Celayeta, Bolton, & Botinestean, 2024).

Особлива увага при проведені процесу має бути приділеною розміру дозування нітриту, оскільки за його дефіциту в оброблюваній ним масі утворюється недостатня для повної взаємодії з міоглобіном м`яса кількість монооксиду азоту. У той же час додавання $\mathbf{NaNO_2}$ у кількості понад необхідну кількість (5,0...7,5 грамів на 100 кілограмів м`яса-сировини може викликати утворення канцерогенних речовин, головним чином нітрозоамінів, а також призвести до утворення пігментів сірого, бурого і навіть зеленкуватого кольору (Pujol, Ospina-E, Alvarez, & Muñoz, 2023; Tang, Zhang, Lim Law, & Mujumdar, 2023).

1.5 Дієві шляхи зменшення дозування нітриту натрію в технології м’ясних продуктів подовженого терміну зберігання

Зрозуміло, що *за розумної практики споживання* негативний влив наявності нітриту/нітрату натрію в м`ясних продуктах практично не відчувається, тим більше, що значна кількість цих солей метаболізується, та/або зв`язується міоглобіном м`яса. Але слід мати на увазі, що м`ясні продукти не є єдиним джерелом потрапляння їх у харчові суміші. Те ж відбувається і при додаванні у фарш чи взагалі у денний раціон овочів, які до того ж в умовах інтенсифікації сільськогосподарського виробництва, містять значні кількості нітрату натрію (табл. 1.3).

Таблиця 1.3

Середній вміст нітритів та нітратів в окремих харчових продуктах, мг/100 г

Продукт	Вміст нітритів	Вміст нітратів
Картопля	0,032	2,40
Морква	0,044	35,40
Буряк	0,080	156,60
Капуста білокачана	0,025	13,90
Огірки	0,027	13,90
Помідори	0,201	2,90
Селера	0,119	185,20
Корінь петрушки	0,144	144,90
Квасоля	0,057	6,10
Часник	0,043	7,30
Редис	0,177	159,30
Хліб пшеничний	0,026	3,00

Джерело: розроблено автором використовуючи (Ranasinghe & Marapana, 2018; Bahadoran et al., 2016; Михайлютенко, Євстаф'єва, Мельничук, & Кузьменко, 2023; Шевчик & Герасімова, 2017)

Показано, що перехід на багаті овочами та фруктами дієти сприяє в загальному випадку зменшенню артеріального тиску (Руснак, Сливка, Кулачек, & Кулачек, 2021; Бобро, Лактіонова, & Коляда, 2021), а вживання конкретно бурякового соку як джерела багатого нітратами (Serhiyenko,, & Serhiyenko, 2021) і, крім того, мінеральними речовинами та вітамінами (Benjamim et al., 2022; Grönroos, Eggertsen, Bernhardsson, & Praetorius Björk, 2024).

Вживання бурякового соку дає змогу зменшити артеріальний тиск приблизно на 10 мм рт. ст., що підтверджено співпадінням пікового моменту зниження тиску з піковою концентрацією нітриту у плазмі крові. Також численні дослідження показали терапевтичну роль обох аніонів в попередженні серцево-

судинних захворювань, у тому числі ішемічної хвороби серця, інсультів та підвищеного тиску (Guimaraes, Batista, & Tanus-Santos, 2021; Omar, Webb, Lundberg, Weitzberg, 2021).

Значна кількість нітрату після потрапляння в організм з овочевою та іншою харчовою продукцією активно вилучається з циркуляції слинними залозами та концентрується у слині. Потім розчинений у ній нітрат під дією мікрофлори у роті активно відновлюється до нітриту, що веде до того, що концентрація цього аніону майже у 100 разів перевищує його характерну концентрацію в плазмі (Rosier et al., 2022; Alzahrani, Jackson, Hobbs, & Lovegrove, 2021).

Після потрапляння в організм, відповідальні за утворення **NO** ензими генерують з нітриту монооксид азоту в клітинах, де він відповідає за численні фізіологічні функції зокрема внутрішньоклітинне дихання (Larsen, Weitzberg, & Lundberg, 2007). З цієї точки зору наявність у харчовому продукті нітриту натрію може навіть розглядатися як позитивне явище через утворення монооксиду азоту при його взаємодії з міоглобіном (Oleshchuk, & Chornomydz, 2016; Хапченкова, & Сенаторова, 2024). За даними роботи (van Faassen et al., 2009), одноелекронне відновлення нітрит-іону до монооксиду азоту каталізується численними перетвореннями ензиматичної та неензиматичної природи. Відносний внесок цих складових залежить від ряду факторів зовнішнього середовища, у тому числі рівня pH, тиску кисню та редокс-потенціалу. В цих умовах більш стабільний в хімічному відношенні іон NO_3^- відновлюється до нітриту NO_2 і далі до монооксиду азоту відповідального за взаємодією з міоглобіном м`яса і надання йому звичного для широких мас кольору. В умовах передозування у м`ясну масу нітритів в тканини потрапляє агресивний в хімічному відношенні оксид азоту, який за тривалої дії характеризується травматичною дією по відношенню до живої матерії (Корда, Олещук, & Чорномидз, 2021). Але така дія є короткочасною через його швидке окиснення **NO** до нітриту та нітрату (Lundberg et al., 2009).

При тому ретельні дослідження показали, що неорганічні аніони нітриту ($\mathbf{NO_2^-}$) та нітрату ($\mathbf{NO_3^-}$), які тривалий час вважалися інертними, представляють за умов передозування в м'ясні продукти небезпеку для здоров`я внаслідок потенційного розвитку хвороб через утворення в оксидів азоту і систематичне подразнення ним слизових оболонок шлунково-кишкового тракту (Guéraud, Buisson, & Promeyrat, 2023; Lavado, Higuero, León-Camacho, & Cava, 2021).

Традиційно для зменшення залишкової кількості нітриту натрію, який залишається в м`ясному продукті після зв`язування міоглобіном, використовують прийом внесення у масу денітрифікуючих мікроорганізмів родів *Micrococcus* та *Pseudomonas* (Ko, Chen, & Chiu, 2003).

Така дія активує процеси дисиміляційної денітрифікації, коли денітрифікуючі мікрооорганізми використовують нітрати і продукти їх часткового відновлення, наприклад, нітрити для анаеробного дихання, супроводжуваний їх ступінчастим відновленням з утворенням у кінці ланцюга молекулярного азоту через серію проміжних оксидів азоту за схемою (LaSarre, Morlen, Neumann, Harwood, & McKinlay, 2024):

$$NO_3^- \rightarrow NO_2^- \rightarrow NO \rightarrow N_2O \rightarrow N_2$$

Основним недоліком такого способу денітрифікації є, на нашу думку, потенційне утворення токсичних сполук, у першу чергу нітрозамінів (Shen et al., 2023) внаслідок взаємодії у кислому середовищі утвореного при дисоціації нітритної кислоти оксиду азоту (II) з вторинними амінами м`ясної фракції:

$$HONO + R_2NH \rightarrow R_2N\text{-}NO + H_2O$$

Зважаючи на пов`язану з цим потенційну небезпечність використання денітрифікуючих мікроорганізмів в ЗС в системах з окисно-відновним потенціалом понад +300 мілівольт, наприклад в умовах відсутності у внутрішніх

шарах м`ясних продуктів окисників (кисню та ін.) можна вважати, що при дифузії нітриту натрію одночасно з характерними денітрифікуючою дією бактеріями, під їх дією також втрачаються значні кількості кольороутворюючих солей. Результатом є передозування у ЗС нітрату/нітриту натрію і, як наслідок, додаткова інтенсифікація небажаних взаємодій.

Проте проблема не звужується на питаннях вмісту цих сполук в м`ясній продукції, оскільки за статистикою основним джерелом надходження в організм нітратів, які далі метаболізується в нітрит, є продукти рослинного походження, переважно овочі, а на м`ясні ж продукти припадає не більше 15 % суми нітрату та нітриту. Певна кількість цих солей також ендогенно генерується самим організмом (Lundberg, Weitzberg, & Gladwin, 2008). У той же час кількість **$NaNO_2$**, який потрапляє в організм з харчовими продуктами, не є визначальною в нормалізації метаболічних процесів, оскільки кількість отримуваного з їжею нітриту не перевищує 3 % від кількості ендогенно утвореного в шлунково-кишковому тракті за участі мікроорганізмів (Benjamin & Collins, 2003). Проте утворюваний в організмі за їх участі нітрит-іон розподілений в тканинах усього організму і небезпеки через протяжність процесу у часі для стану здоров`я не представляє (Addiscott & Benjamin, 2004). Спожитий же з харчовими, зокрема м`ясними продуктами нітрит натрію локалізується в шлунково-кишковому тракті і тут в кислому середовищі сприяє переходить у форму нестабільно нітритної кислоти, яка у свою чергу розкладається з утворенням небажаного оксиду азоту (II), за хронічної присутності котрого зростає вірогідність розвитку хвороб, переважно раку органів шлунково-кишкового тракту (Tahmouzi, Alizadeh Salmani, Eskandari, & Arab, 2025).

Звідси походить питання обмеження кількості цих солей в готовій м’ясній продукції. За рекомендаціями ВООЗ, дозування нітриту натрію при солінні м`ясної сировини допускається дозування нітриту натрію у кількості до 200 мг на кілограм м`ясної сировини, а його залишкова кількість у ній не повинна перевищувати 50 мг (WHO, 2021).

За існуючими технологіями м`ясні вироби містять залишкові кількості нітриту натрію, який не вступив у взаємодію з міоглобіном м`яса і в такому вигляді потрапляє в шлунково-кишковий тракт (Govari & Pexara 2018). Для зменшення рівня такого впливу перед дослідниками у всьому світі стоїть проблема зменшення дозування $\mathbf{NaNO_2}$. Вирішення цієї проблеми ускладнюється уповільненим доступом малих кількостей внесеного з ЗС нітриту натрію до міоглобіну м`яса внаслідок недостатньо ефективного перемішування м'ясних систем і, відповідно, ускладненої дифузії до нього нітрит-іону. Тому одним з варіантів покращення процесу його розподілення є використання нітрату/нітриту натрію розчиненого в овочевих соках з відповідним зменшенням кількості води, подаваної за технологіями при приготуванні м`ясних систем. З цією метою можуть бути використані соки, отримані з найбільш багатих нітратом натрію селери, листової капусти, столового буряка (Tang, Zhang, Lim Law, & Mujumdar, 2023; Bhusal & Muriana, 2021; Grispoldi et al., 2022; Bernardo, Patarata, Lorenzo, & Fraqueza, 2021; Horsch et al., 2013; Rashad Mohammed Ali Alkazzaz et al., 2022).

Щодо останнього, вміст нітратів в рекомендованому у ряді досліджень до введення в м`ясні суміші соку залежить від умов його вирощування, варіюється в широких межах і може досягати концентрації у 64 мілімоля (48 грамів) в дециметрі кубічному (Wruss et al., 2015).

Основним моментом, який має бути вирішеним у цьому варіанті технології у наданні м`ясній системі необхідних органолептичних властивостей (колір, смак), є максимальне прискорення відновлення нітрат-іону до нітриту. За агент, який сприятиме достатньо швидкому проходженні заданої реакції, чи не загальновизнаним активатором процесу такого перетворення є аскорбінова кислота $\mathbf{C_6H_8O_6}$ (Özbay & Şireli, 2022; Su, Zhang, Zhao, Zhou, 2022; Niu, Chen, & Yu, 2022).

Одною з найбільш важливих властивостей аскорбінової кислоти є її відновлювальна активність (Camarena & Wang, 2016) та здатність реагувати з

вільними радикалами та окисниками, що блокує проходження небезпечних для організму ланцюгових реакцій, у тому числі утворення нітрозамінів з нітритів та нітратів (Миронова, 2016).

Реакції з окисниками реалізуються в кислому середовищі внаслідок зв`язування одного атому кисню лабільної групи NO_3^- двома гідроксильними групами молекули аскорбінової кислоти і супроводжується відщепленням від неї молекули води за механізмом описаним в роботі (Njus, Kelley, Tu, & Schlegel, 2020):

$$NO_3^- + 2H^+ + 2e^- \rightarrow NO_2^- + H_2O$$

Антиоксидантна активність аскорбінової кислоти використовується в численних виробництвах харчових продуктів (Лозова, Решетило, & Романюк, 2024; Мороз, Шемет, & Гулай, 2024), наприклад, у виробництві пива, желатину, джемів, солодощів, хліба та хлібопродуктів, фруктових соків, вина та рибних і м`ясних продуктів (Bradshaw, Barril, Clark, Prenzler, & Scollary, 2011).

Проте особливо важливим є застосування аскорбінової кислоти при виробництві м’ясних продуктів, де вона запобігає окисненню та небажаного для споживачів знебарвлення продуктів, зберігаючи їх блискучість в процесі зберігання (Трохименко, Кальчук, Дідух, Ковальчук, & Захарін, 2018).

Використання базованих на використанні аскорбінової кислоти добавок дозволено численними регуляторними документами при виробництві навіть продуктів для дитячого харчування (Commission Regulation (EU) № 1129, 2011; Баль-Прилипко, Рудик, Ніколаєнко, Слободянюк, Толок, & Корнієнко, 2022).

Одна з головних причин введення її до складу харчового продукту повєязана з тим, що за присутності речовин з властивостями окисника аскорбінова кислота здатна до зв`язування активного кисню і тим зменшення ОВП, відповідно збільшення термінів придатності продукту (Santos, Bragança, & Pacheco, 2022; Moustafa, Ibrahim, Abo El-Makarem, & Shawky, 2021).

Додавання аскорбінової кислоти та/або її солей в м`ясні продукти дає змогу зменшити принаймні на третину кількість використовуваних в процесі виробництва нітратів та нітритів з досягненням крім того рівномірного та стійкого засолювання і прискорення процесу консервування (Кулакова & Слива, 2024; Кишенько & Крижова, 2018). Також було встановлено, що аскорбінова кислота блокує процеси утворення нітрозамінів за присутності надлишкових кількостей нітритів (Сімахіна., Стеценко, & Науменко, 2016), що дає змогу рекомендувати її як додаткову складову ЗС, покликаний зменшити рівень негативного впливу нітритів/нітратів на організм людини без ризику погіршення органолептичних властивостей м`ясних продуктів.

Висновки за розділом 1

1. Проаналізований перелік реалізованих на практиці БТ та визначені основні положення теорії бар`єрів та сформульоване поняття БТ використовуваних з метою подовження термінів придатності м’ясних продуктів.

2. Згідно проаналізованої класифікації бар`єрів застосовуваних для подовження термінів придатності м’ясних продуктів, основними типами визнані фізичні (упаковка, опромінення, стерилізація, заморожування, обробка мікрохвилями та ін.), фізико-хімічні (захисна атмосфера, регулювання рівня кислотності/лужності, зниження активності води, застосування хімічних речовин, та ін.), мікробіологічні (застосування антибіотиків, бактеріоцинів, конкурентної мікрофлори та ін.).

3. Охарактеризовані основні способи консервування засновані на зменшенні АВ – висушування, копчення, в`ялення та визначені основні принципи, покладені в основу цих способів консервації.

4. З огляду існуючих термічних способів обробки, для виробництва пластівців м’ясних сиров’ялених з яловичини нами обрано метод в`ялення як такий, що дає змогу отримати готовий продукт з високими показниками якості та безпечності.

5. Обраний найбільш перспективний спосіб зменшення дозування нітриту натрію використанням при засолюванні м`ясної сировини багатого нітрат-іоном соку буряка, який, згідно літературного аналізу трансформується в нітрит-іон в процесі витримки його розчину у воді з аскорбіновою кислотою до завершення трансформації нітрату в нітрит, подальшим додаванням до розчину хлориду натрію та інших складових засолювальної суміші і насиченням приготованим розсолом вглиб м'ясної системи призначеної для подальшого в`ялення.

6. Обгрунтована роль СК, зокрема та, що представлена МБ у зменшенні вірогідності бактеріального забруднення в`ялених м`ясопродуктів в процесі їх виробництва.

РОЗДІЛ 2
ОБ'ЄКТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Етапи та послідовність виконання роботи

Виконання наукової роботи здійснювалося в умовах навчально-науково-виробничих лабораторій кафедри технології м`ясних, рибних та морепродуктів факультету харчових технологій та управління якістю продукції АПК 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.

Експериментальні дослідження проводили згідно з розробленою схемою, що представлена рисунку. На першому етапі виконання роботи був проведений аналітичний огляд патентної та наукової літератури з характеру та особливостей виробництва сиров`ялених м`ясних продуктів, характеру та спрямованості застосовних бар`єрних технологій як фактору досягнення безпечності готової продукції, способи зменшення дозування використовуваних для надання м`ясній продукції бажаних органолептичних властивостей нітритів/нітратів, роль та спосіб використання стартових культур як фактор безпечності сиров'ялених м`ясних продуктів.

До початку експериментальних досліджень була розроблена програма дослідження, визначені об`єкт та предмет та підібрано методи виконання експерименту. Розробка біотехнологічних принципів виробництва пластівців м'ясних сиров'ялених з яловичини виконувалася у два етапи. На першому з них досліджувалися способи надання готовому продукту бажаних органолептичних властивостей та обґрунтовувався склад і кількість сировини та інгредієнтів, які підлягали додаванню до м`ясної сировини в процесі виробництва. Особлива увага приділялася способам зменшення дозування та формі додавання в м`ясну систему нітриту натрію.

Наступним етапом стало визначення показників якості та безпечності м`ясної сировини під час засолювання, призначеної для виготовлення дослідних зразків пластівців м’ясних сиров`ялених. Вивченню підлягали структурно-механічні, фізико-хімічні та мікробіологічні показники.

Наступним етапом робіт була проведена апробація біотехнологічних прийомів, використаних за дослідженою технологією та визначені показники безпечності та якості готової продукції.

Заключним етапом роботи стало вивчення кінетики зміни показників якості та безпечності пластівців м’ясних сиров’ялених з яловичини впродовж зберігання.

2.2 Характеристика сировини

Для проведення дослідження використовували наступну сировину:

– яловичину жиловану вищої категрії згідно ДСТУ 6030:2008;

– сіль кухонну згідно ДСТУ 3583:2015;

– сіль морську згідно ТУ У 14.4-34161267-001:2007;

– нітрит натрію, виготовлений на ПП «Алма-Веко, Фуд»;

– декстрозу ПП «Алма-Веко, Фуд»;

– суміш спецій ТОВ “Інтерстаб”;

– ізоаскорбат натрію ТОВ "Компанія "Укрхімсировина"

– аскорбінову кислоту ТОВ "Галеан";

– сік буряка концентрований ТОВ «Компанія Євроімпекс»

– бактеріальний препарат B-LC-78 компанії Chr. Hansen.

2.3 Об`єкт та предмет дослідження

Об’єкт дослідження – технологія сиров’ялених м’ясних продуктів з яловичини.

Предмет дослідження – сік буряка концентрований; модельні зразки яловичини під час засолювання, їх фізико-хімічні характеристики і

мікробіологічні показники; модельні зразки пластівців м’ясних сиров’ялених з яловичини, їх фізико-хімічні характеристики і мікробіологічні показники; технологічні процеси та показники якості й безпечності пластівців м’ясних сиров’ялених з яловичини.

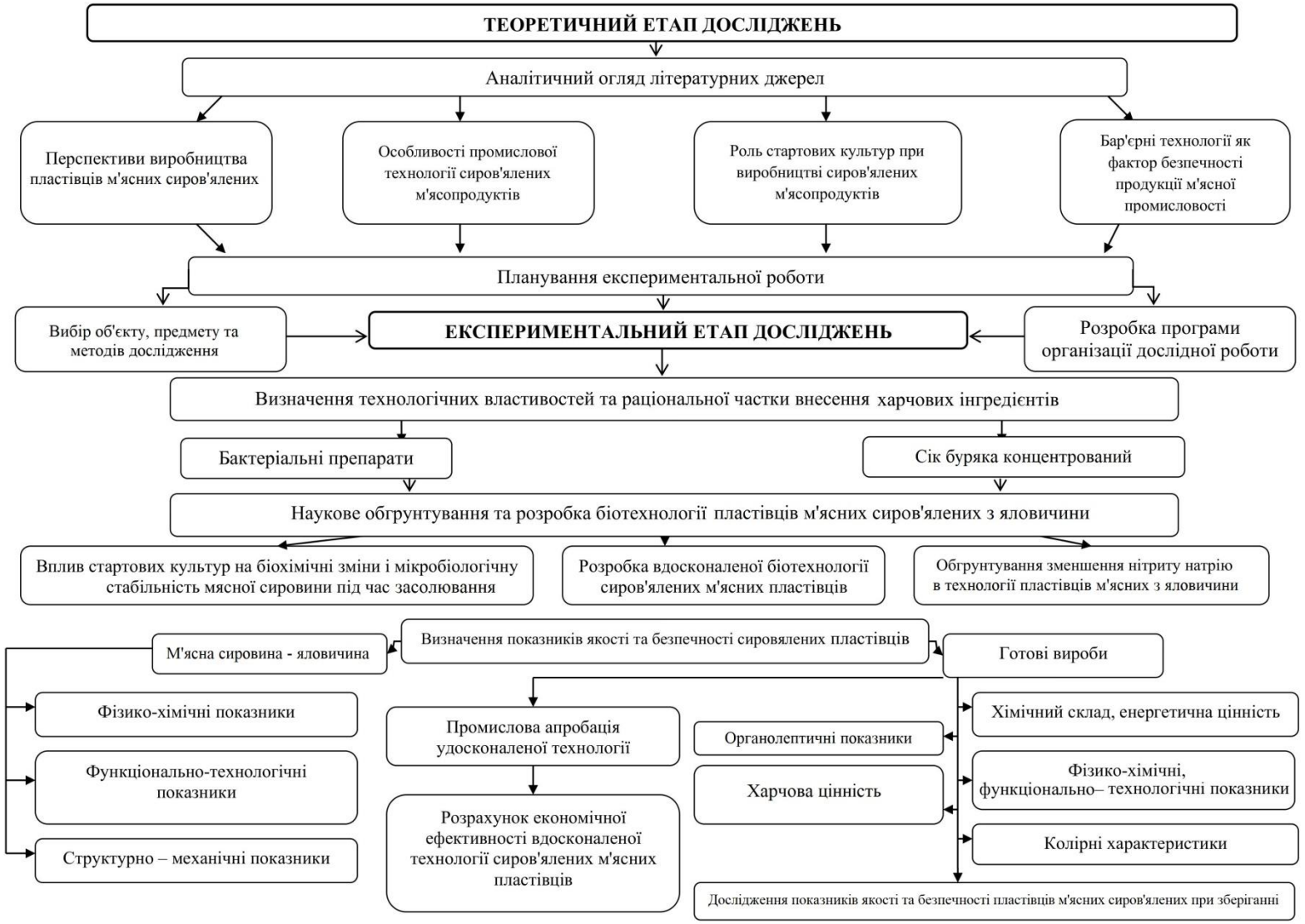

Рисунок 2.1. **Схема проведення експериментальних досліджень**

2.4 Методи дослідження

При виконанні роботи використовувалися загальноприйняті та спеціальні методики визначення фізико-хімічних, органолептичних, реологічних, функціонально-технологічних та мікробіологічних показників модельних зразків м'ясної сировини (яловичини), соку буряка концентрованого, модельних зразків пластівців м'ясних сиров'ялених з яловичини.

Масову частку вологи в зразках яловичини під час засолювання та в зразках пластівців м'ясних сиров'ялених з яловичини визначали згідно (Держспоживстандарт України, 2007а) шляхом висушування дослідних зразків за температури 102±2 ^{o}C до досягнення постійної ваги. Масову частку вологи (W) розраховували за формулою 2.1:

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m} \cdot 100\%, \qquad (2.1)$$

де m_1 – маса бюкса з наважкою до висушування, г;

m_2 – маса бюкса з наважкою після висушування, г;

m – маса пустого бюкса, г.

Масову частку білка в зразках пластівців м'ясних сиров'ялених з яловичини визначали згідно (Держспоживстандарт України, 2007б). Метод полягав у нагріванні досліджуваних зразків з концентрованою сульфатною кислотою в присутності сульфату міді (солей ртуті) з переводом зв`язаного азоту в сульфат амонію. Відганяли надлишок кислоти та титрували вміст ємності, де проводилась мінералізація проби, додавали дистильовану пробу та титрували 0,1 N хлоридною кислотою з індикатором індофеноловим синім. Масову частку білка (Х) розраховували за формулою 2.2:

$$X=\frac{C\cdot 250\cdot 100}{m\cdot 5\cdot 1\cdot 10^6}\cdot 100\cdot 6{,}25, \qquad (2.2)$$

де С – концентрація азоту за калібрувальним графіком, мкг/см^3,

m – маса наважки, г;

250 – об’єм мінералізату після першого розведення, см^3;

5 – об'єм розведеного мінералізату для вторинного розведення, см^3;

100 – об'єм мінералізату після вторинного розведення, см^3;

1 – об'єм розчину, взятий для проведення кольорової реакції, см^3;

10^6 – множник для переведення грамів в мікрограми;

100 – множник для переведення у відсотки;

6,25 – коефіцієнт перерахунку у білок.

Масову частку жиру в зразках пластівців м’ясних сиров’ялених з яловичини визначали згідно (Держспоживстандарт України, 2007в) екстракційним методом з використанням екстрактора Сокслета. Досліджувані зважені зразки поміщали в колбу і органічним розчинником проводили екстракцію жиру. До вмісту екстракційної колби додавали хлоридну кислоту, нагрівавали та кип`ятили. Пробу після охолодження фільтрували через паперовий фільтр і органічним розчинником змивали з нього в колбу жирову фракцію. Розчинник випаровували та зважували з колбою те, що у ній залишилося. Масову частку жиру (Х) розраховували за формулою 2.3:

$$X=\frac{m_2-m_1\cdot 100}{m}, \qquad (2.3)$$

де m – маса проби, г;

m_1 – маса колби, де проводять екстракцію г;

m_2 _ маса колби з жиром після висушування, г.

Масову частку хлоридів в зразках пластівців м'ясних сиров'алених з яловичини визначали згідно (Держспоживстандарт України, 2005а). Наважку розчиняли у воді, вносили у мірну колбу, додавали розчин нітратної кислоти та титрували розчином нітрату ртуті (I). Масову часту натрію хлориду (Х, %) розраховували за формулою 2.4:

$$X=\frac{V\cdot 0{,}005844\cdot 100\cdot 500}{m\cdot 50}, \qquad (2.4)$$

де V – об`єм розчину 0,1 М нітрату ртуті (I), $см^3$;

m – маса наважки, г;

0,005844 – маса натрію хлориду, яка відповідає 1 $см^3$ розчину нітрату ртуті (I) концентрацією 0,1 М.

Масову частку нітриту натрію в зразках пластівців м'ясних сиров'алених з яловичини визначали згідно (Держспоживстандарт України, 2005б) шляхом обробляння нітриту у водній витяжці аналітичної проби сульфаніламідом і N(1-нафтил) етилендіамін дигідрохлоридом. Вимірювали червоність забарвленості, що з'являється, спектрометром за довжини хвилі 540 нм. Перетворювали нітрат у водній витяжці аналітичної проби в нітрит з використовуванням нітратредуктази. Обробляли цей нітрит разом з нітритом, що вже є, який міститься в аналітичній пробі, сульфаніламідом і N(1-нафтил)етилендіамін дигідрохлоридом. Фотометрично вимірювали інтенсивність червоної забарвленості за довжини хвилі 540 нм. Обчислювали вміст нітрату за різницею між спектрометричними вимірюваннями.

Масову частку нітрозопігментів в зразках пластівців м'ясних сиров'алених з яловичини визначали шляхом додавання води та ацетону до зразків з подальшим екстрагуванням протягом 20 хвилин, фільтруванням, з подальшим додаванням концентрованої соляної кислоти до фільтрату, а потім трихлоретилену. Отриману суміш доводили до 50 мл з 80 %-м водним розчином

ацетону. Нітрозопігменти екстраговані з кожного зразка, визначали шляхом вимірювання на довжині хвилі 540 нм.

Активну кислотність (pH) визначали згідно (Держспоживстандарт України, 2002). Проби подрібнювали, перемішували до рівномірного складу та вводили в отриману масу електроди pH-метра. встановлювали регулятор температури приладу на відповідну температуру та зі шкали знімали показник pH.

Активність води на аналізаторі активності води Rotronic (Швейцарія), в діапазоні вимірювання 0…1 Aw (0…100 % rh). Прилад Rotronic – настільний лабораторний аналізатор вологості та температури з дисплеєм і клавішами управління, до якого підключаються одночасно від 1 до 4 зондів активності води. Аналізовані зразки за температури 20 °С відбирали в контейнер та поміщали до вимірювальної камери. Зверху встановлюють зонд активності води. Цикл вимірювань тривав 3…5 хв, після чого на дисплеї відображалось значення активності води і температури для кожного зонда.

Окисно-відновний потенціал визначали за допомогою ОВП-метра “ORP60”.

Пластичність яловичини під час засолювання визначали за методикою (Grau, 1960). За критерій слугувала отримана на фільтрувальному папері площа плями після пресування зразка його навантаженням протягом 10 хвилин масою 1 кілограм. Величину параметру визначали за формулою 2.5:

$$X=\frac{S\cdot 10^6}{m}, \qquad (2.5)$$

де X – пластичність, $см^2/кг$;
S – площа плями відпресованого зразка, $см^2$;
m – маса наважки, мг;
10^6 – коефіцієнт перерахунку міліграмів у кілограми.

**Здатність до зв`язування вологи (ВЗЗ)** визначали за кількістю води, виділеної з наважки після трикратного пресування протягом 10-ти хвилин вантажем масою 1 кілограм. Масову частку зв`язаної вологи розраховували за формулами 2.6, 2.7 (Баль-Прилипко, 2014):

ВЗЗ, віднесена до маси продукту:

$$\text{ВЗЗ}=\frac{(a-8{,}4\cdot \text{b})}{m}\cdot 100, \qquad (2.6)$$

ВЗЗ, віднесена до загального вмісту вологи у продукті:

$$\text{ВЗЗ}=\frac{(a-8{,}4\cdot \text{b})}{a}\cdot 100, \qquad (2.7)$$

де а – загальний вміст вологи в наважці, мг;

b – площа вологої плями, $см^2$;

m – маса наважки для пресування, мг;

8,4 – кількість мг вологи, яка відповідає площі в 1 $см^2$.

Граничне напруження зсуву визначали за допомогою пенетрометру Ulab 3-31 М. На стрижні закріплювали вибраний індентор і переміщували його в ручному режимі, виставляючи на «0» за шкалою спостереження. Дослідні зразки у спеціальній посудині встановлювали на підйомний столик, а потім за допомогою штурвала зразки підводили до контакту індентора з поверхнею зразка. Після чого звільняли індентор, що починав занурюватися у зразок, час занурення складав 5 сек. Значення величини фіксували на екрані спостереження.

Коди кольору зразків визначали, застосовуючи програмний пакет Adobe Photoshop CS6. Отримані координати кольору системи RGB використовували для розрахунку координат L^o, a^o, b^o (інтенсивність кольору, червоність, насиченість

кольору) у міжнародній калориметричній системі CIE. На основі цих значень розраховували колірний тон H (індекс червоності – Redness index), насиченість кольору Chroma C (рівень кольоровості зразків відносно яскравості абсолютно білого об’єкта) за формулами 2.8, 2.9:

$$H=\frac{a}{b}, \quad (2.8)$$

$$C=a^2+b^2, \quad (2.9)$$

де a – координати червоності;

b – координати насиченості кольору.

Масову частку цукрів в соці буряка концентрованому визначали методом високоефективної рідинної хроматографії (ДП «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості», 2019). Визначали цукри шляхом хроматографічного розділення вуглеводів на спеціальній колонці з модифікованою поверхнею нерухомої фази за допомогою ВЕРХ з подальшим реєструванням хроматограми рефрактометричним детектором та ідентифікуванням цукрів за часом утримання.

Масову частку нітратів та нітритів в соці буряка концентрованому визначали згідно (Держспоживстандарт України, 2005в) спектрометричним методом молекулярної абсорбції. Екстрагували нітрати гарячою водою, осадженні шляхом додавання розчинів гексаціаноферата калію (II) і ацетату цинку та фільтрації осаду, із подальшим відновленням нітрату до нітриту металевим кадмієм (тільки для визначення нітрату) і додаванням сульфаніламіду і N-(1-нафтил)етилендіамін дигідрохлориду. Інтенсивність забарвлення розчину утвореної червоної сполуки вимірювали спектрофотометрично при довжині хвилі 538 нм.

Масову частку мінеральних речовин в соці буряка концентрованому та в пластівцях м’ясних сиров’алених з яловичини визначали згідно (ДП «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості», 2015а) за допомогою атомно-емісійного спектрометра з індуктивно зв'язаною плазмою (ICP-AES) – зразок у формі аерозолю подається в полум'я плазмового пальника, випаровується, і характерні лінії збудження та випромінювання елементів реєструються оптичною системою. Відповідною між концентрацією елемента та його спектральною інтенсивністю визначається його вміст у пробі.

Масову частку вітаміну С в соці буряка концентрованому та в пластівцях м’ясних сиров’алених з яловичини визначали згідно ДСТУ 7803 (ДП «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості», 2015б) екстракцією аскорбінової кислоти розчином кислоти (соляної, трихлороцтової, щавелевої, метафосфорної або сумішшю оцтової з метафосфорною) з наступним титруванням візуально до встановлення світло-рожевого забарвлення.

Органолептичні показники оцінювали як у якісному, так і у кількісному вираженні. Досліджені параметри якості виражали у виставлених експертною дегустаційною комісією кафедри технології м’ясних, рибних та морепродуктів Національного університету біоресурсів і природокористування України балах, визначених згідно (Держспоживстандарт України, 2008).

Кількість молочнокислих бактерій визначали згідно (ДП «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості», 2016). *Salmonella* визначали згідно (ДП «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості», 2022), сульфітовідновлювальні бактерії визначали згідно (ДП «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості», 2014), *Listeria monocytogenes* і *Listeria* spp. – згідно з (ДП «Український науково-

дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості», 2023), Escherichia coli визначали згідно (Держстандарт України, 2002).

Енергетичну цінність виражали в кілокалоріях (ккал) або в кілоджоулях (кДж) в розрахунку на 100 г продукту: 1 ккал = 4,184 кДж та визначали розрахунковим методом враховуючи встановлені калоричні коефіцієнти за формулою 2.10:

$$C_{\text{E}} = \frac{(\text{Б}_{\text{мор}} \cdot 4 + \text{В}_{\text{мор}} \cdot 4 + \text{Ж}_{\text{мор}} \cdot 9)}{100}, \qquad (2.10)$$

де $\text{Б}_{\text{мор}}$ – масова частка білка, %;

$\text{В}_{\text{мор}}$ – масова частка вуглеводів, %;

$\text{Ж}_{\text{мор}}$ – масова частка жиру, %.

Ступінь забезпечення добової потреби в нутрієнтах та енергетичній цінності розраховували за формулою (2.11) інтегрального скору:

$$IC = \frac{S_{\text{k}}^{\Sigma}}{ДП} \cdot 100 \qquad (2.11)$$

де S_{k}^{Σ} – показник харчової цінності пластівців м’ясних сиров’ялених з яловичини;

ДП – добова потреба відповідної категорії споживачів в показнику харчової цінності (Наказ МОЗ України «Про затвердження Норм фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах і енергії» № 1073, 2017).

2.5 Математичні та статистичні методи обробки отриманих результатів

При використанні математичного моделювання методом «факторних площ» використовували наукові гіпотези. Першою гіпотезою було те, що оціночні параметри якості досліджуваних зразків, які представляються полярними координатами, створюють відповідні якісні простори (Palamarchuk et al., 2024). Площа даних просторів визначала якісний стан відповідного зразка за поточними та нормативними характеристиками, формуючи інтегральний критерій оцінки. Оцінювання якості зразків проводили при представленні якісних параметрів у безрозмірних одиницях, як відношення до нормативних характеристик. Величини будь-якого нормативного показника складали одиницю, а поточні характеристики визначали із співвідношення до цього показника (Palamarchuk et al., 2025). Порівняння даних характеристик складало диференціальний критерій оцінки. Таким чином, це дало змогу проводити математичне оцінювання якості через певні залежності між вказаними характеристиками. Дійсність такої оцінки визначало другу гіпотезу під час побудови математичної моделі: якість досліджуваних зразків визначали за величинами алгебраїчних та геометричних співвідношень між безрозмірними характеристиками нормативних та поточних параметрів якості (Palamarchuk et al., 2024).

