

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

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

РЯБОВОЛ МАКСИМ ВІТАЛІЙОВИЧ

УДК: 637.524:602.4

ДИСЕРТАЦІЯ

**ОБГРУНТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ СОСІСОК З
ВИКОРИСТАННЯМ БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРИЙОМІВ**

181 «Харчові технології»
18 «Виробництво та технології»

Подається на здобуття ступеня доктора філософії

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

Наукові керівники:
Баль-Прилипко Лариса Вацлавівна,
доктор технічних наук, професор
Швець Олег Віталійович,
кандидат медичних наук, доцент

Київ – 2023

АНОТАЦІЯ

Рябовол М. В. Обґрунтування та розробка технології сосисок з використанням біотехнологічних прийомів. Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 181 «Харчові технології». Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ, 2023.

Поняття функціональної їжі на сучасному етапі розвитку науки про харчування, рівня знань у областях медицини, біології та фізіології набуло певної конкретизації. Крім речовин, що містять необхідні для забезпечення комфортних умов проживання компоненти, у їжу вносять сполуки та речовини, які покликані уникнути негативного і натомість підвищити рівень оздоровчого впливу на здоров'я спожитої продукції, посилити імунітет та здатність до адаптації та протистояння впливу негативних чинників оточуючого середовища в умовах погіршення екологічної та техногенної ситуації в масштабах усього світу.

Завдяки цьому, у світі усе більш виразно проявляються тенденції виробництва харчової продукції оздоровчого та лікувально-профілактичного призначення. Продукти збагачують вітамінами, незамінними амінокислотами, мікро- та мікроелементами, біологічно активними речовинами тощо. Споживання таких продуктів сприяє збереженню здоров'я, повному задоволенню фізіологічних потреб у енергії та поживних речовинах, необхідних для побудови клітин та тканин та нормальних умов функціонування органів. Згідно з останніми даними, раціон, склад якого відповідає життєвим потребам, має містити більш ніж 20 тисяч сполук рослинного, тваринного та мікробіологічного походження.

Одною з найбільших складових раціону сучасної людини є м'ясні продукти. За даними ВООЗ, їхня частка у загальному об'ємі споживання складає приблизно чверть і серед них найбільша частина припадає на ковбасні вироби.

Проте їх споживання може призвести до негативних наслідків для здоров'я, оскільки у ковбасному фарші міститься від 2 до 6 % кухонної солі, а також потенційно небезпечного для здоров'я споживачів нітриту натрію, потрапляння якого може викликати утворення небезпечних для здоров'я нітрозозамінів. З урахуванням цього, одною з основних задач дослідження було визначення можливості зменшення рівня надходження в організм катіону натрію та зменшення розміру дозування у рецептури нітрит-іону. Другою нагальною проблемою є удосконалення традиційної рецептури варених ковбасних виробів за рахунок введення у їх склад функціональних добавок.

Метою дослідження є наукове обґрунтування та розробка технології варених ковбасних виробів з використанням біотехнологічних прийомів.

Робота виконувалася з урахуванням викладених вище потенційно небезпечних факторів впливу та на основі сучасних тенденцій розвитку науки про харчування.

У дисертаційному дослідженні, на підставі аналітичного огляду спеціалізованих літературних джерел, сформульовано та доведено роль поживних речовин у процесі життєдіяльності та охарактеризовані принципи функціонального харчування, направлені на організацію випуску харчових продуктів лікувально-оздоровчого спрямування. Визначені фактори впливу ступеню та кількісного складу бактеріального забруднення на безпечність м'ясної сировини. Охарактеризовані органолептичні ознаки впливу аеробних та анаеробних мікроорганізмів на ступінь та швидкість погіршення якості м'яса.

Встановлено необхідність використання стартових бактеріальних культур та денітрифікуючих організмів у створенні функціонального продукту, характерного підвищеним рівнем безпеки для організму та покращеними органолептичними властивостями. Дана характеристика бактеріальних культур, рекомендованих до введення у бактеріальні стартові культури з метою надання їм властивостей, характерних для кожного виду м'ясної продукції.

Проаналізовано склад та доведена роль мінеральних складових м'ясних виробів у зменшенні негативного впливу від надходження в організм з харчовими продуктами надлишку натрію. Пропонований склад посолочних сольових сумішей із зменшеним вмістом катіону натрію при їх одночасному збагаченню корисними мінеральними макро- та мікроелементами.

Дозування нітриту натрію у ковбасні вироби запропоновано способом введення у композиції денітрифікуючих організмів та білкових препаратів на основі плазми крові.

Проаналізовано сучасний стан виробництва ковбасних виробів, частка яких у сучасному раціоні досягає 25 % і надмірне споживання яких може призвести до негативних наслідків для здоров'я: лише у 100 грамах ковбасного фаршу міститься від 2 до 6 % кухонної солі, що відповідає 56-96 % денної потреби організму у натрії. Додатковим негативним фактором впливу на здоров'я споживачів є введення у фарш близько 0,07 % нітриту натрію, приблизно третина якого не витрачається за цільовим призначенням, а переходить у форму нітрату як небажаного забруднювача м'ясного фаршу.

На основі критеріїв оптимізації складу функціональних інгредієнтів розроблена рецептура фаршу сосисок «Оздоровчі» із включенням до нього білка плазми крові – 1,0%, харчових цитрусових волокон – 0,5% і екстракт розмарину – 15 г/100 кг сировини. Визначений режим посолу здійснюваний при кімнатній температурі у режимі перемішування протягом 10 хвилин.

Науково обгрунтовано і підтверджено кумулятивний ефект дії добавок природного походження у зниженні дозування нітриту натрію у технології сосисок, що дозволяє суттєво підвищити рівень безпечності готової продукції; доведено можливість зменшення дозування у фарш катіону натрію заміною звичайної кухонної на морську сіль; збагачення фаршу мінеральними речовинами – добавкою сполук гостродефіцитного йоду.

На підставі проведених експериментальних досліджень встановлено, що використання досліджуваних харчових інгредієнтів сприяє поліпшенню основних функціонально-технологічних властивостей, біологічної цінності та

біологічної ефективності готових ковбасних виробів. Отримані результати стали основою розроблення технології варених сосисок.

Встановлено, що вміст незамінних амінокислот у фарші розроблюваного складу є вищим порівняно з контрольним зразком, що свідчить про доцільність внесення функціональних інгредієнтів в даний продукт з метою збагачення його важливими елементами для отримання більш цінного і корисного продукту харчування.

Доведено покращення реологічних показників, структури, мікробіологічних показників м'ясних виробів завдяки внесенню обраних компонентів. Вироблені, за розробленою рецептурою, продукти характеризуються підвищеними показниками пластичності, граничної напруги зсуву та здатності до зв'язування вологи.

За результатами математичного моделювання проведено оптимізацію процесу перемішування фаршу в технології сосисок «Оздоровчі», для скорочення тривалості технологічної операції, зменшення енергетичних та сировинних витрат. Обґрунтовано та визначено амплітудно-силові параметри вібромеханічної машини для перемішування інгредієнтів сосисочного фаршу. Провідним методом до дослідження цієї проблеми є метод математичного моделювання, що дозволяє комплексно розглянути закономірності зміни основних параметрів коливального процесу. В роботі теоретично обґрунтовано доцільність використання вібраційного впливу для забезпечення швидкого та рівномірного розподілення компонентів у фаршевій масі. Розроблено дослідну модель вібраційної машини для перемішування інгредієнтів сосисочного фаршу. Складено розрахункову схему досліджуваної технічної системи процесу вібраційного перемішування фаршу сосисок «Оздоровчі», розроблено рівняння руху виконавчих органів системи. Визначено залежності для рівнянь руху виконавчих органів віброзмішувача. Розраховано залежності для основних характеристик досліджуваної коливальної системи.

На основі аналізу графічного представлення амплітудно-силових залежностей, обґрунтовано робочу амплітуду коливань ємкості для перемішування у межах 2–2,5 мм. Встановлено, що реалізація необхідного робочого коливального режиму вимагає для даної ємкості порівняно невеликих витрат потужності у межах 500–600 Вт. Оптимальні параметри перемішування фаршу з вібраційною інтенсифікацією процесу, а також застосування відповідних інгредієнтів дозволяє досягти комплексний технологічний ефект при мінімізації витрати енергії.

На основі отриманих результатів удосконалено принципову технологічну схему технології сосисок «Оздоровчі», відмінність, якої полягає, в додаванні під час соління м'яса бактеріального препарату «Іпровіт ЛРР», під час складання фаршу – внесення білка плазми крові; клітковини; екстракту розмарину. Ефективність запропонованої технології підтверджено економічними розрахунками.