Розраховані якісні параметри відкладали з єдиного центру через кут (2.12):

$$\alpha = \frac{360}{m}, \qquad (2.12)$$

де m – кількість використаних оціночних характеристик.

В кінці поточних характеристик описували неправильний багатокутник, а в кінці нормативних – правильний. Величину площі неправильних багатокутників S_i знаходили як суму площ трикутників, з яких вона складається, використовуючи виведений математичний алгоритм (Palamarchuk et al., 2024).

При визначенні величини площі нормативних параметрів, що описуються правильним багатокутником ($S_{пр} = S_н$) використовували формулу 2.13:

$$S_{пр} = \frac{ma^2}{4tg\left(\frac{180}{m}\right)} \tag{2.13}$$

де m – кількість кутів або сторін багатокутника;

a – величина сторони багатокутника, яку можна знайти через напівдіагональ R як (2.14):

$$a = 2R\sin(\frac{180}{m}) \tag{2.14}$$

Шукану величину площі багатокутника визначали за формулою (2.15):

$$S_{пр} = \frac{mR^2\sin^2(\frac{180}{m})}{tg\left(\frac{180}{m}\right)} = mR^2\sin(\frac{180}{m})\cdot\cos(\frac{180}{m}) = 0,5mR^2\sin(\frac{360}{m}) \tag{2.15}$$

У якості критеріїв оцінки використовували наступні співвідношення. На основі величин представлених вище диференціальних та інтегральних оціночних параметрів використовували розроблений коефіцієнт відповідності інтервалу

якості $k_{вія} = S_i / S_н$ (Palamarchuk et al., 2025), який показує наскільки близько відповідає якість досліджуваного зразку нормативним показникам за певного факторного простору, що визначають алгебраїчно при наближені отриманого результату до одиниці або геометрично за асиметрією отриманої площі багатокутника відносно правильного, тобто нормованого.

Для оцінювання частки (у %) простору поточних негативних параметрів у просторі нормативних показників використовували розроблений питомий коефіцієнт відповідності інтервалу якості (2.16) (Palamarchuk et al., 2025):

$$\varphi_{вія} = \frac{|S_н - S_i|}{S_н} \cdot 100\%, \qquad (2.16)$$

Точність отриманих результатів забезпечували трьох-п’ятикратною повторюваністю дослідів за заданої довірчої ймовірності P≥0,95.

Одержані результати вимірювань обчислювали за допомогою стандартних програм статистичного оброблення Microsoft Exsel та Statistica (StafSoft). Графічне представлення експериментальних даних здійснювали за допомогою програм Microsoft Exsel та Origin 7.0.SR0.

Розрахунок економічної ефективності проводили із використанням Microsoft Excel.

Експериментальні дані обробляли за допомогою методу математичної статистики і розраховували наступні показники:

– середнє арифметичне значення вимірюваної величини ($Y_{сер}$):

$$Y_{сер} = \frac{\sum_{k=1}^{n} Y_k}{n}, \qquad (2.17)$$

де Yk – експериментальні значення вимірювальної величини;

n – кількість паралельних дослідів.

– дисперсію (S^2):

$$S^2 = \frac{\sum_{k=1}^{n}(Y_k - Y_{сер})^2}{n-1}, \quad (2.18)$$

де ($Y_k - Y_{сер}$) – відхилення від середньої величини.

– середньоквадратичне відхилення ($S_{сер}$):

$$S_{сер} = \sqrt{S^2}, \quad (2.19)$$

– точність визначення (E_α):

$$E\alpha = t\alpha,f \cdot SY_{сер}, \quad (2.20)$$

де tα,f – коефіцієнт Стьюдента, який визначається за табличними даними (α=0,95, f=k-1);

$SY_{сер}$ – середнє відхилення.

– відносну похибку (δ), %:

$$\delta = \frac{\sum\alpha}{Y_{сер}} \cdot 100, \quad (2.21)$$

– коефіцієнт варіації (V), %:

$$v = \frac{S}{\bar{Y}} \cdot 100, \quad (2.22)$$

– показник точності (Р), %:

$$P = \frac{S_{сер}}{Y_{сер}} \cdot 100, \qquad (2.23)$$

Висновки за розділом 2

1. Для досягнення поставленої мети і завдань розроблено та описано схему комплексних теоретичних та експериментальних досліджень.

2. Визначено об’єкт і предмет наукового дослідження.

3. Підібрано загальноприйняті та спеціальні методи експериментальних досліджень – органолептичні, фізико-хімічні, функціонально-технологічні, структурно-механічні, мікробіологічні та статистичної обробки одержаних результатів, математичного моделювання, використання яких забезпечить високу точність і достовірність результатів.

РОЗДІЛ 3
НАУКОВЕ ОБГРУНТУВАННЯ СКЛАДУ І ТЕХНОЛОГІЇ ПЛАСТІВЦІВ М'ЯСНИХ СИРОВ'ЯЛЕНИХ З ЯЛОВИЧИНИ

3.1 Обгрунтування можливості часткової заміни нітриту натрію на сік буряка концентрований при виробництві пластівців м'ясних сиров`ялених з яловичини

Виробництво ферментованих м`ясних виробів у абсолютній більшості сполучене з використанням нітриту натрію як агента, додавання якого в засолювальну суміш забезпечує збереження звичного для споживача червоного або рожевого кольору готового виробу. Проте через токсичність нітриту натрію, як доданого при приготуванні суміші, так і утвореного з нітрату в процесі відновлення (розділ 1, п. 1.3), перед розробниками альтернативних існуючим ферментованих м`ясних виробів стоїть задача зменшення його дозування. Традиційним способом вирішення такої задачі є додавання до засолювальних сумішей денітрифікуючих мікроорганізмів. Проте через потенційну токсичність продуктів їхньої життєдіяльності такий спосіб має бути замінений іншими способами денітрифікації.

Обраним нами варіантом зменшення дозування $NaNO_2$ у м`ясні системі є сік рослин, багатих на цю сіль. Серед варіантів були розглянуті соки селери, листової капусти та столових буряків. За результатами виконаного в рамках цієї роботи літературного пошуку та експериментальних досліджень (табл. 3.1) ми зупинилися на використанні соку буряка концентрованого (СБК), який використовується у якості натурального барвника.

Таблиця 3.1

Хімічний склад соку буряка концентрованого, n=3

Нпзва складових	**Вміст на 100 г**
Макронутрієнти	
Білок, г	3,68±0,007
Вуглеводи, г	19,01±1,73
Цукри, г	18,76±0,98
Вітаміни	
Вітамін B_1, мг	0,049±0,0011
Вітамін B_2, мг	0,095±0,0019
Вітамін B_3, мг	0,022±0,0009
Вітамін B_6, мг	0,172±0,0056
Вітамін С, мг	24,56±0,32
Нітрати та нітрити	
Нітрати, мг	2088±19,56
Нітрити, мг	4,6±0,093
Мінеральні речовини	
Залізо, мг	1,96±0,031
Калій, мг	798±9,98
Кальцій, мг	39,31±0,67
Магній, мг	56±1,14
Натрій, мг	191±5,42
Цинк, мкг	1044±23,45
Мідь, мкг	344±7,45
Марганець, мкг	1621±23,67

До специфічних переваг СБК слід також віднести здатність попереджувати виникнення певних видів ракових захворювань. Але основна цінність його полягає у наявності бетаніну (харчової добавки Е 162) – природного барвника,

який надає продуктам з його вмістом специфічний інтенсивний колір (Самілик, 2022).

За положеннями сучасної науки про харчування, введення в раціон продуктів із вмістом бетаніну сприяє синтезу холіну та нормалізації роботи печінки та стабілізації артеріального тиску (Mousavi, Abedimanesh, & Mohammadnejad, 2022).

Проте слабкою стороною рекомендації використовувати бетанін в харчових продуктах є його низька стійкість до атак речовин, характерних окисними властивостями особливо в продуктах з високою активністю води та за присутності характерного каталітичними властивостями сполук заліза (III). Цього запобігають зазвичай додаванням антиоксидантів, зокрема аскорбінової кислоти (Fernández-López et al., 2023; Чех, Дущак, & Шутюк, 2025).

Також СБК містить значну кількість нітратів, який у разі введення в суміш інгредієнтів, використовуваних при виробництві пластівців м'ясних дає змогу зменшити дозування використовуваного зазвичай нітриту натрію.

3.2 Розробка принципів зменшення дозування нітриту натрію в технології пластівців м'ясних сиров`ялених з яловичини

Традиційні технології виробництва пластівців м'ясних сиров'ялених включають стадії підготовки основної сировини (м'ясної) та засолювальних сумішей, власне засолювання, нарізання засоленого продукту за необхідності та витримку його при температурах до 40 ^{o}C, бажано на відкритому повітрі, для видалення надлишкової вологи (Сова & Леусенко, 2024).

Проте, основним недоліком такого способу є тривалість витримки продукту в умовах високої активності води в цій харчовій системі, що є передумовою для розвитку хвороботворних, токсикогенних та солетолерантних (галотолерантних) штамів мікроорганізмів. Тому загальноприйнятим прийомом зменшення чисельності патогенної мікрофлори є введення в засолювальну суміш

нітриту натрію, який виконує в м`ясній системі подвійну роль: крім надання продукту звичного для споживачів червоного/рожевого кольору, ця сіль характеризується антибактеріальними властивостями. Механізм формування звичного для в'яленого м'яса червоного/рожевого кольору показаний на рис. 3.1.

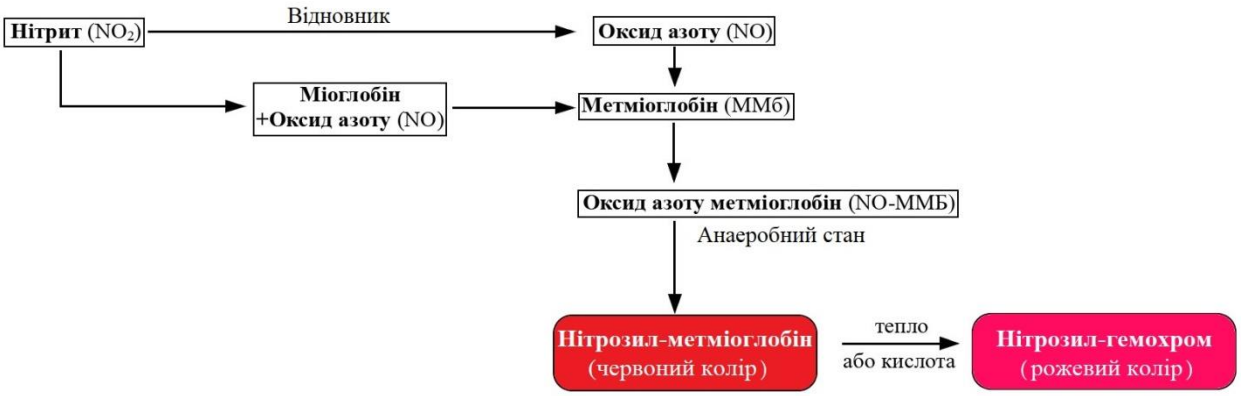

Рисунок 3.1 **Механізм утворення рожевого кольору у в'ялених м'ясних продуктах за участі нітриту**

Джерело: розроблено автором використовуючи (Shakil et al., 2022)

Проте токсичність $NaNO_2$ породжує необхідність пошуку способів зменшення її дозування при мінімальній вірогідності псування продукту. Цього на нашу думку можна досягти введенням в суміш використовуваних при засолюванні м`яса реагентів харчових нітратів, які містяться в помітних кількостях, зокрема, в СБК і в кислому середовищі відновлюються до нітриту, а далі до цільового кольороутворюючого реагенту – оксиду азоту (II) згідно з механізмом, показаним на рис. 3.1.

Визначення можливості та доцільності застосування такої заміни проведено в порівняльних умовах. Рецептури контрольного та дослідних зразків пластівців м'ясних сиров'ялених з яловичини наведено у табл. 3.2. За контроль обрано технологію згідно ТУ У15.1-02070983-088:2007.

Таблиця 3.2

Рецептури контрольного та дослідних зразків пластівців м'ясних сиров'ялених з яловичини

Назва сировини	Контроль	Дослідний зразок		
		№ 1	№ 2	№ 3
Сировина несолена, кг/100 кг				
Яловичина жилована вищої категорії	94,00	94,00	94,00	94,00
Засолювальні матеріали, кг/100 кг				
Сіль кухонна	3,50	–	–	–
Сіль морська	–	3,40	3,20	3,10
Нітрит натрію	0,015	0,015	0,005	0,005
Декстроза	1,00	1,00	1,00	0,650
Суміш спецій	1,20	1,30	1,60	1,90
Ізоаскорбат натрію	0,007	0,007	0,007	–
Аскорбінова кислота	–	–	–	0,085
Сік буряка концентрований	–	–	0,50	0,50
Бактеріальний препарат B-LC-78	–	0,025	0,025	0,025

Основним недоліком використання при засолюванні суміші контрольного складу є тривалість цього процесу через уповільнену міграцію засолювальних речовин в масу м`ясного продукту. Це веде до суттєвого мікробіологічного забруднення поверхні, а потім і усієї маси продукту напівпродукту як з навколишнього середовища, так і внаслідок значного бактеріального забруднення нанесених на поверхню м`яса спецій, які не проходять спеціальної антибактеріальної обробки. Результатом стає конкурентне з корисною мікрофлорою зростання кількості хвороботворних та токсикогенних

мікроорганізмів і підвищений ризик псування продукту до того, як він набуде бажаних властивостей.

Звичним за класикою прийомом зменшення такої вірогідності є додавання до засолювальної суміші нітриту натрію. Проте через токсичність нітриту та його недостатню антибактеріальну активність сучасні технології зазнали модифікації з включенням в засолювальні суміші молочнокислих мікроорганізмів, тому, нами обрано бактеріальний препарат B-LC-78, який містить *P. acidilactici* та *S. carnosus*. Використання саме цих бактеріальних культур обрано нами з наступних міркувань.

Факультативний анаероб *P. acidilactici*, як і більшість штамів молочнокислих бактерій, зберігає життєздатність при дуже низькому значенні pH, температурі до 65 ^{o}C та високому осмотичному тиску середовища перебування (Yoon & Kang, 2020; Song, In, Lim, & Rahim, 2017).

Основною причиною вибору є антагонізм завдяки продукуванню молочної кислоти до багатьох видів мікроорганізмів, зокрема штамів *Shigella* spp., *Salmonella* spp., *Clostridium difficile, Escherichia coli*. Другим моментом такого вибору є здатність синтезувати згубні для них та деяких інших видів мікроорганізмів бактеріоцини класу педіоцинів (Raccach, 2014). Введення штаму *S. carnosus* у харчові продукти, незважаючи на його лячну назву, не має жодних ознак небезпечного впливу на стан здоров`я людини. Він використовується у стартових культурах з середина XX століття як і *P. acidilactici* оскільки сприяє підвищенню рівня безпечності та покращенню аромату м`ясних виробів, а також характерний високою стійкістю до дії високих концентрацій солі і, на відміну від молочнокислих бактерій, сильною антагоністичною дією проти бактерій *Listeria monocytogenes* (Khorshidian, Khanniri, Mohammadi, Mortazavian, & Yousefi, 2021).

Найбільшу активність у цьому відношенні проявляють представники видів *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Bacillus* та *Micrococcus*, присутність помітних кількостей яких в готовому продукті недопустима. Проте ці штами в

перетворенні нітрату-іону в нітрит помітної ролі не відіграють. а обрані нами бактерії *P. acidilactici* та *S. carnosus*, як і усі факультативні анаероби за відсутності кисню, наприклад у глибині м`ясного продукту, витрачають нітрат безповоротно, оскільки кінцевим продуктом денітрифікації є не нітрит, а азот:

$$2\,NO_3^- + 10\,e^- + 12\,H^+ \rightarrow N_2 + 6\,H_2O$$

З цього слідує, що від процесу денітрифікації слід усунути бактеріальні агенти через неповоротні трати нітрату/нітриту і, відповідно, їх передозування в засолювальних сумішах. Звідси виникає додаткова проблема пошуку альтернативного способу зменшення дозування нітриту натрію як антибактеріального агента, який через продукування молочнокислими мікроорганізмами кислот з наростанням рівня кислотності поверхні субстрату частково втрачається при нанесенні засолювальної суміші на поверхню м`ясного субстрату через обмінну взаємодію нітрату натрію, який не встиг мігрувати вглиб і знаходиться в цій же суміші на поверхні м`яса в контакті з кислотами з переходом в результаті обмінної реакції в нітритну кислоту:

$$NaNO_2 + H^+ \rightarrow HNO_2 + Na^+$$

Остання достатньо швидко розкладається з утворенням оксиду азоту (II) та агресивної в хімічному відношенні нітратної кислоти:

$$3\,HNO_2 \rightarrow 2\,NO + HNO_3 + H_2O$$

Новоутворений при проходженні цих взаємодій оксид азоту (II) через обмежену кількість міоглобіну на поверхні у переважній кількості випаровується, наслідком чого є додавання в засолювальні суміші надлишкових

кількостей нітриту натрію. Новоутворена ж нітратна кислота інтенсивно взаємодіє з компонентами м`ясної суміші і, як і оксид азоту, участі у взаємодії не бере і також безповоротно втрачається.

Для мінімізації ефекту непродуктивної втрати нітрату, нами була апробована технологія змішаного засолювання, за якою для натирання поверхні м`яса була використана суміш того ж складу, що і при засолюванні контролю. Для цього кількість нітриту натрію у цій суміші була зменшена до 1/3 від кількості, яка використовується за стандартною технологією з відповідним зменшенням кількості і решти компонентів засолювальної суміші. При цьому кількість нанесеного за цим способом на поверхню зразка нітриту натрію становила 5 мг на кілограм основної (м`ясної) сировини.

Решту необхідного для надання продукту бажаного кольору та антибактеріальних властивостей таку ж кількість нітриту натрію вводили у м`ясо способом насичення. Таким чином, кількість нітриту натрію, використаного при засолюванні дослідних зразків, була зменшена на третину, тобто на 5 мг на кілограм м`ясної сировини. При цьому технологія засолювання в частині дозування нітриту натрію була змінена, оскільки був використаний не прийом додавання в засолювальну рідину сухої солі, а спосіб, за яким вона була синтезована в процесі виробництва в`яленого м’ясного продукту. З цією метою була використана розрахована кількість СБК багатого нітратами. Дії з відновлення нітрату в нітрит були здійснені з використанням аскорбінової кислоти, використаної з надлишком 10 % понад необхідну за стехіометрією взаємодії кількість.

Динаміка зміни ОВП в яловичині під час засолювання представлено на рис. 3.2.

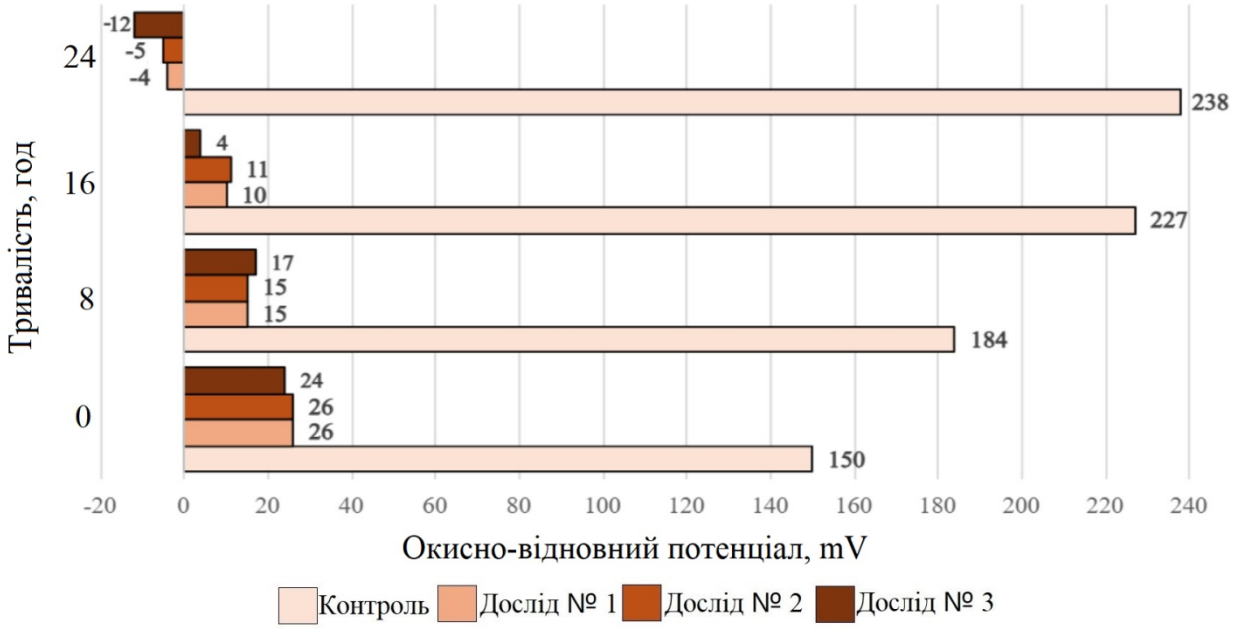

Рисунок 3.2 **Динаміка зміни окисно-відновного потенціалу у яловичині під час засолювання**

З рис. 3.2 видно, що процес відновлення нітратів до нітритів значно прискорювався у дослідному зразку № 3, за рахунок додаванням до засолювальної суміші аскорбінової кислоти як речовини з відновними властивостями, про що свідчить від'ємний показник (мінус 12) ОВП в м'ясній системі, при цьому відповідна характеристика контрольного зразка систематично збільшується при контакті з киснем повітря (Bal-Prylypko, Nikolaenko, Kanishchev, Beyko, & Holembovska, 2023).

Аналіз перетворень, наведених на рис. 3.2, дає змогу зробити висновок, що кінцевим продуктом метаболізму нітратів і нітритів в організмі людини є монооксид азоту, а постійне надходження нітратів/нітритів з їжею може викликати системне подразнення слизових оболонок шлунково-кишкового тракту за рахунок утворення вільних радикалів і суміші нітратної і нітритної кислот (Ячмінь та ін., 2022). Вірогідним механізмом антиоксидантної дії аскорбінової кислоти є розкриття подвійного зв`язку п`ятичленного циклу молекули аскорбінової кислоти під дією активного кисню радикалу нітрат-іону.

Ця взаємодія проходить достатньо повільно і, при температурі 22±2 ^{o}C завершується протягом 24 годин, про що опосередковано свідчить суттєве зменшення в цей час швидкості наростання позитивного значення окисно-відновного потенціалу. Тому операція відновлення нітрату потребує введення в технологічну схему виробництва м`ясних продуктів перед проведенням насиченням розсолу у м'ясну масу проміжної стадії витримки розчину солі із вмістом СБК та аскорбінової кислоти.

Хімізм процесу полягає у:

– відновленні нітрат-іону аскорбіновою кислотою до нітриту;

– електролітичної дисоціації в кислому середовищі нестійкої нітратної кислоти до нітрит-іону;

– подальшого розкладення нітрит-іону до монооксиду азоту;

– взаємодії монооксиду азоту в момент утворення з міоглобіном м`яса з отриманням червоного нітрозоміоглобіну.

Перевагою запропонованої зміни складу та порядку введення компонентів та інгредієнтів засолювальної суміші в м'ясну систему є прискорене розподілення в об`ємі введеного з СБК нітрату натрію з реалізацію уповільненого процесу утворення з нього нітриту в безпосередньому контакті з міоглобіном в усьому об`ємі м`ясної системи, який у такому варіанті практично кількісно витрачається на взаємодію з міоглобіном згідно з показаним на рис. 3.1 механізмом.

Отже, суттєвими перевагами запропонованого способу засолювання є:

– зменшення кількості дозованого в м`ясний продукт нітриту натрію;

– прискорення процесу засолювання завдяки скороченню часу досягнення контакту нітриту натрію з міоглобіном;

– можливість вироблення достатньої кількості розчину нітриту натрію в засолювальному розчині заздалегідь з використанням необхідної аліквоти при надходженні на підприємство партій м`яса.

3.3 Дослідження впливу активності мікроорганізмів в яловичині при засолюванні

Одним з вірогідних способів зменшення дозування нітрит-іону в м`ясні системи є мінімізація випадків його контакту з денітрифікуючими мікроорганізмами.

У той же час, зважаючи на процеси конкуренції в поживних середовищах небезпечної для здоров`я та корисної мікрофлори, присутність останніх є вельми бажаною з точки зору гарантування високої якості та безпечності виробленого м`ясного продукту.

Більш того, збільшення кількості вироблених сиров`ялених м`ясних продуктів потребує скорочення термінів виробництва за умови забезпечення високих органолептичних показників якості. Через неможливість використання підвищених температур на завершальному етапі сушіння продукту, чи не єдиним способом скорочення термінів виробництва є прискорення процесів первинної ферментації м`ясної сировини. Така можливість на сучасному етапі виробництва реалізується використанням стартових культур мікроорганізмів, дія яких направлена на затримку розвитку, в ідеалі припинення, життєдіяльності токсикогенної, патогенної та гнильної мікрофлори, а також сприяння прискореному формуванню специфічного смаку, кольору та запаху готового продукту (Danylenko et al., 2023).

Живильним матеріалом для мікроорганізмів, які вводять навмисно у складі стартових культур, служить достатня кількість присутніх у м’ясній системі поживних речовин. Зважаючи на це, основним способом який використовується в сучасній практиці виробництва м`ясних харчових продуктів є гальмування розвитку небезпечної мікрофлори позбавленням її безперешкодного доступу до цих ресурсів.

Поставлена задача досягається внесенням в сировинну суміш вже на стадії її формування незрівнянно більшої порівняно з названими вище видами мікроорганізмів конкурентних штамів бактеріальних культур.

Крім цього корисні мікроорганізми оптимізують в м`ясній сировини процеси формування цільових біохімічних перетворень завдяки синтезу за їх участі незамінних амінокислот, ферментів та вітамінів (Баль-Прилипко, Ніколаєнко, Бандура, Каніщев, & 2022a).

При виборі конкурентних шкідливим, токсикогенним та небезпечним видам мікроорганізмів нами були визначені характерні біопротекторними властивостями штами бактерій *P. acidilactici* та *S. carnosus* використовувані в бактеріальному препараті B-LC-78, характерному універсальною дією в м`ясних системах. Їх використання у складі стартових культур, у тому числі в поєднанні з овочевими інгредієнтами, обумовлене здатністю покращувати органолептичні властивості продуктів, зокрема забезпечувати приємний смак та стабілізувати звичний червоний та/або рожевий кольори готового м`ясного продукту. Введення до складу стартових культур бактерій *S. carnosus* викликане їхньою активністю в біосинтезі дипептиду *карнозину*, який складається з амінокислот бета-аланіну та гістидину, який концентрується в тканинах м`язі та головному мозку (Каніщев, 2024).

Бактерії виду *P. acidilactici* відносяться до класу грампозитивних молочнокислих бактерій родини *Lactobacillaceae* і навіть без застосування стартових культур позитивно впливають на стан бактеріальної флори м`ясопродуктів, оскільки період їхнього розмноження є значно коротшим, ніж у абсолютної більшості небажаних видів мікрофлори (Каніщев, 2024).

Відповідна цьому кінетика розмноження МБ показана на рис. 3.3.

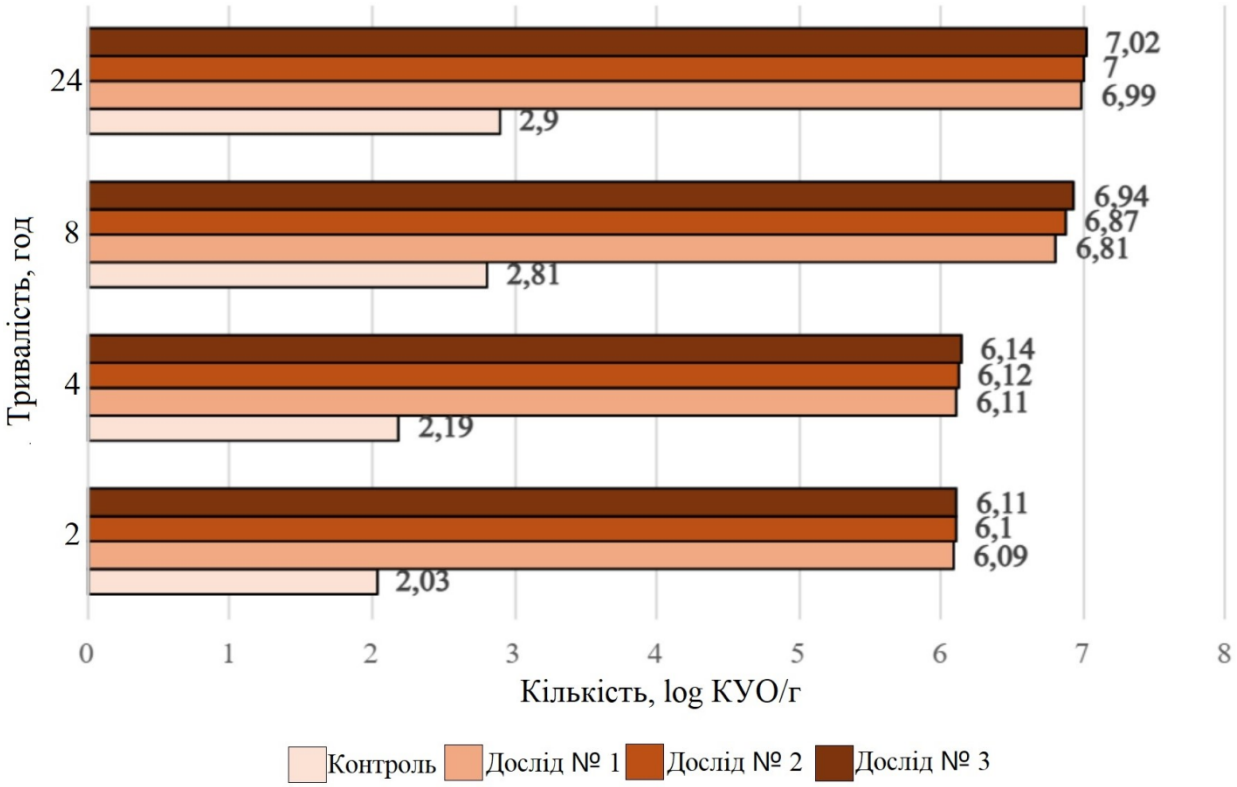

Рисунок 3.3 **Динаміка зміни кількості молочнокислих бактерій в яловичині під час засолювання**

З рис. 3.3 видно, що у дослідних зразках № 1-3 за 24 години кількість життєздатних МБ зросла з 6,09 до 7,02 log КУО/г. У контрольному зразку сповільнилась швидкість росту мікрофлори – від 2,03 до 2,9 log КУО/г (Каніщев, 2023). Ці результати узгоджуються з попередніми дослідженнями (рис 3.2), які підтверджують прискорений ріст корисної мікрофлори в умовах додавання бактеріальних препаратів, змінюючи ОВП. Разом ці фактори допомагають оцінити стабільність *P. acidilactici* в умовах процесу виробництва продукції та підтримують її потенційне використання для ферментації м'ясної сировини (Bal-Prylypko, Nikolaenko, Kanishchev, Beyko, & Holembovska, 2023).

Таким чином, запропонований спосіб засолювання дав змогу швидше досягнути бажаного рівня кислотності м`яса, відповідно і його стійкості до атак шкідливих мікроорганізмів. Цьому сприяє введення бактеріальної культури вглиб маси продукту, коли швидкість зростання кількості корисних бактерій

збільшується завдяки спрощенню їх доступу до поживних речовин. Особливу цінність цей фактор набуває в світлі пришвидшення процесу розподілу бактеріальної флори в масі продукту, тому що в процесі виробництва сиров`ялених м`ясопродуктів, особливо на стадіях ферментації та фінальної сушки у ній може відбуватися розмноження патогенних мікроорганізмів штаму *Listeria monocytogenes* здатного розвиватися в кислому середовищі в присутності значних кількостей хлориду натрію (Tönz et al., 2024). У цьому відношенні використання обраного нами у складі бактеріального препарату штам *P. acidilactici* відіграє суттєву позитивну роль у підвищенні бактеріальної безпечності продукту як такий, що продукує безпосередньо в масі м`ясного продукту згубні саме цього штаму бактеріоцини (Bal-Prylypko, Kanishchev, Mushtruk, & Leonova, 2024).

На підставі визначень констатовано, що введення бактеріального препарату B-LC-78 до складу суміші, якою здійснюється засолювання майже чистої з точки зору бактеріального забруднення м`ясної сировини, веде до практичної відсутності шкідливої мікрофлори (Баль-Прилипко, Ніколаєнко, Бандура, Каніщев, & 2022б) відповідно й підвищення рівня мікробіологічної безпечності (табл. 3.3).

Крім сприяння швидкому збільшенню рівня кислотності системи внаслідок синтезу органічних кислот, бактерії синтезують бактеріоцини – речовини, що згубно діють на розвиток шкідливої мікрофлори, результатом чого є перевищення кількості корисних мікроорганізмів відповідної кількості шкідливих більш, ніж в 10000 разів, що сприяє підвищенню рівня безпечності продуктів, які не пройшли теплової обробки, у тому числі сиров`ялених м`ясних продуктів (Hernández-González, Martínez-Tapia, Lazcano-Hernández, García-Pérez, & Castrejón-Jiménez, 2021).

Таблиця 3.3

Мікробіологічні показники рівня безпечності контрольного та дослідного зразків яловичини наприкінці засолювання

Показник	**Контроль**	**Дослідний зразок**			**Норма**
		№ 1	**№ 2**	**№ 3**	
БГКП (коліформи), в 1,0 г	Не виявлено				Не допускається
Патогенні мікроорганізми, в т.ч. сальмонели, в 25 г					
Сульфітредукуючі клостридії, в 0,1 г	Не виявлено				Не допускається
Listeria monocytogenes, в 25 г					
Staphylococcus aureus, в 1,0 г					

Джерело: (Bal-Prylypko, Nikolaenko, Kanishchev, Beyko, & Holembovska, 2023)

Істотним фактором впливу на процес гальмування швидкості розвитку шкідливої мікрофлори також є швидке збільшення рівня кислотності м`ясного субстрату за рахунок синтезу ними молочної, піровиноградної, оцтової та деяких інших кислот. Присутність жирних кислот сприяє покращенню консистенції виробу з точки зору підвищення пластичності соленого м`ясного виробу як наслідку проходження процесів протеолізу білків, набухання колагенових пучків та ослаблення поперечних зв`язків м`язових волокон (Баль-Прилипко та ін., 2024). Отримані в процесі визрівання відповідні дані це підтвердили та показали пропорційність зростання у часі пластичності матеріалу пластівців.

Динаміка зміни pH дослідних зразків яловичини при засолюванні у порівнянні з контролем наведено на рис 3.4.

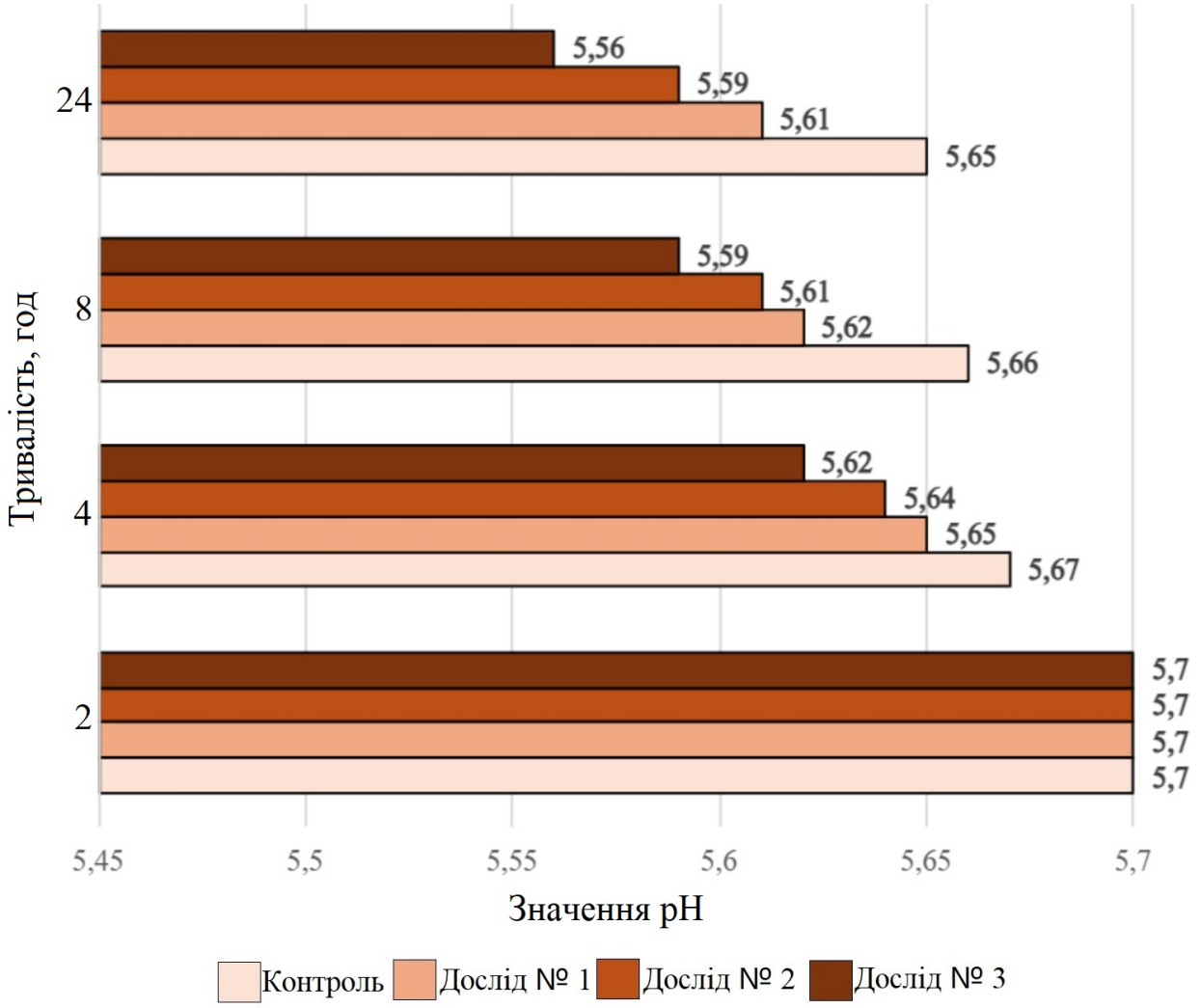

Рисунок 3.4 **Динаміка зміни pH яловичини під час засолювання**

З рис. 3.4 видно, що на початку засолювання, на 2 годину, дослідний зразок та контрольний мали однакове значення pH – 5,7. На 8 годину засолювання значення pH у дослідних зразках № 1, № 2 та № 3 становить 5,62, 5,61 та 5,59 відповідно. що є меншим на 0,4...0,7 порівняно з контролем. Далі спостерігається тенденція зменшення значення pH, проте у дослідних зразках це відбувається більш інтенсивно. Так, на 24 годину засолювання у контрольному зразку незначно зменшилось значення pH від початкового – на 0,05, в той же час, у дослідних зразках № 1, № 2 та № 3 – на 0,08, 0,09 та 0,11 (Каніщев, 2024).

Ці результати корелюють з результатами досліджень авторів (Бал-Прилипко & Леонова, 2014), які виявили, що під час засолювання з часом

збільшується кількість *P. acidilactici* та у м’ясі накопичується молочна кислота, яка так само призводить до закислення середовища (м’яса), що обмежує розвиток небажаної мікрофлори (Борцюх & Шугай, 2017), серед якої можуть бути умовно-патогенні та патогенні форми.

Динаміка зміни пластичності контрольного та дослідного зразків яловичини в процесі засолювання наведено на рис. 3.5.

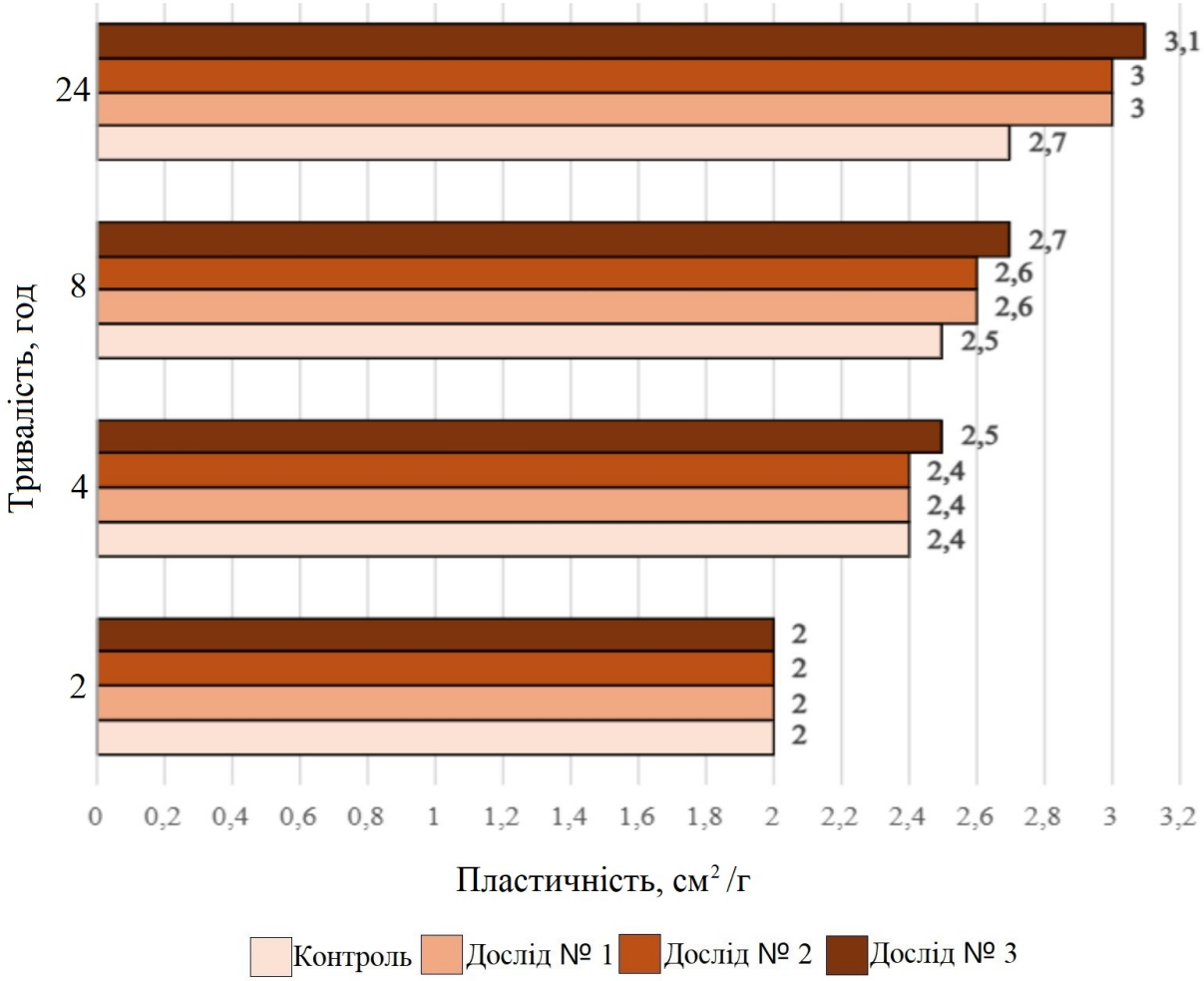

Рисунок 3.5 **Динаміка зміни пластичності яловичини під час засолювання**

З рис. 3.5 видно, що дослідні зразки характеризуються більш підвищеною пластичністю порівняно з контролем. Так, на початку процесу засолювання, на 2 годину, пластичність у контролі та дослідних зразках становила 2 $см^2/г$, в подальшому, на 4 годину засолювання дослідний зразок характеризувався

підвищеною пластичністю – на 0,1 $см^2$ /г порівняно з контролем. На 24 годину засолювання дослідні зразки № 1 та № 2 мали показник пластичності 3,0 $см^2$/г, дослідний зразок № 3 (3,1 $см^2$/г), що на 0,3 та 0,4 $см^2$/г відповідно є більшим порівняно з контролем (Каніщев, 2024). Ці результати мають позитивний характер, так як автори (Коломієць та ін., 2015) вважають, що від пластичності м'ясної сировини залежить ніжність готових виробів. Також, наші результати пояснюються тим, що підвищення пластичності відбувається внаслідок прискорення процесів протеолізу білків, набухання колагенових пучків та ослаблення поперечних зв`язків м`язових волокон. Такий перебіг біохімічних змін дослідного зразка можна також пояснити протеолітичною активністю МБ (*P. acidilactici*) (Шинкарук & Балук, 2021).

3.4 Обгрунтування рекомендованого способу засолювання яловичини при виробництві пластівців м'ясних сиров`ялених

З огляду на те, що для сухого методу засолювання витрачається 0,5 грама нітриту натрію на кілограм м`яса решту отриманої денітрифікацією 0,6 грама $NaNO_3$ вводили з використаним для насичення розчином в СБК. Зважаючи на те, що безпосередньо після отримання нітрит і в буряку, і в отриманому з нього СБК, практично відсутній, перед насиченням його отримували відновленням нітрату за участі аскорбінової кислоти. Для цього згідно із стехіометрією взаємодії її необхідно витратити 1,2 грама на грам нітриту натрію відповідно до його реального вмісту в СБК.

Використання рекомендованого за стандартними технологіями ізоаскорбату натрію вважаємо недоцільним через те, що гідролітичне розкладення цієї солі практично відсутнє через те, що СБК має нейтральну реакцію.

Для пом`якшення смаку та збагачення мінерального складу готового продукту сіль кухонну кам’яну, було замінено на морську і для натирання поверхні субстрату, і для приготування насичувальних розчинів.

Визначення можливості та доцільності застосування такої заміни проведено в порівняльних умовах.

За контроль (табл. 3.2) обрана використовувана в традиційних технологіях сухого методу засолювання поверхні яловичини засолювальна суміш (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Склад засолювальної суміші контрольного зразка в розрахунку на 100 кг яловичини

Назва компонента	**Маса, кг**
Сіль кухонна кам’яна	3,5
Натрію нітрит	0,015
Декстроза	1,0
Суміш спецій	1,2
Натрію ізоаскорбат	0,07

З урахуванням викладеного, розрахунковий склад використаної для насичення засолювальної суміші (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

Склад засолювальної суміші дослідних зразків в розрахунку на 100 кг яловичини

Назва компонента	Дослідний зразок		
	№ 1	№ 2	№ 3
Сіль морська	1,8	1,7	1,6
Нітрит натрію	0,015	0,005	0,005
Вода питна	6,4	6,4	6,4
Сік буряка концентрований	–	0,5	0,5
Декстроза	1,0	1,0	0,65
Суміш спецій	0,10	0,9	0,8
Аскорбінова кислота	0,085	0,085	0,085
Бактеріальний препарат B-LC-78	0,025	0,025	0,025

Експериментальний метод засолювання основної (м'ясної) сировини проводили за змішаною технологією, коли поверхню м`яса для запобігання зараження небезпечними для здоров`я мікроорганізмами і формування захисного щару натирали засолювальною сумішшю, а решту суміші вводили шприцом-дозатором у масу напівпродукту.

З порівняння складів сумішей, застосованих при засолюванні яловичини, призначеної для виготовлення пластівців м'ясних сиров'ялених з яловичини видно, що експериментальна засолювальна суміш (дослідний зразок № 3) містить втричі меншу кількість $NaNO_2$.

В разі ж проведення процесу натиранням поверхні м`яса засолювальною сумішшю хлориду та нітриту натрію значні кількості $NaNO_2$, дифузійні ускладнення не встигають мігрувати вглиб м`яса і в розчиненому стані залишаються на поверхні м`яса в м`ясному соку із значенням pH 5,0...6,0. В цих

умовах нестійка нітритна кислота, утворена в результаті обмінної взаємодії іонів натрію та гідроксонію, розкладається з утворенням оксиду азоту (II), котрий в умовах контакту рідини з атмосферою активно випаровується. Результатом є нераціональна витрата нітратної складової засолювальної суміші. Цього недоліку значною мірою позбавлена використана нами при проведенні досліджень технологія змішаного засолювання, коли вглиб маси м`яса з СБК вводиться частина використаного у менших дозуваннях нітриту натрію. Кількість останнього була також зменшена з огляду на те, що використаний в якості носія СБК містить достатньо великі кількості нітрат-іону, який в присутності аскорбінової кислоти, внесеної до насичувального розчину протягом встановленого часу відновлюється до нітриту.

Динаміка зміни ВЗЗ контрольного та дослідних зразків яловичини під час засолювання наведено на рис. 3.6.

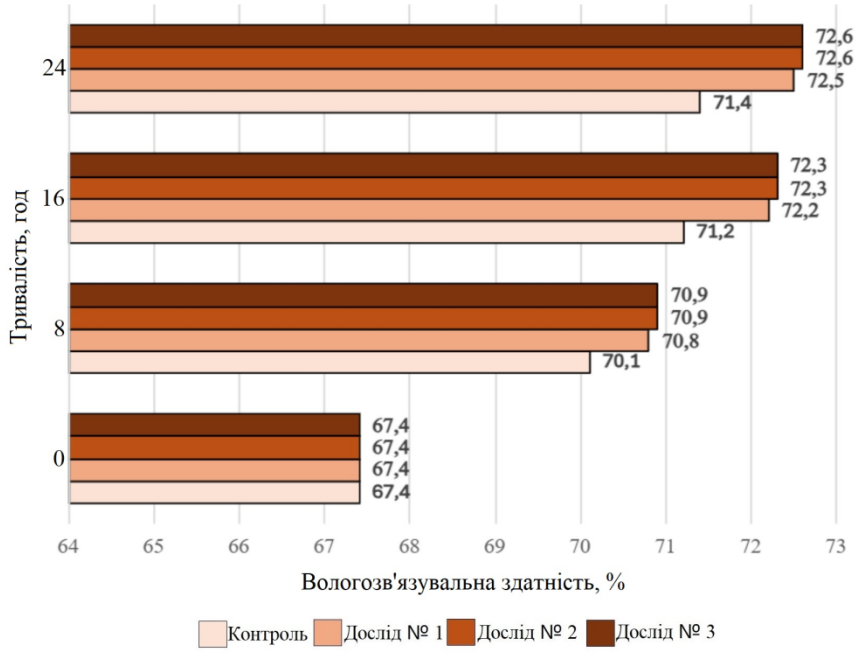

Рисунок 3.6 **Динаміка зміни вологозв’язувальної здатності яловичини під час засолювання**

Як видно з рис. 3.6, дослідні зразки показують більшу здатність зв’язувати вологу порівняно з контролем.

На початку засолювання, контроль та дослідні зразки характеризувались однаковим показником ВЗЗ – 67,4 %. У процесі засолювання показник ВЗЗ в дослідних зразках № 1, № 2, № 3 був більшим за контролю, зокрема, на 24 годину – на 1,1, 1,2 та 1,2 % відповідно (Bal-Prylypko, Kanishchev, Mushtruk, & Leonova, 2024).

Засолювання м`ясної сировини супроводжується міграцією засолювальних речовин, зокрема хлориду натрію, в товщу продукту, що збільшує здатність м`ясної системи зв`язувати вологу.

Збільшення величини цього параметру пов`язане у першу чергу із зростанням кількості гідрофільних центрів міофібрілярних білків під дією ферментів, синтезованих штамами бактерій *P. acidilactici* та *S. carnosus* в процесі життєдіяльності. Одночасно завдяки збільшенню на проміжних стадіях виготовлення сиров`яленого продукту вмісту у масі м`яса проникого розчинника (води) там зростає кількість розчинених у ній смакових і ароматичних речовин, де вони залишаються після доведення продукту до остаточної кондиції (висушування), що сприяє покращенню таких його органолептичних властивостей, як смак, аромат, колір (Bal-Prylypko, Kanishchev, Mushtruk, & Leonova, 2024).

Проте з розподіленням солі у внутрішніх об`ємах м`ясного продукту супроводжуваного зростанням її концентрації в об`ємі, фактор збільшення здатності до зв`язування вологи нівелюється і вміст утримуваної продуктом води зменшується (рис. 3.7).

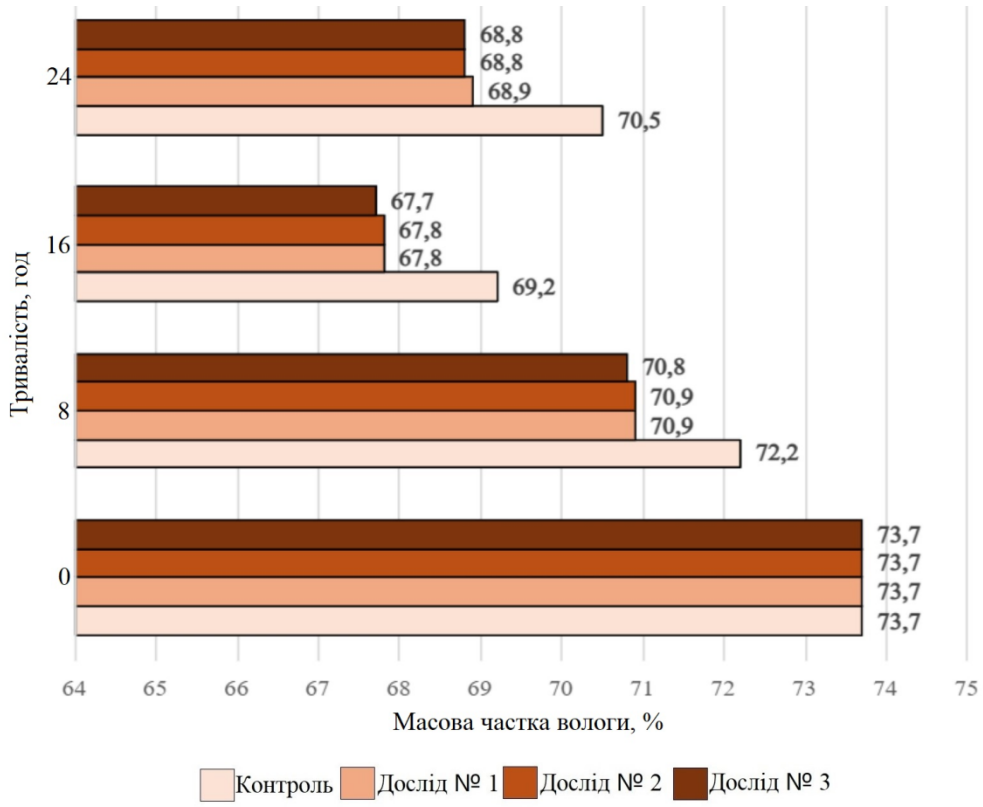

Рисунок 3.7 **Кінетика втрати вологи яловичиною під час засолювання**

З рис. 3.7 видно, на початку засолювання контрольний та дослідні зразки характеризувались однаковою масовою часткою вологи, яка становила 73,7 % Після 8 годин засолювання дослідні зразки № 1, № 2 та № 3 характеризувались вмістом вологи 70,8...70,9 %, що є меншим на 1,3...1,4 % у порівнянні з контролем. На 16 годину засолювання вміст вологи у дослідних зразках становила 67,7...67,8 %, що є меншим на 1,4...1,5 % порівняно з контролем. Після 24 годин засолювання дослідні зразки № 2 та № 3 мали вміст вологи 68,8 %, що є меншим на 1,7 % порівняно з контролем. Це пояснюється тим, що насичення засолювального розчину у внутрішні шари відрубів м`яса нівелює необхідність міграції хлориду натрію і тим сприяє більш швидкій втраті вологи.

Найочевиднішою причиною втрати вологи яловичиною в процесі засолювання є вирівнювання осмотичного тиску вологи в обох контактуючих речовинах (м`ясній системі та розсолі). На початку осмотичний тиск вологи в

характерному малою кількістю розчинених мінеральних речовин та значним вмістом вологи м`ясі є достатньо високим, істотно меншим, ніж в розсолі, де значна кількість молекул води знаходиться у складі гідратованих іонів натрію та хлориду. Внаслідок цього при контакті м`яса з розсолом відбувається вирівнювання осмотичних тисків води внаслідок її інтенсивної міграції в розсіл, супроводжуване зневодненням м`ясної сировини. У той же час в протилежному напрямку відбувається дифузія засолювальних речовин в м`ясі направлене на збільшення у ньому осмотичного тиску води (Каніщев, 2024). Зрештою в системі досягається стан рівноваги характерний при тому зменшенням в м`ясній масі показника АВ (рис. 3.8).

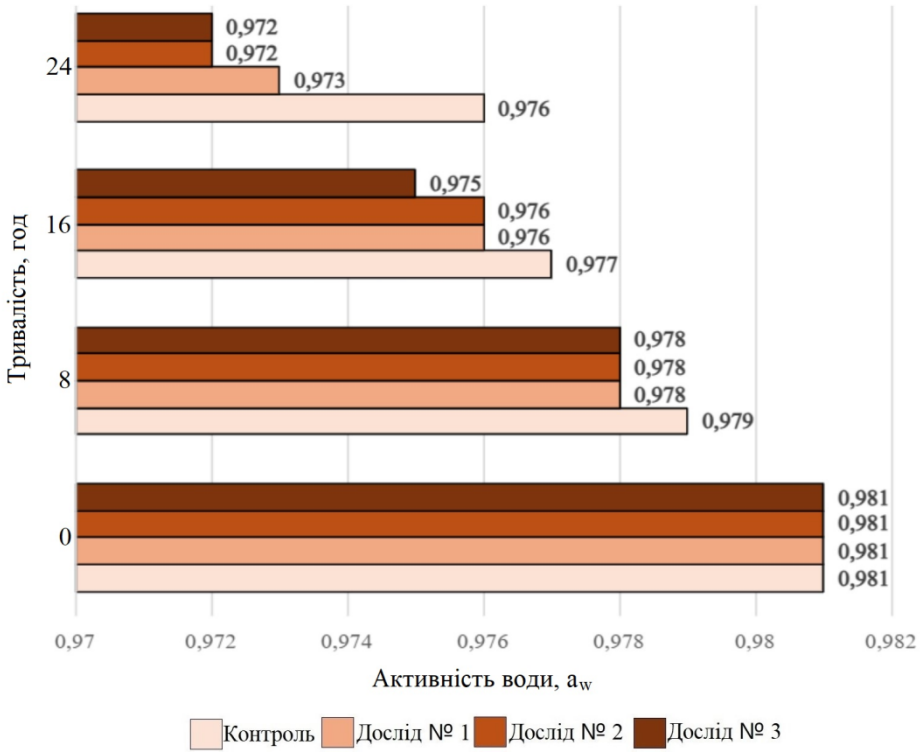

Рисунок 3.8 **Кінетика зменшення активності води в яловичині під час засолювання**

Важливою стороною технології виробництва залишається необхідність забезпечення рівномірного розподілу засолювальних речовин в процесі

вироблення пластівців, оскільки від цього залежить консистенція готового продукту. Одною з пов`язаних з цим проблем є позбавлення його надмірної жорсткості викликаної недостатнім проникненням засолювальних компонентів в окремі зони готового продукту. Дане питання може бути висвітленим при визначенні параметру граничного напруження зсуву залежного від способу внесення у м`ясну систему складових засолювальної суміші. З цією метою величину цього параметру зразків напівпродуктів дослідного та контрольного складу періодично вимірювали протягом перших 24 годин засолювання (Bal-Prylypko, Kanishchev, Mushtruk, & Leonova, 2024). Результати вимірювань наведені на рисунку 3.9.

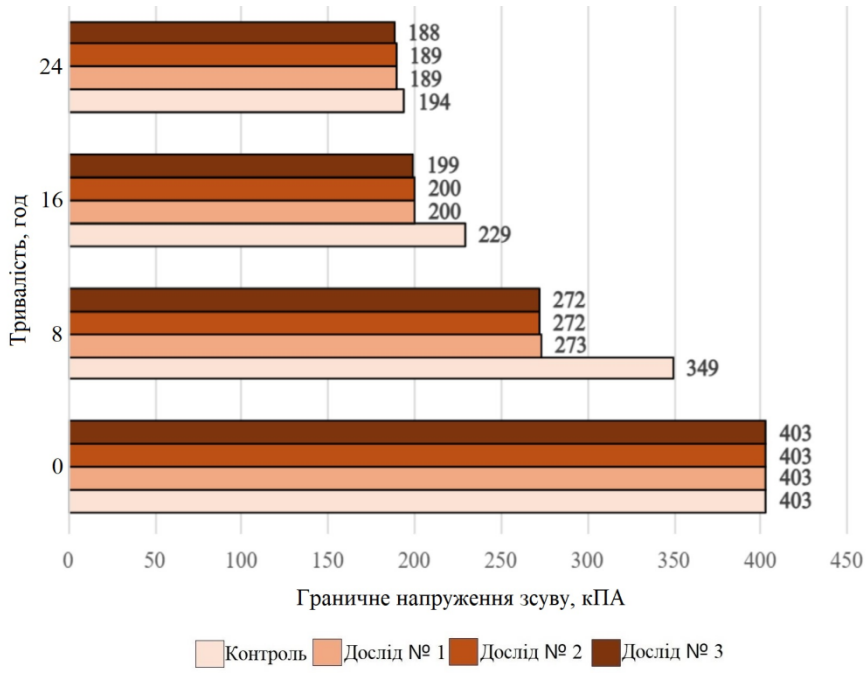

Рисунок 3.9 **Зміни граничного напруження зсуву яловичини під час засолювання**

При виконанні дослідження (рис. 3.9) зафіксоване прогресивне зменшення параметру граничного напруження зсуву в зразках. Причиною визнане накопичення продуктів обміну бактерій, викликане їхньою протеолітичною активністю, що веде до характерного зменшенням поверхневого натягу стану розчинних білків м`яса. Проте з огляду на більш швидкий розподіл в масі

бактеріального препарату способом насичення, такі зміни в дослідних зразках досягаються швидше, про що свідчить менші величини визначеного параметру дослідних зразків № 1, № 2 та № 3 – 189 кПа, 189 кПа та 188 кПа відповідно порівняно з 194 кПа для зразка контрольного складу (Bal-Prylypko, Kanishchev, Mushtruk, & Leonova, 2024).

По завершенні засолювання поверхню яловичини в обох випадках обмивали, просушували та після визрівання нарізали у формі пластівців, попередньо висушували. Тривалість стадії висушування визначали як час, необхідний для досягнення продуктом після завершення ферментації рівня АВ приблизно у 90 %. після чого переходили до стадії в`ялення. Хімічний склад контрольного та дослідного зразків пластівців м'ясних сиров`ялених з яловичини наведено в табл. 3.6.

Таблиця 3.6

Хімічний склад контрольного та дослідного зразків пластівців м'ясних сиров`ялених з яловичини, %, n=3

Складові	**Контроль**	**Дослідний зразок**		
		№ 1	**№ 2**	**№ 3**
Білок	59,29±8,71	59,78±7,22	59,84±6,54	59,79±6,98
Жир	14,80±1,1	14,70±1,11	14,6±1,44	14,60±2,02
Вуглеводи	3,13±0,03	3,14±0,04	3,16±0,029	3,16±0,03
Вода	19,56±0,31	18,23±0,23	18,22±0,21	18,23±0,22
Зола	3,22±0,22	4,15±0,31	4,18±0,28	4,22±0,15
Натрію нітрит	0,0047±0,0014	0,0047±0,0015	0,0012±0,0013	0,0012±0,0014

Результати дослідження (табл. 3.6), свідчать, що не враховуючи на масову частку вологи в готовому продукті, відмінність вмісту якої може бути поясненою відмінними умовами зневоднення завершених виробництвом пластівців, про

практичну однакову кількість більшості компонентів та інгредієнтів контрольного та дослідних зразків. Єдиним значущим виключенням є суттєво менший вміст в дослідних зразках № 2 та № 3 нітриту натрію, на що й був націлений запропонований метод засолювання.Отриманий результат може бути поясненим відмовою від традиційного способу засолювання натиранням поверхні м`ясного продукту засолювальною сумішшю із вмістом сухого нітриту натрію. Через дифузійні обмеження, значна його кількість не витрачається на цільову взаємодію з міоглобіном м`яса в його глибинних шарах і залишається в незмінному вигляді в поверхневих шарах продукту. Через низьку активність води, подальші перетворення нітриту натрію, які ведуть до його втрати, не відбуваються, через що в такому вигляді і доходять до споживача. З наведених в табл. 3.6 даних також слідує, що дозування нітриту натрію в дослідному зразку № 3, застосованого для натирання поверхні м`яса у меншій кількості порівняно з контролем та дослідному зразку № 1, дає змогу доводити інтенсивність червоного забарвлення поверхні пластівців м’ясних сиров’ялених з яловичини до тих же величин, що і у випадку проведення засолювання традиційним способом (табл. 3.7).

Аналізуючи дані, наведені в табл. 3.7, можна зробити висновок, що застосування бактеріального препарату у поєднанні з СБК та аскорбіновою кислотою під час кольороутворення готових виробів тривалого зберігання позитивно впливає на їх колірні характеристики. На прикладі продуктів з яловичини видно, що дослідний зразок № 2 та № 3, оброблений СБК, має кольорові показники, які не поступаються ні контрольному зразку, ні дослідному № 1, де використовувався нітрит натрію у класичній кількості. Це підтверджує припущення про те, що СБК містить достатню кількість нітратів для забезпечення процесу зафарбовування готового м'ясного продукту (Каніщев & Баль-Прилипко, 2023).

Таблиця 3.7

Характеристики інтенсивності забарвлення контрольного та дослідного зразків пластівців м'ясних сиров'ялених з яловичини, n=3

Показник	**Контроль**	**Дослідний зразок**		
		№ 1	**№ 2**	**№ 3**
Індекс почервоніння (H)	0,868±0,342	0,877±0,541	0.876 ± 0.223	0.879 ± 0.231
*a Почервоніння	8,50±0,22	8,42±0,24	8,41±0,32	8,43±0,44
*C Рівень кольору відносно яскравості абсолютно білого об'єкта	169±0,45	171±0,38	172±0,12	174±0,31
*L Інтенсивність кольору	157,22±0,540	157,19±0,349	157.23 ± 0.375	157.28 ± 0.374

Крім того, дослідний зразок № 3 демонструє найкращі результати за інтенсивністю кольору, індексом червоності та кольоровістю, що свідчить про високу ефективність використання СБК. Це свідчить про те, що зниження рівня залишкового нітриту натрію в продукті сприяє більш активному утворенню нітрозопігментів, що в свою чергу покращує кольорові показники готового м'ясного продукту. СК є важливим інструментом для забезпечення безпеки ферментованих м'ясних продуктів, оскільки вони сприяють зменшенню росту мікроорганізмів, які можуть спричинити псування або бути патогенними. Цей процес відбувається через виробництво метаболітів або конкурентне виключення інших мікробів. Завдяки стартовим культурам зменшується необхідність використання хімічних добавок, таких як нітрити та нітрати. Крім того, стартові культури здатні метаболізувати ці сполуки, що знижує їх залишковий вміст у готовій продукції (Bal-Prylypko, Kanishchev, Mushtruk, & Leonova, 2024).

Таким чином, розроблений спосіб засолювання характеризується порівняно з традиційним наступними перевагами:

– готовий продукт має інтенсивний червоний колір;

– покращений спосіб розподіл нітриту натрію в масі м`ясного продукту дав змогу зменшити дозування нітриту натрію порівняно з традиційним способом засолювання;

– залишкова кількість нітриту натрію в дослідному продукті є суттєво меншою порівняно з тою, що є характерною для продукту, виготовленого традиційним способом.

На користь пропонованого способу засолювання також грає феномен більш рівномірного розподілу ароматичних речовин і тим покращення органолептичних властивостей в`яленого продукту – консистенції, кольору, смаку та аромату.

Органолептичну оцінку дослідних та контрольного зразків проводили у три етапи з комплексним оцінюванням:

– дегустація вироблених за класичною технологією пластівців м’ясних сиров’ялених з яловичини;

– дегустація вироблених за експериментальною технологією пластівців м’ясних сиров’ялених з яловичини витриманих протягом однієї доби після завершення виробництва;

– дегустація вироблених за експериментальною технологією ластівців м’ясних сиров’ялених з яловичини витриманих протягом 180 діб після завершення виробництва.

Результати експертної оцінки з порівняння органолептичних показників контрольного та дослідного зразків пластівців м’ясних сиров’ялених з яловичини показані в графічному виді на профілограмі (рис. 3.10).

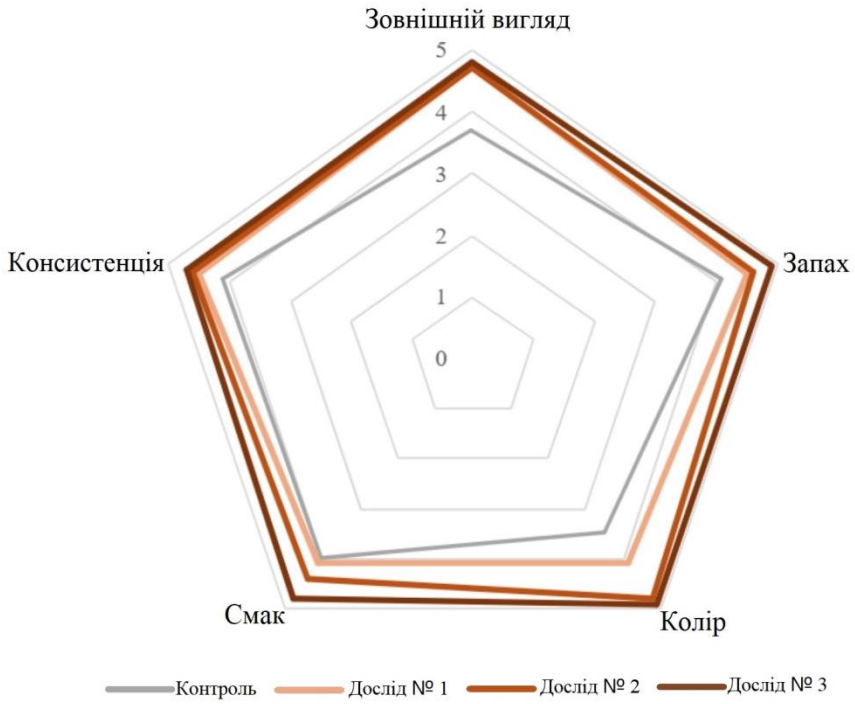

Рисунок 3.10 **Профілограма органолептичної оцінки контрольного та дослідного зразків пластівців м'ясних сиров'ялених з яловичини**

Результати органолептичної оцінки (рис. 3.10) показують, що контрольний зразок отримав найменшу кількість балів за усіма показниками порівняно з дослідними зразками. Так, за зовнішнім виглядом, контроль характеризувався тонкими скибочками з нерівними краями, що зумовлено недостатньо пластичною консистенцією засоленого м'ясного напівфабрикату під час його нарізання до здійснення термічної обробки. За смаком, контроль характеризувався невираженим ароматом прянощів та солоним смаком, що зумовлено використанням традиційної солі кухонної. Колір контролю мав неоднорідність за всією поверхнею. Дослідні зразки отримали найвищі бали порівняно з контролем. За смаком, дослідні зразки характеризувались більш м'яким солоним смаком за рахунок використання солі морської, що порівняно з сіллю кухонною володіє більш м'яким смаком. Проте, варто виділити дослідний зразок № 3, що мав найбільш приємні смакові властивості, через використання

найменшої кількості солі морської з одночасним підвищенням у складі вмісту суміші прянощів. Попередні дослідження оцінювання фізико-хімічних показників корелюють з отриманням найбільших балів у дослідному зразку № 3. Так, консистенція більш еластична, м'яка, краще розжовується, колір більш насичений, рівномірний темно-червоний за всією поверхнею (Баль-Прилипко, Устименко, & Каніщев, 2025).

Високі результати органолептичного оцінювання дослідного зразка № 3 показали відповідність вищепоказаних результатів аналізу структурно-механічних характеристик поведінки яловичини під час засолювання (Каніщев, 2024).