Розроблено і затверджено нормативну документацію на ковбаси варені (технічні умови на готовий продукт ТУ У 10.1-00493706-064:2019 «Сосиски «Оздоровчі»). Здійснено впровадження удосконаленої технології у виробничих умовах ТОВ «Агрофірма Столична» (м. Васильків, Київська обл.) та у навчальний процес для студентів Національного університету біоресурсів і природокористування України з дисциплін «Технологія консервування і зберігання м'яса», «Актуальні проблеми галузі» для магістрів спеціальності 181 «Харчові технології» ОП «Технології зберігання, консервування та переробки м'яса».

Ключові слова: варені ковбаси, м'ясний фарш, сосиски, харчові добавки, рецептура, технічні умови, технологія, математичне моделювання.

SUMMARY

Ryabovol M. V. Substantiation and Development of Technology of Frankfurters in Use of Technique of Biotechnology. Qualifying scientific work on manuscript rights.

Dissertation for the Doctor of Philosophy degree in specialty 181 «Food Technologies». National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Kyiv, 2023.

The concept of functional food at the current stage of the development of nutrition science, the level of knowledge in the fields of medicine, biology and physiology has acquired a certain specification. In addition to substances that contain the components necessary to ensure comfortable living conditions, compounds and substances are added to the food, which are designed to avoid the negative and, instead, to increase the level of health-improving effects on the health of the consumed products, to strengthen immunity and the ability to adapt and resist the influence of negative environmental factors in conditions of deterioration of the ecological and man-made situation on a global scale.

Thanks to this, trends in the production of health-promoting and medical-prophylactic food products are becoming increasingly evident in the world. Products are enriched with vitamins, essential amino acids, micro- and trace elements, biologically active substances, etc. The consumption of such products contributes to the preservation of health, the full satisfaction of physiological needs for energy and nutrients necessary for the construction of cells and tissues and the normal functioning of organs. According to the latest data, the diet, the composition of which meets vital needs, should contain more than 20 thousand compounds of plant, animal and microbiological origin.

One of the largest components of the diet of a modern person is meat products. According to the WHO, their share in the total volume of consumption is about a quarter, and among them the largest part is sausage products.

However, their consumption can lead to negative consequences for health, since minced sausage contains from 2 to 6 % of table salt, as well as sodium nitrite,

which is potentially dangerous for the health of consumers, the ingestion of which can cause the formation of nitrosamines that are dangerous for health. Taking this into account, one of the main tasks of the study was to determine the possibility of reducing the level of sodium cation entering the body and reducing the dosage of nitrite-ion formulations. The second urgent problem is the improvement of the traditional recipe of cooked sausage products due to the introduction of functional additives into their composition.

The purpose of the research is the scientific justification and development of the technology of cooked sausage products using biotechnological methods.

The work was carried out taking into account the potentially dangerous factors of influence outlined above and on the basis of modern trends in the development of nutrition science.

The dissertation study, based on an analytical review of specialized literary sources, formulated and proved the role of nutrients in the process of vital activity and characterized the principles of functional nutrition aimed at the organization of the production of medical and health food products. Factors affecting the degree and quantitative composition of bacterial contamination on the safety of meat raw materials have been determined. The organoleptic signs of the influence of aerobic and anaerobic microorganisms on the degree and speed of deterioration of meat quality are characterized.

The necessity of using starter bacterial cultures and denitrifying organisms in the creation of a functional product characterized by an increased level of safety for the organism and improved organoleptic properties has been established. This is a description of bacterial cultures recommended for introduction into bacterial starter cultures in order to give them properties characteristic for each type of meat products.

The composition and proven role of mineral components of meat products in reducing the negative impact of excess sodium entering the body with food products was analyzed. The proposed composition of salty salt mixtures with a reduced

sodium cation content with their simultaneous enrichment with useful mineral macro- and microelements.

Dosage of sodium nitrite in sausage products is proposed by the method of introducing denitrifying organisms and protein preparations based on blood plasma into the composition.

The current state of production of sausage products, the share of which in the modern diet reaches 25 % and excessive consumption of which can lead to negative health consequences, is analyzed: only 100 grams of minced sausage contains from 2 to 6 % table salt, which corresponds to 56–96 % the body's daily need for sodium. An additional negative factor affecting the health of consumers is the introduction of about 0.07 % of sodium nitrite into minced meat, about a third of which is not used for its intended purpose, but turns into nitrate as an unwanted contaminant of minced meat.

Based on the criteria for optimizing the composition of functional ingredients, a recipe for «Ozdrovchi» sausage mince was developed with the inclusion of blood plasma protein – 1.0 %, dietary citrus fibers – 0.5 %, and rosemary extract – 15 g/100 kg of raw material. The specified salt regime is carried out at room temperature in the stirring mode for 10 minutes.

The cumulative effect of additives of natural origin in reducing the dosage of sodium nitrite in sausage technology has been scientifically substantiated and confirmed, which allows to significantly increase the level of safety of finished products; the possibility of reducing the dosage of sodium cation in minced meat by replacing ordinary kitchen salt with sea salt has been proven; enrichment of mincemeat with mineral substances – addition of acutely deficient iodine compounds.

On the basis of the conducted experimental studies, it was established that the use of the studied food ingredients contributes to the improvement of the main functional and technological properties, biological value and biological efficiency of finished sausage products. The obtained results became the basis for the development of the technology of boiled sausages.

It was established that the content of essential amino acids in minced meat of the developed composition is higher compared to the control sample, which indicates the expediency of adding functional ingredients to this product in order to enrich it with important elements to obtain a more valuable and useful food product.

The improvement of rheological indicators, structure, microbiological indicators of meat products due to the introduction of selected components has been proven. The products produced according to the developed recipe are characterized by increased indicators of plasticity, ultimate shear stress and ability to bind moisture.

According to the results of mathematical modeling, the process of mixing minced meat in the technology of «Ozdorovchi» sausages was optimized in order to reduce the duration of the technological operation, reduce energy and raw material costs. The amplitude-force parameters of the vibromechanical machine for mixing the ingredients of sausage stuffing are substantiated and determined. The leading method for researching this problem is the method of mathematical modeling, which allows to comprehensively consider the patterns of changes in the main parameters of the oscillatory process. The paper theoretically substantiates the expediency of using vibration to ensure fast and uniform distribution of components in the minced meat. An experimental model of a vibrating machine for mixing the ingredients of minced sausage has been developed. The calculation scheme of the researched technical system of the process of vibratory mixing of the minced meat of «Ozdorovchi» sausages was drawn up, and the equations of motion of the executive bodies of the system were developed. Dependencies for the equations of motion of the executive bodies of the vibratory mixer are determined. Dependencies for the main characteristics of the studied oscillating system were calculated.

Based on the analysis of the graphical presentation of amplitude-force dependences, the working amplitude of oscillations of the mixing capacity within the range of 2–2.5 mm is substantiated. It was established that the implementation of the necessary operating oscillatory mode requires relatively small power consumption in the range of 500–600 W for this capacity. Optimum parameters of

mixing minced meat with vibrational intensification of the process, as well as the use of appropriate ingredients, allow you to achieve a complex technological effect while minimizing energy consumption.

On the basis of the obtained results, the basic technological scheme of the «Ozdrovchi» sausage technology has been improved, the difference of which is the addition of the bacterial preparation "Iprovit LRR" during the salting of the meat, and the introduction of blood plasma protein during the preparation of the minced meat; fibers; rosemary extract. The effectiveness of the proposed technology is confirmed by economic calculations.

Regulatory documentation for cooked sausages was developed and approved (technical conditions for the finished product TU U 10.1-00493706-064:2019 «Ozdrovchi» sausages). The introduction of improved technology in the production conditions of «Agrofirma Stolichna» LLC (Vasylkiv, Kyiv region) and in the educational process for students of the National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine in the disciplines «Meat preservation and storage technology», «Actual problems of the industry» was carried out. for masters in specialty 181 «Food technologies» program of educators «Meat storage, canning and processing technologies».

Key words: minced meat, frankfurters, food additives, dietary fibers, rosemary, laminaria, sodium chloride, sodium nitrite, formulation, specifications, technology.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях України

1. Баль-Прилипко Л. В., Леонова Б.І., **Рябовол М.В.** Використання харчових апельсинових волокон при виробництві м'ясних продуктів. Наукові праці Національного університету харчових технологій. 2019. Том 25. № 6. С. 133–138. *(Здобувачем взято участь у дослідженні можливості використання харчових волокон у технології ковбасних виробів та виконано статистичну обробку даних).*

2. **Рябовол М.В.**, Баль-Прилипко Л. В. Обґрунтування та розроблення технології виробництва сосисок з оздоровчими властивостями. Тваринництво та технології харчових продуктів 2021. Том 12. № 1. С. 39–47. *(Здобувачем виконано лабораторні дослідження з оцінки харчової і біологічної цінності сосисок з додаванням розмарину та морської солі).*

3. **Рябовол М.В.** Математичне моделювання процесу вібраційного перемішування сосисочного фаршу. Тваринництво та технології харчових продуктів. 2022. Том 13. №2. С. 53-62.

Статті у наукових виданнях іншої держави

4. The study of the intensification of technological parameters of the sausage production process. Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences [this link is disabled](#), 2022, Vol. 15/ Bal-Prylypko, L., Yancheva, M., Paska, M., Ryabovol, M., **Nikolaenko, M.**, Israelian, V., Pylypchuk, O., Tverezovska, N., Kushnir, Y., & Nazarenko, M. (**Scopus**) *(Здобувачем виконано дослідження з використанням харчових добавок у технології сосисок та виконано статистичну обробку даних).*

5. Bal-Prylypko, L.V., Leonova B.I., **Ryabovol, M.V.** Study of biotechnological changes in raw meat during salting process. Chemical technology. control and management. 2019. №2 (86). P. 16-22. *(Здобувачем взято участь у дослідженні фізико-хімічних показників ковбасних виробів та виконано статистичну обробку даних).*

6. Bal-Prylypko, L.V., Leonova B.I., **Ryabovol**, M.V. The role of contemporary bacterian drugs, as a biotechnological basis of meat products. Chemical technology. control and managment. 2019. №4-5 (88-89). P. 5-11. *(Здобувачем взято участь у виконанні досліджень, виконано статистичну обробку даних та підготовлено матеріали до патентування).*

Патент України на корисну модель

7. Баль-Прилипко Л. В., **Рябовол М.В.** Спосіб підвищення рівня безпечності ковбасних виробів: патент на корисну модель № 149343 України, МПК А51, А23L 13/60 (2016.01), А23L 27/10 (2016.01), А23L 33/135 (2016.01). Заявник та патентовласник Національний університет біоресурсів і природокористування України; u2021 02435; заявлено 07.05.2021; опубліковано 10.11.2021. *(Здобувачем взято участь у виконанні досліджень, виконано статистичну обробку даних та підготовлено матеріали до патентування).*

Тези наукових доповідей

8. Ігнатенко О.С., **Рябовол М.В.**, Баль-Прилипко Л.В., Леонова Б.І., Старкова Е.Р. Удосконалення технологічного складу варених ковбасних виробів з використанням харчових волокон. VIII Міжнародна науково-практична конференція вчених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства, м. Київ, 17–18 квітня 2019 року: тези доповіді. Київ, 2019. С. 129–130. *(Здобувачем виконано дослідження фізико-хімічних показників варених ковбас з використанням харчових волокон, статистичну обробку даних та підготовлено матеріали до публікації).*

9. Митник Я.А., **Рябовол М.В.**, Баль-Прилипко Л. В., Леонова Б.І., Старкова Е.Р. Використання стартових культур у технології виготовлення сарделек. VIII Міжнародна науково-практична конференція вчених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства, м. Київ, 17–18 квітня 2019 року: тези доповіді. Київ, 2019. С. 142–143. *(Здобувачем виконано*

дослідження з використання стартових культур у технології сарделек, статистичну обробку даних, сформульовано висновки щодо ефективності використання стартових культур у технології сарделек та підготовлено матеріали до публікації).

10. Ціпан І.С., **Рябовол М.В.**, Баль-Прилипко Л.В., Леонова Б.І., Старкова Е.Р. Перспективи використання харчових цитрусових волокон у технології варених ковбасних виробів. VIII Міжнародна науково-практична конференція вчених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства, м. Київ, 17–18 квітня 2019 року: тези доповіді. Київ, 2019. С. 156–157. *(Здобувачем виконано дослідження з використання харчових цитрусових волокон у технології варених ковбасних виробів, статистичну обробку даних, сформульовано висновки щодо ефективності додавання харчових цитрусових волокон до рецептури варених ковбасних виробів та підготовлено матеріали до публікації).*

11. Баль-Прилипко Л.В., Леонова Б.І., Рябовол М.В., Шлапак А.Б., Митник Я.А., Ігнатенко О.С., Ціпан І.С. Вдосконалення технології м'ясних продуктів з використанням харчових цитрусових волокон. VIII Міжнародна науково-практична конференція "Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті євроінтеграції", м. Київ, 5-6 листопада 2019 року: тези доповіді. Київ, 2019. С. 232-233 *(Здобувачем виконані дослідження щодо ефективності заміни м'ясної сировини на жирову емульсію у рецептурі варених ковбасних виробів; сформульовані висновки та підготовлено матеріали до друку).*

12. Рябовол М.В. Удосконалення технології варених сосисок з використанням сучасних харчових інгредієнтів та бактеріального препарату. IX Міжнародна науково-практична конференція вчених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства, м. Київ, 17–18 квітня 2020 року: тези доповіді. Київ, 2020. С. 121–123.

13. Баль-Прилипко Л.В., Рябовол М.В. Застосування морської солі в м'ясних фаршах. Міжнародна науково-практична конференція "Інноваційні технології та перспективи розвитку м'ясопереробної галузі", м. Київ, 24 листопада 2020 року: тези доповіді. Київ, 2020. С. 102-103 *(Здобувачем виконано дослідження органолептичної оцінки фаршу, статистичну обробку даних, сформульовано висновки та підготовлено матеріали до публікації).*

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ	17
ВСТУП	18
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	24
1.1. Функціональне харчування. Нові підходи та світові тенденції	24
1.2. Фактори впливу бактеріального забруднення на безпечність м'ясної сировини	31
1.3. Роль бактеріальних культур у створенні функціонального продукту...	36
1.4. Проблеми надходження в організм надлишку натрію та способи їх вирішення	45
1.5. Склад та властивості солей, пропонованих до використання у м'ясній промисловості	51
1.6. Використання у м'ясних системах нітриту натрію та способи зменшення його дозування	58
1.7. Міноритарні компоненти м'ясних фаршевих сумішей	64
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1.....	77
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ...	79
2.1. Об'єкт і предмет дослідження	79
2.2. Схема експериментальних досліджень	79
2.3. Методи проведення досліджень	81
2.4. Методи статистичної обробки даних.....	85
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2	85
РОЗДІЛ 3. ВИЗНАЧЕННЯ СКЛАДУ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ	
ВЛАСТИВОСТЕЙ ФАРШУ СОСИСОК «ОЗДОРОВЧІ»	86
3.1. Обґрунтування використання інгредієнтів і добавок для удосконалення рецептури сосисок	86
3.1.1. Визначення впливу харчової морської солі на функціональні властивості м'ясної сировини	87

3.1.2. Обґрунтування та дослідження застосування у м'ясних продуктах харчових волокон	96
3.1.3. Обґрунтування доцільності використання в фаршевих композиціях білків плазми крові	99
3.1.4. Характеристика та обґрунтування використання екстракту розмарину	100
3.1.5. Обґрунтування доцільності застосування бактеріального препарату «Іпровіт ЛРР»	105
3.2. Визначення функціонально-технологічних властивостей фаршевих систем	114
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3.....	123
РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА СОСИСОК «ОЗДОРОВЧІ» З ВИКОРИСТАННЯМ БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРИЙОМІВ	125
4.1. Математичне моделювання процесу вібраційного перемішування сосисочного фаршу	126
4.1.1. Складання розрахункової схеми процесу	126
4.1.2. Складання рівнянь руху виконавчих органів системи	128
4.1.3. Визначення залежностей для рівнянь руху виконавчих органів віброзмішувача	130
4.1.4. Розрахунок залежностей для основних характеристик досліджуваної коливальної системи	133
4.2. Розробка технології сосисок «Оздоровчі»	137
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 4	143
ВИСНОВКИ	144
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	145
ДОДАТКИ.....	170

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ

АПК	агропромисловий комплекс.
БГКБ	бактерії групи кишкової палички
ВЗЗ	здатність м'ясної системи до утримання вологи (вологоутримуюча здатність)
ВООЗ	всесвітня організація охорони здоров'я
ВРХ	велика рогата худоба
ДСТУ	національний стандарт України
ЕЗ	емульгуюча здатність
ЄС	Європейський Союз
ЖЗЗ	жироутримуюча здатність
КУО	колонієутворюючі одиниці
МАФАМ	мезофільні аеробні і факультативно-анаеробні мікроорганізми
МКБ	молочнокислі мікроорганізми
МОЗ	міністерство охорони здоров'я України
НПАОП	нормативно-правові акти з охорони праці
ОВП	окисно-відновний потенціал
ОП	охорона праці
СЕ	стабільність м'ясної емульсії
ТУ	технічні умови

ВСТУП

Харчування є одним з найбільш важливих факторів нормалізації стану здоров'я. Після потрапляння в організм, поживні речовини при проходженні процесів метаболізму перетворюються на структурні елементи клітин та забезпечують енергетичні потреби людини. Одною з основних умов, яка ставиться при організації здорового харчування є крім забезпечення організму необхідними поживними речовинами та енергії, мінімізації, в ідеалі відсутність у раціоні речовин, здатних спричинити негативний вплив на стан здоров'я споживача.