Особливо виразними перевагами продукту дослідного складу № 3 визнані такі:

– завдяки внесенню з СБК природного барвника бетаніна червоно-малинового кольору – зменшення вмісту нітриту натрію за рахунок використання СБК дало змогу надати готовому продукту однорідного темно-червоного кольору. В той же час, у контролі, який містить тільки нітрит натрію, був неоднорідний колір;

– завдяки заміні кам`яної кухонної солі на морську – зменшення загального вмісту солі та заміна кухонної солі на морську не вплинуло на смакові властивості дослідних зразків, вони мали приємний, солонуватий смак з вираженим ароматом прянощів і копчення, а контроль, навпаки, мав гіркуватий присмак через надмірне відчуття солоного смаку.

На підставі викладеного, нами зроблені наступні висновки:

– внесені у м'ясну сировину із СБК іони нітриту та нітрату не можуть однозначно розглядатися як небажані компоненти сумішей і відіграють певну позитивну роль за наявності у сумішах в терапевтичних кількостях;

– наявність у СБК концентрованому значних кількостей нітрат-іону може вважатися фактором на користь зменшення дозування у м’ясну сировину нітрит-іону;

– зважаючи на взаємні перетворення нітрит- та нітрат-іонів та практично однаковий рівень їх токсичності, розмір внесення у м’ясну сировину оксидних сполук азоту може бути прийнятим в розрахунку на сумарну кількість цих солей натрію;

– приймаючи до уваги доцільність внесення у м’ясну сировину СБК, при визначенні кількості доданих у суміш нітрату та нітриту натрію планова до внесення у неї кількість нітриту натрію може бути зменшеною відповідно до тої, що міститься в розчиненому вигляді у соку з відповідною поправкою на кількість подаваної за рецептурою води;

– одночасне внесення з СБК у м`ясний продукт природного барвника бетаніну дало змогу покращити його колір;

– приготований запропонованим способом розчин нітриту натрію може бути виробленим у кількості, яка перевищує разову потребу і зберігатися до часу вироблення наступних партій широкого асортименту м`ясних продуктів.

На основі отриманих результатів, розроблено базову рецептуру пластівців м’ясних сиров’ялених з яловичини, що представлена у табл. 3.8.

Відповідно до наведених у табл. 3.8 рецептури:

− у виробничих умовах (ТОВ «ІНТЕРСТАБ») було апробовано технологію пластівців м’ясних сиров’ялених з яловичини. Акт промислової апробації наведено у Додатку А.

− розроблено нормативну документацію − ТІ У 10.1-00493706-164:2023 «Пластівці м’ясні сиров’ялені з яловичини» та ТУ У 10.1-00493706-164:2023 «Пластівці м’ясні сиров’ялені з яловичини» (Додаток Б).

Таблиця 3.8

Рецептура пластівців м'ясних сиров'алених з яловичини

Назва сировини	**Пластівці м'ясні сиров'алені з яловичини "Особливі"**
Основна (м'ясна) сировина, кг/100 кг	
Яловичина жилована вищої категорії	94,00
Засолювальні матеріали, кг/100 кг	
Сіль морська	3,10
Нітрит натрію	0,005
Декстроза	0,650
Суміш спецій	1,90
Аскорбінова кислота	0,085
Сік буряка концентрований	0,5
Бактеріальний препарат B-LC-78	0,025

3.5 Математичне моделювання оцінки показників якості яловичини в процесі засолювання

За даними проведених експериментальних досліджень розмістили характеристики досліджуваних зразків яловичини через 2 години процесу засолювання (табл. 3.9), через 24 години процесу засолювання (табл. 3.10) та зміни якісного стану зразків протягом 22 годин процесу засолювання (табл. 3.11).

Таблиця 3.9

Початкові якісні характеристики досліджуваних зразків яловичини протягом 2 годин засолювання

Оціночні характеристики	Контроль	Дослідний зразок		
		№ 1	№ 2	№ 3
Кількість молочнокислих бактерій, log КУО/г	2,03	6,09	6,1	6,11
Величина pH	5,7	5,7	5,7	5,7
Величина пластичності, $см^2/г$	2,0	2,0	2,0	2,0
Величина вологозв'язувальної здатності, %	67,4	67,4	67,4	67,4
Масова частка вологи, %	73,7	73,7	73,7	73,7
Величина активності води	0,981	0,981	0,981	0,981
Величина граничного напруження зсуву, кПа	403	403	403	403

Таблиця 3.10

Якісні характеристики досліджуваних зразків яловичини протягом 24 годин засолювання

Оціночні характеристики	Контроль	Дослідний зразок		
		№ 1	№ 2	№ 3
Кількість молочнокислих бактерій, log КУО/г	2,99	6,99	7	7,02
Величина pH	5,65	5,61	5,59	5,56
Величина пластичності, $см^2/г$	2,7	3	3	3,10
4. Величина вологозв'язувальної здатності, %	71,4	72,5	72,5	72,4
Масова частка вологи, %	70,5	68,9	68,8	68,8
Величина активності води	0,976	0,973	0,972	0,972
Величина граничного напруження зсуву, кПа	194	189	189	188

Таблиця 3.11

Зміна якісних характеристик досліджуваних зразків яловичини через 22 години засолювання

Оціночні характеристики	Контроль	Дослідний зразок		
		№ 1	№ 2	№ 3
Збільшення кількості молочнокислих бактерій, log КУО/г	0,94	0,9	0,9	0,91
Зменшення величини pH яловичини	0,05	0,09	0,11	0,14
Збільшення величини пластичності, $см^2/г$	0,7	1,0	1,0	1,1
Збільшення величини вологозв'язувальної здатності, %	4	5,1	5,1	5
Масова частка вологи, %	3,2	4,8	4,9	4,9
Зменшення величини активності води	0,005	0,008	0,009	0,009
Зменшення величини граничного напруження зсуву, кПа	209	214	214	215

Відповідно до результатів експериментальних даних для зразка № 1 (табл. 3.11) провели розрахунок основних оціночних характеристик для побудови математичної моделі за зміною якісного стану після 22 годин її просолювання (табл. 3.12).

Використовуючи розрахункові значення поточних параметрів Ri (табл. 3.12), побудували геометричну модель якості досліджуваного зразка № 1 порівняно із нормативним (рис. 3.11) за зміною їх якісного стану протягом 22 годин просолювання.

Таблиця 3.12

Розрахунок оціночних характеристик зразка № 1 за зміною якісного стану протягом 22 годин просолювання

№ п/п	Показник	Норма	Характеристики якості					
		$F_к$	F_i	R_i, ум. од.	S_c, ум. од.^{2}	S_i, ум. од.^{2}	$k_{вія}$	$Ф_{вія}$, %
1	Збільшення кількості молочнокислих бактерій, log КУО/г	0,94	0,9	0,957	2,736	4,15	1,52	34,13
2	Збільшення величини pH	0,05	0,09	1,8				
3	Збільшення величини пластичності, см^2 /г	0,7	1,0	1,43				
4	Збільшення величини вологозв'язувальної здатності, %	4	5,1	1,275				
5	Масова частка вологи, %	3,2	4,8	1,5				
6	Збільшення величини активності води	0,005	0,008	1,6				
7	Збільшення величини граничного напруження зсуву, кПа	209	214	1,024				

Примітка: $F_к$ – зміна величини контрольного параметру, що оцінюється; F_i – дійсне значення поточного параметру; R_i – поточні параметри, що представлені в ум. од.; S_i – факторний простір поточних параметрів, що визначається площею неправильного багатокутника, ум. од^2; $S_н$ – нормативний факторний простір, ум. од^2; $k_{вія}$ – коефіцієнт відповідності заданому інтервалу якості; $\varphi_{вія}$ – питомий коефіцієнт відповідності нормативам якості.

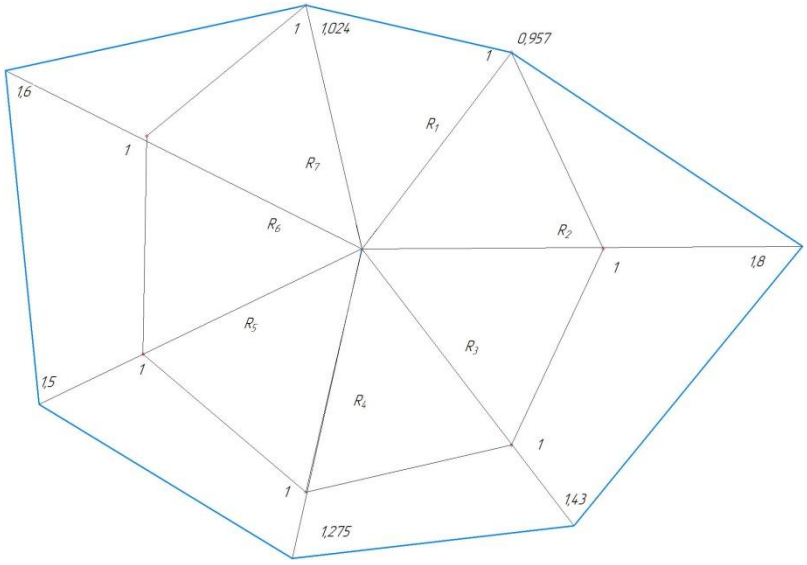

Рисунок 3.11 **Математична модель якості досліджуваного зразка № 1 при використанні порівняльної оцінки факторних просторів за зміною його якісного стану протягом 22 годин просолювання**

Аналіз геометричних моделей на рис. 3.11 свідчить, що зразок № 1 перевищує нормативні значення за зміною таких параметрів, як величина pH,

вологозв'язувальна здатність, пластичність, масова частка вологи та активність води відповідно у 1.8, 1.43, 1.275, 1.5 та 1.6 разів. У цілому за всіма оціночними параметрами має місце перевищення нормативу в 1,52 разів (табл. 3.11). Враховуючи, що дані параметри є позитивними, то такі зміни свідчать про збільшення якості досліджуваного зразка.

Відповідно до результатів експериментальних даних для зразка № 2 (табл. 3.11) провели розрахунок основних оціночних характеристик для побудови математичної моделі за зміною якісного стану після 22 годин просолювання (табл. 3.13).

Таблиця 3.13

Розрахунок оціночних характеристик зразка № 2 за зміною якісного стану протягом 22 годин просолювання

№ п/п	Показник, мг	Норма	Характеристики якості					
		$F_к$	F_i	R_i, ум. од.	S_c, ум. од.^{2}	S_i, ум. од.^{2}	$k_{вія}$	$\varphi_{вія}$,%
1	Збільшення кількості молочнокислих бактерій, log КУО/г	0,94	0,9	0,957	2,736	4,62	1,69	40,79
2	Зменшення величини pH	0,05	0,11	2,2				
3	Збільшення величини пластичності, см^2 /г	0,7	1,0	1,43				
4	Збільшення величини вологозв'язувальної здатності, %	4	5,1	1,275				
5	Масова частка вологи, %	3,2	4,9	1,53				
6	Зменшення величини активності води	0,005	0,009	1,8				
7	Зменшення величини граничного напруження зсуву, кПа	209	214	1,024				

Примітка: $F_к$ – зміна величини контрольного параметру, що оцінюється; F_i – дійсне значення поточного параметру; R_i – поточні параметри, що представлені в ум. од.; S_i – факторний простір поточних параметрів, що визначається площею неправильного багатокутника, ум. од^2; $S_н$ – нормативний факторний простір, ум. од^2; $k_{вія}$ – коефіцієнт відповідності заданому інтервалу якості; $\varphi_{вія}$ – питомий коефіцієнт відповідності нормативам якості.

Використовуючи розрахункові значення поточних параметрів R_i (табл. 3.13), побудували геометричну модель якості досліджуваного зразка № 2 порівняно із нормативним (рис. 3.12) за зміною якісного стану протягом 22 годин просолювання.

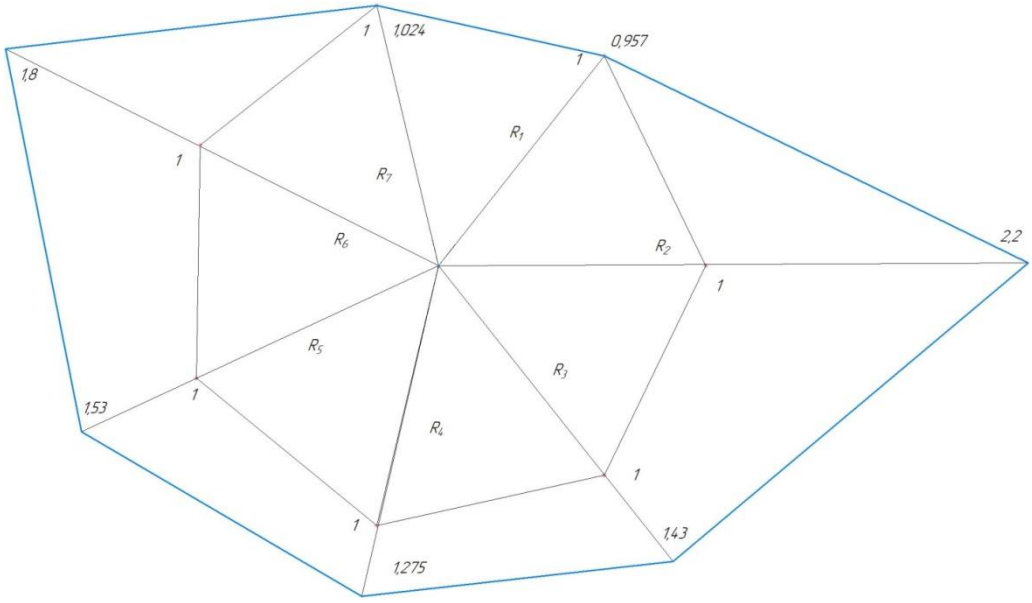

Рисунок 3.12 **Математична модель якості досліджуваного зразка № 2 при використанні порівняльної оцінки факторних просторів за зміною якісного стану протягом 22 годин просолювання**

Аналіз геометричних моделей на рис. 3.12 свідчить, що зразок № 1 перевищує нормативні значення за зміною таких параметрів, як величина pH, вологозв'язувальна здатність, пластичність, масова частка вологи та активність води відповідно у 2.2, 1.43, 1.275, 1.53 та 1.8 разів. У цілому за всіма оціночними параметрами має місце перевищення нормативу в 1,69 разів (табл. 3.11). Враховуючи, що дані параметри є позитивними, то такі зміни свідчать про збільшення якості досліджуваного зразка.

Відповідно до результатів експериментальних даних для зразка № 3 м'ясних пластівців (табл. 3.11) провели розрахунок основних оціночних характеристик для побудови математичної моделі за зміною якісного стану після 22 годин її просолювання (табл. 3.14).

Таблиця 3.14

Розрахунок оціночних характеристик зразка № 3 за зміною якісного стану протягом 22 годин просолювання

№ п/п	Показник, мг	Норма	Характеристики якості					
		$F_к$	F_i	R_i, ум. од.	S_c, ум. од.^{2}	S_i, ум. од.^{2}	$k_{вія}$	$Ф_{вія}$, %
1	Збільшення кількості молочнокислих бактерій, log КУО/г	0,94	0,91	0,968	2,736	5,4	1,97	49,29
2	Зменшення величини pH	0,05	0,14	2,8				
3	Збільшення величини пластичності, см^2 /г	0,7	1,1	1,571				
4	Збільшення величини вологозв'язувальної здатності, %	4	5	1,25				
5	Масова частка вологи, %	3,2	4,9	1,531				
6	Зменшення величини активності води	0,005	0,009	1,8				
7	Зменшення величини граничного напруження зсуву, кПа	209	215	1,029				

Примітка: $F_к$ – зміна величини контрольного параметру, що оцінюється; F_i – дійсне значення поточного параметру; R_i – поточні параметри, що представлені в ум. од.; S_i – факторний простір поточних параметрів, що визначається площею неправильного багатокутника, ум. од^2; $S_н$ – нормативний факторний простір, ум. од^2; $k_{вія}$ – коефіцієнт відповідності заданому інтервалу якості; $φ_{вія}$ – питомий коефіцієнт відповідності нормативам якості.

Використовуючи розрахункові значення поточних параметрів R_i (табл. 3.14), побудували геометричну модель якості досліджуваного зразка № 3 порівняно із нормативним (рис. 3.13) за зміною якісного стану протягом 22 годин просолювання.

Аналіз геометричних моделей на рис. 3.13 свідчить, що зразок № 3 перевищує нормативні значення за зміною таких параметрів, як величина pH, вологозв'язувальна здатність, пластичність, масова частка вологи та активність води відповідно у 2.8, 1.571, 1.25, 1.531 та 1.8 разів. У цілому за всіма оціночними параметрами має місце перевищення нормативу в 1,97 разів (табл. 3.11). Враховуючи, що дані параметри є позитивними, то такі зміни свідчать про збільшення якості досліджуваного зразка.

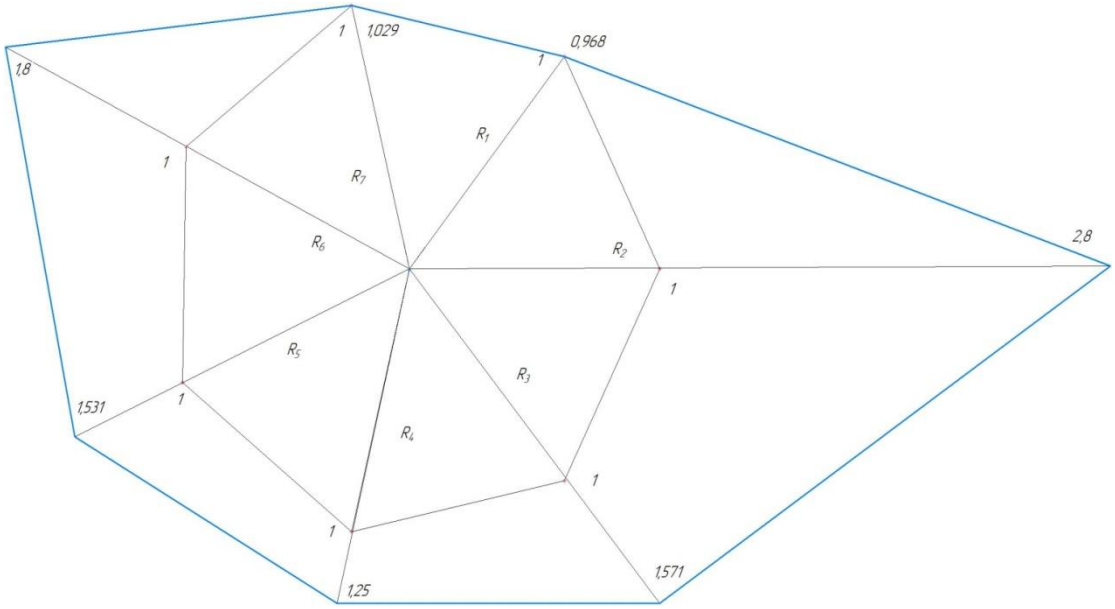

Рисунок 3.13 **Математична модель якості досліджуваного зразка № 3 при використанні порівняльної оцінки факторних просторів за зміною якісного стану протягом 22 годин просолювання**

Використовуючи результати математичного моделювання методом факторних просторів, отримані критерії оцінки якості досліджуваних зразків розмістили у табл. 3.15.

Таблиця 3.15

Критерії оцінки якості досліджуваних зразків

Зразок	**Факторна площа**		**Критерії оцінки**	
	$S_н$, ум. од^2	**S_i, ум. од^2**	**$k_{вія}$**	**$\varphi_{вія}$, %**
№ 1	2,736	4,15	1,52	34,13
№ 2	2,736	4,62	1,69	40,79
№ 3	2,736	5,4	1,97	49,29

На основі даних табл. 3.15 здійснили порівняльний графо-аналітичний аналіз зміни критеріїв оцінки якості досліджуваних зразків, що розміщені на рис. 3.14.

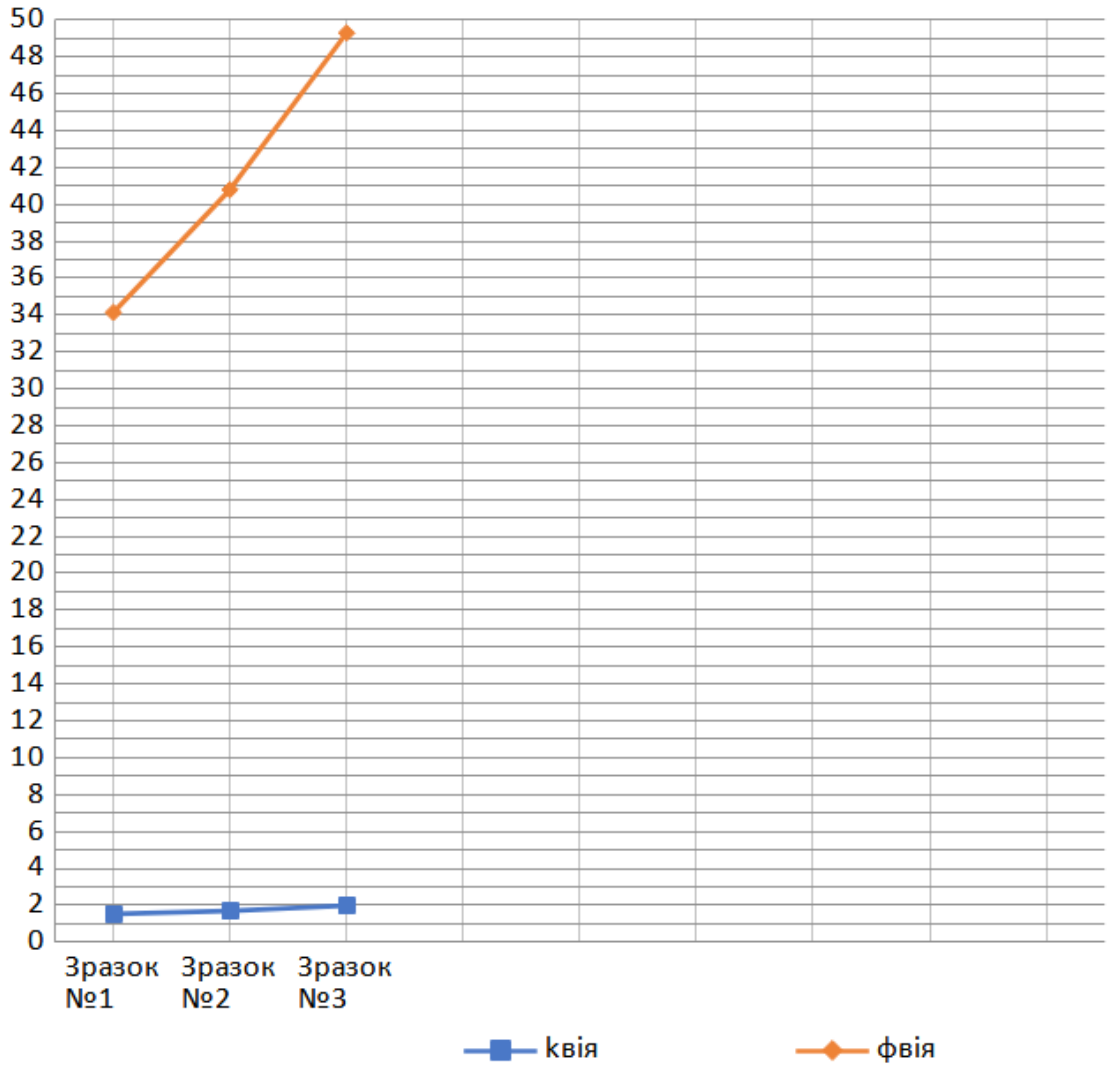

Рисунок 3.14 **Аналіз зміни критеріїв оцінки якості досліджуваних зразків**

Прослідковується стрімка зміна питомого коефіцієнту відповідності нормативам якості $\varphi_{вія}$ від зразка № 1 до зразка № 3, тобто у даних зразках має місце збільшення запасу позитивних характеристик зразків за зміною їх якісного стану протягом 22 годин просолювання (рис. 3.14). У той же час спостерігається

підвищення позитивних якісних характеристик для всіх досліджуваних зразків м'ясних пластівців.

Отже, що за результатами оцінки якісних властивостей зразків за зміною їх якісного стану протягом 22 годин просолювання найкращі характеристики виявились у зразка № 3: коефіцієнт відповідності заданому інтервалу якості $k_{вія}$ = 1,97, що відзначає найбільший за площею факторний простір поточних якісних параметрів порівняно із іншими досліджуваним зразками; а питомий коефіцієнт відповідності нормативам якості $\varphi_{вія}$ = 49,29 %, тобто має найбільший запас позитивних характеристик. Найгірші характеристики виявились у зразка № 1, про що свідчать найменші величини коефіцієнту відповідності заданому інтервалу якості $k_{вія}$ = 1,52 та питомого коефіцієнту відповідності нормативам якості $\varphi_{вія}$ = 34,13 %.

Для дослідного зразка № 3 спостерігалось перевищення практично всіх оціночних позитивних параметрів якості за нормативні величини.

Висновки за розділом 3

1. Розроблений оптимізований спосіб виробництва пластівців м'ясних сиров'алених з яловичини, який як основні технологічні операції включає підготовку м`ясної сировини, її засолювання, витримку до завершення ферментації, нарізання на пластівці та, виконуваного для уникнення деструкції компонентів м`яса їх висушування при температурах не вище 40 ^{o}C.

2. Використаний при виробництві пластівців м'ясних сиров'алених з яловичини спосіб засолювання включає дві операції – сухий метод засолювання поверхні м`ясної сировини натиранням засолювальною сумішшю та насиченням внутрішніх шарів яловичини концентрованим розсолом з додаванням інгредієнтів, які надають усій масі продукту задовільних органолептичних та фізико-хімічних властивостей.

3. Визначені основні компоненти розсолу та сухої засолювальної суміші, використовуваних для засолювання яловичини в процесі виробництва пластівців м'ясних сиров'ялених з яловичини. За такі обрані сіль морська, декстроза, спеції та нітрит натрію застосовний при обробці засолювальною сумішшю поверхневих шарів м`ясного продукту. Застосовний з метою насичення яловичини розсіл містить сік буряка концентрований як джерело трансформованого в нітрит нітрату натрію та інгредієнта, який сприяє досягненню рівномірності забарвлення готового продукту у всій його товщині.

4. Перетворення нітрат-іону в нітрит проводять у водному розчині за участі розрахованої кількості аскорбінової кислоти, після завершення якого в систему додають хлорид натрію (у формі солі морської) та інші необхідні розчинні у воді компоненти. Отриманий розчин використовують для насичення м`ясної сировини. Про відсутність в системі речовин з окислювальними властивостями (головним чином, нітрат-іону) судять по суттєвому, принаймні вшестеро, зменшенні окиснювально-відновного потенціалу м`ясної системи (яловичини) безпосередньо під час насичення та його подальшим зменшенням до практично нульових значень протягом 24 годин порівняно з традиційним способом засолювання.

5. Активність мікроорганізмів, які можуть потрапляти у масу засоленого продукту в процесі висушування нейтралізують додаванням в засолювальну суміш стартових культур *P. acidilactici* та *S. carnosus*, присутність яких сприяє швидкому досягненню оптимального рівня кислотності (pH) м`ясної сировини та синтезуванні ними бактеріоцинів, які згубно діють на токсикогенні та інші небезпечні штами мікрофлори.

6. Внесення засолювальної суміші вглиб м`ясної сировини (яловичини) сприяє рівномірному розподіленню розчинених у ній речовин, отже рівномірності ферментації та відсутності висушених шарів, у якій вона не

відбулася, отже підвищенню якісних показників продукції завдяки збільшенню її пластичності.

7. Виконана експертна оцінка органолептичних показників якості пластівців дослідного складу, за результатами якої визначено, що продукт дослідного складу № 3 (зовнішній вигляд, вигляд на розрізі, колір, аромат, смак, консистенція, соковитість) переважають відповідні показники пластівців, вироблених традиційним способом.

8. Здійснено математичне моделювання оцінки якісних властивостей яловичини за зміною їх якісного стану протягом періоду просолювання. Встановлено, що найкращі характеристики виявились у дослідного зразка № 3 за площею факторного простору поточних якісних параметрів порівняно із іншими досліджуваним зразками.

9. За результатами виконаної роботи розроблено нормативну документацію (ТІ У 10.1-00493706-164:2023 «Пластівці м’ясні сиров’ялені з яловичини» та ТУ У 10.1-00493706-164:2023 «Пластівці м’ясні сиров’ялені з яловичини»).

Основні результати досліджень, викладені у даному розділі, опубліковано у наступних наукових працях (Баль-Прилипко, Ніколаєнко, Бандура, Каніщев, & 2022а; Каніщев, 2024; Каніщев, 2023; Баль-Прилипко, Ніколаєнко, Бандура, Каніщев, & 2022б; Каніщев & Баль-Прилипко, 2023; Баль-Прилипко, Устименко, & Каніщев, 2025; Bal-Prylypko, Kanishchev, Mushtruk, & Leonova, 2024; Danylenko et al., 2023).

РОЗДІЛ 4
РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ВИРОБНИЦТВА ПЛАСТІВЦІВ М'ЯСНИХ СИРОВ'ЯЛЕНИХ З ЯЛОВИЧИНИ, ОЦІНКА ЇХ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ

4.1 Дослідження показників якості та безпечності пластівців м'ясних сиров'ялених з яловичини

На наступному етапі роботи досліджено показники якості та безпечності пластівців м'ясних сиров'ялених з яловичини, вироблених за удосконаленою технологією.

У розділі 3 обгрунтовано, що обрана композиція засолювальних компонентів та інгредієнтів забезпечує мікробіологічну безпеку яловичини під час засолювання. Проте, науковим інтересом представляє дослідження вказаного показника під час зберігання пластівців м'ясних сиров'ялених з яловичини. Показники мікробіологічної безпеки нового виду пластівців м'ясних сиров'ялених з яловичини (дослід) порівняно з контролем наведено у табл. 4.1.

Таблиця 4.1

Показники мікробіологічної безпеки нового виду пластівців м'ясних сиров'ялених з яловичини порівняно з контролем

Показник	Норма	Термін зберігання, діб							
		Контроль				Дослід			
		1	60	120	180	1	60	120	180
БГКП (коліформи), в 1,0 г	Не дозволяється	Не виявлено				Не виявлено			
Патогенні мікроорганізми, в т.ч. сальмонели, в 25 г	Не дозволяється	Не виявлено				Не виявлено			
Сульфітредукуючі клостридії, в 0,1 г	Не дозволяється	Не виявлено				Не виявлено			
Listeria monocytogenes, в 25 г	Не дозволяється	Не виявлено				Не виявлено			
Staphylococcus aureus, в 1,0 г	Не дозволяється	Не виявлено				Не виявлено			

Як видно з даних табл. 4.1, мікробіологічні показники досліду знаходяться в межах норми наприкінці терміну зберігання. Так, впродовж терміну зберігання як у контролі так і в досліді бактерії групи кишкової палички, патогенні мікроорганізми, сульфітредукуючі клостридії, *Listeria monocytogenes* та *Staphylococcus aureus* не були виявлені. Ці результати підтверджують доцільність використання обраного дослідним шляхом складу ЗС, що забезпечує мікробіологічну безпеку готового продукту.

Динаміка зміни рівня кислотності пластівців м'ясних сиров'ялених з яловичини (дослід) порівняно з контролем представлено на рис. 4.1.

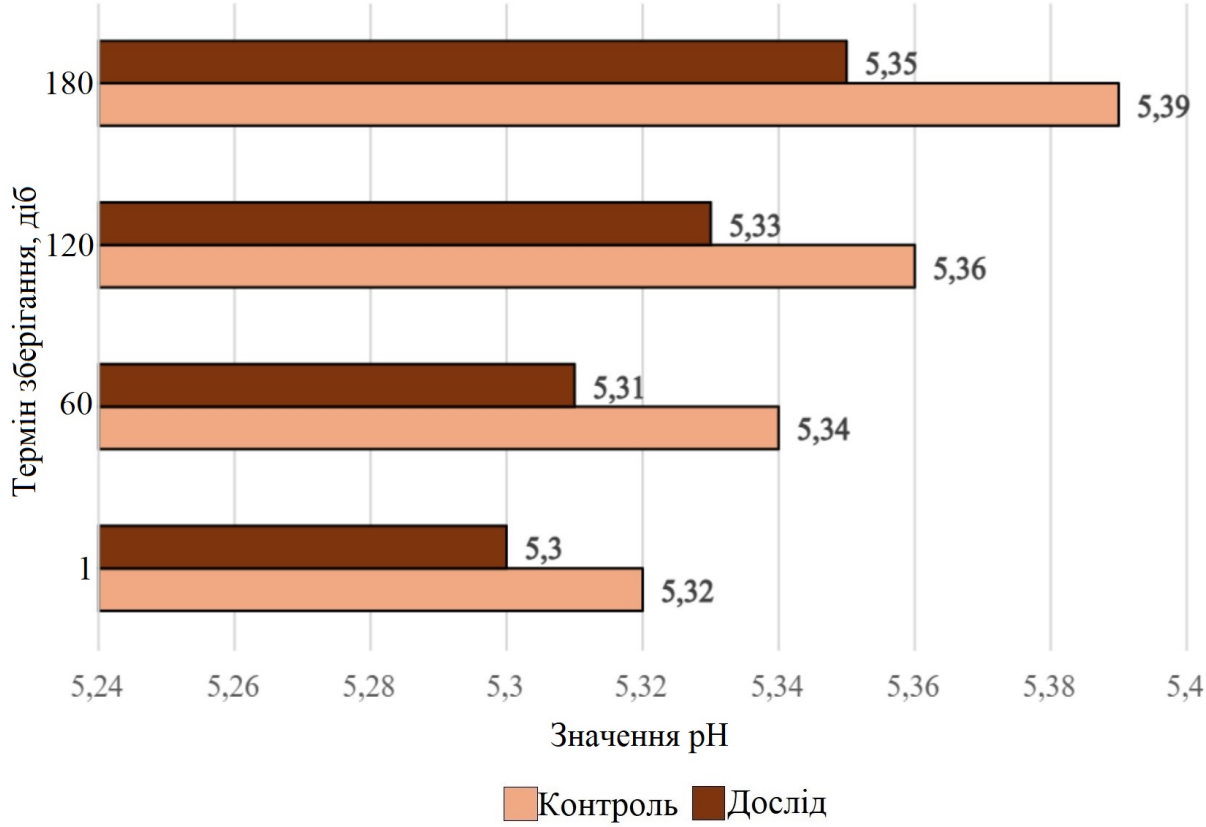

Рисунок 4.1 **Динаміка зміни рівня кислотності контрольного та дослідного зразків пластівців м'ясних сиров'ялених з яловичини**

Динаміка зміни рівня кислотності контрольного та дослідного зразків (рис. 4.1) протягом повного періоду придатності свідчить про його поступове зменшення, що пов`язане, вірогідно, з уповільненою взаємодією слабих кислот з

органічним матеріалом пластівців м’ясних. При тому швидкість зменшення концентрації кислот є більшою у контрольному зразку, що можна пояснити нерівномірністю їх розподілу з самого початку засолювання і концентруванням засолювальних матеріалів в поверхневих шарах готового продукту і їх більшою вразливістю до атак небезпечної мікрофлори.

Наступним етапом дослідження став контроль збереження параметру індексу червоності пластівців м’ясних сиров’алених з яловичини в процесі зберігання. Отримані в ході дослідження результати – зменшення інтенсивності показника червоності (Н) – показані на рис. 4.2.