При тому, на ринку усе більш виразно проявляється практика введення у традиційні рецептури генетично модифікованих продуктів. Наслідком широкого використання у агропромисловій галузі виробництва засобів сільгоспхімії та прогресуючого погіршення стану довкілля є забруднення харчової продукції домішками мінеральних добрив, засобів захисту рослин та пестицидами. Наразі широкого розповсюдження набула також практика модифікації складу традиційних продуктів добавками, довготривалий вплив яких на стан здоров'я вивчений недостатньо або не вивчений взагалі. Як результат, систематичне вживання забруднених або модифікованих продуктів супроводжується підвищенням рівня захворюваності населення, збільшенням кількості харчових алергій та отруєнь. Щоб цього уникнути, ВООЗ рекомендує [1]:

1. Обмежити споживання насичених та вживати переважно ненасичені жири, обмежити та, краще, уникати споживання транс-жирів.
2. Споживати не менш, ніж 400 грамів та овочів на день (без врахування картоплі та крохмалистих коренеплодів).
3. Обмежити споживання моно- та дисахарів до менш, ніж 10 % від добового рівня калорійності раціону [2].
4. Обмежити споживання солі та соди та стежити, щоб вжита сіль була переважно йодована [3].

Продукти, які у переважній більшості властивостей відповідають зазначеним правилам, у світі прийнято відносити до категорії «функціональної» їжі. збагаченої вітамінами, незамінними амінокислотами, мікро- та мікроелементами, біологічно активними речовинами тощо, яка крім того має вироблятися з урахуванням рекомендацій ВООЗ стосовно обмеження у раціоні 1) насичених та вживання переважно ненасичених жирів, обмеження та по можливості уникання споживання транс-жирів, 2) моно- та дисахарів до менш, ніж 10 % від добового рівня калорійності раціону та 3) чистої кухонної солі та вживання переважно солі, збагаченої сполуками йоду.

Актуальність теми. Поняття функціональної їжі на сучасному етапі розвитку науки про харчування, рівня знань у областях медицини, біології та фізіології набуло певної конкретизації. Крім речовин, що містять необхідні для забезпечення комфортних умов проживання компоненти, у їжу вносять сполуки та речовини, які покликані уникнути негативного і натомість підвищити рівень оздоровчого впливу на здоров'я спожитої продукції, посилити імунітет та здатність до адаптації та протистояння впливу негативних чинників оточуючого середовища в умовах погіршення екологічної та техногенної ситуації в масштабах усього світу.

Завдяки цьому, у світі усе більш виразно проявляються тенденції виробництва харчової продукції оздоровчого та лікувально-профілактичного призначення. Продукти збагачують вітамінами, незамінними амінокислотами, мікро- та мікроелементами, біологічно активними речовинами тощо. Споживання таких продуктів сприяє збереженню здоров'я, повному задоволенню фізіологічних потреб у енергії та поживних речовинах, необхідних для побудови клітин та тканин та нормальних умов функціонування органів. Згідно з останніми даними, раціон, склад якого відповідає життєвим потребам, має містити більш ніж 20 тисяч сполук рослинного, тваринного та мікробіологічного походження [4].

Одною з найбільших складових раціону сучасної людини є м'ясні продукти. За даними ВООЗ, їхня частка у загальному об'ємі споживання

складає приблизно чверть і серед них найбільша частина припадає на ковбасні вироби [5].

Проте їх споживання може призвести до негативних наслідків для здоров'я, оскільки у ковбасному фарші міститься від 2 до 6 % кухонної солі, а також потенційно небезпечного для здоров'я споживачів нітриту натрію, потрапляння якого може викликати утворення небезпечних для здоров'я нітрозамінів. З урахуванням цього, одною з основних задач дослідження було визначення можливості зменшення рівня надходження в організм катіону натрію та зменшення розміру дозування у рецептурі нітрит-іону. Другою нагальною проблемою є удосконалення традиційної рецептури варених ковбасних виробів за рахунок введення у їх склад функціональних добавок.

Метою дослідження є наукове обґрунтування та розробка технології варених ковбасних виробів з використанням біотехнологічних прийомів.

Робота виконувалася з урахуванням викладених вище потенційно небезпечних факторів впливу та на основі сучасних тенденцій розвитку науки про харчування.

Відповідно до поставленої мети визначено наступні завдання:

- провести моніторинг з питань організації функціонального харчування та визначення речовин, рекомендованих до використання при розробленні рецептур ковбасних виробів з оздоровчими властивостями;
- встановити спосіб зменшення у продукті надлишку катіону натрію та його збагачення натомість сполуками калію, магнію, кальцію, йоду;
- визначити спосіб зменшення дозування у м'ясний фарш нітриту натрію;
- встановити раціональну частку внесення інгредієнтів, рекомендованих до включення у рецептуру сосисок з метою надання їм оздоровчих властивостей;
- дослідити функціональні та технологічні властивості фаршевих систем;
- удосконалити технологічну схему виробництва варених ковбасних виробів, збагачених функціональними інгредієнтами з використанням біотехнологічних прийомів;

- розробити нормативну документацію на варені ковбаси (сосиски), здійснити промислову апробацію вдосконаленої технології та визначити її економічну ефективність.

Об'єктом дослідження є біотехнологія варених ковбасних виробів (сосисок) з використанням рослинних інгредієнтів та бактеріального препарату «Іпровіт-ЛРР».

Предмет дослідження – морська сіль, екстракт розмарину, апельсинові харчові волокна, бактеріальний препарат «Іпровіт-ЛРР».

Наукова новизна одержаних результатів. Відповідно до поставленої мети та визначених задач досліджень уперше:

- науково обґрунтовано та розроблено технологію варених ковбасних виробів (сосисок) з використанням суміші антиоксидантів природного походження (екстракту розмарину, апельсинових харчових волокон) та бактеріального препарату «Іпровіт-ЛРР»;
- на основі експериментальних досліджень науково обґрунтовано і підтверджено кумулятивний ефект дії добавок природного походження у зниженні дозування нітриту натрію у технології сосисок, що дозволяє суттєво підвищити рівень безпеки готової продукції;
- доведено можливість зменшення дозування у фарш катіону натрію заміною звичної кухонної на морську сіль; збагачення фаршу мінеральними речовинами – добавкою сполук гостродефіцитного йоду;
- отримало подальший розвиток застосування основних положень розробленої біотехнології варених ковбасних виробів для виробництва продукції із застосуванням біологічно активних харчових інгредієнтів.

Практичне значення одержаних результатів. За результатами виконання роботи розроблено рецептури сосисок з оздоровчими

властивостями фаршу за рахунок: зменшення дозування у фарші хлориду натрію і нітриту натрію та збагачення натомість мінерального складу суміші солями калію, кальцію та магнію за рахунок заміни мінеральної кухонної солі на морську сіль; збагачення рецептури сосискового фаршу стабільними сполуками органічно зв'язаного йоду, замість нестійкого йодату калію; харчовими волокнами Citri-Fi 100, що направлено на зменшення гострої нестачі клітковини та харчових волокон у сучасному раціоні людини.

Розроблено та затверджено технічні умови на готовий продукт ТУ У 10.1-00493706-064:2019 «Сосиски "Оздоровчі».

Результати роботи використано на промисловому рівні у виробничих умовах ТОВ «Агрофірма Столична» (м. Васильків, Київська обл.) та впроваджено у навчальний процес для студентів Національного університету біоресурсів і природокористування України з дисциплін «Технологія консервування і зберігання м'яса», «Актуальні проблеми галузі» для магістрів спеціальності 181 "Харчові технології" ОП «Технології зберігання, консервування та переробки м'яса».

Планування робіт, формулювання основних висновків здійснено спільно із науковим керівником, доктором технічних наук, професором Л.В. Баль-Прилипко. Особистий внесок здобувача підтверджується науковими публікаціями.

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

Апробація результатів дисертації. Матеріали дисертаційного дослідження було представлено на VIII Міжнародній науково-практичній

конференції вчених, аспірантів і студентів, м. Київ, НУБіП України, 2019 р.; Итоги республиканской научно-технической конференции «Проблемы и перспективы инновационной техники и технологии», Ташкент, 2019 р.; VIII Міжнародній науково-практичній конференції "Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті євроінтеграції", м. Київ, 2019 р.; Міжнародній науково-практичній конференції "Інноваційні технології та перспективи розвитку м'ясопереробної галузі", м. Київ, 2020 р.; IX Міжнародній науково-практичній конференції вчених, аспірантів і студентів, м. Київ, НУБіП України, 2020 р.; XI Міжнародній науково-практичній конференції вчених, аспірантів і студентів, м. Київ, НУБіП України, 2021 р.

Публікації. Основні положення дисертаційного дослідження викладено в 13 наукових працях здобувача, з яких 3 статті у наукових фахових виданнях України, 3 статті в іншому виданні, патент України на корисну модель, 6 тез наукових доповідей.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається з анотацій, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків. Загальний обсяг дисертації становить 210 сторінок. Робота містить 27 таблиць та 20 рисунків. Список використаних джерел налічує 243 найменування.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1. Функціональне харчування. Нові підходи та світові тенденції

З початком так званої «зеленої революції» світовий обсяг виробництва харчової продукції суттєво зріс. На ринку з'явився ряд нових видів продукції, екологічна чистота яких у багатьох випадках викликає сумнів через широку практику використання синтетичних мінеральних джерел, засобів захисту рослин, генетично модифікованих продуктів. Але крім функцій забезпечення організму необхідними поживними речовинами та енергії, споживачеві слід забезпечити здорове існування, у той час, як вживання таких продуктів у багатьох випадках підвищує захворюваність, збільшує кількість випадків харчових алергій, отруєнь тощо. Негативні наслідки контракту з шкідливими речовинами відзначені і на побутовому рівні через стрімке погіршення екологічного стану довкілля.

Певне послаблення впливу наслідків погіршення стану здоров'я через потрапляння у організм небезпечних речовин може бути досягнутим модифікацією складу харчового раціону. Згідно з сучасними поглядами, нормальне проходження процесів метаболізму відбувається надходженням у організм жирних кислот, амінокислот, моноцукрів, мінеральних солей та вітамінів у кількостях, які відповідають їх витратам. Так, загальна кількість харчових речовин повинна становити, мінімум 60, з яких 18 – амінокислоти, 12 – вітаміни та 16 – мінеральні речовини, співвідношення «білки:жири:вуглеводи» становить 1:1,3:4,6. Але цього в умовах погіршення стану навколишнього природного середовища несприятливий вплив погіршення екологічних умов життя та праці може і має бути певним чином послаблений споживанням продуктів лікувального та профілактичного призначення. Зважаючи на цей факт, Організацією Об'єднаних Націй прийнята програма нарощування потужностей з виробництва продуктів, які б виконували профілактичні, а у ряду випадків і лікувальні функції [6]. Відносно

таких продуктів використовують терміни «оздоровчі», «функціональні», «продукти спеціального призначення», які у правильних пропорціях містять усі необхідні нутрієнти та безпечні для здоров'я біологічно активні речовини [7].

До характерних ознак ринку харчових продуктів, призначених для покращення стану організму, відзначають впровадження інноваційних харчових продуктів, новітніх технологій їх виробництва та використання нетрадиційної сировини та добавок. До категорії харчових добавок та інгредієнтів харчових продуктів лікувальної та/або профілактичної дії відносять пробіотики, пребіотики, вітаміни, харчові волокна білкові препарати, деякі штами мікроорганізмів. Введення їх у рецептуру спожитих харчових продуктів дозволяє зменшити чутливість до погіршення умов проживання та небезпечного впливу токсичних сполук [7], корегувати імунний окисно-відновний та мікроелементний статус організму. Підвищувати опірність до стресів, гальмувати процеси старіння та сприяти загальному оздоровленню організму [6]. Прийняття Програми ООН стало поштовхом до розвитку ринку продовольства лікувального та оздоровчого призначення. У 2004 р. ВООЗ був прийнятий документ «Глобальна стратегія ВООЗ з питань дієти, фізичної активності та здоров'я» яким було рекомендовано на урядовому рівні, у міжнародних відносинах, у сфері виробництва та в побуті дотримуватися вимог дієтичного харчування та вести активний спосіб життя [8]. Використовувані у дієтах оздоровчі (функціональні) продукти мають містити речовину або комплекс речовин, а також живі мікроорганізми, які характеризуються підтвердженим сприятливим ефектом впливу на ті чи інші функції організму [9]. Основними вимогами, яких при їх реалізації слід дотримуватися з ранніх років життя з метою уникнення незаразних хвороб, у тому числі профілактиці діабету, серцево-судинних захворювань, інфарктів, інсультів та ракових захворювань, Всесвітня Організація Охорони Здоров'я рекомендувала [10]:

1 Балансувати надходження енергії (калорійності їжі) з її витратами. Для уникнення надлишкової ваги, енергія утворювана за рахунок споживання жирів, не повинна перевищувати 30 % [11-13].

2 Енергія від споживання жирів не повинна перевищувати 10 % від її загального надходження, у тому числі від споживання транс-жирів – не більше 1 %. При тому ВООЗ запропоновано зменшити рівень споживання насичених жирів на користь ненасичених [13], а також припинити промислове виробництво транс-жирів [14].

3 Згідно з концепцією дієтичного харчування, обмежити споживання вільних сахарів так, щоб отримана від них кількість енергії не перевищувала 10 % від їх загального надходження [12]. Також для покращення стану здоров'я рекомендовано зменшити отриману від них енергію до 5 % від її загальної кількості [15].

4 Зменшити до 2025 року рівень споживання солі світовим населенням на 30 %. Також визнано, що надмірне споживання натрію приводить до ожиріння, а також підвищує рівень ризику виникнення діабету у дорослих та підлітків [16].

5 Обмежити кількість спожитої солі до менш, ніж 5 грамів на добу (еквівалентно надходженню 2 грамів натрію) зх. метою зменшення вірогідності виникнення у дорослого населення підвищеного тиску, серцево-судинних захворювань, інфарктів та інсультів [17].

Крім того, слід брати до уваги, що оскільки харчові продукти оздоровчого та профілактичного характеру забезпечують споживачам усіма необхідними для здорового існування речовинами, покликана забезпечувати щоденні потреби населення у здорових продуктах промисловість є важливою складовою системи охорони здоров'я, покращення інтелектуального стану та соціальної активності суспільства [18,19].

Їжа – складний комплекс речовин, здатних впливати на стан організму. З нею людина споживає більш ніж 600 органічних та неорганічних речовин, кожна з яких тим чи іншим шляхом впливає на стан організму. Функції, які

вони виконують при потрапляння в організм, показані на рисунку 1.1 [20]:



Рис. 1.1. Роль поживних речовин у процесі життєдіяльності

Загальновизнано, що одним з вирішальних факторів у збереженні здоров'я та подовженні тривалості життя є здорове харчування. Однак рівень споживання багатьох видів продуктів в Україні не відповідає раціональним нормам. Зокрема, у раціоні значно перевищують раціональні норми олія – 177 %, картопля – 148 %, цукор – 130 %, хліб та хлібопродукти – 123 % [18, 21]. Неправильна структура харчування викликає виникнення ряду захворювань, у першу чергу серцево-судинної системи та органів травлення, що стало причиною широкого впровадження останніх досягнень харчової науки.

Суттєві зрушення у структурі харчування та принципах функціонального харчування помітні з початку XXI сторіччя. Сам термін «функціональне харчування» з'явився у середині 1990-х. Під таким розуміють продукти, переважно природного походження, які при вживанні позитивно впливають на процеси регуляції метаболічних процесів, сприяють зміцненню

здоров'я та активують захисні функції організму. Згідно з сучасними поглядами, за біологічною дією системи харчування можуть бути умовно розподілені на чотири групи (табл. 1.1) [20]:

Таблиця 1.1

Системи харчування та їх призначення

Групи населення	Різновид харчування	Призначення	Біологічна дія
Здорові	Раціональне	Профілактика захворювань харчової природи	Специфічна
Групи ризику	Превентивне (функціональне)	Профілактика захворювань неспецифічної природи	Неспецифічна
Групи з шкідливими умовами праці	Лікувально-профілактичне	Профілактика профілактичних захворювань	Захисна
Хворі	Дієтичне (лікувальне)	Відновлення порушеної діяльності систем організму	Фармакологічна

- *Раціональне харчування* – достатнє у кількісному та повноцінне у якісному відношенні харчування здорових людей, скореговане з урахуванням характеру праці, віку, статі тощо.
- *Превентивне харчування* – раціональний тип харчування скорегований з урахуванням негативних чинників впливу на здоров'я (атеросклероз, гіпертонія, цукровий діабет, захворювання органів травлення).
- *Лікувально-профілактичне харчування* – наближене до раціонального типу, але модифіковане з урахуванням тих чи інших факторів запобігання несприятливому впливу умов виробництва.
- *Дієтичне харчування* – різновид раціонального харчування, модифікований з урахуванням потреб хворих людей з огляду на тип захворювання, режим та спосіб харчування.