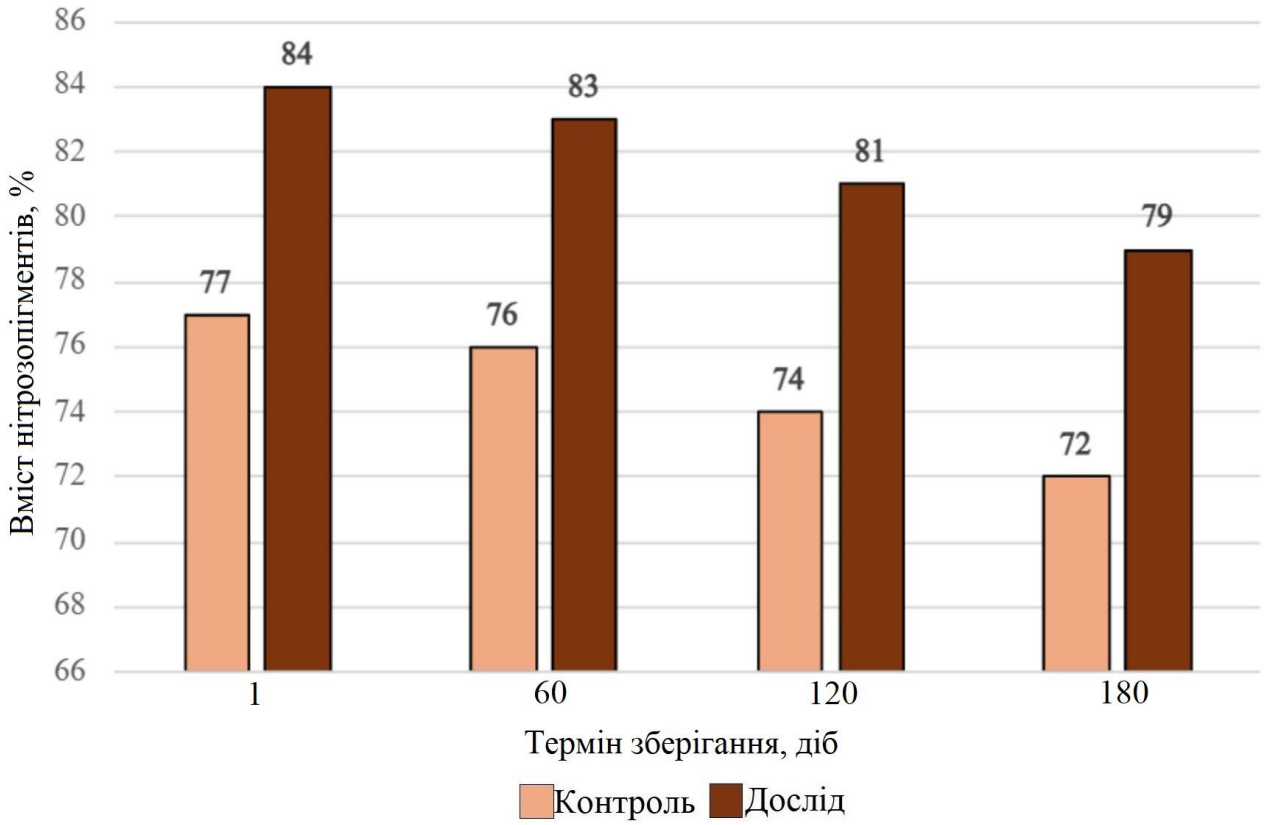

Рисунок 4.2 **Динаміка зменшення інтенсивності червоного кольору (вмісту нітрозопігментів) контрольного і дослідного зразків пластівців м’ясних сиров’алених з яловичини**

З наведених на рис. 4.2 результатів слідує, що інтенсивність «червоності» поверхні зразків дослідного складу була вищою протягом усього строку

зберігання. На кінець інтенсивність їх забарвлення перевищувала відповідний показник зразків контрольного складу на 7 %. Цьому сприяє на нашу думку уповільнення динаміки зменшення рівня кислотності зразка дослідного складу (рис. 4.1) та його більш високий від`ємний показник окисно-відновного потенціалу (розділ 3, рис. 3.2).

Органолептичні показники пластівців м'ясних сиров'ялених з яловичини (дослід) порівняно з контролем під час зберігання представлено у табл. 4.2.

Таблиця 4.2

Органолептичні показники пластівців м'ясних сиров'ялених з яловичини (дослід) порівняно з контролем під час зберігання

Показник	**Зразок**							
	Контроль				**Дослід**			
	Термін зберігання, діб							
	1	**60**	**120**	**180**	**1**	**60**	**120**	**180**
Зовнішній вигляд	Тонкі плоскі скибочки з нерівними краями				Тонкі плоскі скибочки з хвилястими краями			
Колір	Неоднорідний з переходами між рожевим та темно-червоним кольорами			З вираженими переходами між світлорожевим та рожевим кольорами	Однорідний темно-червоний			
Смак та запах	Смак солоний з невираженим ароматом прянощів і копчення, гіркуватий присамк, салистий післясмак				Смак приємний, солонуватий, з вираженим ароматом прянощів і копчення, без сторонніх присмаку і запаху			

З результатів дослідження органолептичних показників пластівців м'ясних сиров'ялених з яловичини (дослід) порівняно з контролем, наведених в табл. 4.2 видно, що дослід характеризується стабільними органолептичними показниками під час зберігання, зокрема, смаком та запахом. В той же час, контроль не показує цієї стабільності. Варто підкреслити, що контрольний зразок наприкінці терміну зберігання характеризувався нерівномірним кольором за всією

поверхнею, в той же час дослід зберіг первинні високі показники кольору, що корелює з результатами рис. 4.2 (Баль-Прилипко, Устименко, & Каніщев, 2024).

Динаміка зміни перекисного числа контрольного і дослідного зразків пластівців м’ясних сиров’ялених з яловичини в процесі зберігання наведено на рис. 4.3.

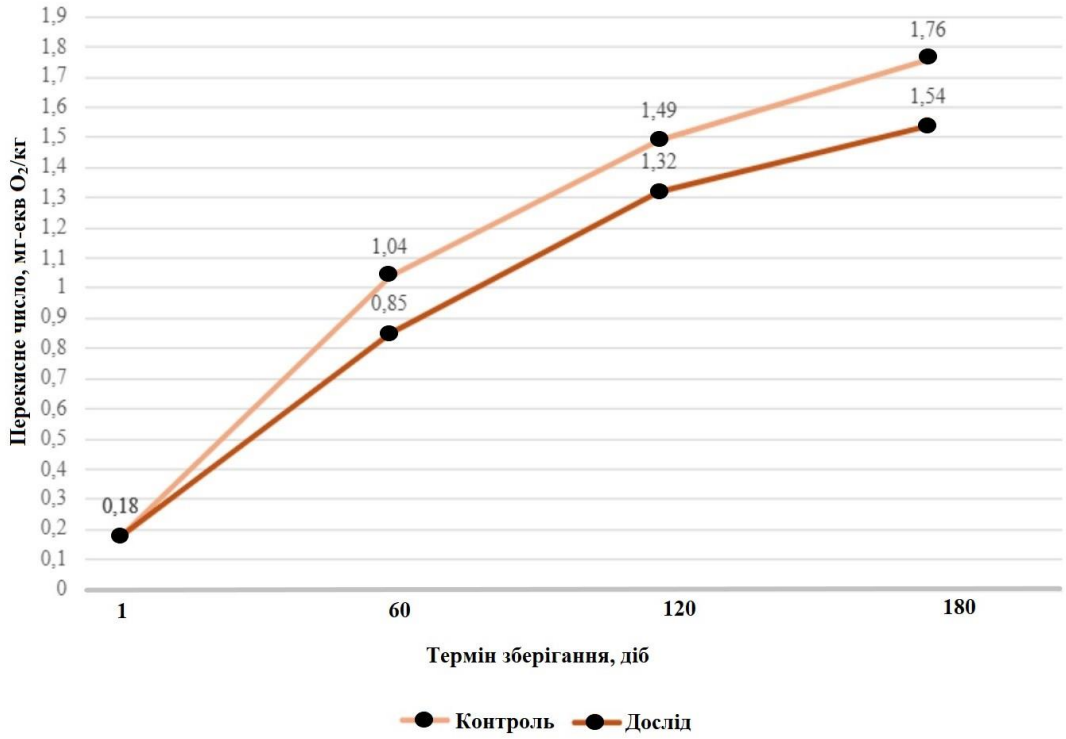

Рисунок 4.3 **Динаміка зміни перекисного числа контрольного і дослідного зразків пластівців м’ясних сиров’ялених з яловичини**

З рис. 4.3 видно, що в процесі зберігання зразків, дослідний характеризується меншим показником перекисного числа. Так, на 60 добу зберігання дослідний зразок мав показник перекисного числа 0,85 мг-екв O_2/кг, що є меншим на 0,19 мг-екв O_2/кг порівняно з контролем. На 180 добу зберігання дослідний зразок характеризувався меншим показником перекисного числа порявняно з контролем – на 0,22 мг-екв O_2/кг (Каніщев, 2024). Це пояснюється вмістом у використовуваному бактеріальному препараті штаму *Staphylococcus carnosus*, за рахунок якого збільшується активність

антиоксидантних ензимів, таких як супероксиддисмутази (нейтралізує O_2– радикали) та каталаз (розщеплюють пероксид водню до води та молекулярного кисню), що запобігає окисненню ненасичених жирних кислот (Marco, Navarro, & Flores, 2006).

Динаміка зміни АВ контрольного і дослідного зразків пластівців м'ясних сиров'ялених з яловичини під час зберігання представлено на рис. 4.4.

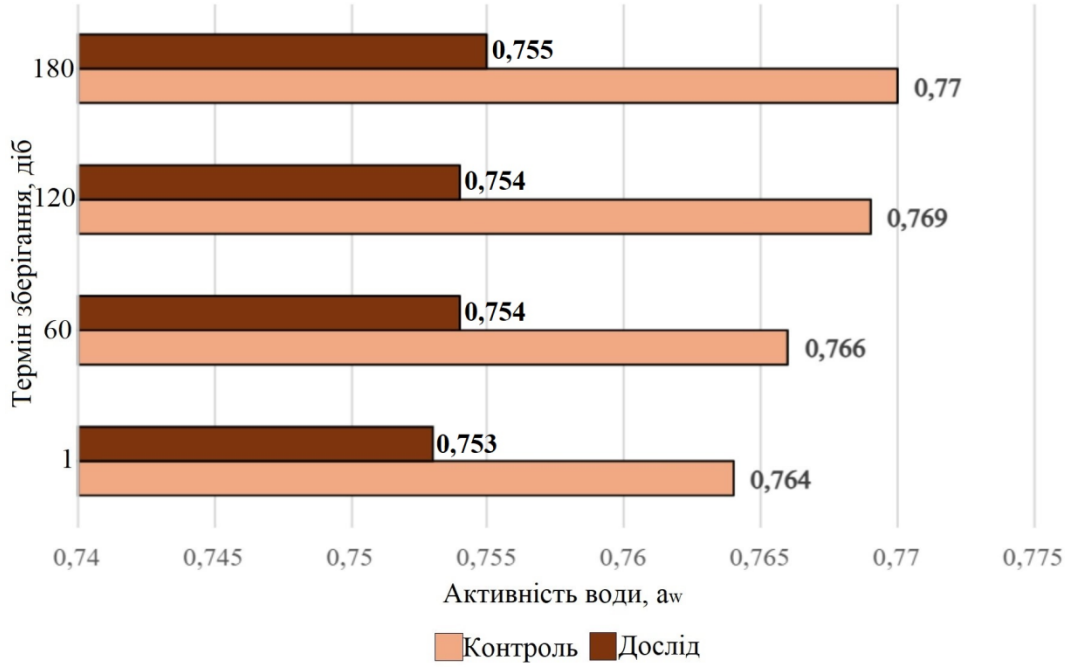

Рисунок 4.4 **Динаміка активності води контрольного і дослідного зразка пластівців м'ясних сиров'ялених з яловичини під час зберігання**

Отримані результати (рис. 4.4) свідчать про більш високий рівень безпечності досліду щодо ймовірності розмноження патогенної мікрофлори. Тенденцію до більш швидкого зниження рівня АВ в продукті дослідного складу порівняно з контролем можна пояснити більшим вмістом мікроорганізмів, внесених із бактеріальним препаратом, протеолітична активність яких сприяє набуханню еластину та колагену (Bal-Prylypko, Nikolaenko, Kanishchev, Beyko, & Holembovska, 2023).

Вміст мітотоксинів у дослідному та контрольному зразаках пластівців м'ясних сиров'ялених з яловичини наведено у табл. 4.3.

Таблиця 4.3

Вміст мітотоксинів у пластівцях яловичих порівняно з контролем

Найменування показника та одиниці вимірювання	**Зразок**	
	Контроль	**Дослід**
Афлатоксин В1, мг/кг	< 0,001	< 0,001

З табл. 4.3 видно, що вміст афлатоксину В1 в зразках становить менше 0,001 мг/кг, що свідчить про їх безпечність для споживання. Такий показник вмісту афлатоксину В1 свідчить про те, що м'ясна сировина для виробництва пластівців м'ясних сиров'ялених з яловичини була отримана від ВРХ, яка не вживала уражені мітотоксинами корми.

Вміст нітрозамінів у пластівцях м'ясних сиров'ялених з яловичини (дослід) порівняно з контролем наведено у табл. 4.4.

Таблиця 4.4

Вміст нітрозамінів у пластівцях м'ясних сиров'ялених з яловичини (дослід) порівняно з контролем

Найменування показника та одиниці вимірювання	**Зразок**	
	Контроль	**Дослід**
N-нітрозаміни (сума НДМА та НДЕА), мг/кг	0,002	< 0,001

Результати, показані в табл. 4.4 свідчать про знижений вміст N-нітрозамінів у досліді (< 0,001 мг/кг проти 0,002 мг/кг у контролі).

Знижений вміст N-нітрозаміну в досліді є результатом зниженої в рецептурі масової частки нітриту натрію. Як відомо, вторинні аміни реагують з нітритами, утворюючи нітрозаміни в готовій продукції з м'яса (Vlasenko & Semko, 2019).

Вміст пестицидів у пластівцях м’ясних сиров’ялених з яловичини (дослід) та контролі наведено у табл. 4.5.

Таблиця 4.5

Вміст пестицидів у пластівцях м’ясних сиров’ялених з яловичини (дослід) та контролі

Найменування показника та одиниці вимірювання	**Зразок**		**Норма**
	Контроль	**Дослід**	
4,4-ДДТ, мг/кг	0,06	< 0,001	≤ 0,1
4,4-ДДЕ, мг/кг			
4,4-ДДД, мг/кг			
Базудин, мг/кг	< 0,01		Не допускається (< 0,01)
ГХЦГ (суміш ізомерів), мг/кг	0,02	< 0,001	≤ 0,1

З табл. 4.5 видно, що вміст пестицидів у досліді знаходиться в межах нормованих показників та є нижчим у порівнянні з контролем. Такі дані свідчать про те, що м’ясну сировину для виробництва досліду отримували з ВРХ, яка не вживала забруднені пестицидами корми та воду.

Вміст радіонуклідів у пластівцях м’ясних сиров’ялених з яловичини (дослід) та контролі наведено у табл. 4.6.

Таблиця 4.6

Вміст радіонуклідів у пластівцях м'ясних сиров'алених з яловичини (дослід) та контролі

Найменування показника та одиниці вимірювання	Зразок		Норма
	Контроль	Дослід	
Вміст радіонуклідів ^{137}Cs, Бк/кг	< 6,01	< 5,88	≤ 200
Вміст радіонуклідів ^{90}Sr, Бк/кг	< 3,89	< 3,72	≤ 20

Дослідження визначення вмісту радіонуклідів (табл. 4.6) свідчать про відповідність критеріям радіаційної безпеки зразків, так як вміст радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr знаходяться в межах нормованих показників (дослід – < 5,88 та < 3,72 Бк/кг відповідно).

Вміст токсичних елементів у пластівцях м'ясних сиров'алених з яловичини (дослід) та контролі наведено у табл. 4.7.

Таблиця 4.7

Вміст токсичних елементів у пластівцях м'ясних сиров'алених з яловичини (дослід) та контролі

Найменування показника та одиниці вимірювання	Зразок		Норма
	Контроль	Дослід	
Масова доля свинцю, мг/кг	0,057±0,009	0,046±0,008	≤ 0,50
Масова доля кадмію, мг/кг	0,009±0,001	0,008±0,001	≤ 0,05
Масова доля арсену, мг/кг	0,015±0,005	0,013±0,004	≤ 0,10
Масова доля ртуті, мг/кг	< 0,006	< 0,005	≤ 0,03

З табл. 4.7 видно, що масові долі свинцю, кадмію, арсену та ртуті у досліді знаходяться в межах норми та становлять 0,046, 0,008, 0,013, < 0,005 мг/кг відповідно.

Фізико-хімічні показники пластівців м'ясних сиров'ялених з яловичини (дослід) в порівнянні з контролем наведено у табл. 4.8.

Таблиця 4.8

Фізико-хімічні показники пластівцях м'ясних сиров'ялених з яловичини (дослід) в порівнянні з контролем

Найменування показника та одиниці вимірювання	**Зразок**		**Норма**
	Контроль	**Дослід**	
Масова частка вологи, %	19,56	18,23	≤ 20,0
Масова частка нітриту натрію, %	0,0047±0,0014	0,0012±0,0011	≤ 0,005
Масова частка хлориду натрію, %	8,85	6,42	≤ 9,0

Дослідження фізико-хімічних показників (табл. 4.8) показують зменшений вміст масової частки хлориду натрію у досліді на 2,43 % порівняно з контролем через використання солі морської та її меншої кількості у дослідній рецептурі (Каніщев, Баль-Прилипко, & Устименко, 2024). Також, масова частка нітриту натрію у досліді (0,0012 %) є меншою ніж у контролі (0,0047 %) за рахунок заміни в рецептурі частини нітриту натрію на СБК. Масова частка вологи у досліді становить 18,23 %, тобто знаходиться в межах норми (Bal-Prylypko, Nikolaenko, & Kanishchev, 2023).

4.2 Дослідження харчової цінності пластівців м'ясних сиров'ялених з яловичини

Харчова цінність харчових продуктів визначається наявністю нутрієнтів, необхідних для організму людини. Харчовий продукт вважається джерелом

нутрієнтів, якщо він забезпечує їх надходження до організму людини у тій кількості, що становить не менше за 5 % від добової потреби при його споживанні (Баль-Прилипко та ін, 2023б).

Харчова цінність та ступінь забезпечення добової потреби в нутрієнтах та енергетичній цінності при споживанні 100 гр пластівців м'ясних сиров'ялених з яловичини наведено у табл. 4.9.

Для розрахунку забезпечення від добової потреби в нутрієнтах та енергетичній цінності при споживанні 100 грамів пластівців м'ясних сиров'ялених з яловичини нами обрано 5 групу фізичної активності працездатного населення згідно (Наказ МОЗ України «Про затвердження Норм фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах і енергії» № 1073, 2017), так як саме ця група населення, зазвичай, потребує швидкого "перекусу" з отриманням достатньої кількості нутрієнтів та швидкого забезпечення свого організму енергією.

Таблиця 4.9

Харчова цінність та ступінь забезпечення добової потреби в нутрієнтах та енергетичній цінності при споживанні 100 гр пластівців м'ясних сиров'ялених з яловичини

Показник	Значення	Ступінь забезпечення добової потреби, %
Вміст білків, г	59,79±6,98	49,76
Вміст жирів, г	14,60±2,02	10,07
Вміст вуглеводів, г	3,16±0,03	0,58
Енергетична цінність, ккал/100г	320	8,20

Як видно з табл. 4.9 забезпечення від добової потреби у білках при споживанні 100 г пластівців становить 49,76 %, у жирах – 10,07 %, вуглеводах – 0,58, а у енергетичній цінності – 8,20 %.

Ці результати є позитивними, оскільки можна стверджувати, що удосконалені пластівці є джерелом білків, жирів та енергії. Організм людини з високою фізичною активністю потребує білки, які є будівельним матеріалом для м'язової тканини, зокрема, пошкодженої (Мельніков, Шинкарук, & Яковлев, 2024).

Забезпечення добової потреби в окремих вітамінах та мінеральних речовинах при споживанні 100 гр пластівців м'ясних сиров'ялених з яловичини наведено у табл. 4.10.

Таблиця 4.10

Забезпечення добової потреби в окремих вітамінах та мінеральних речовинах при споживанні 100 гр пластівців м'ясних сиров'ялених з яловичини

Назва	**Значення**	**Ступінь забезпечення добової потреби, %**	
		Доросле населення I-IV групи інтенсивності праці	
		Чоловіки	**Жінки**
Вітаміни			
Вітамін С	112±1,11	140	160
Мінеральні речовини			
Залізо, мг	3,8±0,07	25	22,4
Кальцій, мг	19,6±0,34	1,6	1,8
Магній, мг	30,3±0,87	7,6	6,1
Цинк, мкг	847,5±3,1	5,7	7,7
Мідь, мкг	167,7±2,71	16,8	16,8
Марганець, мкг	14,4±0,28	0,7	0,7

З табл. 4.10 видно, що пластівці м'ясні сиров'ялені з яловичини можна вважати джерелом вітаміну С, так як ступінь забезпечення добової потреби для чоловіків та жінок (доросле населення) становить 140 % та 160 % відповідно. Високий вміст вітаміну С обумовлений його вмістом як окремо в рецептурній композиції ЗС у вигляді аскорбінової кислоти так і у складі СБК. Також, новий вид м'ясних пластівців є джерелом заліза – ступінь забезпечення для чоловіків та жінок (доросле населення) становить 25 та 22,4 % відповідно, та міді – 16,8 % відповідно.

4.3 Розроблення параметричної схеми та опис технологічного процесу виробництва пластівців м'ясних сиров'ялених з яловичини

Отримані при виконанні досліджень результати свідчать про покращення внутрішньом`язової структури пластівців м'ясних сиров'ялених з яловичини, їх органолептичні і фізико-хімічні характеристики, а також суттєве зменшення забруднення м`яса-сировини токсикогенними та іншими небезпечними для здоров`я людини мікроорганізмами.

Пропоновані технічні рішення були покладеними в основу технологічних рішень з виробництва пластівців м'ясних сиров'ялених з яловичини.

Основними принциповими моментами оптимізації цих дій були:

– відмова від способу так званого «сухого» способу засолювання натиранням поверхні яловичини ЗС та тривалим, до 40 діб, витримуванням результуючого напівпродукту до завершення процесів дифузії речовин ЗС та ферментації продукту на користь змішаного способу засолювання;

– запровадження змішаного способу засолювання за яким певну кількість ЗС використовують для натирання поверхні яловичини з метою перетворення міоглобіну, який міститься на поверхні та в прилеглих шарах м`яса у форму нітрозоміоглобіну, а розсіл, який містить решту засолювальних речовин вводять вглиб м`ясного відрубу способом насичення, що приводить до прискореного та

рівномірного розподілення засолювальних речовин в усій масі напівпродукта. Додатковим позитивним моментом пропонованого способу засолювання є пригнічення розвитку патогенної мікрофлори завдяки швидкому засоленню напівпродукту до стану, коли через високий осмотичний тиск води в клітинах мікроорганізмів відбувається дифузія води назовні та їх загибель. Використання ж солестійкої мікрофлори бактеріального препарату дало змогу скоротити час досягнення відрубом бажаного рівня кислотності, отже й прискорити процес ферментації з досягненням бажаних органолептичних характеристик;

– відмова від використання в ЗС нітриту натрію на користь введення в розсіл СБК багатого нітрат-іоном, а також аскорбінової кислоти з витримуванням системи до завершення процесу пететворення нітрату в нітрит. Використання ж змішаного способу засолювання дало змогу уникнути втрат нітрит-іону з поверхні в процесі тривалої витримки відрубу і тим суттєво зменшити дозування цього реагенту;

– досягнення рівномірності забарвлення готового продукту завдяки рівномірному розподіленню нітриту натрію в усій масі відрубу (запобігання утворенню метміоглобіну) з отриманням нітрозоміоглобіну, а також рівномірному розподіленню в масі барвника бетаніну, який в значних кількостях міститься в СБК, отже й в засолювальному розчині.

Згідно викладених положень розроблена параметрична схема виробництва пластівців м’ясних сиров’ялених з яловичини, яка наведена на рисунку.

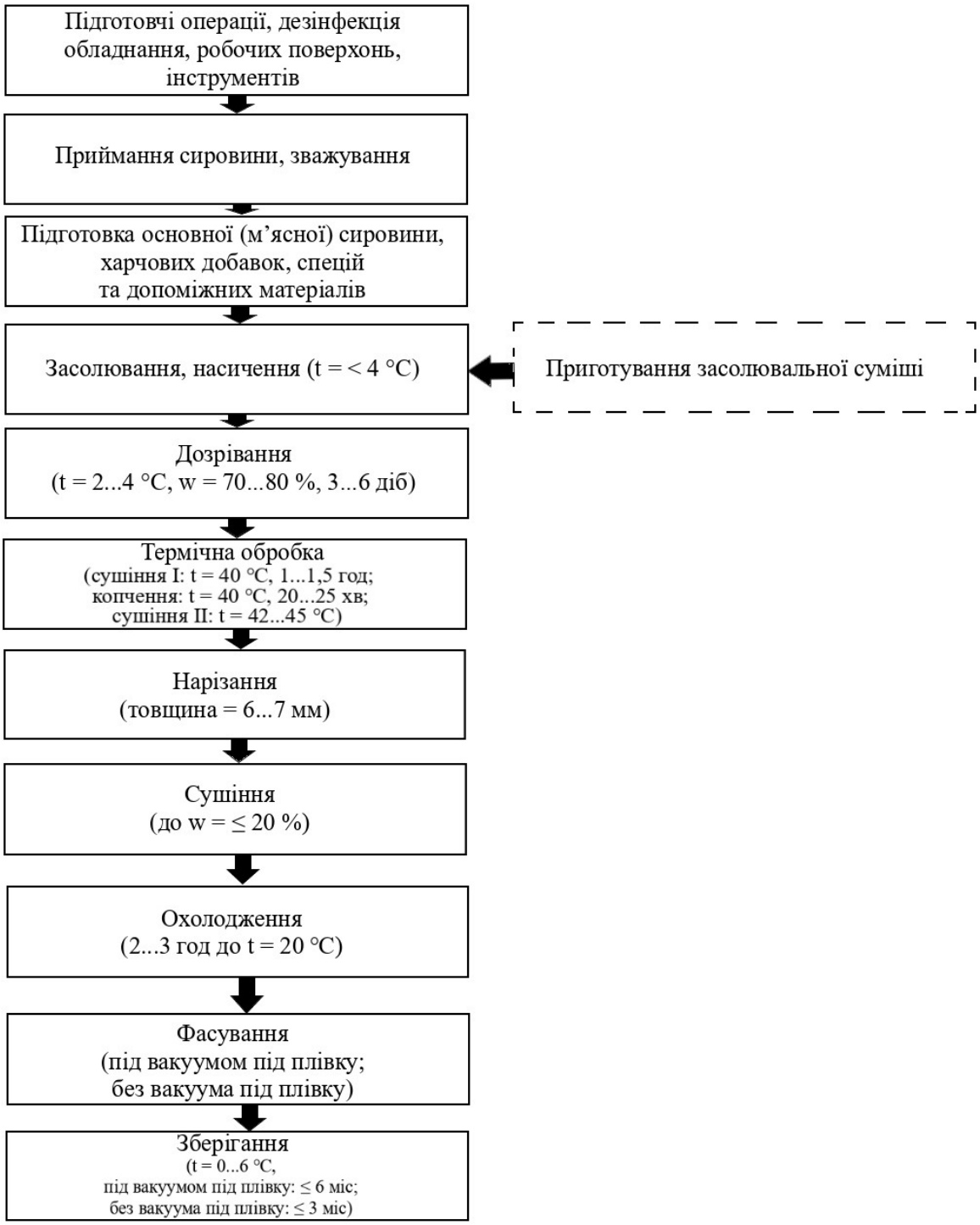

Рисунок 4.5 **Параметрична схема виробництва пластівців м'ясних сиров'ялених з яловичини**

Технологічний процес виробництва пластівців м'ясних сиров'ялених з яловичини складається із наступних операцій (Баль-Прилипко, Ніколаєнко, Устименко, Швець, & Каніщев, 2023):

– підготовка основної (м’ясної) сировини;

– підготова харчових добавок, спецій та допоміжних матеріалів;

– приготування розсолу, насичення;

– масування;

– сушіння;

– копчення;

– охолодження;

– нарізання;

– сушіння;

– охолодження;

– пакування та маркування.

Підготовка основної (м’ясної) сировини. Яловичина, яка направляється на переробку, повинна супроводжуватися відповідними дозвільними документами. При прийманні сировини, її оглядають і проводять зачистку. Заморожене м’ясо в тушах, в напівтушах та четвертинах попередньо розморожують згідно з технологічною інструкцією, затвердженою в установленому порядку. Переробку заморожених блоків із знежилованої яловичини проводять відповідно до технологічної інструкції по їх використанню.

На ділення, обвалювання та знежилування надходить яловичина охолоджена за температури від мінус 2 □ до +2 □, або розморожена сировина за температури від 0 □ до +2 □. Рекомендовано для виробництва продуктів використовувати охолоджене м’ясо, витримане після забою не менше ніж 48 годин. Обвалене м’ясо повинно знаходитися в сировинному відділенні не більше ніж 20 хв, потім його направляють на засолювання або в холодильну камеру за температури від +2 □ до +4 □ для накопичення, не більше 2 годин.

Підготовка прянощів та допоміжних матеріалів. Перець чорний, червоний, перець духмяний, мускатний горіх, коріандр та ін. подрібнюють та

просіюють крізь сито (з діаметром отворів до 0,8 мм) з метою запобігання потрапляння прянощів більш грубого помелу.

Сіль морську перед використанням рекомендовано просіювати.

Нітрит натрію, нітритну сіль використовують та зберігають згідно з інструкцією, затвердженою у встановленому порядку.

Добавки композиційні (комплексні, комбіновані) для сиров'ялених продуктів застосовувують згідно з інструкціями по їх використанню.

Суміш та композиції прянощів, пряно-ароматні та пряно-смакові, екстракти прянощів, композиції (комбіновані суміші) прянощів та декоративні пряноші застосовувують згідно з інструкціями по їх використанню.

Бактеріальний препарат застосовувують згідно з інструкціями по їх використанню.

Засолювання та шприцювання.

Сухий метод засолювання. Технологічний процес: змішують сіль морську, нітрит натрію, спеції, прянощі, декстрозу, харчові добавки, бактеріальний препарат. Перед процесом соління необхідно в м'ясній сировині зробити 5...8 неглибоких проколів голкою діаметром 2...4 мм.

Підготовлену яловичину натирають готовою сумішшю вручну або перемішують у масажері протягом 5...7 хвилин при швидкості обертання барабану масажера 3...5 об/хв. Натерту сировину складають в неперфоровану тару в три ряди «решіткою» (перший ряд – повздовжньо, другий – поперечно, третій – повздовжньо).

Один раз на добу м'ясну сировину необхідно перекладати (верхній шар вниз і навпаки). При цьому дуже важливо, щоб в процесі соління шматки м'яса залишались у розсолі. Час дозрівання сировини залежить від маси шматка і становить від 5 до 8 діб. Після закінчення процесу дозрівання виймають шматки м'яса з камери (температура в камері 0 °С...4 °С) і залишають дозрівати протягом 12...24 годин при температурі +12 °С...15 °С (рекомендується) у формі під пресом).

Можна також оброблені засолювальною сумішшю (сіль морську, нітрит натрію, спеції, прянощі, декстрозу, харчові добавки, бактеріальний препарат) шматки м'яса (кожен окремо), вкласти у вакуумні пакети, завакуумувати та направити в камеру засолювання з температурою 0°С...4°С. Пакети потрібно перевертати один раз на добу. Час засолювання сировини в пакеті – 3...6 діб в залежності від розміру шматків м’яса. Після закінчення процесу дозрівання вийняти м'ясо з пакетів і залишити дозрівати протягом 12...24 години при температурі +12 °С...15 °С (рекомендується у формі під пресом). Шматки м'яса навісити на рами, провести стікання залишків розсолу протягом 2...3 годин і направити на термообробку.

Вологий метод засолювання. Усі засолювальні компоненти змішують в сухому вигляді. Підготовлену суміш розводять в холодній воді до повного розчинення компонентів. Сировину загружають в масажер, додають розсіл. Процес засолювання протягом 36 год при 80 % вакуумі за температури 0…+4°С. Кожні 2 години, для кращого розподілення засолювальних компонентів, роблять 3 обороти барабана масажера. Вивантажують сировину з масажера, навішують на рами, проводять стікання протягом 2...3 годин і відправляють на дозрівання згідно описаних вище рекомендацій.

Комбінований метод засолювання (волого-сухий). Насичують м’ясну сировину розсолом в кількості 10 % від маси несоленої сировини, а другу частину засолювальних компонентів змішують в сухому вигляді і натирають попередньо насичену сировину сухою сумішшю або додають суху суміш в масажер. Підготовлену сировину завантажують в масажер, додають суху засолювальну суміш і масують 5...8 хв. Витримують м'ясо в масажері під вакуумом протягом 3 діб. Проводять три оберти масажера кожні 2...3 години для кращого розподілення компонентів засолювальної суміші. Після закінчення процесу масування вивантажують м'ясо з масажера і залишають дозрівати на 2...3 доби за температури +12 °С...15 °С (рекомендується у формі під пресом).

Шматки м'яса навішують на рами, проводять стікання протягом 2...3 годин і направляють на термообробку.

Термічна обробка.

1 спосіб. Сушіння перше: температура в камері +40 □ протягом 1...1,5 год до повного відсихання поверхні продукту. Копчення: температура в камері +40 □ протягом 20...25 хв. Сушіння друге: температура в камері +42...45 □ до температура в товщі продукту +41 □. Охолодження.

2 спосіб. Для покращення товарного вигляду, перед процесом сушіння дозволяється піддати копченню протягом 30...40 хв при температурі в камері від 18 □...22□. Сушіння при температурі в камері 45 °С протягом 3,5...4 год. Копчення при температурі в камері 45 °С протягом 15 хв. Охолодження.

Для кращого зберігання сиров'ялених продуктів рекомендовано вакуумувати їх і зберігати при температурі не вище +6 □.

Копчення. Швидкість руху повітря не повинна перевищувати 0,1 м/с. При цьому поверхня підготовленої засоленої яловичини, яку подають у коптильну камеру, повинна бути сухою та мати температуру не нижче 18 □. Процес копчення необхідно постійно контролювати, щоб запобігти ущільненого поверхневого слою.

Дим генерується різними способами із деревини: тертям, тлінням, сублімацією та ін. Традиційно вітчизняною м'ясопереробною галузю використовується дим, який одержують у спеціальних пристроях (димогенераторах) від тління паливного матеріалу від деревини при обмеженому доступі кисню.

Хімічний склад диму, як коптильного агента, в основному визначається джерелом його походження – породою дерева, а не засобом його спалювання. Найкращою сировиною для одержання диму хорошої якості є тирса або щепа дерев листяних порід: вишні, яблуні, тополі, осики, ліщини, буку, дубу, вільхи, клена, липи, ясеня, в'яза (обов'язково обкорованої). Також хороший дим отримують з ялівця, кедра, кипариса. Усі перелічені породи дерев горять

коротким полум’ям і в утвореному димі при цьому міститься мінімальна кількість смолистих речовин.

Хвойні ж породи дерев застосовувати не рекомендується, тому що при генерації з них диму утворюється не тільки багато смол, а ще й міститься і скипидар. Наявність таких компонентів надає продукту темний колір та гіркуватий смак.

Для покращення запаху продуктів у паливний матеріал додають ялівець, або ароматичні трави – такі як, наприклад, полинь, богородську траву (тім’ян), шалфей, базилік.

Дим повинен бути густим, з великою концентрацією коптильних компонентів але, при цьому, утримувати якомога менше смолистих речовин.

Візуально колір диму повинен бути сіро-жовтий. Синюватий колір диму вказує на те, що дим переговір. У цьому випадку в димогенераторі утворюється надлишок попелу, який необхідно видалити, вичистивши при цьому опалювадьний простір, і, одночасно, необхідно відрегулювати подачу тирси в зону тління та при необхідності зволожити її водою, з метою попередження спалахування тирси.

Ефективність процесу копчення залежить від ряду факторів: від складу диму, від зовнішнього шару продукту (м’ясо або жир), вологи, часу, хімічної ракції (наприклад: білок – мурашиний альдегід; фенол – нітрит).

Нарізання. На слайсері або на іншому технологічному обладнанні нарізать підготовлений продукт тоненькими скибочками. Товщина скибочки повинна бути не більше 6...7 мм. Розладають на спеціальні сітки так, щоб не було злипів.

Сушіння. Сушать пластівці в спеціальних камерах (ротаційна піч і інші) в режимі інфрачервоного випромінювання.

Охолодження. Після сушіння пластівці охолоджують.