Причинами виникнення та розвитку науки про харчування стала зміна з часом традиційних раціонів, коли у них значно зросла частка рафінованих продуктів позбавлених більшої частки вітамінів, мінеральних речовин, харчових волокон та інших життєво важливих складових. По-друге, змінився і

склад, і співвідношення споживаних речовин. Їжа наших предків містила невелику кількість білків, і в її складі було в два рази більше різних мінеральних солей, в чотири-десять разів – харчових волокон, в десять – антиоксидантів. Крім того, у сучасному раціоні суттєво зменшилася частка молочнокислих бактерій [22]. Усе це вимагає введення у раціони функціональних добавок для коригування складу продуктів речовин для доведення фізико-хімічних показників їх якості до раціональних норм. Наразі ринок функціональних харчових продуктів активно розвивається. Наприклад, в Японії частка пропонованих функціональних продуктів досягає 50 %, а у США темпи нарощування їх виробництва перевищують відповідні показники традиційної продукції. Щорічний об'єм реалізації збагачених функціональними добавками продуктів в Німеччині становить 406 млн. доларів США, у Франції – 336 млн., у Сполученому Королівстві – 285 млн. [23]. Серед проблем, пов'язаних із функціональними продуктами і функціональним харчуванням актуальними темами, які обговорювались на міжнародній конференції в Кульмбасі (Німеччина) були: «Вклад м'ясних продуктів у забезпеченні населення йодом», «Функціональні харчові продукти — значення вимог до здоров'я населення ЄС», «Можливості застосування функціональних баластних речовин у виробках із м'яса», «Застосування пробіотичних бактерій у виробках із м'яса», «Функціональні вироби із м'яса — варені ковбаси і субпродуктові ковбаси» [24].

Функціональні продукти отримують введенням у рецептуру традиційних харчових продуктів інгредієнтів, які у традиційному раціоні містяться у недостатніх кількостях [22].

Розвиток сучасних поглядів на функціональне харчування вивчає нова наука «нутриціологія» [25]. Предметом її є вивчення складу поживних речовин та інших складових харчової продукції, визначення взаємодії інгредієнтів, рекомендована практика споживання, метаболізм поживних речовин, їх вплив на стан організму, роль у підтриманні здоров'я та послаблення протікання хвороб тощо [26].

Об'єктом вивчення нутриціології є джерела надходження поживних речовин та біологічно активних речовин, продовольча сировина, продукти зміненого складу, їх вплив на стан здоров'я та функції організму людини здорової, хворої, та такої, що знаходиться у стані, що передусе захворюванню [20].

Розширення спектру використовуваних харчових добавок та інноваційних продуктів та технологій їх виробництва є фактом, базованим на потребах сучасності [19] і наразі виробництво продуктів оздоровчого призначення направлене на попередження розвитку ряду захворювань, передусім інфарктів та інсультів.

Приймаючи до уваги результати останніх досліджень, можна зазначити, що саме функціональні продукти харчування в недалекому майбутньому змінять загальну структуру харчування [24]. Найбільш затребуваними розвитку напрямками світової харчової промисловості слід вважати:

- розробка продуктів підвищеної харчової та біологічної цінності;
- розробка способів введення у композиції добавок, направлених на модифікацію складу традиційних продуктів в бік надання їм функціональних та лікувальних властивостей.

Найбільш часто з цією метою наразі використовують [5]:

- білкові препарати;
- гідроколоїди;
- харчові волокна;
- антиоксиданти;
- бактеріальні препарати;
- поліненасичені жирні кислоти;
- вітамінно-мінеральні комплекси;
- рослинні екстракти.

У випадку ковбасної продукції, найбільш часто використовуваними добавками є білкові та бактеріальні препарати, харчові волокна, антиоксиданти.

У ряді випадків для покращення органолептичних властивостей розробники використовують рослинні екстракти, а одною з найважливіших проблем є розробка рецептур із зменшеною кількістю натрію.

1.2. Фактори впливу бактеріального забруднення на безпечність м'ясної сировини

Мікрофлора поверхні м'яса характеризується значною різноманітністю, а кількість мікроорганізмів на 1 см² поверхні м'яса може варіюватися у межах 10²-10⁶ і більше та характеризується значною різноманітністю. Переважно це безспорові грам негативні палички, бактерії групи кишкової палички, та молочнокислі мікрококи. У менших кількостях знаходять аеробні та анаеробні спорові бактерії, дріжджі, спори плісень [27].

Забруднення харчової продукції та лікування викликаних ними хвороб є одною з нагальних проблем системи охорони здоров'я. згідно з даними ВООЗ, щороку в світі до 600 мільйонів людей хворіють після виживання забрудненої їжі. Зх. них помирає 420 тисяч людей, у тому числі 125 тисяч дітей віком до 5 років і приблизно у 70 % випадків причиною служить забруднення харчової продукції мікроорганізмами [28].

За даними Департаменту сільського господарства США (*U.S. Department of Agriculture – USDA*), абсолютна більшість пропонованого для реалізації м'яса птиці, яловичини, свинини та риби забруднені бактеріями видів *E. coli*, *Campylobacter*, *Listeria* та інших небезпечних видів бактерій, які потрапляють у нього з кишкового тракту та екскрементів тварин. Їх потрапляння в організм викликає харчові отруєння з симптомами від спазмів та болі у шлунку до відмови органів та смерті. Кожного року в США фіксують близько 75 мільйонів випадків харчового отруєння, з яких до 5000 є фатальними [29].

Залежно від того, який вид забруднення переважає, небажані зміни у м'ясі можуть бути віднесені до двох категорій [30]: *а)* псування в аеробних умовах, та *б)* псування в анаеробних умовах.

Під дією мікроорганізмів в м'ясі можуть розвиватися наступні небажані зміни, іноді з виникненням загрози для здоров'я [31]:

- Ослизнення. Виникає через забруднення мікроорганізмів видів *Pseudomonas*, *Alcaligenes*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*, та *Micrococcus*. Ослизнення також може виникнути під дією певних штамів молочнокислих бактерій.

- Зміна кольору пігментів м'яса. Червоне забарвлення м'яса може змінюватися на зелене, коричневе або сіре через утворення сполук з окисними властивостями, наприклад, пероксиду водню або сульфіду сірки як результат життєдіяльності бактерій, наприклад, видів *Lactobacillus* та *Leuconostoc*.

- Зміна стану жирів. Окиснення ненасичених жирів м'яса відбувається внаслідок їх взаємодії з киснем повітря. Каталізаторами можуть виступати світло, іони міді і певні штами ліполітичних бактерій видів *Pseudomonas*, *Clostridium* та пліснявих грибів *Penicillium*, *Cladosporium*, та *Aspergillus*. Тваринних білків при окисненні під дією дріжджів та бактерій *Pseudomonas* і *Achromobacter* прогоркають, але через утворення у масі утворюваних ними альдегідів та органічних кислот не мають запаху.

- Фосфоресценція під дією фотолюмінесцентних бактерій, наприклад, штаму *Photo-bacterium sp.*

- Зміна кольору поверхні м'яса на яскраво-червоний під дією бактерій *Serratia marcescens*, блакитний під дією бактерій *Pseudomonas syncyanea* і жовтий під дією *Micrococcus spp.* та *Flavobacterium sp.* Забарвлення від зеленкувато-блакитного до коричнюватого може проявитися під дією штамів *Chromo bacterium*.

- Зникнення запаху та смаку. З часом через діяльність бактерій м'ясо набуває небажаних запаху та смаку. В присутності значних кількостей актиноміцетів м'ясо набуває запаху плісняви. Через аеробне розмноження плісняв м'ясо стає липким, на ньому з'являються чорні, зелені та білі плями, а через розкладення жирів м'ясо набуває неприємного запаху та смаку.

Факультативні та анаеробні бактерії здатні розмножуватися за відсутності повітря та приводити м'ясо у стан непридатний для споживання. Основними видами псування є:

- Закисання. Відбувається під дією оцтової, пропіонової, бутилової, бурштинової та вищих жирних кислот, які утворюються у м'ясі під час витримки чи дозрівання. Закисання під дією мікроорганізмів в анаеробних умовах може викликати утворення жирних кислот або молочної кислоти.