Фасування. Дефектні пластівці (включаючи скибочки з механічним пошкодженнями) відбраковують. Фасують у вакуумні пакети масою 10...15 г і

вакуумують. Задля збереження цілісності шматочків, рекомендується проводити вакуумне пакування в середовищі інертного газу.

Після пакування в вакуум, готовий продукт маркують та складають у транспортну упаковку (коробки, ящики та інше).

Пластівці м'ясні сиров'ялені з яловичини за експертним висновком Державного-науково-дослідного інституту з лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи не містять афлатоксинів, пестицидів, домішок металів першого класу небезпеки та характеризуються радіаційною і бактеріологічною чистотою (Додаток В), тобто не становлять небезпеки для людського організму.

Висновки за розділом 4

1. Досліджено мікробіологічні показники пластівців м'ясних сиров'ялених з яловичини. Встановлено, що за показниками мікробіологічної безпеки бактерії групи кишкової палички, патогенні мікроорганізми, сульфітредукуючі клостридії, *Listeria monocytogenes* та *Staphylococcus aureus* не були виявлені впродовж та наприкінці терміну зберігання.

2. За результатами дослідження інтенсивності червоного кольору в пластівцях м'ясних сиров'ялених з яловичини встановлено, що цей показник був вищим протягом усього терміну зберігання порівняно з контролем.

3. Пластівці м'ясні сиров'ялені з яловичини характеризувались стабільними органолептичними показниками під час терміну зберігання.

4. В процесі зберігання, пластівці м'ясні сиров'ялені з яловичини характеризувались меншим показником перекисного числа порівняно з контролем.

5. Встановлено більш швидке зниження рівня активності води в пластівцях м'ясних сиров'ялених з яловичини порівняно з контролем.

6. За результатами дослідження показників безпеки встановлено, що за вмістом афлотоксину, нітрозамінів, пестицидів, радіонуклідів, токсичних

елементів, пластівці м’ясні сиров’ялені з яловичини є безпечним харчовим продуктом для організму людини. Використання солі морської замість кухонної та меншої кількості нітриту натрію в рецептурній композиції засолювальної суміші дало змогу зменшити вміст нітриту натрію та хлориду натрію в готовому сиров’яленому продукті.

7. Розраховано ступінь забезпечення нутрієнтів у пластівцях м’ясних сиров’ялених з яловичини. Встановлено, що удосконалені пластівці м’ясні сиров’ялені з яловичини є джерелом білків, жирів, вітаміну С, заліза, магнію, міді, цинку, так як ступінь їх забезпечення від добової потреби для організму людини складає більше 5 % при споживанні 100 г готового продукту.

8. Розроблено параметричну схему та опис технологічного процесу виробництва удосконалених пластівців м’ясних сиров’ялених з яловичини. Особливостями технологічного процесу є відмова від сухого способу засолювання яловичини на користь змішаного способу засолювання; введення в розсіл СБК багатого нітрат-іоном, а також аскорбінової кислоти з витримуванням системи до завершення процесу пететворення нітрату в нітрит; досягнення рівномірності забарвлення готового продукту завдяки рівномірному розподіленню нітриту натрію за усією масою м’ясної системи.

Основні результати досліджень, викладені у даному розділі, опубліковано у наступних наукових працях (Баль-Прилипко, Устименко, & Каніщев, 2024; Баль-Прилипко, Ніколаєнко, Устименко, Швець, & Каніщев, 2023; Bal-Prylypko, Nikolaenko, & Kanishchev, 2023; Bal-Prylypko, Nikolaenko, Kanishchev, Beyko, & Holembovska, 2023; Каніщев, Баль-Прилипко, & Устименко, 2024).

РОЗДІЛ 5
ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПЛАСТІВЦІВ М'ЯСНИХ СИРОВ'ЯЛЕНИХ З ЯЛОВИЧИНИ

5.1 Економічна ефективність виробничої діяльності підприємства

В умовах сучасного розвитку м'ясної промисловості та зміни споживчих уподобань дедалі більше уваги привертають інноваційні категорії продуктів, які поєднують зручність, високу поживну цінність та тривалий термін зберігання. Однією з таких категорій є пластівці м'ясні – м'ясні продукти, вироблені на основі м'яса та призначені для швидкого їх споживання без попередньої термічної обробки.

Слід підкреслити, що останніми роками ринок таких продуктів демонструє стійку позитивну динаміку. Це зумовлено низкою чинників, серед яких варто виділити зростання темпу життя, популяризацію здорового способу життя та підвищений інтерес споживачів до продуктів з високим вмістом повноцінного білка. Пластівці м'ясні стають затребуваними як серед людей, що ведуть активний спосіб життя, так і серед тих, хто шукає більш корисну альтернативу традиційній "щвидкій" їжі.

В той же час, розвиток виробництва пластівців м'ясних супроводжується низкою економічних, маркетингових та виробничих завдань, що потребують системного підходу. У таких умовах особливої актуальності набуває вивчення економічних аспектів виробництва та реалізації, а також оцінку їхнього ринкового потенціалу.

Актуальність зумовлена необхідністю визначення перспективних напрямів розвитку як одного з найбільш динамічних сегментів м'ясної промисловості, обґрунтування економічної ефективності їх виробництва в сучасних умовах.

Таким чином, необхідно визначити ключові чинники, що впливають на собівартість продукту, розробити практичні рекомендації щодо підвищення економічної ефективності.

5.2 Розрахунок економічної ефективності виробництва пластівців м’ясних сиров’ялених з яловичини

Собівартість продукції – це сума всіх витрат підприємства, пов’язаних із виробництвом та реалізацією товару. Вона показує, скільки коштує підприємству виготовлення одиниці продукту, і містить вартість сировини, матеріалів, палива, енергії, заробітну плату працівників, відрахування на соціальні заходи, амортизацію основних засобів, інші прямі й непрямі видатки, без яких неможливий виробничий процес.

Розрахунок собівартості продукції здійснюється на основі даних бухгалтерського обліку про витрати на виробництво. Цей процес називається калькулюванням, а його результатом є калькуляція – документ, у якому відображено склад видатків та їхній розподіл між окремими видами продукції.

До статті калькуляції «Сировина та основні матеріали» включається вартість: сировини, матеріали що використовуються в технології виробництва даного виду продукту (м’ясо, спеції, упаковка тощо). Витрати за статтею калькуляції "Сировина та основні матеріали" включаються безпосередньо до собівартості продукції. Розрахунок зміни витрат по статті «Сировина та основні матеріали» наведені в табл. 5.1.

З табл. 5.1 видно наступне. Зміна в рецептурі складових, а саме сіль кухонна замінена на сіль морську, додавання СБК та бактеріального препарату B-LC-78 збільшила витрати по статті сировина на +639,6 грн. Проте, незважаючи на це завдяки таким змінам вдалося зменшити вміст нітриту натрію та покращити показники якості та безпечності в готовому продукті (розділ 3 та 4).

Таблиця 5.1

Витрати на виробництво 100 кг пластівців м'ясних сиров'алених з яловичини по статті «Сировина та основні матеріали»

Сировина	Витрати		Різниця в витратах, +/-
	Контроль	Дослід	
	Витрати, грн	Витрати, грн	
Яловичина знежилована	19000	19000	0
Сіль кухонна	28	–	–
Сіль морська	–	66,7	+ 66,7
Суміш спецій	288	456	+ 168
Нітрит натрію	3,15	1,05	- 2,1
Сік з буряка концентрований	–	135	+135
Декстроза	125	125	0
Ізоаскорбат натрію	126	–	–
Аскорбінова кислота	–	126	0
Бактеріальний препарат B-LC-78	–	300	+300
Разом	19570,15	20209,75	+639,6

У табл. 5.2. показано розрахунок допоміжних матеріалів на виробництво 100 кг продукції розфасованої у вакуумні пакети вагою 100 грамів.

Враховуючи що пластівці м'ясні сиров'алені з яловичини відносяться до групи снеків і є не дешевим продуктом доцільно пакувати їх у вакуумні пакети масою в 100 грам, що дасть змогу збільшити продажі. Загалом матеріальні витрати на 100 кг готової продукції фасованої по 100 грам складають 4914 грн.

Таблиця 5.2

Витрати на допоміжні матеріали

Стаття витрат	Ціна за одиницю, грн	Норма на 100 кг	Сума за 100 кг, грн
Вакуумна упаковка, шт	3,38	1000	3380
Етикетка, шт	1,23	1000	1230
Ящики стандартні (60х40х20), шт	26	10	260
Скотч	44	1	44
Всього			4914

У табл. 5.3 наведено розрахунок енергетичних витрат. В цю статтю включаються тільки енергетичні витрати на технологічні цілі.

Таблиця 5.3

Розрахунок енергетичних витрат

Стаття витрат	Ціна за одиницю, грн	Норма на 100 кг	Сума за 100 кг, грн
Вода, $м^3$	29,6	7,3	216,08
Пара, мДж	42,3	2,1	88,83
Холод, Дж	16,37	17,6	228,11
Газ, $м^3$	18,4	5,7	104,88
Електроенергія, кВт	10,28	64,9	667,17
Всього			1305,07

Отже, згідно проведеним розрахунками (табл. 5.3), сумарні енергетичні витрати на виробництво склали 1305,07 грн на 100 кг.

Розрахунок статті калькуляції «Основна заробітна плата» наведено у табл. 5.4. Основну заробітну плату розраховують у відповідності із прийнятими на виробництві формами та системами оплати праці (табель).

Таблиця 5.4

Розрахунок заробітної плати основних виробничих робітників

Найменування витрат	**Значення**
Витрати праці на 100 кг. продукту, люд-год	12,00
Годинна тарифна ставка	93,75
Основна заробітна плата на 100 кг, грн.	1125
Додаткова заробітна плата, грн (20 % від основної)	187,5
Всього, грн	1123,5

Беремо до уваги податки з заробітних плат працівників, актуальні з 1 січня 2025 р. – податок на доходи фізичних осіб 18 %, єдиний соціальний внесок 22 % та військовий збір 5 %, що разом складають 45 % від заробітної плати, тоді:

$$1123,5 \times 0,45\% = 505,57 \text{ грн}$$

Ця сума (505,57 грн) також додається до собівартості готового продукту.

В сукупності затрати (на виготовлення 100 кг пластівців м’ясних) по розділу заробітна плата складають:

$$1123,5 + 505,57 = 1629,07 \text{ грн}$$

Витрати на утримання і експлуатацію обладнання входять затрати на утримання, амортизацію і поточний ремонт виробничого обладнання і цехового транспорту, знос і затрати на відтворення інструментів і приладів. Сума витрат

в цій статті розраховується в відсотках (45 %) від суми основної заробітної плати робітників (на 100 кг):

$$1629{,}07 \times 45\ \% = 733{,}08 \text{ грн}$$

Наступна стаття затрат це загальновиробничі витрати – це комплексна стаття, що включає витрати на утримання, ремонт будинків виробництва, ремонт обладнання, модернізація, амортизаційні відрахування. Вони складають 200 % від загальної заробітної плати і витрат на утримання і експлуатацію обладнання що в перерахунку дорівнюють (на 100 кг):

$$2785{,}15 \times 200\ \% = 5570{,}3 \text{ грн}$$

Загальногосподарські затрати – витрати які включають в себе:

– заробітна плата адміністративного персоналу;

– охорона;

– поточний ремонт;

– амортизація і утримання будівель, споруд загальногосподарського характеру;

– витрати на винахідництво;

– технічне удосконалення;

– раціональні пропозиції загальнозаводського характеру;

– затрати на дослідницькі роботи;

– охорону праці;

– підготовку кадрів.

Ця стаття затрат складає 12 % від виробничої собівартості (на 100 кг):

$$29181{,}39 \times 12\ \% = 3501{,}76 \text{ грн}$$

Витрати підприємства на реалізацію товару контрольного зразка включає:

– заробітна плата відділу збуту;

– логістичні витрати;

– маркетингові послуги на просування і реалізацію готового продукту.

І досягає 9 % розділу заробітна плата (на 100 кг):

$$1628{,}07 \times 9\ \% = 146{,}53 \text{ грн}$$

В той час як витрати на дослід дорівнює 12 % для подальших активних продажів нового товару потрібна велика рекламна компанія. Саме тому зростають затри даного розділу (на 100 кг):

$$1628{,}07 \times 12\ \% = 195{,}36 \text{ грн}$$

Зведені розрахунки наведені у табл. 5.5 та у табл. 5.6.

Таблиця 5.5

Розрахунок зміни повної собівартості на 100 кг продукції

№ п/п	Статті витрат	Контроль, грн	Дослід, грн	Різниця “+” “-”
1	«Сировина та основні матеріали»	19570,15	20209,75	+639,6
2	Витрати на допоміжні матеріали	4914	4914	0
3	Розрахунок енергетичних витрат	1305,07	1305,07	0
4	Розрахунок заробітної плати основних виробничих робітників	1123,5	1123,5	0
5	Витрати на утримання і експлуатацію обладнання	733,08	733,08	0
6	Загальновиробничі витрати	5570,3	5570,3	0
7	Загальногосподарські затрати	3501,76	3501,76	
8	Витрати підприємства на реалізацію товару	146,53	195,36	+48,83
Повна собівартість		36864,39	37552,82	+688,43

Таблиця 5.6

Вартість 100 кг м’ясних пластівців

№ п/п	Назва	Контроль, грн	Дослід, грн	Різниця “+” “-”
1	Пластівці м’ясні сиров’ялені з яловичини	36894,39	37552,82	+688,43
2	Собівартість 1 кг	368,94	375,52	+6,88

Враховуюче що в досліді завдяки змінам в рецептурі вдалося покращити показники якості та безпечності, а також враховуючи що дорожчав він не суттєво можемо зробити висновок, що покращені пластівці м’ясні будуть мати великий попит. Тому доцільно встановити виклику націнку.

Зробимо розрахунок економічних показників ефективності виробництва пластівців м’ясних сиров’ялених з яловичини.

Витрати на 1 гривню товарної продукції розраховуємо за формулою (5.1):

$$В = С : ТП \text{ , або } В = С1 : Ц1 \qquad (5.1)$$

де С, С1 – повна собівартість відповідно продукції;

ТП – продукція;

Ц1 – ціна одиниці продукції.

$$B = \frac{375.52}{563.28} = 0,66 \text{грн.}$$

Прибуток визначаємо за формулою (5.2):

$$П = (Ц1 – С1) \times О \qquad (5.2)$$

де О – кількість продукції

$$П=(563,28-375,52) \times 100 = 18776 \text{ грн.}$$

Розраховуємо рівень рентабельності за формулою (5.3):

$$Р = П : С * 100 \qquad (5.3)$$

де П – сума прибутку від реалізації продукції, грн.

С – повна собівартість продукції, грн.

$$Р = \frac{18776}{37552} \cdot 100 = 50\%$$

Ефективність виробництва наведено у табл. 5.7.

Таблиця 5.7

Ефективність виробництва продукції

Показники	**Результати**		
	Контроль	**Дослід**	**Різниця “+” “-”**
Собівартість 1 кг, грн	368,94	375,52	+6,88
Ціна реалізації 1 кг, грн	442,72	563,28	+120,55
Прибуток на 1 кг, грн	73,78	187,76	+113,97
Рівень рентабельності, %	20	50	+30 %

Таким чином, у результаті дослідження дослідний зразок пластівців м’ясних сиров’ялених з яловичини подорожчав в собівартості лише на 1,86 %, а завдяки покращеним смаковим якостям, що дало змогу збільшити націнку, рівень рентабельності зростає на 30 %. Прибуток збільшується на 113,97 грн. на 1 кг.

Висновки за розділом 5

Удосконалена технологія пластівців м’ясних з яловичини сиров’ялених є економічно вигідною, а її впровадження є доцільним, до того ж ринок м'ясних снеків у 2025 році поєднуватиме зростання інтересу до здорового харчування з інноваціями, екологічністю та фокусом на преміальні продукти. Незважаючи на конкуренцію з рослинними альтернативами, м'ясні снеки залишаються затребуваним продуктом, особливо серед людей з активними способом життя, які стежать за споживанням повноцінного білка.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі на основі теоретичних та експериментальних досліджень науково обґрунтовано удосконалення технології пластівців м'ясних сиров'ялених з яловичини з використанням соку буряка концентрованого та бактеріального препарату, який складається з колекції штамів *Staphylococcus carnosus*, *Pediococcus acidilactici*. Відповідно до аналізу результатів проведених досліджень сформульовано наступні висновки:

1. Науково підтверджено доцільність комплексного використання аскорбінової кислоти у кількості 0,085 кг та соку буряка концентрованого у кількості 0,5 кг у складі засолювальної суміші (на 100 кг м'ясної сировини несоленої) для часткової заміни нітриту натрію при виробництві пластівців м'ясних сиров'ялених з яловичини зі зниженим його вмістом.

2. За результатами досліджень, встановлено ефективність використання бактеріального препарату у кількості 0,025 кг на 100 кг м'ясної сировини несоленої, який складається з колекції штамів *Staphylococcus carnosus*, *Pediococcus acidilactici* під час засолювання яловичини, що дало змогу забезпечити мікробіологічну безпеку м'ясної сировини, стабілізувати червоний колір пластівців м'ясних сиров'ялених та покращити їх органолептичні показники.

3. Науково обгрунтовано спосіб засолювання яловичини за якого поверхню м`яса натирають засолювальною сумішшю, а рештою суміші насичують м'ясо. Запропонований спосіб засолювання яловичини дав змогу зменшити утримування м'ясною системою води та показник активності води в неї. Відповідно до результатів дослідження розроблено рецептурний склад засолювальної суміші та пластівців м'ясних сиров'ялених з яловичини.

4. Досліджено мікробіологічні, фізико-хімічні показники, показники безпечності та харчову цінність пластівців м'ясних сиров'ялених з яловичини. Встановлено, що використання засолювальної суміші рекомендованого складу

дало змогу зменшити вміст нітриту натрію в пластівцях м’ясних сиров’ялених з яловичини на 0,035 % та забезпечити їх гарантовану якість та безпечність впродовж зберігання – до 180 діб за температури 4…6 ºС.

5. Розроблено параметричну схему виробництва пластівців м’ясних сиров’ялених з яловичини. Удосконалена технологія дає змогу прискорити та рівномірно розподілити засолювальні речовини за усією масою яловичини, скоротити час досягнення нею бажаного показника кислотності та в результаті прискорити процес ферментації з отриманням готового продукту підвищеної якості.

6. Розроблено нормативну документацію на пластівці м’ясні сиров’ялені з яловичини. Проведено промислову апробацію удосконаленої технології. Доведено економічну ефективність від впровадження пластівців м’ясні сиров’ялені з яловичини. Соціальна значимість розробки полягає у розширенні асортименту безпечних до вживання м’ясних продуктів подовженого терміну зберігання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

Баль-Прилипко, Л. В., Устименко, І.М., & Каніщев, О. П. (2024). *Використання бактеріальних препаратів в технології сиров'ялених м'ясних пластівців*, Програма та тези матеріалів XIII Міжнародної науково-технічної конференції "Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті євроінтеграції ". Київ: НУХТ.

Каніщев, О. П., Баль-Прилипко, Л. В., & Устименко, І.М. (2024). *Удосконалення технології сиров'ялених пластівців м'ясних*, Збірник праць за підсумками XII Міжнародної науково-практичної конференції вчених, аспірантів і студентів "Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства". Київ: НУБіП України.

Grau, R. (1960). *Fleisch und Fleischwaren*. 1.ed.. Berlin Verlag A.W. Hayn´s Erben.

Бал-Прилипко, Л. В., & Леонова, Б. І. (2014). Біотехнології виробництва м'ясних продуктів. *Сучасний стан біотехнології, acta*, 7, 114–119. https://doi.org/10.15407/biotech7.05.114

Баль-Прилипко, Л. В. (2010). *Технологія зберігання, консервування та переробки м'яса*. Київ: НУБіП України.

Баль-Прилипко, Л. В. (2013). Біотехнологічні аспекти виробництва м`ясних продуктів. *Харчова наука і технологія*, 4, 41–43.

Баль-Прилипко, Л. В. (2013). Сучасна біотехнологія м'ясних продуктів. *Вісник Національного технічного університету "ХПІ." Серія: Нові рішення в сучасних технологіях*, 70, 160–167.

Баль-Прилипко, Л. В. (2014). *Методичні вказівки щодо виконання лабораторних робіт з дисципліни «Актуальні проблеми галузі» для студентів ОКР «Магістр» спеціальності 8.05170104 «Технології зберігання, консервування та переробки м'яса»*. Київ: НУБіП України.

Баль-Прилипко, Л. В., Крижова, Ю. П, & Морозюк, Р. (2017). Розробка продуктів подовженого терміну зберігання. *Продовольча індустрія АПК*, 1–2, 20–23.

Баль-Прилипко, Л. В., Леонова, Б. І., & Брона, А. І. (2015). Комплексні дослідження якості м`ясних продуктів, виготовлених із застосуванням біотехнологічних прийомів. *Продовольча індустрія АПК*, 5, 16–22.

Баль-Прилипко, Л. В., Леонова, Б. І., Брона, А. І., & Ковтун, В. О. (2018). Закономірності впливу бактеріальних препаратів на біохімічні зміни м'ясної сировини при посолі. *Продовольча індустрія АПК*, 3.

Баль-Прилипко, Л. В., Леонова, Б. І., Старкова, Е. Р., & Паска, М. З. (2018). Виробництво м'ясних сиров'ялених снеків: перспективи та конкурентоспроможність. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Ґжицького. Серія : Харчові технології*, 90, 79–83.

Баль-Прилипко, Л. В., Мельничук, С. Д., Прасол, Д. Ю., & Віннов, О. С. (2012). *Вода. Значення у формуванні показників якості та безпеки сировини і продуктів харчування*. Київ: КВІЦ.

Баль-Прилипко, Л. В., Ніколаєнко, М. С., Бандура, В. М., & Каніщев, О. П. (2022а). *Особливості виготовлення м'ясних продуктів подовженого терміну зберігання*, Програма і тези матеріалів доповідей XI Міжнародної науково-технічної конференції «Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті євроінтеграції». Київ: НУХТ.

Баль-Прилипко, Л. В., Ніколаєнко, М. С., Бандура, В. М., & Каніщев, О.П. (2022б). *Особливості виготовлення мясних продуктів подовженого терміну зберігання*, Програма та тези матеріалів III Міжнародної науково-практичної конференції "Інноваційні технології та перспективи розвитку м'ясопереробної галузі». Київ: НУХТ.

Баль-Прилипко, Л. В., Ніколаєнко, М. С., Слободянюк, Н. М., Ісраелян, В. М., Даниленко, С. Г., & Гудзенко, М. М. (2022). *Технологія зберігання, консервування та переробки м'яса*. Київ: НУБіП України.

Баль-Прилипко, Л. В., Ніколаєнко, М. С., Устименко, І. М., Толок, Г. А., Слободянюк, Н. М., Науменко, О. В., Андрощук, О. С., & Пилипчук, О. С. (2023б). *Наукове обґрунтування удосконалення технології м'ясних, молочних та молоковмісних продуктів*. Київ: ЦП «Компринт».

Баль-Прилипко, Л. В., Ніколаєнко, М. С., Устименко, І. М., Швець, О. В., & Каніщев, О. П. (2023). Патент України 154862. Київ: Український національний офіс інтелектуальної власності та інновацій.

Баль-Прилипко, Л. В., Рудик, Л. М., Ніколаєнко, М. С., Слободянюк, Н. М., Толок, Г. А., & Корнієнко, В. І. (2022). *Наукові основи вдосконалення системи контролю якості та безпеки харчових добавок*: монографія. Київ: Основа.

Баль-Прилипко, Л. В., Слободянюк, Н. М., Леонова, Б. І., & Ковтун, В. О. (2018). Розробка біотехнології м'ясних сиров'ялених снеків. *Продовольча індустрія АПК*, 2, 15–19.

Баль-Прилипко, Л. В., Слободянюк, Н. М., Леонова, Б. І., & Крижова, Ю. П. (2016). *Актуальні проблеми м'ясопереробної галузі*. Київ: «Компринт».

Баль-Прилипко, Л. В., Устименко, І. М., Ємцев, В. І., Ємцева, Г. Ф., Голембовська, Н. В., Крижова, Ю. П., Савченко, О. А., Ісраелян, В. М., Менчинська, А. А., Іванюта, А. О., Штонда, О. А., Толок, Г. А., & Рябовол, М. В. (2023а). *Наукове обґрунтування удосконалення технології м'ясних, рибних, молочних та молоковмісних продуктів з підвищеною харчовою цінністю*. Київ: ЦП «Компринт».

Баль-Прилипко, Л. В., Устименко, І. М., Ємцев, В. І., Савченко, О. А., Голембовська, Н. В., Крижова, Ю. П., Штонда, О. А., Тищенко, Л. М., Менчинська, А. А., Ісраелян, В. М., Іванюта, А. О., Ємцева, Г. Ф., Бейко, Л. А., & Назаренко, М. В. (2024). *Наукове обґрунтування вдосконалення технології харчових продуктів нового покоління*. Київ: ЦП «Компринт».

Баль-Прилипко, Л. В., Чередніченко, О. О., Слободянюк, Н. М., Леонова, Б. І., & Рябовол, М. В. (2020). *Наукові основи та економічна доцільність створення технологій виробництва м'ясних продуктів тривалого терміну зберігання*: монографія. Київ: ФОП Ямчинський О.В.

Баль-Прилипко, Л., Крижова, Ю., & Гармаш, О. (2017). Використання ферментних препаратів при виробництві варених ковбас. *Продовольча індустрія АПК*, 5, 4–9.

Баль-Прилипко, Л., Леонова, Б., Брона, А., & Ковтун, В. (2018). Зміна фізико-хімічних властивостей м'яса під дією бактеріальних препаратів при посолі. *Продовольча індустрія АПК*, 3, 40–43.

Баль-Прилипко, Л., Старкова, Е., Грот, І. & Соломчук, М. (2015). Технологічні аспекти застосування солі у сучасній м'ясній промисловості. *Продовольча індустрія АПК*, 1/2, 14–18.

Баль-Прилипко, Л., Устименко, І., & Каніщев, О. (2025). Використання бактеріальних препаратів у виробництві м'ясних снеків. *Світ продуктів*, 2, 32–34.

Бобро Л. М., Лактіонова, О. І., & Коляда, К. Д. (2023). *Способи немедикаментозного лікування первинної артеріальної гіпертензії*. Modernization of science and its influence on global processes: collection of scientific papers «SCIENTIA» with Proceedings of the IV International Scientific and Theoretical Conference, November 3, 2023. Bern, Swiss Confederation: International Center of Scientific Research.

Борцюх, В., & Шугай, М. (2016). Бактеріоцини молочнокислих бактерій як природні консерванти харчових продуктів. *Продовольчі ресурси*, 4(06), 167–175.

Борцюх, В., & Шугай, М. (2017). Антимікробні метаболіти молочнокислих бактерій: механізм дії та практичне використання. *Продовольчі ресурси*, 5(09), 136–143.

Віннікова, Л. Г., & Пронькіна, К. В. (2015). Вплив електроактивованої води на мікробіологічні показники м'ясної сировини. *Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій*, 48, 110–114.

Войцехівська, Л., Борсолюк, Л., Шелкова, Т., & Гавриленко, А. (2018). Дослідження впливу бактеріального препарату «ЛРР» на функціонально-технологічні показники м'яса впродовж процесу соління. *Продовольчі ресурси*, 6(11), 41–47. https://doi.org/10.31073/foodresources2018-11-05

Гуць, В. С., Русавська, В. А., & Коваль, О. А. (2019). *Математичне моделювання якості харчових продуктів*. Гостинність, сервіс, туризм: досвід, проблеми, інновації: nези доповідей VI Міжнародної науково-практичної конференції. Київ: КНУКМ, КУК.

Держспоживстандарт України (2002). *М'ясо та м'ясні продукти. Визначення pH (контрольний метод) (ISO 2917:1974, IDT)* (ДСТУ ISO 2917-2001). https://ua-s.org/search/12981?search= %D0%94%D0%A1%D0%A2%D0%A3+ISO+2917-2001

Держспоживстандарт України (2005а). *М`ясо та м`ясні продукти. Визначання вмісту хлоридів. Частина 1. Метод Волхарда (ISO 1841-1:1996, IDT)* (ДСТУ ISO 1841-1:2004). https://ua-s.org/search/12776?search= %D0%94%D0%A1%D0%A2%D0%A3+ISO+1841-1:2004

Держспоживстандарт України (2005б). *Продукти харчові. Визначання вмісту нітрату і (або) нітриту. Частина 3. Спектрометричне визначання вмісту нітрату та нітриту в м`ясних продуктах після ферментативного відновлювання нітрату до нітриту (ENV 12014-3:1998, IDT)* (ДСТУ ENV 12014-3:2003). https://ua-s.org/search/9237?search= %D0%94%D0%A1%D0%A2%D0%A3+ENV+12014-3:2003

Держспоживстандарт України (2005в). *Фрукти, овочі та продукти перероблення. Визначення вмісту нітратів та нітритів спектрометричним методом молекулярної абсорбції (ISO 6635:1984, IDT). З поправкою* (ДСТУ ISO 6635:2004). https://ua-s.org/search/13793?search= %D0%94%D0%A1%D0%A2%D0%A3+ISO+6635:2004

Держспоживстандарт України (2007а). *М`ясо та м`ясні продукти. Метод визначення вмісту вологи (контрольний метод) (ISO 1442:1997, IDT)* (ДСТУ ISO 1442:2005). https://ua-s.org/search/12695?search=ДСТУ+ISO+1442:2005

Держспоживстандарт України (2007б). *М`ясо та м`ясні продукти. Визначення вмісту азоту (контрольний метод) (ISO 937-1978, IDT)* (ДСТУ ISO 937:2005). https://ua-s.org/search/12613?search= %D0%94%D0%A1%D0%A2%D0%A3+ISO+937:2005

Держспоживстандарт України (2007в). *М`ясо та м`ясні продукти. Метод визначення загального вмісту жиру (ISO 1443:1973, IDT)* (ДСТУ ISO 1443:2005). https://ua-s.org/search/12696?search= %D0%94%D0%A1%D0%A2%D0%A3+ISO+1443:2005

Держспоживстандарт України. (2008). *Продукти м`ясні. Органолептичне оцінювання показників якості. Частина 2. Загальні вимоги. З поправкою* (ДСТУ 4823.2:2007). https://ua-s.org/search/3208?search %D0%94%D0%A1%D0%A2%D0%A3+4823.2:2007

Держстандарт України (2002). *Продукти харчові. Методи виявлення та визначення кількості бактерій виду Escherichia coli (ГОСТ 30726-2001, IDT)* (ДСТУ ГОСТ 30726-2002). https://ua-s.org/search/33547?search= %D0%94%D0%A1%D0%A2%D0%A3+%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2+30726-2002

ДП Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості (2014). *Мікробіологія харчових продуктів та кормів для тварин. Горизонтальний метод підраховування кількості сульфітовідновлювальних бактерій, які ростуть в анаеробних умовах (ISO 15213:2003, IDT)* (ДСТУ ISO 15213:2014). https://ua-s.org/search/16017?search=%D0%94%D0%A1%D0%A2%D0%A3+ISO+15213:2014

ДП Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості (2015а). *Корми для тварин, сировина для виготовлення повнораціонних сумішей, виділення тварин. Визначання вмісту кальцію, магнію, заліза, марганцю, цинку, міді, кобальту методом атомно-абсорбційної спектрометрії* (ДСТУ 8123:2015). https://ua-s.org/search/4726?search=%D0%94%D0%A1%D0%A2%D0%A3+8123:2015

ДП Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості (2015б). *Продукти перероблення фруктів та овочів. Методи визначання вітаміну С* (ДСТУ 7803:2015). https://ua-s.org/search/4405?search=%D0%94%D0%A1%D0%A2%D0%A3+7803:2015

ДП Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості (2016). *Продукти харчові. Методи визначання молочнокислих бактерій* (ДСТУ 7999:2015). https://ua-s.org/search/4602?search= %D0%94%D0%A1%D0%A2%D0%A3+7999:2015

ДП Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості (2019). *Соки фруктові та овочеві. Визначення вмісту глюкози, фруктози, сорбіту та сахарози методом високоефективної рідинної хроматографії (EN 12630:1999, IDT)* (ДСТУ EN 12630:2019). https://ua-s.org/search/39525?search=%D0%94%D0%A1%D0%A2%D0%A3+EN+12630:2019

ДП Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості (2022). *Мікробіологія харчового ланцюга. Горизонтальний метод виявлення, підрахунку та серотипування Salmonella. Частина 1. Виявлення Salmonella spp (EN ISO 6579-1:2017, IDT; ISO 6579-1:2017, IDT) (*ДСТУ EN ISO 6579-1:2022). https://ua-s.org/search/51926?search=%D0%94%D0%A1%D0%A2%D0%A3+EN+ISO+6579-1:2022

ДП Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості (2023). *Мікробіологія харчового ланцюга. Горизонтальний метод виявлення та підрахунку Listeria monocytogenes і Listeria spp. Частина 1. Метод виявлення (EN ISO 11290-1:2017, IDT; ISO 11290-1:2017, IDT)* (ДСТУ EN ISO 11290-1:2022). https://ua-s.org/search/51916?search=%D0%94%D0%A1%D0%A2%D0%A3+EN+ISO+11290-1:2022

Дубровіна, О. В., & Баль-Прилипко, Л. В. (2014). *Вдосконалення технології варених ковбас з використанням денітрифікуючих мікроорганізмів*. Збірник праць IV Міжнародної науково-практичної конференції вчених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства». Київ: НУБіП України.

Каніщев, О. П. (2023). *Апробування активності мікроорганізмів для сиров'ялених м'ясних продуктів*, Збірник матеріалів за підсумками науково-практичної конференції «Актуальні питання сьогодення та післявоєнного відновлення сільського господарства й екології: експертно-аналітичні складові формування продовольчої стратегії України» з нагоди 20-річчя УЛЯБП АПК НУБіП України. Київ: НУБіП України.

Каніщев, О. П., & Баль-Прилипко, Л. В. (2023). *Особливості посолу делікатесних сиров'ялених м'ясних виробів*, Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції Продовольча та екологічна безпека в умовах війни та повоєнної відбудови: виклики для України та світу присвяченої 125-річчю Національного університету біоресурсів і природокористування України. Секція 3. Роль тваринництва, ветеринарної медицини та харчових технологій в умовах війни та вирішенні завдань плану відродження України. Київ: НУБіП України.

Каніщев, О.П. (2024). Технологічні особливості використання бактеріальних препаратів за виробництва сиров'ялених м'ясних пластівців із

яловичини. *Здоров'я людини і нації*, 4, 40–49. https://doi.org/10.31548/humanhealth.4.2024.728

Кишенько, І. І., & Крижова, Ю. П. (2018). Стабілізація забарвлення шинкових виробів. *Мясной бизнес*, 2, 34–38.

Клименко, М. М., Віннікова, Л. Г., Береза, І. Г., Гончаров, Г. І., Пасічний, В. М., Баль-Прилипко, Л. В., Кишенько, І. І., Буша, О. О., & Ткаченко, К. Д. (2006). *Технологія м'яса та м'ясних продуктів*. Київ: Вища освіта.

Коваль, О. А., & Гуць, В. С. (2022). *Інноваційний спосіб соління м'яса*. Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства: збірник праць за підсумками XI Міжнародної науково-практичної конференції вчених, аспірантів і студентів. Київ: НУБіП України.

Коломієць, Р., Страшинський, І., Пасічний, В., Дубровацький, І., Стрельченко, Л., Тарадай, Р., & Грицай, М. (2015). Розробка білкових композицій та їх використання в технології м'ясних консервів. *Науковий вісник ЛНУ ветеринарної медицини та біотехнології. Серія: Харчові технології*, 17(1), 37–40.

Корда, М. М., Олещук, О. М., & Чорномидз, А. В. (2021). *Роль системи оксиду азоту у функціонуванні органів шлунковокишкового тракту*: монографія. Тернопіль: ТНМУ.

Крижак, Л. М., Семко, Т. В., & Іваніщева, О. А. (2023). Дослідження особливостей використання штамів пробіотиків у технології виробництва ферментованих м'ясних продуктів. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету*, 13, 242–251.

Кулакова, Л., & Слива, Ю. (2024). Розроблення рецептур варених ковбасних виробів збагачених хлорелою. Здоров'я людини і нації, 3, 84–93. https://doi.org/10.31548/humanhealth.3.2024.84

Кулик, Н. В., & Пригодій, Д. В. (2024). Упаковка з використанням модифікованої атмосфери. *Упаковка*, 2, 34–37.

Кухтин, М. Д., & Салата, В. З. (2023). *Мікробіологічні та біохімічні процеси у м'ясі яловичини за холодильного зберігання*. Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя.

Леонова, Б. І. (2015). Розробка біотехнології варених ковбас із застосуванням молочнокислих та денітрифікуючих мікроорганізмів. (Дис. канд. техн. наук). Київ: НУБіП України.

Литвиненко, О. А., Клюк, О. Д., & Некоз, О. І. (2012). Приготування розсолів в м'ясопереробній промисловості за допомогою гідродинамічної кавітації. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету*, 10, 146–149.

Лозова, Т. М., Решетило, Л. І., & Романюк, Р. А. (2024). Сучасні наукові спрямування у дослідженнях зберігання жировмісних харчових продуктів. *Вісник Львівського торговельно-економічного університету. Технічні науки*, 37, 108-114.

Мельніков, А., Шинкарук, В., & Яковлев, Р. (2024). Оцінка впливу спортивного харчування на фізичний розвиток спортсменів. Академічні візії, (29). Відновлено з https://www.academy-vision.org/index.php/av/article/view/951

Миронова, А. В. (2016). Обережно нітрати!!!. *Стандартизація. Сертифікація. Якіст*ь, 3, 60–61.

Михайлютенко, С. М., Євстаф'єва, В. О., Мельничук, В. В., & Кузьменко, Л. М. (2023). Оцінка вмісту нітратів у картоплі. *Scientific Progress & Innovations*, 26(4), 137–140. https://doi.org/10.31210/spi2023.26.04.24

Мінекономрозвитку України (2016). *Харчові добавки. Номенклатура та загальні вимоги (CODEX STAN 192-1995, REV.9-2008, IDT)* (ДСТУ-Н CODEX STAN 192:2014). https://ua-s.org/search/8136?search= %D0%94%D0%A1%D0%A2%D0%A3-%D0%9D+CODEX+STAN+192:2014

Мороз, І., Шемет, В., & Гулай, О. (2024). Вітамін С: структура, біохімічне значення, методи визначення. *Праці наукового товариства ім. Шевченка. Хімічні науки*, 75, 78–89.

Наказ МОЗ України «Про затвердження Норм фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах і енергії» № 1073 (2017). Відновлено з https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1206-17#Text

Недорізанюк, Л. П., Войцехівська, Л. У., Даниленко, С. Г., & Вербицький С. Б. (2024). *Вплив стартових культур на зниження вмісту нітриту натрію варених ковбас*. Тренди Lean-виробництва та пакування харчової продукції: матеріали 13-ї Міжнародної спеціалізованої науково-практичної конференції. Київ: НУХТ.

Недорізанюк, Л. П., Франко, О. В., & Войцехівська, Л. У. (2014). Вплив композицій бактеріальних препаратів на зниження залишкового вмісту нітриту натрію. *Продовольчі ресурси*, 2(02), 56–58.

Панасюк, І. В., Даниленко, С. Г., Потемська, О. І., & Закревська, В. М. (2016). Аналіз мікробіологічних методів дослідження мікробіоти м’яса. *Продовольчі ресурси*, 6, 131–139.

Перцевой, Ф. В., Ладика, В. І., Пивоваров, П. П., Гринченко, Н. Г., Камсуліна, Н. В., Дроменко, О. Б., Мельник, О. Ю., Котляр, О. В., Діхтярь, А. М., Омельченко, С. Б., & Боковець, С. П. (2021). *Загальні технології харчової промисловості*: навчальний посібник (ч. 1). Харків: СНАУ.

Пузік, Л. М. (2024). *Безпека продукції харчової галузі*: навчально-методичний посібник. Харків: ДБТУ.

Руснак, І. Т., Сливка, Н. О., Кулачек, В. Т., & Кулачек, Я. В. (2021). Ефективність рослинного харчування при лікуванні артеріальної гіпертензії. *Буковинський медичний вісник*, 1, 132–137.

Ряполова, І. О., & Олійник, А. М. (2024). Визначення біологічної безпеки м’ясної кулінарної продукції. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*, (2), 195–201. https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2024.2.23

Самілик, М. М. (2022). Розроблення безвідходної технології одержання натуральних барвників із рослинної сировини. *Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі. Серія «Технічні науки»*, 1, 49–54. https://doi.org/10.37734/2518-7171-2022-1-8

Синиця, О. В. (2016). *Вплив стартових культур на ферментацію ковбас тривалого терміну зберігання*. Збірник наукових праць молодих учених, аспірантів та студентів. Одеса: ОНАХТ.

Сімахіна, Г. О., Стеценко, Н. О., & Науменко, Н. В. (2016). *Біологічно активні речовини в харчових технологіях*: підручник. Київ: НУХТ.

Сова, Н. А., & Леусенко, О. О. (2024). Особливості технології виробництва снеків м'ясних. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*, (3), 133–142. https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2024.3.14

Трохименко, В. З., Кальчук, Л. А., Дідух, М. І., Ковальчук, Т. І., & Захарін, В. В. (2018). Використання харчових добавок у ковбасному виробництві та їх вплив на організм людини. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Тваринництво*, 2, 233–237.

Хапченкова, Д. С., & Сенаторова, Г. С. (2024). *Педіатричні аспекти ведення дітей з коарктацією аорти*: монографія. Харків: ДНМУ.

Хомич, В. Т., Баль-Прилипко, Л. В, Мазуркевич, Т. А., & Стегней Ж. Г. (2022). *Мікроструктурний аналіз м'яса і м'ясних продуктів*. Київ: РВВ НУБіП України.

Чагаровський, О. П., & Рибачук О. І. (2020). *Методологія подовженого терміну зберігання та мікробіологічна безпечність м'ясних продуктів*. Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства: збірник праць за підсумками VIII Міжнародної науково-практичної конференції вчених, аспірантів і студентів. Київ: НУБіП України.

Чех, О. С., Дущак, О. В., & Шутюк, В. В. (2025). *Використання аскорбінової кислоти для стабілізації барвників столового буряка в процесі*

переробки. Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті: матеріали 91-ї Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів. Київ: НУХТ.

Шевчик Р. С., & Герасімова, А. М. (2017). Вміст ніртатів у продукції рослинного походження. *Науково-технічний бюлетень Науково-дослідного центру біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК*, 1, 85–88.

Шинкарук, М., & Балук, О. (2021). Перспективні стартові культури для крафтових ковбасних виробів. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*, 5, 38–48. https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2021.5.6

Ячмінь, А. І., Єрошенко, Г. А., Білаш, С. М., Шевченко, К. В. Лисаченко, О. Д., Ваценко, А. В., & Передерій, Н. О. (2022). Вплив консервантів та азобарвників на органи шлунково-кишкового тракту. *Світ медицини та біології*, 1(163), 75–80.

Addiscott, T. M., & Benjamin, N. (2004), Nitrate and human health. *Soil Use and Management*, 20, 98–104. https://doi.org/10.1111/j.1475-2743.2004.tb00344.x

Premi, L., Rocchetti, G., Lucini, L., Morelli, L., & Rebecchi, A. (2024). Replacement of nitrates and nitrites in meat-derived foods through the utilization of coagulase-negative staphylococci: A review. *Current research in food science*, 8, 100731. https://doi.org/10.1016/j.crfs.2024.100731

Álvarez, S., Álvarez, C., Hamill, R., Mullen, A. M., & O'Neill, E. (2021). Drying dynamics of meat highlighting areas of relevance to dry-aging of beef. *Compr Rev Food Sci Food Saf*, 5370–5392. https://doi.org/10.1111/1541-4337.12845

Alves, Â., Magalhães, R., Brandão, T. R. S., Pimentel, L., Rodríguez-Alcalá, L. M., Teixeira, P., & Ferreira, V. (2020). Impact of exposure to cold and cold-osmotic stresses on virulence-associated characteristics of *Listeria monocytogenes* strains. *Food microbiology*, 87, 103351. https://doi.org/10.1016/j.fm.2019.103351

Alzahrani, H. S., Jackson, K. G., Hobbs, D. A., & Lovegrove, J. A. (2021). The role of dietary nitrate and the oral microbiome on blood pressure and vascular tone. *Nutrition research reviews*, 34(2), 222–239. https://doi.org/10.1017/S0954422420000281

Ashaolu, T. J., Khalifa, I., Mesak, M. A., Lorenzo, J. M., & Farag, M. A. (2023). A comprehensive review of the role of microorganisms on texture change, flavor and biogenic amines formation in fermented meat with their action mechanisms and safety. *Critical reviews in food science and nutrition*, 63(19), 3538–3555.

Bahadoran, Z., Mirmiran, P., Jeddi, S., Azizi, F., Ghasemi, A., & Hadaegh, F. (2016). Nitrate and nitrite content of vegetables, fruits, grains, legumes, dairy products, meats and processed meats. *Journal of Food Composition and Analysis*, 51(51), 93–105. https://doi.org/10.1016/J.JFCA.2016.06.006

Bal-Prylypko, L. V., Nikolaenko, M. S., & Kanishchev, O. P. (2023). *Development of technology of meat products of extended term of fitness*, Proceedings of the conference III International scientific-technical conference «Problems and prospects of innovative technique and technology in agri-food chain» Part 2. Tashkent: Tashkent state technical university.

Bal-Prylypko, L., Danylenko, S., Mykhailova, O., Nedorizanyuk, L., Bovkun, A., Slobodyanyuk, N., Omelian, A., & Ivaniuta, A. (2024). Influence of starter cultures on microbiological and physical-chemical parameters of dry-cured product. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 18, 313–330. http://dx.doi.org/10.5219/1960

Bal-Prylypko, L., Danylenko, S., Mykhailova, O., Nedorizanyuk, L., Bovkun, A., Slobodyanyuk, N., Omelian, A., & Ivaniuta, A. (2024). Influence of starter cultures on microbiological and physical-chemical parameters of dry-cured products. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 18, 313–330. https://doi.org/10.5219/1960

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. https://doi.org/10.31548/animal.4.2024.132

Bal-Prylypko, L., Nikolaenko, M., Cherednichenko, O., & Stepasyuk, L. (2022). Trends of the Development of the Meat Processing Industry of Ukraine and Practical Approaches to the Optimization the Recipe of Sausage Products. *Ekonomika APK*, 29(5), 10–19. http://dx.doi.org/10.32317/2221-1055.202205010

Bal-Prylypko, L., Nikolaenko, M., Kanishchev, O., Beyko, 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

Barcenilla, C., Álvarez-Ordóñez, A., López, M., Alvseike, O., & Prieto, M. (2022). Microbiological Safety and Shelf-Life of Low-Salt Meat Products – A Review. *Foods*, 11(15), 2331. https://doi.org/10.3390/foods11152331

Barros, R. R., Carvalho, G. S., Peralta, J. M., Facklam, R. R., & Teixeira, L. M. (2001). Phenotypic and genotypic characterization of Pediococcus strains isolated from human clinical sources. *J. Clin Microbiol*, 4, 1241–1246.

Beard, J. C., & Swager, T. M. (2021). An Organic Chemist's Guide to N-Nitrosamines^ their Structure, Reactivity and Role as Contaminants. *Journal of Organic Chemistry*, 3, 2037–2057. https://doi.org/10.1021/acs.joc.0c02774

Benjamim, C. J. R., Porto, A. A., Valenti, V. E., Sobrinho, A. C. D. S., Garner, D. M., Gualano, B., & Bueno Júnior, C. R. (2022). Nitrate Derived From Beetroot Juice Lowers Blood Pressure in Patients With Arterial Hypertension: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Frontiers in nutrition*, 9, 823039. https://doi.org/10.3389/fnut.2022.823039

Benjamin, N., & Collins, J. (2003). Nitrite. In: Russell, N.J., Gould, G.W. (Eds). *Food Preservatives* (pp. 102–118). Boston: Springer, https://doi.org/10.1007/978-0-387-30042-9_6

Bernardo, P., Patarata, L., Lorenzo, J. M., & Fraqueza, M. J. (2021). Nitrate Is Nitrate: The Status Quo of Using Nitrate through Vegetable Extracts in Meat Products. *Foods*, 10(12), 3019. https://doi.org/10.3390/foods10123019

Bhusal, A., & Muriana, P. M. (2021). Isolation and Characterization of Nitrate Reducing Bacteria for Conversion of Vegetable-Derived Nitrate to 'Natural Nitrite'. *Applied Microbiology*, 1(1), 11–23. https://doi.org/10.3390/applmicrobiol1010002

Bradshaw, M. P., Barril, C., Clark, A. C., Prenzler, P. D., & Scollary, G. R. (2011). Ascorbic Acid: A Review of its Chemistry and Reactivity in Relation to a Wine Environment. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 51(6), 479–498. https://doi.org/10.1080/10408391003690559

Braiek, O. B., & Smaoui, S. (2021). Chemistry, safety, and challenges of the use of organic acids and their derivative salts in meat preservation. *J. Food Qual*. 2021, 6653190. https://doi.org/10.1155/2021/6653190

Brustolin, A. P., Soares, J. M., Muraro, K., Schwert, R., Steffens, C., Cansian, R. L., & Valduga, E. (2024). Investigating antimicrobial and antioxidant activity of liquid smoke and physical-chemical stability of bacon subjected to liquid smoke and conventional smoking. *Journal of Food Science*, 89, 7217–7227. https://doi.org/10.1111/1750-3841.17379

Caballero, B., Finglas, P., & Toldra, F. (Eds.) (2003). Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition. Academic Press.

Camarena, V., & Wang, G. (2016). The epigenetic role of vitamin C in health and disease. *Cell. Mol. Life Sci*, 8, 1645–1658.

Carneiro, K. O., Campos, G. Z., Scafuro Lima, J. M., Rocha, R. d. S., Vaz-Velho, M., & Todorov, S. D. (2024). The Role of Lactic Acid Bacteria in Meat Products, Not Just as Starter Cultures. *Foods*, 13(19), 3170. https://doi.org/10.3390/foods13193170

Cerveny, J., Meyer, J. D., & Hall, P. A. (2009). Microbiological Spoilage of Meat and Poultry Products, In Compendium of the Microbiological Spoilage of Foods and Beverages, edited by W. H. Sperber and M. P. Doyle (pp. 69–86). Springer.

Cherednichenko, O., Bal-Prylypko, L., Paska, M., & Nikolaenko, M. (2021). Expediency of creation of technology of production of meat products of long term of storage of the combined structure. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 723(3), 032086. http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/723/3/032086

Commission Decision (EU) 2018/702 of 8 May 2018 concerning National Provisions Notified by Denmark on the addition of Nitrite to Certain Meat Products. Off. J. Eur. Union (2018). https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32018D0702

Commission Regulation (EU) № 1129 (2011). Amending Annex II to Regulation (EC) № 1333/2008 of the European Parliament and of the Council by establishing a Union list of food additives. https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2011/1129/oj/eng

Danylenko, S., Naumenko, O., Yemtsev, V., Kryzhska, T., Potemska, O., Tolok, G., Kanishchev, O., Ochkolyas, O., Prokopenko, N., & Omelian, A. (2023). Justification and microbiota compositions development for the fermentation of raw meat. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 17, 405–418. https://doi.org/10.5219/1874

Danylenko, S., Nedorizanyuk, L., Potemska, O., Korol T., Ivaniuta, A., Kryzhova, Y., Israelian, V., & Kovalenko, N. (2024). Improvement of the quality of pork meat during salting due to the use of starter bacterial cultures. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*,18, 239–250. https://doi.org/10.5219/1953

Dewi, N. S. (2023). Effect of antioxidant compounds on nitrites as inhibitors of N-Nitrosamine formation: A short review. *ASEAN Journal of Agricultural and Food Engineering*, 2(2), 53–60.

Diao, X., Huan, Y. & Chitrakar, B. (2020). Extending the Shelf Life of Ready-to-Eat Spiced Chicken Meat: Garlic Aqueous Extracts-Carboxymethyl Chitosan Ultrasonicated Coating Solution. *Food Bioprocess Technol*, 13, 786–796. https://doi.org/10.1007/s11947-020-02428-7].

Dias, I., Laranjo, M., Potes, M. E., Agulheiro-Santos, A. C., Ricardo-Rodrigues, S., Fialho, A. R., Véstia, J., Fraqueza, M. J., Oliveira, M., & Elias, M. (2021). Co-Inoculation with Staphylococcus equorum and Lactobacillus sakei Reduces Vasoactive Biogenic Amines in Traditional Dry-Cured Sausages. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(13), 7100. https://doi.org/10.3390/ijerph18137100

European Commission (2015). Ad-Hoc Study on the Monitoring of the Implementation of Directive 2006/52/EC as Regards the Use of Nitrites by Industry in Different Categories of Meat Products; Revised Interim Repor. Brussels, Belgium.

FAO (1985). Small-scale sausage production. Retrieved from https://www.fao.org/3/x6556e/X6556E05.htm (дата звернення: 01.02.2023).

Fellows, P. (2017). *Foos processing technology: principles and practice* (4th edition). United Kingdom: Woodhead Publishing.

Feng, Y., Ming, T., Zhou, J., Lu, C., Wang, R., & Su, X. (2022). The Response and Survival Mechanisms of Staphylococcus aureus under High Salinity Stress in Salted Foods. *Foods,* 11(10), 1503. https://doi.org/10.3390/foods11101503

Fernández-López, J., Ponce-Martínez, A. J., Rodríguez-Párraga, J., Solivella-Poveda, A. M., Fernández-López, J. A., Viuda-Martos, M., & Pérez-Alvarez, J. A. (2023). Beetroot juices as colorant in plant-based minced meat analogues: Color, betalain composition and antioxidant activity as affected by juice type. *Food Bioscience*, 56, 103156. https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.103156

Food Standards Agency (2025). Approved additives and E numbers. Retrieved from https://www.food.gov.uk/business-guidance/approved-additives-and-e-numbers (дата звернення: 12.01.2025).

García-Díez, J., & Saraiva, C. (2021). Use of Starter Cultures in Foods from Animal Origin to Improve Their Safety. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(5), 2544. https://doi.org/10.3390/ijerph18052544

Govari, M., & Pexara, A. (2018). Nitrates and Nitrites in meat products. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 66(3), 127–140. https://doi.org/10.12681/jhvms.15856

Grau, R. (1960). *Fleisch und Fleischwaren*. 1.ed.. Berlin Verlag A.W. Hayn´s Erben.

Grispoldi, L., Karama, M., El-Ashram, S., Saraiva, C., García-Díez, J., Chalias, A., De Gennis, M., Vannuccini, A., Poerio, G., Torlai, P., Chianese, G., Fermani, A. G., Barbera, S., & Cenci-Goga, B. T. (2022). A study on the application of natural extracts as alternatives to sodium nitrite in processed meat. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46, e16351. https://doi.org/10.1111/jfpp.16351

Grönroos, R., Eggertsen, R., Bernhardsson, S., & Praetorius Björk, M. (2024). Effects of beetroot juice on blood pressure in hypertension according to European Society of Hypertension Guidelines: A systematic review and meta-analysis. *Nutrition, metabolism, and cardiovascular diseases*, 34(10), 2240–2256. https://doi.org/10.1016/j.numecd.2024.06.009

Guéraud, F., Buisson, C., & Promeyrat, A. (2023). Effects of sodium nitrite reduction, removal or replacement on cured and cooked meat for microbiological growth, food safety, colon ecosystem, and colorectal carcinogenesis in Fischer 344 rats. *npj Sci Food*, 7, 53. https://doi.org/10.1038/s41538-023-00228-9

Guimaraes, D. A., Batista, R. I. M., Tanus-Santos, J. E. (2021). Nitrate and nitrite-based therapy to attenuate cardiovascular remodelling in arterial hypertension. *Basic Clin Pharmacol Toxicol*, 128, 9–17. https://doi.org/10.1111/bcpt.13474

Guo, H., Chen, J., Qiu, H., Yang, W., Li, G., Ma, X., Liu, J., Yin, Q., & Zhu, Q. (2024). Compound probiotics starter: A solution for aflatoxin B1 reduction and meat quality improvement in fermented chicken jerky. *Food Cont.*, 165, 110601. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2024.110601

Hammes W. P. (2012). Metabolism of nitrate in fermented meats: the characteristic feature of a specific group of fermented foods. *Food microbiology*, 29(2), 151–156. https://doi.org/10.1016/j.fm.2011.06.016

Hernández-González, J. C., Martínez-Tapia, A., Lazcano-Hernández, G., García-Pérez, B. E., & Castrejón-Jiménez, N. S. (2021). Bacteriocins from Lactic Acid Bacteria. A Powerful Alternative as Antimicrobials, Probiotics, and Immunomodulators in Veterinary Medicine. *Animals*, 11(4), 979. https://doi.org/10.3390/ani11040979

Horsch, A. M., Sebranek, J. G., Dickson, J. S., Niebuhr, S. E., Larson, E. M., Lavieri, N. A., Ruther, B. L., & Wilson, L. A. (2014). The effect of pH and nitrite concentration on the antimicrobial impact of celery juice concentrate compared with conventional sodium nitrite on *Listeria monocytogenes*. *Meat science*, 96(1), 400–407. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.07.036

ISO 22000 Resource Center (2014). Application of Barrier Technology and Hurdle Technology in Food Preservation and Food Safety. Retrieved from http://iso22000resourcecenter.blogspot.com/2014/12/application-of-barrier-technology-and.html (дата звернення: 04.01.2023).

Jakszyn, P., & Gonzalez, C. (2006). Nitrosamine and related food intake and gastric and oesophageal cancer risk: a systematic review of the epidemiological evidence. *World Journal of Gestroenterology*, 27, 4296–4303.

Jia, S., Shen, H., Wang, D., Liu, S., Ding, Y., & Zhou, X. (2024). Novel NaCl reduction technologies for dry-cured meat products and their mechanisms: A comprehensive review. *Food Chem*, 15, 137142. https://doi.org/ 10.1016/j.foodchem.2023.137142.

Karbowiak, M., Szymański, P., & Zielińska, D. (2023). Synergistic Effect of Combination of Various Microbial Hurdles in the Biopreservation of Meat and Meat Products –

Systematic Review. *Foods*, 12(7), 1430.https://doi.org/10.3390/ foods12071430

Kaveh, S., Hashemi, S. M. B., Abedi, E., Amiri, M. J., & Conte, F. L. (2023). Bio-Preservation of Meat and Fermented Meat Products by Lactic Acid Bacteria Strains and Their Antibacterial Metabolites. *Sustainability*, 15(13), 10154. https://doi.org/10.3390/su151310154

Khorshidian, N., Khanniri, E., Mohammadi, M., Mortazavian, A. M., & Yousefi, M. (2021). Antibacterial Activity of Pediocin and Pediocin-Producing Bacteria Against Listeria monocytogenes in Meat Products. *Frontiers in microbiology*, 12, 709959. https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.709959

Ko, W.-H., Chen, B.-H., & Chiu, C.-W. P. (2003). Effect of incubation conditions on the reduction of nitrate to nitrite by *Micrococcus roseus* and *Escherichia coli* O157: H7. *Journal of Food and Drug Analysis*, 2, 164–170. https://doi.org/10.38212/2224-6614.2721

Larsen, F. J., Weitzberg, E., Lundberg, J. O., & Ekblom, B. (2007). Effects of dietary nitrate on oxygen cost during exercise. Acta physiologica (Oxford, England), 191(1), 59–66. https://doi.org/10.1111/j.1748-1716.2007.01713.x

LaSarre, B., Morlen, R., Neumann, G. C., Harwood, C. S., & McKinlay, J. B. (2024). Nitrous oxide reduction by two partial denitrifying bacteria requires denitrification intermediates that cannot be respired. A*pplied and environmental microbiology*, 90(1), e0174123. https://doi.org/10.1128/aem.01741-23

Lavado, G., Higuero, N., León-Camacho, M., & Cava, R. (2021). Formation of Lipid and Protein Oxidation Products during In Vitro Gastrointestinal Digestion of Dry-Cured Loins with Different Contents of Nitrate/Nitrite Added. *Foods*, 10(8), 1748. https://doi.org/10.3390/foods10081748

Lee, D. Y., Lee, S. Y., Jo, C., Yoon, Y., Jeong, J. Y., & Hur, S. J. (2021). Effect on health from consumption of meat and meat products. *Journal of animal science and technology*, 63(5), 955–976. https://doi.org/10.5187/jast.2021.e101

Lee, Y., Kang, J., Hwang, J., Shin, D. M., Han, S. G., & Yoon, Y. (2023). Selection of Debaryomyces hansenii isolates to improve quality of dry fermented sausage. *International Journal of Food Properties*, 26(1), 2433–2454. https://doi.org/10.1080/10942912.2023.2244690

Leistner, I. (2000). Basic aspects of food preservation by hurdle technology. *International Journal of Food Microbiology*, 55, 181–186.

Li, X., Zhang, R., Hassan, M. M., Cheng, Z., Mills, J., Hou, C., Realini, C. E., Chen, L., Day, L., Zheng, X., Zhang, D., & Hicks, T. M. (2022). Active Packaging for the Extended Shelf-Life of Meat: Perspectives from Consumption Habits, Market Requirements and Packaging Practices in China and New Zealand. *Foods*, 11(18), 2903. https://doi.org/10.3390/foods11182903

Lisboa, H. M., Pasquali, M. B., dos Anjos, A. I., Sarinho, A. M., de Melo, E. D., Andrade, R., Batista, L., Lima, J., Diniz, Y., & Barros, A. (2024). Innovative and Sustainable Food Preservation Techniques: Enhancing Food Quality, Safety, and Environmental Sustainability. *Sustainability*, 16(18), 8223. https://doi.org/10.3390/su16188223

Liu, M., Luo, H., Xiao, Q., Chen, C., Xu, B., & Li, P. (2024). Effect of *Latilactobacillus sakei* and *Staphylococcus xylosus* on the textural characteristics of dry fermented sausages. *Food Biosci*, 59, 103972. https://doi.org/10.1016/j.fbio.2024.103972

Liu, Y., Wan, Z., Yohannes, K. W., Yu, Q., Yang, Z., Li, H., Liu, J., & Wang, J. (2021). Functional Characteristics of Lactobacillus and Yeast Single Starter Cultures in the Ripening Process of Dry Fermented Sausage. *Frontiers in microbiology*, 11, 611260. https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.611260

Lundberg, J. O., Gladwin, M. T., Ahluwalia, A., Benjamin, N., Bryan, N. S., Butler, A., Cabrales, P., Fago, A., Feelisch, M., Ford, P. C., Freeman, B. A., Frenneaux, M., Friedman, J., Kelm, M., Kevil, C. G., Kim-Shapiro, D. B., Kozlov, A. V., Lancaster, J. R., Jr, Lefer, D. J., McColl, K., & Weitzberg, E. (2009). Nitrate and nitrite in biology, nutrition and therapeutics. *Nature chemical biology*, 5(12), 865–869. https://doi.org/10.1038/nchembio.260

Lundberg, J. O., Weitzberg, E., & Gladwin, M. T. (2008). The nitrate-nitrite-nitric oxide pathway in physiology and therapeutics. Nature reviews. Drug discovery, 7(2), 156–167. https://doi.org/10.1038/nrd2466

Marco, A., Navarro, J. L., & Flores, M. (2006). The influence of nitrite and nitrate on microbial, chemical and sensory parameters of slow dry fermented sausage. *Meat Science*, 73(4), 660– 673. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.03.011

Mediani, A., Hamezah, H. S., Jam, F. A., Mahadi, N. F., Chan, S. X. Y., Rohani, E. R., Che Lah, N. H., Azlan, U. K., Khairul Annuar, N. A., Azman, N. A. F., Bunawan, H., Sarian, M. N., Kamal, N., & Abas, F. (2022). A comprehensive review of drying meat products and the associated effects and changes. *Frontiers in nutrition*, 9, 1057366. https://doi.org/10.3389/fnut.2022.1057366

Mellefont, L. A., McMeekin, T. A., & Ross, T. (2018). Effect of relative inoculum concentration on Listeria monocytogenes growth in co-culture. *Int J Food Microbiol*, 2, 157–168.

Microbial Growth. Retrieved from https://bio.libretexts.org/Bookshelves/ Microbiology/Microbiology_(Bruslind)/ 09%3A_Microbial_Growth (дата звернення: 09.06.2023).

Molina, J. R. G., Frías-Celayeta, J. M., Bolton, D. J., & Botinestean, C. (2024). A Comprehensive Review of Cured Meat Products in the Irish Market: Opportunities for Reformulation and Processing. *Foods*, 13(5), 746. https://doi.org/10.3390/foods13050746

Mousavi, M., Abedimanesh, N., Mohammadnejad, K., Sharini, E., Nikkhah, M., Eskandari, M. R., Motlagh, B., Mohammadnejad, J., Khodabandehloo, H., Fathi, M., & Talebi, M. (2022). Betanin alleviates oxidative stress through the Nrf2 signaling pathway in the liver of STZ-induced diabetic rats. *Molecular biology reports*, 49(10), 9345–9354. https://doi.org/10.1007/s11033-022-07781-8

Moustafa, A. K., Ibrahim, H. A., Abo El-Makarem, H. S., & Shawky, M. M. (2021). Effect of plant polyphenols and ascorbic acid on physio-chemical characteristics of sausage. Alexandria Journal of Veterinary Sciences, 69(1), 84–91. http://dx.doi.org/10.5455/ajvs.38728

National Center for Biotechnology Information (2005). PubChem Compound Summary for CID 37183, Nitrosamines. Retrieved from https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/nitrous-amide. (дата звернення: 05.03.2023).

Nikolaienko, M., & Bal-Prylypko, L. (2020). Development of an integrated food quality management system. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 14, 862–873. https://doi.org/10.5219/1434

Niu, J., Chen, Z., Yu, S., & Wang, Q. (2022). Ascorbic acid regulates nitrogen, energy, and gas exchange metabolisms of alfalfa in response to high-nitrate stress. *Environ Sci Pollut Res*, 29, 24085–24097. https://doi.org/10.1007/s11356-021-17672-3

Nizio, E., Czwartkowski, K., & Niedbała, G. (2023). Impact of Smoking Technology on the Quality of Food Products: Absorption of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) by Food Products during Smoking. *Sustainability*, 15(24), 16890. https://doi.org/10.3390/su152416890

Njus, D., Kelley, P. M., Tu, Y. J., & Schlegel, H. B. (2020). Ascorbic acid: The chemistry underlying its antioxidant properties. *Free radical biology & medicine*, 159, 37–43. https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2020.07.013

Oleshchuk, O. M., & Chornomydz, A. V. (2016). Значення системи оксиду азоту у функціонуванні шлунка в нормі та при патології. *Медична та клінічна хімія*, 2, 84–95. https://doi.org/10.11603/mcch.2410-681X.2016.v0.i2.6679

Omar, S. A., Webb, A. J., Lundberg, J. O., & Weitzberg, E. (2016). Therapeutic effects of inorganic nitrate and nitrite in cardiovascular and metabolic diseases. *Journal of internal medicine*, 279(4), 315–336. https://doi.org/10.1111/joim.12441

Özbay, S., & Şireli, U. T. (2022). The effect of ascorbic acid, storage period and packaging material on the formation of volatile N-nitrosamine in sausages. *J Food Sci Technol*, 59, 1823–1830. https://doi.org/10.1007/s13197-021-05194-2

Palamarchuk, I., Adamchuk, L., Palamarchuk, V., Andrushchenko, M., Priss, O., Glowacki, S., Hutsol, T., & Bezaltychna, O. (2024). Assessment of the Ecological Safety of Honey with the Help of “Factor Area” Models. *Sustainability*, 16(22), 9960. https://doi.org/10.3390/su16229960

Palamarchuk, I., Mushtruk, M., Piddubny, V., & Tkachenko, H. (2025). Modeling of the qualitative state of oilseeds from soybean seeds by multifactorial analysis of factor areas. *Scifood*, 19(1), 61–78. https://doi.org/10.5219/scifood.5

Pankey, G. A., & Sabath, L. D. (2004). Clinical relevance of bacteriostatic versus bactericidal mechanisms of action in the treatment of Gram-positive bacterial infections. *Clin. Infect. Dis*, 6, 864–870.

Papadochristopoulos, A., Kerry, J. P., Fegan, N., Burgess, C. M., & Duffy, G. (2021). Natural Anti-Microbials for Enhanced Microbial Safety and Shelf-Life of Processed Packaged Meat. *Foods*, 10(7), 1598. https://doi.org/10.3390/foods10071598

Pegg, R. B., & Honikel, K. O. (2015). Principles of Curing. Toldrá, F., Hui, Y. H., Astiasaran, I., Sebranek, J. G., Talon, R. (Eds). *Handbook of Fermented Meat and Poultry*, (pp. 19–29). Wiley Blackwell. https://doi.org/10.1002/9781118522653.ch4

Pujol, A., Ospina-E, J. C., Alvarez, H., & Muñoz, D. A. (2023). Myoglobin Content and Oxidative Status to Understand Meat Products’ Color: Phenomenological Based Model. *J. Food Eng*, 348, 111439. https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2023.111439

Raccach, M. (2014). Pediococcus. Batt, C. A., Tortorello, M. L. (Eds.), *Encyclopedia of Food Microbiology (Second Edition)* (pp. 1–5). Academic Press. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384730-0.00247-0

Racovita, R. C., Secuianu, C., Ciuca, M. D., & Israel-Roming, F. (2020). Effects of smoking temperature, smoking time, and type of wood sawdust on polycyclic aromatic hydrocarbon accumulation levels in directly smoked pork sausages. *J. Agric. Food Chem*, 2020, 68, 9530–9536.

Ramos-Moreno, L., Ruiz-Pérez, F., Rodríguez-Castro, E., & Ramos, J. (2021). Debaryomyces hansenii Is a Real Tool to Improve a Diversity of Characteristics in Sausages and Dry-Meat Products. *Microorganisms*, 9(7), 1512. https://doi.org/10.3390/microorganisms9071512

Ranasinghe, R. A. S. N., & Marapana, R. A. U. J. (2018). Nitrate and nitrite content of vegetables: A review. *J Pharmacogn Phytochem*, 7(4), 322–328.

Rashad Mohammed Ali Alkazzaz, S., Abdellatif Abdelrahman, H., Meawad Ahmed, A., Hassan Ibrahim Dora, E.-D., Mahmoud Helal, I., & Ibrahim Hussein Ahmed, N. (2022). Effect of Replacing Sodium Nitrite with Celery on Sensory and Chemical Quality of Popular Dry Sausage. *Journal of Advanced Veterinary Research*, 12(4), 404–408.

Rebezov, M., Khayrullin, M., Assenova, B., Farida, S., Baydan, D., Garipova, L., Savkina, R., & Rodionova, S. (2024). Improving meat quality and safety: innovative strategies. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 18, 523–546. https://doi.org/10.5219/1972

Roopa, H., Panghal, A., Kumari, A., Chhikara, N., Sehgal, E., & Rawat, K. (2023). Active Packaging in Food Industry. In Novel Technologies in Food Science (pp. 375–404). John Wiley & Sons, Ltd. https://doi.org/10.1002/9781119776376.ch10

Rosier, B. T., Takahashi, N., Zaura, E., Krom, B. P., MartÍnez-Espinosa, R. M., van Breda, S. G. J., Marsh, P. D., & Mira, A. (2022). The Importance of Nitrate Reduction for Oral Health. *Journal of dental research*, 101(8), 887–897. https://doi.org/10.1177/00220345221080982

Sallan, S., Yılmaz Oral, Z. F., & Kaya, M. (2023). A Review on the Role of Lactic Acid Bacteria in the Formation and Reduction of Volatile Nitrosamines in Fermented Sausages. *Foods*, 12(4), 702. https://doi.org/10.3390/foods12040702

Santos, K. L. B., Bragança, V. A. N., & Pacheco, L. V. (2022). Essential features for antioxidant capacity of ascorbic acid (vitamin C). *J Mol Model*, 28, 1. https://doi.org/10.1007/s00894-021-04994-9

Serhiyenko, V., & Serhiyenko, O. (2021). Diabetes mellitus and arterial hypertension. *International journal of endocrinology,* 17(2), 175–188. https://doi.org/10.22141/2224-0721.17.2.2021.230573

Shah, M. K., & Bergholz, T. M. (2020). Variation in growth and evaluation of cross-protection in Listeria monocytogenes under salt and bile stress. *Journal of applied microbiology*, 129(2), 367–377. https://doi.org/10.1111/jam.14607

Shakil, M. H., Trisha, A. T., Rahman, M., Talukdar, S., Kobun, R., Huda, N., & Zzaman, W. (2022). Nitrites in Cured Meats, Health Risk Issues, Alternatives to Nitrites: A Review. *Foods*, 11(21), 3355. https://doi.org/10.3390/foods11213355

Shen, Q., Zeng, X., Kong, L., Sun, X., Shi, J., Wu, Z., Guo, Y., & Pan, D. (2023). Research Progress of Nitrite Metabolism in Fermented Meat Products. *Foods*, 12(7), 1485. https://doi.org/10.3390/foods12071485

Song, A. A., In, L. L. A., Lim, S. H. E., & Rahim, R. A. (2017). Erratum to: A review on Lactococcus lactis: From food to factory. *Microbial Cell Factories*, 16(1). https://doi.org/10.1186/s12934-017-0754-1

Sorour, M. A., Mehanni, A. H. E., Mahmoud, E. S, A., & El-Hawashy, R. M. (2023). Nitrate, nitrite and N-nitrosamine in meat products. *J. Sohag Agriscience*, 8, 121–135.