- Гниття. Розкладення білків в анаеробних умовах під дією бактерій видів *Pseudomonas* та *Alcaligenes* приводить до псування м'яса та супроводжується виникненням сполук з відразним запахом. Також процес псування під дією бактерій виду *Clostridia* супроводжується утворенням значних кількостей водню та диоксиду вуглецю.

- Виникнення плям. Зазвичай супроводжується набуттям м'ясом неприємного запаху та смаку, що особливо характерно при його перебування в умовах підвищених температур. Неконтрольоване розмноження плісняв та багатьох видів бактерій, наприклад, *Pseudomonas*, *Lactobacillus*, *Alcaligenes*, *Leuconostoc*, *Streptococcus* та *Flavobacterium*, призводить до супроводжуваному закисанням росту плям на поверхні м'яса.

З патогенних бактерій, які найбільш часто зустрічаються у сирому м'ясі і життєдіяльність яких супроводжується забрудненням м'ясної сировини небезпечними для стану здоров'я речовинами (токсинами), визначені наступним чином [32]:

- у яловичині – *Escherichia coli.*, *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, та *Listeria monocytogenes*;

- у свинині – *E. coli*, *Salmonella*, *S. aureus*, and *Yersinia enterocolitica*. У кишковошлунковому тракті також знаходять бактерії штаму *Y. Enterocolitica*;

- у курятині – *Salmonella enteritidis*, *S. aureus*, *Campylobacter jejuni*, *L. monocytogenes*, *E. coli*.

З названих тут штамів бактерій найбільш небезпечними для стану здоров'я визнані *Escherichia coli*, *Salmonella spp.*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogene*, *Proteus vulgaris* [33]. Їх зовнішній вигляд та коротка характеристика подані в таблиці 1.2:

ЗАТВЕРДЖУЮ

Перший проректор Національного
університету біоресурсів і
природокористування України,
академік НААН України



І. І. Ібатулін
2019 р.

СОСИСКИ «ОЗДОРОВЧІ»

Технічні умови

ТУ У 10.1-00493706-064:2019

(Уведено вперше)

Дата надання чинності «23» жовтня 2019 р.

Чинний до «23» жовтня 2024 р.

РОЗРОБЛЕНО

Факультетом харчових технологій та
управління якістю продукції АПК

Декан, д-р. техн. наук, професор, керівник
розробки

Л. В. Баль-Прилипко
«21» 10 2019 р.

Відповідальний виконавець, к.т.н., старший
викладач кафедри технології м'ясних, рибних
та морепродуктів

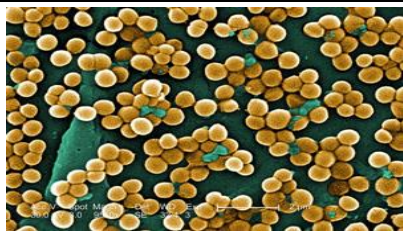
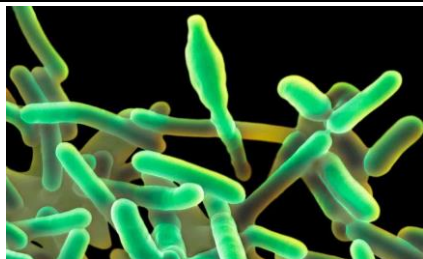
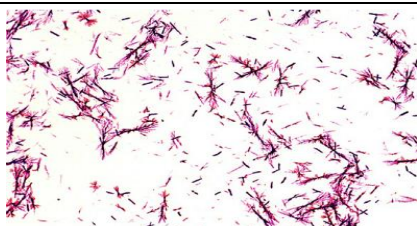
Е. Р. Старкова
«21» 10 2019 р.

Виконавець, аспірант кафедри технології
м'ясних, рибних та морепродуктів

М. В. Рябовол
«21» 10 2019 р.

Київ – 2019

Характеристика основних потенційних видів токсигенної мікрофлори м'ясних виробів.

Характеристика	Зовнішній вигляд
<i>Escherichia coli</i> — короткі (довжина 1–3 мкм, ширина 0,5–0,8 мкм) поліморфні рухомі та нерухомі грамнегативні палички, не утворюють спор, спричиняють харчові отруєння	
<i>Salmonella spp.</i> — грамнегативні бактерії, рухливі за рахунок численних джгутиків, факультативні анаероби, які генерують речовини, що сприяють розкладенню лактози і виникненню харчових отруєнь	
<i>Staphylococcus aureus</i> (золотистий стафілокок) — грампозитивні бактерії кулястої форми, які не утворюють спор і капсул та зумовлюють розвиток токсинів і виникненню нарывів, абсцесів, гайморитів, випадків ангіни	
<i>Listeria monocytogenes</i> — грампозитивні бактерії, що спричиняють лістеріоз	
<i>Proteus vulgaris</i> — грамнегативні рухливі аеробні палички, можуть викликати харчові токсикоінфекції	

Кількість бактерій в одному грамі подрібненого м'яса приблизно в 10 разів більша, ніж в 1 г натурального, а обсімененість ковбасного фаршу порівняно з м'ясним може бути більш високою через те, що часто готується з м'яса, яке зберігалось тривалий час. Значна кількість мікроорганізмів, особливо спорових, потрапляє у нього зі спеціями. Викликані їх наявністю у

м'ясній продукції отруєння ділять на дві групи: харчові токсикоінфекції та харчові токсикози, а також отруєння змішаної етіології (за умови сполучення харчової токсикоінфекції та токсикозу).

До харчових токсикоінфекцій відносять гострі кишкові захворювання, які виникають при вживанні продуктів, де відбулося масивне розмноження мікроба-збудника та накопичення токсинів. До збудників харчових токсикоінфекцій відносять представників сімейства *Enterobacteriaceae*: *Proteus vulgaris*, *P. mirabilis*, *Citrobacter*, *Hafnia*, *Klebsiella*; сімейства *Vibrionaceae*: *V. parahaemolyticus*; сімейства *Bacillaceae*: *Bac. cereus*, *CL. perfringens*; сімейства *Streptococcaceae*: *S. faecalis*; сімейства *Pseudomonadaceae* – *P. aeruginosa*. По типу токсикоінфекцій часто проходять захворювання, викликані ешеріхіями, сальмонелами, шигелами.

До харчових токсикозів відносять токсикози бактеріальної природи: ботулізм, стафілококова харчова інфекція. Токсикози викликаються токсинами без участі мікроорганізмів, які їх виділяють. Харчові отруєння змішаної етіології обумовлені одночасною дією двох з названих вище збудників [34].

Критеріями безпечності м'ясної продукції з точки зору бактеріального забруднення визнані [35]:

- відсутність сальмонели в:
 - м'ясному фарші та приготованих для споживання напівпродуктах;
 - м'ясному фарші та напівпродуктах, споживання яких передбачається у приготованому вигляді;
 - м'ясі після обвалювання;
 - м'ясних продуктах, які споживатимуться у сирому вигляді;
 - приготованих з м'яса птиці м'ясних продуктах призначених для споживання у приготованому вигляді;
 - свіжому м'ясі птиці.
- обмеження 100 одиницями кількості колоній бактерій штаму *Listeria Monocytogenes* в готовій для споживання їжі у стані попередження їх

подальшого розвитку, або такої, де кількість таких колоній при зберіганні не перевищуватиме 100 одиниць.

- відсутність бактерій штаму *Listeria Monocytogenes* протягом визначеного обмеженого часу в підготовлених для реалізації харчових продуктах, де можливе розмноження цих бактерій.

Таким чином, крім умови насичення ринку достатньою кількістю м'ясних продуктів, основною тенденцією розвитку м'ясопереробної промисловості став пошук способів покращення якості та ступеню безпечності м'ясної продукції. Пріоритетами виробників стало зменшення рівня впливу потенційно негативного впливу інгредієнтів композицій на стан здоров'я споживачів, підвищення біологічної цінності готової продукції та досягнення екологічної чистоти виробництва [36]. При вирішенні першої з названих проблем основним завданням стало зведення до мінімуму чисельності небезпечних для здоров'я мікроорганізмів при збереженні повноцінності спожитого продукту [37].

1.3. Роль бактеріальних культур у створенні функціонального продукту

З основних вимог, які виставляються до показників якості м'ясної продукції є її бактеріальна безпечність, оскільки на практиці усі її види містять велику кількість мікроорганізмів і присутність у ній деяких видів мікроорганізмів (бактерій родів *Pediococcus*, *Staph. aureus*, *Cl. Botulinum*, деяких інших їх видів, дріжджових грибків, плісняв та ін.) є вельми небажаною. Тому умовами допуску виготовлених ковбасних виробів до реалізації є відсутність або принаймні мінімальна кількість присутніх у масі токсикогенних та хвороботворних організмів.