Spacova, I., Allonsius, C. N., & De Boeck, I. (2024). Multifactorial inhibition of Candida albicans by combinations of lactobacilli and probiotic *Saccharomyces cerevisiae* CNCM I-3856. *Sci Rep*, 14, 9365. https://doi.org/10.1038/s41598-024-59869-9

Stegmayer, M. Á., Sirini, N. E., Ruiz, M. J., Soto, L. P., Zbrun, M. V., Lorenzo, J. M., Signorini, M. L., & Frizzo, L. S. (2023). Effects of Lactic Acid Bacteria and Coagulase-Negative Staphylococci on Dry-Fermented Sausage Quality and Safety: Systematic Review and Meta-Analysis. *Meat Sci*, 206, 109337. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2023.109337

Su, Z., Zhang, Y., Zhao, R., & Zhou, J. (2022). Enhancement of dissimilatory nitrate/nitrite reduction to ammonium of Escherichia coli sp. SZQ1 by ascorbic acid: Mechanism and performance. *Sci. Total Environ*, 853, 158423. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.158423

Sun, X., Sun, E., Sun, L., Su, L., Jin, Y., Ren, L., & Zhao, L. (2022). Effect of Biogenic Amine-Degrading Lactobacillus on the Biogenic Amines and Quality in Fermented Lamb Jerky. *Foods*, 11(14), 2057. https://doi.org/10.3390/foods11142057

Szymański, P., Łaszkiewicz, B., Kern-Jędrychowska, A., Siekierko, U., & Kołożyn-Krajewska, D. (2021). The Use of the Mixed Bacteria Limosilactobacillus fermentum and Staphylococcus carnosus in the Meat Curing Process with a Reduced Amount of Sodium Nitrite. *Applied Sciences*, 11(3), 904. https://doi.org/10.3390/app11030904

Tahmouzi, S., Alizadeh Salmani, B., Eskandari, S., & Arab, M. (2025), Effects of Plant Substitutes for Nitrite on the Technological Characteristics of Fermented Sausages: A Comprehensive Review. *Food Sci Nutr*, 13, e70186. https://doi.org/10.1002/fsn3.70186

Tang, T., Zhang, M., Lim Law, C., & Mujumdar, A. S. (2023). Novel strategies for controlling nitrite content in prepared dishes: Current status, potential benefits, limitations and future challenges. Food research international (Ottawa, Ont.), 170, 112984. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.112984

Tang, T., Zhang, M., Lim Law, C., & Mujumdar, A. S. (2023). Novel strategies for controlling nitrite content in prepared dishes: Current status, potential benefits, limitations and future challenges. *Food research international (Ottawa, Ont.)*, 170, 112984. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.112984

Tapia, M. S., Alzamora, S. M., & Chirife, J. (2008). Effects of Water Activity (aw) on Microbial Stability: As a Hurdle in Food Preservation. In Water Activity in Foods: Fundamentals and Applications (pp. 239–271). Blackwell Publishing Ltd. https://doi.org/10.1002/9780470376454.ch10

Toldrá, F., Sebranek, J., & Talon, R. (Eds.). (2014). Handbook of Fermented Meat and Poultry. John Wiley & Sons, Ltd.

Tönz, A., Freimüller Leischtfeld, S., Stevens, M. J. A., Glinski-Häfeli, D., Ladner, V., Gantenbein-Demarchi, C., & Miescher Schwenninger, S. (2024). Growth Control of Listeria monocytogenes in Raw Sausage via Bacteriocin-Producing Leuconostoc carnosum DH25. *Foods*, 13(2), 298. https://doi.org/10.3390/foods13020298

van Faassen, E. E., Bahrami, S., Feelisch, M., Hogg, N., Kelm, M., Kim-Shapiro, D. B., Kozlov, A. V., Li, H., Lundberg, J. O., Mason, R., Nohl, H., Rassaf, T., Samouilov, A., Slama-Schwok, A., Shiva, S., Vanin, A. F., Weitzberg, E., Zweier, J., & Gladwin, M. T. (2009). Nitrite as regulator of hypoxic signaling in mammalian physiology. *Medicinal research reviews*, 29(5), 683–741. https://doi.org/10.1002/med.20151

Venturini Copetti, M. (2019). Yeasts and molds in fermented food production: An ancient bioprocess. *Curr. Opin. Food Sci*, 25, 57–61.

Vidal, V. A. S., Paglarini, C. S., Lorenzo, J. M., Munekata, P. E. S., & Pollonio, M. A. R. (2021). Salted Meat Products: Nutritional Characteristics, Processing and Strategies for Sodium Reduction. *Food Reviews International*, 39(4), 2183–2202. https://doi.org/10.1080/87559129.2021.1949342

Vlasenko, I., & Semko, T. (2019). Craft technology of smoked sausages. *International scientific-practical journal commodities and markets*, 2, 98–107. https://doi.org/10.31617/tr.knute.2019(30)09

Wan-Mohtar, W. A. A. Q. I., Ilham, Z., Jamaludin, A. A., David, W., & Mohd Zaini, N, A. (2022), Fermented foods as alternative functional foods during post-pandemic in Asia. *Front. Food. Sci. Technol*, 2, 1047970. https://doi.org/ 10.3389/frfst.2022.1047970

Wang, D., Hu, G., Wang, H., Wang, L., Zhang, Y., Zou, Y., Zhao, L., Liu, F., & Jin, Y. (2021). Effect of Mixed Starters on Proteolysis and Formation of Biogenic Amines in Dry Fermented Mutton Sausages. *Foods*, 10(12), 2939. https://doi.org/10.3390/foods10122939

Wang, J., Hou, J., Zhang, X., Hu, J., Yu, Z., & Zhu, Y. (2022). Improving the Flavor of Fermented Sausage by Increasing Its Bacterial Quality via Inoculation with Lactobacillus plantarum MSZ2 and Staphylococcus xylosus YCC3. *Foods*, 11(5), 736. https://doi.org/10.3390/foods11050736

Wang, Y., Han, J., Wang, D., Gao, F., Zhang, K., Tian, J., & Jin, Y. (2022). Research Update on the Impact of Lactic Acid Bacteria on the Substance Metabolism, Flavor, and Quality Characteristics of Fermented Meat Products. *Foods*, 11(14), 2090. https://doi.org/10.3390/foods11142090

WHO (2003). Food Additives Series. Nitrate and nitrite. Retrieved from http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v50je07.htm (дата звернення: 09.02.2023).

WHO (2021). Sodium nitrite. Retrieved from https://apps.who.int/food-additives-contaminants-jecfa-database/Home/Chemical/4792 (дата звернення: 18.07.2023).

WHO (2025). IARC Monographs evaluate consumption of red meat and processed meat. Retrieved from https://www.iarc.who.int/wp-content/uploads/2018/07/pr240_E.pdf (дата звернення: 02.02.2025).

Wruss, J., Waldenberger, G., Huemer, S., Uygun, P., Lanzerstorfer, P., Müller, U., Höglinger, O., & Weghuber, J. (2015). Compositional characteristics of commercial beetroot products and beetroot juice prepared from seven beetroot varieties grown in Upper Austria. *Journal of Food Composition and Analysis*, 42, 46–55.

Yoon, J.-W., & Kang, S.-S. (2020). In vitro antibiofilm and anti-inflammatory properties of bacteriocins produced by pediococcus acidilactici against enterococcus faecalis. *Foodborne Pathogens and Disease*, 17(12), 764–771. https://doi.org/10.1089/fpd.2020.2804

Zahija Jazbec, I., Demšar, L., Jeršek, B., & Polak, T. (2024). Meat Starter Culture Reduces Aspergillus parasiticus Production of Aflatoxins on Meat-Based and Salami Model Media. *Toxins*, 16(4), 173. https://doi.org/10.3390/toxins16040173

Zhang, F. X., Miao, Y., Ruan, J. G., Meng, S. P., Da Dong, J., Yin, H., Huang, Y., Chen, F. R., Wang, Z. C., & Lai, Y. F. (2019). Association between nitrite and nitrate intake and risk of gastric cancer: A systematic review and meta-analysis. *Med. Sci. Monit*, 25, 1788–1799.

Zhang, Y., Li, X., Ma, X., Bi, J., Zhang, G., & Hou, H. (2023). Evaluation of Biogenic Amine Degradation Ability of Staphylococcus xylosus JCM 2418 and its Application in Shrimp Paste. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 32(5), 505–515. https://doi.org/10.1080/10498850.2023.2244948

Zhang, Y., Zhang, Y., Jia, J., Peng, H., Qian, Q., Pan, Z., & Liu, D. (2023). Nitrite and nitrate in meat processing: Functions and alternatives. *Current research in food science*, 6, 100470. https://doi.org/10.1016/j.crfs.2023.100470

Zhao, S., Yue, J., Wang, Y., Shao, J., Li, Z., & Li, M. (2024). The regulation of volatile flavor compounds in fermented meat products mediated by microorganisms: A review. *Food Biosci*., 62, 105180. https://doi.org/10.1016/j.fbio.2024.105180

Zuo, H., Wang, B., Zhang, J., Zhong, Z., & Tang, Z. (2024). Research Progress on Bacteria-Reducing Pretreatment Technology of Meat. *Foods*, 13(15), 2361. https://doi.org/10.3390/foods13152361

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

Акт і протокол промислової апробації пластівців м’ясних сиров’ялених з яловичини

ДОДАТОК Б

Проєкти нормативної документації

ДКПП 10.11.11 **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
«___» _____ 2023 р.

ПЛАСТІВЦІ М'ЯСНІ СИРОВ'ЯЛЕНІ З ЯЛОВИЧИНИ
«Особливі»

Технічні умови
ТУ У 10.1-00493706-164:2023
(Введено вперше)
Дата надання чинності «01» грудня 2023 р.
Чинні до «01» грудня 2028 р.

Внесено до бази даних Технічні умови України
ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦІЇ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ НУБіП

Міністерство освіти і науки України
Національний університет біоресурсів і природокористування України
Факультет харчових технологій та управління якістю продукції АПК
Центр стандартизації харчових продуктів НУБіП України
Ідентифікаційний код 00493706
ПЕРЕВІРЕНО
на відповідність законодавству України
30 11 2023
Внесено до книги обліку за № 00493706/0164

РОЗРОБЛЕНО:
Факультетом харчових технологій та управління якістю продукції АПК
Декан, д-р. техн. наук, професор
_____ Лариса БАЛЬ-ПРИЛИПКО
«29» листопада 2023 р.
В.о. завідувача кафедри технології м'ясних, рибних та морепродуктів, канд. техн. наук, доцент
_____ Наталія ГОЛЕМБОВСЬКА
«29» листопада 2023 р.
Відповідальний виконавець:
доцент кафедри громадського здоров'я та нутриціології, д-р філософії
_____ Микола НІКОЛАЄНКО
«29» листопада 2023 р.
Виконавці:
доцент кафедри технології м'ясних, рибних та морепродуктів, канд. техн. наук
_____ Ігор УСТИМЕНКО
«29» листопада 2023 р.
аспірант кафедри технології м'ясних, рибних та морепродуктів
_____ Олександр КАНІЩЕВ
«29» листопада 2023 р.
Завідувач лабораторії кафедри технології м'ясних, рибних та морепродуктів
_____ Ірина МОМОТ
«29» листопада 2023 р.

2023

ЗАТВЕРДЖУЮ
Проректор з наукової роботи та інноваційної діяльності
Національного університету біоресурсів і природокористування України,
д-р. екон. наук, доцент
_____ Вадим КОНДРАТЮК
«___» _____ 2023 р.

ПЛАСТІВЦІ М'ЯСНІ СИРОВ'ЯЛЕНІ З ЯЛОВИЧИНИ «Особливі»

Технологічна інструкція
ТІ У 10.1-00493706-164:2023
(Введено вперше)

Дата надання чинності «01» грудня 2023 р.
Чинні до «01» грудня 2028 р.

РОЗРОБЛЕНО:
Факультетом харчових технологій та управління якістю продукції АПК
Декан, д-р. техн. наук, професор
_____ **Лариса БАЛЬ-ПРИЛИПКО**
«29» листопада 2023 р.
В.о. завідувача кафедри технології м'ясних, рибних та морепродуктів, канд. техн. наук, доцент
_____ **Наталія ГОЛЕМБОВСЬКА**
«29» листопада 2023 р.
Відповідальний виконавець:
доцент кафедри громадського здоров'я та нутриціології, доктор філософії (PhD)
_____ **Микола НІКОЛАЄНКО**
«29» листопада 2023 р.
Виконавці:
доцент кафедри технології м'ясних, рибних та морепродуктів, канд. техн. наук
_____ **Ігор УСТИМЕНКО**
«29» листопада 2023 р.
аспірант кафедри технології м'ясних, рибних та морепродуктів
_____ **Олександр КАНІЩЕВ**
«29» листопада 2023 р.
Завідувач лабораторії кафедри технології м'ясних, рибних та морепродуктів
_____ **Ірина МОМОТ**
«29» листопада 2023 р.

2023

ДОДАТОК В

Експертний висновок

ДЕРЖАВНИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ З ЛАБОРАТОРНОЇ ДІАГНОСТИКИ ТА ВЕТЕРИНАРНО-САНІТАРНОЇ ЕКСПЕРТИЗИ ДЛЯ ЕКСПЕРТНИХ ВИСНОВКІВ

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ
З ПИТАНЬ БЕЗПЕЧНОСТІ ХАРЧОВИХ
ПРОДУКТІВ ТА ЗАХИСТУ СПОЖИВАЧІВ
Держпродспоживслужба

ДЕРЖАВНИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ З ЛАБОРАТОРНОЇ ДІАГНОСТИКИ ТА ВЕТЕРИНАРНО-САНІТАРНОЇ ЕКСПЕРТИЗИ

вул. Донецька, 30, м. Київ, 03151,
тел./факс: (044) 243–37–55,
тел.: (044) 243–37–54
E-mail: info@vet.gov.ua,
сайт: vet.gov.ua,
код згідно ЄДРПОУ 00699690

STATE SERVICE OF UKRAINE
ON FOOD SAFETY
AND CONSUMER PROTECTION
SSUFSCP

STATE SCIENTIFIC AND RESEARCH INSTITUTE OF LABORATORY DIAGNOSTICS AND VETERINARY AND SANITARY EXPERTISE

30, Donetska Str., Kyiv, 03151,
fax: (044) 243–37–55,
phone: (044) 243–37–54
E-mail: info@vet.gov.ua,
WEB: vet.gov.ua,
код згідно ЄДРПОУ 00699690

20489
ДСТУ EN ISO/IEC 17025

ЕКСПЕРТНИЙ ВИСНОВОК № 000792 п/23

« 01 » березня 2023 р.

Замовник	**ТОВ 'А/Ф Столична'**
Адреса	**вул. Михайлівська, 8, м. Васильків, Київської обл.**

Об'єкт(и) випробування (опис, стан) та ідентифікаційний(і) номер(и): 000792п/1/23-Снеки яловичі , вакуумна упаковка, 1.0 кг (сорт-стандарт) від партії 50.0 кг	
Дата виготовлення:	000792п/1/23-20.02.2023 р. Відповідно термін реалізації згідно нормативної документації 000792п/1/23-при температурі від 0°С до+6 °С - 6 місяців
Декларація виробника:	000792п/1/23 - № 60 від 21.02.2023 р.
Місце відбору:	ТОВ 'А/Ф Столична' вул. Михайлівська, 8, м. Васильків, Київської обл.
Виробник:	000792п/1/23-ТОВ 'А/Ф Столична' , УКРАЇНА
Відбір зразків:	Відібрано: головним спеціалістом відділу безпечності харчових продуктів та ветеринарної медицини Обухівського РУ ГУ Держпродспоживслужби в Київській області, державним інспектором, державним ветеринарним інспектором Вдовенко В.В., у присутності директора Каніщев П.П., 22.02.2023 р. **Акт відбору зразків** № 10-19-10 від 22.02.2023 р.
Дата надходження зразка:	23.02.2023 р. о 16 год. 44 хв.
Мета випробувань:	Перевірка відповідності зразку 000792п/1/23-Снеки яловичі , вакуумна упаковка, 1.0 кг (сорт-стандарт) за вмістом мікотоксинів, нітрозамінів з інформативною метою; за вмістом пестицидів відповідно до ДСанПіН 8.8.1.2.3.4-000-2001 "Допустимі дози, концентрації, кількості та рівні вмісту пестицидів у сільськогосподарській сировині, харчових продуктах, повітрі робочої зони, атмосферному повітрі, воді водоймищ, грунті" затверджено Постановою Головного державного санітарного лікаря України 20.09.2001 р. № 137; за мікробіологічними, органолептичними показниками, за вмістом токсичних елементів, фізико-хімічними показниками відповідно до ТУ У 15.1-33381354-006:2007 Зміна №5; за вмістом радіонуклідів відповідно до ТУ У 15.1-33381354-006:2007 Зміна №5
Проведено випробування:	На наявність мікотоксинів; Мікробіологічні дослідження; На наявність нітрозамінів; Органолептичні дослідження; На наявність пестицидів; На наявність радіонуклідів; На наявність токсичних елементів; Фізико-хімічні дослідження
Термін проведення випробування:	23.02.2023 р. - 01.03.2023 р.

000792п/1/23-Снеки яловичі , вакуумна упаковка, 1.0 кг (сорт-стандарт)

Мікотоксини

Найменування показника та одиниці вимірювання	МДР за нормативними документами	Результати випробувань	Позначення НД на метод випробувань	Невизначеність вимірювання	Відмітка про відповідність
Афлатоксин В1, мг/кг	-	< 0,001	ПВ.ДНДІЛДВСЕ 7.2-1/4-02	-	----------

Мікробіологічні дослідження

Найменування показника та одиниці вимірювання	МДР за нормативними документами	Результати випробувань	Позначення НД на метод випробувань	Невизначеність вимірювання	Відмітка про відповідність
БГКП (коліформи) в 1.0 г	Не допускається	Не виділено	ISO 4831:2006	Не визначалась	Відповідає
Патогенні мікроорганізми, в т.ч. сальмонели в 25 г	Не допускається	Не виділено	ISO 6579-1:2017	Не визначалась	Відповідає
Сульфітредукуючі клостридії 0.1 г	Не допускається	Не виділено	ISO 15213:2003	Не визначалась	Відповідає
L. monocytogenes в 25 г	Не допускається	Не виділено	ISO 11290-1:2017	Не визначалась	Відповідає
Staph. aureus в 1.0 г	Не допускається	Не виділено	ГОСТ 10444.2-94	Не визначалась	Відповідає

Нітрозаміни

Найменування показника та одиниці вимірювання	МДР за нормативними документами	Результати випробувань	Позначення НД на метод випробувань	Невизначеність вимірювання	Відмітка про відповідність
N-нітрозаміни (сума НДМА та НДЕА), мг/кг	-	< 0,001	ПВ.ДНДІЛДВСЕ 7.2-1/4-50	-	----------

Органолептичні дослідження

Найменування показника та одиниці вимірювання	МДР за нормативними документами	Результати випробувань	Позначення НД на метод випробувань	Невизначеність вимірювання	Відмітка про відповідність
Зовнішній вигляд	Тонкі плоскі скибочки з рівними або хвилястими краями. Для снеків виготовлених з ковбаси - з або без шкіркою по краях	Тонкі плоскі скибочки з хвилястими краями	ПВ.ДНДІЛДВСЕ 7.2-1/6-6/1	-	Відповідає
Колір	Однорідний, від світло-рожевого до темно-червоного	Однорідний, темно-червоний	ПВ.ДНДІЛДВСЕ 7.2-1/6-6/1	-	Відповідає
Смак та запах	Смак приємний, солонуватий з вираженим ароматом прянощів і копчення, без сторонніх присмаку і запаху	Смак приємний, солонуватий з вираженим ароматом прянощів і копчення, без сторонніх присмаку і запаху	ПВ.ДНДІЛДВСЕ 7.2-1/6-6/1	-	Відповідає

Форма	Заокруглена, овальна або інша, товщиною до 2 мм.	Заокруглена, товщиною до 2 мм	ПВ.ДНДІЛДВСЕ 7.2-1/6-6/1	-	Відповідає

Пестициди

Найменування показника та одиниці вимірювання	МДР за нормативними документами	Результати випробувань	Позначення НД на метод випробувань	Невизначеність вимірювання	Відмітка про відповідність
,4-ДДТ, мг/кг	Не більше 0,1	< 0,001	ПВ.ДНДІЛДВСЕ 7.2-1/2-15	-	Відповідає
,4-ДДЕ, мг/кг	Не більше 0,1	< 0,001	ПВ.ДНДІЛДВСЕ 7.2-1/2-15	-	Відповідає
,4-ДДД, мг/кг	Не більше 0,1	< 0,001	ПВ.ДНДІЛДВСЕ 7.2-1/2-15	-	Відповідає
Базудин, мг/кг	Не допускається (< 0,01)	< 0,01	ПВ.ДНДІЛДВСЕ 7.2-1/2-15	-	Відповідає
ГХЦГ (гамма - ізомер), мг/кг	Не більше 0,1	< 0,001	ПВ.ДНДІЛДВСЕ 7.2-1/2-15	-	Відповідає
ГХЦГ (суміш ізомерів), мг/кг	Не більше 0,1	< 0,001	ПВ.ДНДІЛДВСЕ 7.2-1/2-15	-	Відповідає

Радіонукліди

Найменування показника та одиниці вимірювання	МДР за нормативними документами	Результати випробувань	Позначення НД на метод випробувань	Невизначеність вимірювання	Показник відповідності критеріям радіаційної безпеки***	Відмітка про відповідність
Вміст радіонуклідів Cs - 137, Бк/кг	Не більше 200	<5.88	МИ ГАММА-2003	5,88	0.12	Відповідає
Вміст радіонуклідів Sr - 90, Бк/кг	Не більше 20	<3.72	МИ БЕТА-2004	3,72		Відповідає

Токсичні елементи

Найменування показника та одиниці вимірювання	МДР за нормативними документами	Результати випробувань	Позначення НД на метод випробувань	Невизначеність вимірювання	Відмітка про відповідність
Масова доля свинцю, мг/кг	Не більше 0,50	0,046	ПВ.ДНДІЛДВСЕ 7.2-1/1-3	± 0,008	Відповідає
Масова доля кадмію, мг/кг	Не більше 0,05	0,008	ПВ.ДНДІЛДВСЕ 7.2-1/1-8	± 0,001	Відповідає
Масова доля арсену, мг/кг	Не більше 0,10	0,013	ПВ.ДНДІЛДВСЕ 7.2-1/1-5	± 0,004	Відповідає
Масова доля ртуті, мг/кг	Не більше 0,03	< 0,005	ПВ.ДНДІЛДВСЕ 7.2-1/1-13	-	Відповідає

Фізико-хімічні дослідження

Найменування показника та одиниці вимірювання	МДР за нормативними документами	Результати випробувань	Позначення НД на метод випробувань	Невизначеність вимірювання	Відмітка про відповідність
Масова частка вологи, %	Не більше 20	18,23	ДСТУ ISO 1442:2005	± 0,11	Відповідає
Масова частка нітриту натрія, %	Не більше 0,005	0,001	ДСТУ ISO 2918:2005	Не визначалась	Відповідає
Масова частка хлористого натрію, %	Не більше 9	6,42	ПВ.ДНДІЛДВСЕ 7.2-1/6-14	± 0,009	Відповідає

Висновок: Надісланий зразок 000792п/1/23-Снеки яловичі , вакуумна упаковка, 1.0 кг (сорт-стандарт) за вмістом мікотоксинів, трозамінів з інформативною метою; за вмістом пестицидів відповідає ДСанПіН 8.8.1.2.3.4-000-2001 "Допустимі дози, концентрації, ількості та рівні вмісту пестицидів у сільськогосподарській сировині, харчових продуктах, повітрі робочої зони, атмосферному повітрі, оді водоймищ, ґрунті" затверджено Постановою Головного державного санітарного лікаря України 20.09.2001 р. № 137; за кробіологічними, органолептичними показниками, за вмістом токсичних елементів, фізико-хімічними показниками, радіонуклідів дповідає ТУ У 15.1-33381354-006:2007 Зміна №5

Рекомендації щодо реалізації: Діяти згідно чинного законодавства України.

Примітки:

- чутливість методу (зазначається, при потребі, у стовпці «результат випробувань»).

- методика (НД) не входить до сфери акредитації на відповідність ДСТУ EN ISO/IEC 17025:2019.

*** - показник відповідності відповідає (≤1) / не відповідає (>1) критеріям радіаційної безпеки.**

Cα - межа рішення, означає межу вище якої можна прийти до висновку з імовірністю помилки α, що зразок є не відповідним.

Cβ - спроможність виявлення, означає найменший вміст речовини, що може бути виявлено, визначено і/або кількісно виміряно зразку з імовірністю помилки β.

Результати випробувань стосуються зразку, що пройшов випробування.

Цей експертний висновок не може бути відтворений, окрім як повністю, без дозволу ДНДІЛДВСЕ.

Термін дії експертного висновку: Діє до закінчення терміну реалізації при дотриманні умов зберігання.

Заступник директора ДНДІЛДВСЕ **Н.В. Курята**

Відповідальні виконавці:

Зав. відділу ОМДРЗОД **Е.А. Бучковська**

Завідувач науково-дослідного бактеріологічного відділу **І.В. Мусієць**

Зав. науково-дослідним хіміко-токсикологічним відділом **С.В. Шуляк**

Зав. науково-дослідним радіологічним відділом **З.В. Малімон**

ДОДАТОК Г

Акт впровадження результатів досліджень у навчальний процес

ДОДАТОК Д

Патент, що отриманий за темою дисертаційної роботи

УКРАЇНА

ПАТЕНТ

НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

№ 154862

СПОСІБ ВИРОБНИЦТВА ПЛАСТІВЦІВ М'ЯСНИХ З ЯЛОВИЧИНИ СИРОВ'ЯЛЕНИХ

Видано відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі".

Зареєстровано в Державному реєстрі України корисних моделей **27.12.2023.**

Директор
Державної організації «Український національний офіс інтелектуальної власності та інновацій» О.П. Орлюк

УКРНОІВІ

ДОДАТОК Е

Список публікацій здобувача

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Стаття у періодичному науковому виданні, включеному до категорії «А» Переліку наукових фахових видань України та/або у закордонних виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection та/або Scopus

1. Danylenko S., Naumenko O., Yemtsev V., Kryzhska T., Potemska O., Tolok G., **Kanishchev O.**, Ochkolyas O., Prokopenko N., Omelian A. Justification and microbiota compositions development for the fermentation of raw meat. Potravinarstvo. 2023. Vol. 17. P. 405–418. (*Даниленко С. визначено актуальність проведених досліджень, проведено скринінг літературних джерел за темою статті; Науменко О. підібрано методи та узагальнено методики проведення експериментальних досліджень; Ємцев В. підібрано методи та узагальнено методики проведення експериментальних досліджень; Потемська О. взято участь у виконанні досліджень, виконано статистичну обробку даних та підготовлено матеріали до друку; Толок Г. взято участь у проведенні експериментальних досліджень;* ***Каніщев О.*** *підготовка модельних зразків, підбір композиції мікробіоти, визначення молочнокислих бактерій, нітритвідновлювальної активності, мікробіологічних показників, підготовка матеріалів до друку; Очколяс О. підготовка статті до друку; Прокопенко Н. узагальнено висновки та рекомендації; Омельян А. виконано статистичну обробку даних та підготовлено матеріали до друку*).

2. Bal-Prylypko L., **Kanishchev O.**, Mushtruk M., Leonova B. Development of technology for extended-shelf-life meat products. Animal Science and Food Technology. 2024. Vol. 15. No. 4. P. 132–149. (*Баль-Прилипко Л.В. проведено аналіз літературних джерел;* ***Каніщев О.П.*** *підготовка модельних зразків пластівців м'ясних з яловичини, визначення пластичності, кольорових характеристик, напруження зсуву, активної кислотності, масової частки вологи, мікробіологічних показників, розроблення параметричної схеми виробництва, підготовка матеріалів до друку; Муштрук М.М. підібрано*

методики проведення досліджень, проведено їх узагальнення; Леонова Б.І. узагальнено висновки та рекомендації).

Статті у наукових виданнях, включених до Переліку наукових фахових видань України

3. Bal-Prylypko L., Nikolaenko M., **Kanishchev O.**, Beiko L., Holembovska N. Improving the technology for the production of raw dried beef products. Animal Science and Food Technology. 2023. Vol. 14. No. 4. P. 26–39. (*Bal-Prylypko, L., проведено аналіз літературних джерел. Nikolaenko, M., здійснено загальне оформлення статті до друку.* ***Kanishchev, O.*** *взято участь у дослідженнях на лабораторних тваринах, узагальнено результати експериментальних досліджень; підібрано методики проведення досліджень, проведено їх узагальнення; виконано статистичну обробку даних. Beiko, L., визначено актуальність проведених досліджень, скринінг літературних джерел. Holembovska, N. узагальнено висновки та рекомендації*).

4. Каніщев О. П. Технологічні особливості використання бактеріальних препаратів за виробництва сиров'ялених м'ясних пластівців із яловичини. Здоров'я людини і нації. 2024. № 4. С. 40–49.

Стаття в іншому періодичному виданні

5. Баль-Прилипко Л., Устименко І., **Каніщев О.** Використання бактеріальних препаратів у виробництві м'ясних снеків. Світ продуктів. 2025. № 2. С. 32–34. (*Баль-Прилипко Л. проведено аналіз літературних джерел; Устименко І. здійснено загальне оформлення статті до друку;* ***Каніщев О.*** *взято участь у дослідженнях на лабораторних тваринах, узагальнено результати експериментальних досліджень*).

Патент

6. Баль-Прилипко Л. В., Ніколаєнко М. С., Устименко І. М., Швець О. В., **Каніщев О. П.** Патент України на корисну модель 154862 Україна. МПК (2016.01) A23L 13/10. Спосіб виробництва пластівців м'ясних з яловичини

сиров'ялених. Національний університет біоресурсів і природокористування України; номер u202301932; заявл. заявл. 24.04.2023; опубл. 28.12.2023; Бюл. 52. (*Баль-Прилипко Л.В. оформлено заявку на корисну модель*; *Ніколаєнко М.С. взято участь у виконанні досліджень*; *Устименко І.М. взято участь у пошуку прототипу для оформлення патенту*; *Швець О.В. взято участь у виконанні досліджень*; ***Каніщев О.П.*** *взято участь у виконанні досліджень, виконано статистичну обробку даних та підготовлено матеріали до патентування*).

Тези наукових доповідей

7. Баль-Прилипко Л. В., Ніколаєнко М. С., Бандура В. М., **Каніщев О. П.** Особливості виготовлення м'ясних продуктів подовженого терміну зберігання. Інноваційні технології та перспективи розвитку м'ясопереробної галузі: III Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 18 жовтня 2022 року: тези доповіді. Київ, 2022. С. 191-194 (*Баль-Прилипко, Л.В., визначено актуальність проведених досліджень, проведено скринінг літературних джерел за темою статті; Ніколаєнко, М.С., підібрано методи та узагальнено методики проведення експериментальних досліджень; Бандура, В. М., узагальнено експериментальні дані та виконано статистичну обробку; Каніщев, О. П., взято участь у виконанні досліджень, виконано статистичну обробку даних та підготовлено матеріали до друку*).

8. Баль-Прилипко Л. В., Ніколаєнко М. С., Бандура В. М., **Каніщев О. П.** Особливості виготовлення м'ясних продуктів подовженого терміну зберігання. Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті євроінтеграції: XI Міжнародна науково-технічна конференція, м. Київ, 08 листопада 2022 року: тези доповіді. Київ, 2022. С. 165–166. (*Баль-Прилипко, Л.В., визначено актуальність проведених досліджень, проведено скринінг літературних джерел за темою статті; Ніколаєнко, М.С., підібрано методи та узагальнено методики проведення експериментальних досліджень; Бандура, В. М., підібрано методи та узагальнено методики проведення*

експериментальних досліджень; Каніщев, О. П., взято участь у виконанні досліджень, виконано статистичну обробку даних та підготовлено матеріали до друку).

9. **Каніщев О. П.**, Баль-Прилипко Л. В. Особливості посолу делікатесних сиров'ялених м'ясних виробів. Продовольча та екологічна безпека в умовах війни та повоєнної відбудови: виклики для України і світу: Міжнародна науково-практична конференція, присвячена 125-річчю НУБіП України, м. Київ, 25 травня 2023 року: тези доповіді. Київ, 2023. С. 378-380 (*Каніщев, О. П., взято участь у виконанні досліджень, виконано статистичну обробку даних та підготовлено матеріали до друку; Баль-Прилипко, Л. В. визначено актуальність проведених досліджень, проведено скринінг літературних джерел за темою статті*).

10. Bal-Prylypko L. V., Nikolaenko M. S., **Kanishchev O. P.** Development of technology of meat products of extended term of fitness. Problems and prospects of innovative technique and technology in agri-food chain: III International scientific-technical conference, Tashkent, April 20–21, 2023: abstracts. Tashkent, 2023. P. 41-42 . (*Bal-Prylypko, L. V., визначено актуальність проведених досліджень, проведено скринінг літературних джерел за темою статті; Nikolaenko, M. S., підібрано методи та узагальнено методики проведення експериментальних досліджень; Kanishchev, O. P. взято участь у виконанні досліджень, виконано статистичну обробку даних та підготовлено матеріали до друку*).

11. Каніщев О. П. Апробування активності мікроорганізмів для сиров'ялених м'ясних продуктів. Актуальні питання сьогодення та післявоєнного відновлення сільського господарства й екології: експертно-аналітичні складові формування продовольчої стратегії України: Науково-практична конференція з нагоди 20-річчя УЛЯБП АПК НУБіП України, смт Чабани, 02 жовтня 2023 року: тези доповіді. смт Чабани, 2023. С. 74-77 .

12. Баль-Прилипко Л. В., Устименко І. М., **Каніщев О. П.** Використання бактеріальних препаратів в технології сиров'ялених м'ясних пластівців. Наукові

проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті євроінтеграції: XIII Міжнародна науково-технічна конференція, м. Київ, 21 листопада 2024 року: тези доповіді. Київ, 2024. С. 229–230. (*Баль-Прилипко, Л. В., визначено актуальність проведених досліджень, проведено скринінг літературних джерел за темою статті; Устименко, І.М., підібрано методи та узагальнено методики проведення експериментальних досліджень; Каніщев, О. П. взято участь у виконанні досліджень, виконано статистичну обробку даних та підготовлено матеріали до друку*).

13. **Каніщев О. П.**, Баль-Прилипко Л. В., Устименко І. М. Удосконалення технології сиров'ялених пластівців м'ясних. Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства: XII Міжнародна науково-практична конференція вчених, аспірантів і студентів, м. Київ, 18–19 квітня 2024 року: тези доповіді. Київ, 2024. С. 49-50. (*Каніщев, О. П., взято участь у виконанні досліджень, виконано статистичну обробку даних та підготовлено матеріали до друку*; *Баль-Прилипко, Л. В., визначено актуальність проведених досліджень, проведено скринінг літературних джерел за темою статті; Устименко, І.М. підібрано методи та узагальнено методики проведення експериментальних досліджень*).