Загальновизнаним способом запобігання забрудненню є дотримання санітарних та технологічних умов виробництва, дотримання персоналом вимог належної гігієнічної практики технологічних, забезпечення належних

умов зберігання та дистрибуції готової продукції. Проте ці заходи покликані, головним чином, запобігти розмноженню небажаної мікрофлори і оскільки вона в масі присутня практично у 100 % випадків, для підвищення рівня безпечності виробленого продукту технологами широко використовується прийом додавання у фаршеву масу бактеріальних препаратів, так званих «стартових культур», які, з одного боку, синтезують корисні для кінцевого продукту речовини, наприклад, молочної кислоти, а з іншого – пригнічують розвиток небажаних мікроорганізмів, коли величезна кількість щойно доданих бактерій конкурує за необхідні для їх харчування компоненти фаршевої маси (вологу, кисень, вуглеводи, протеїни) і тим гальмує розвиток патогенних та умовно-патогенних мікроорганізмів.

Поставлену задачу у багатьох випадках вирішують додаванням у м'ясну сировину стійких до дії кислоти пробіотичних бактеріальних препаратів характерних серед іншого антагоністичною дією у відношенні патогенної мікрофлори. Таким вимогам відповідають зокрема лактобацили, стрептококи, біфідобактерії та деякі інші види мікроорганізмів [38, 39]. З розвитком сучасних біотехнологій у якості стартових культур використовують композиції, які складаються з декількох різних штамів і видів мікроорганізмів, спільна дія яких виявляє більш ефективну синергічну, профілактичну та метаболічну дію, порівняно з використанням якогось одного штаму мікроорганізмів. Вони, зокрема продукують цілий комплекс речовин, характерних властивостями антибіотиків та інших речовин, які пригнічують діяльність багатьох видів мікроорганізмів, у тому числі й тих, що характеризуються несприятливим впливом на життєдіяльність «організмів-господарів».

Однак цим роль стартових бактеріальних культур не обмежується, оскільки вони приймають активну участь і у процесі визрівання ковбасних виробів виробляють різні екзо- та ендоферменти, такі, як колагенази та елестази, які сприяють формуванню ряду інших властивостей готових виробів, зокрема покращують цінність та ніжність м'ясної сировини з великим вмістом

сполучнотканинних білків. У більшості випадків цього досягають ферментацією м'ясної сировини (реалізацією метаболічних процесів хімічного перетворення органічних субстратів під дією ензимів), для чого найчастіше у м'ясну сировину вводять бактеріальні препарати, діяльність яких забезпечує проходження у бажаному напрямку біохімічних перетворень, продукуванню ферментів, вітамінів та незамінних амінокислот [40, 41].

До складу стартових культур включають цілий комплекс видів мікроорганізмів, у тому числі:

- лактобацили, які відповідають за зниження рН, формування кольору та утворення ароматичних компонентів;
- стафілококи та мікрококи;
- культури плісняв, які в процесі життєдіяльності редукують нітрати, блокують окиснення під дією пероксидів та утворюють ароматичні компоненти;
- дріжджі та стрептоміцети, які беруть участь у формуванні кольору та аромату готового продукту.

За характером дії складові бактеріальних препаратів можуть бути умовно розподілені відповідно до виконання ними функціональних дій на наступні групи [42]:

- продукування молочної кислоти (молочнокислі культури);
- фіксація кольору та аромату;
- формування характерної захисної поверхні (дріжджі та плісняві культури);
- культури, відповідальні за синтез речовин біозахисної дії, т. зв. бактеріоцинів.

Біосинтез молочної та інших органічних кислот бактеріями сприяє підвищенню ніжності та соковитості м'яса завдяки тому, що вони сприяють розбухання колагену і тим розрихленню тканини і гідролізу низькомолекулярних сполук.

Перевагами використання прийому введення у м'ясну масу стартових культур визнані:

- на момент додавання культури технологам відомі достатні для досягнення бажаного ефекту кількості і види мікроорганізмів, рекомендованих до введення штамів;
- для кожного рекомендованого температурного режиму ферментації на ринку присутні оптимізовані до нього культури. Так, традиційні технології вимагають для виробництва елітних сортів ковбасних виробів приблизно тримісячного (і більшого) строку, але при введенні стартових культур він може бути скороченим до кількох тижнів і навіть днів [43];
- виробництво ферментованих ковбасних виробів не має «секретів» і досягнення стабільної якості можливо протягом цілого року і в будь-яких кліматичних зонах;
- присутність у масі введених навмисно бактеріальних культур сприяє гальмуванню розвитку небажаної мікрофлори.

Кислотність м'ясної сировини при температурі ферментації не вище 32⁰С, необхідна для досягнення поставленої задачі, повинна досягти значень рН мінімум 5,3 протягом не більш, ніж за 30 годин.

Однак збільшення рівня кислотності функції бактеріальних культур не обмежуються. За сучасними поглядами, оптимальним складом бактеріального препарату повинен крім молочнокислих бактерій включати грам- та каталазопозитивні коки, наприклад, непатогенні стафілококи здатні забезпечити притаманні м'ясним продуктам бажані органолептичні показники якості [44, 45].

Проте однозначних правил застосування бактеріальних культур не існує і кожен розробник пропонує власний набір культур. Загальними правилами при цьому виборі є те, що застосовні культури при простоті застосування не повинні продукувати патогени і токсичні сполуки (тирамін, гістамін,

путресцин тощо). використовувані в технологічних цілях молочнокислі бактерії не повинні крім того генерувати пероксиди, гази та оцтову кислоту [46-49]. Продуковані мікроорганізмами ліпази беруть участь у розщепленні жирів з утворенням сполук, які беруть участь у формуванні аромату ковбасних виробів [50,51]. Для цього зазвичай використовують штами, які крім молочної кислоти продукують амінокислоти, карбонільні сполуки, низькомолекулярні жирні кислоти [52,53]. Неабияке значення при виборі стартових культур відіграє здатність молочнокислих бактерій, які в процесі життєдіяльності синтезують речовини, характерні антагоністичною активністю до шкідливої мікробіоти. Серед таких найбільшу кількість складають диоксид вуглецю, оцтова кислота, та характерні бактерицидною активністю низькомолекулярні пептидні сполуки, відомі під груповою назвою «бактеріоцини» [54-59]. Відповідно до цих властивостей, найчастіше використовують наступні штами мікроорганізмів (табл. 1.3) [60-63]:

Таблиця 1.3

Бактеріальні культури, рекомендовані для використання у виробництві ферментованих ковбас

Штам	Рід	Вид	Характер дії
Молочнокислі бактерії	<i>Lactobacillus</i>	<i>L.plantarum</i>	Вироблення кислоти
		<i>L.pentosum</i>	
		<i>L.sakei</i>	
		<i>L.curvatus</i>	
	<i>Pediococcus</i>	<i>P.acidilactici</i>	Вироблення кислоти/прискорення ферментації
		<i>P.pentosaceus</i>	
Бактерії консервуючої дії	<i>Kocuria (Micrococcus)</i>	<i>K.varians</i>	Формування кольору та аромату
	<i>Staphylococcus</i>	<i>S.xylosus</i>	Формування кольору та аромату
		<i>S.carnosus</i>	Формування кольору та аромату
Дріжджі	<i>Debaryomeces</i>	<i>D.hansenii</i>	Формування кольору
	<i>Candida</i>	<i>C.famata</i>	Формування кольору
Плісняви	<i>Penicillium</i>	<i>P.nalgiovense</i>	Утворення білої плісняви на поверхні
		<i>P.chrysogenum</i>	Утворення білої плісняви

			на поверхні
--	--	--	-------------

Процеси життєдіяльності названих у таблиці мікроорганізмів призводить також до пригнічення розмноження токсигенних та хвороботворних мікроорганізмів [35, 37]. Крім скорочення тривалості технологічного циклу, їх використання сприяє покращенню показників якості готової продукції [64]. Умовою їх використання у якості стартових культур є домінування доданих штамів над природною мікрофлорою та вироблення бажаних продуктів їхньої життєдіяльності. Під такими розуміють препарати живих форм мікроорганізмів, які після внесення у субстрати починають розвивати метаболічну діяльність у бажаному напрямку, тобто синтезувати необхідні метаболіти і тим прискорювати процеси ферментації, а також підвищувати якість готового продукту [40, 41].

Найважливішим критерієм їх вибору є проявлення ними антагоністичної дії на потенційно присутні у сировині патогенні та умовно патогенні мікроорганізми. До стартових культур пред'являють ряд вимог: вони повинні бути безпечними для людини, характеризуватися високою швидкістю росту та бути стійкими в умовах проведення процесів виробництва.

Склад використовуваної з цією метою мікрофлори характеризується різноманітністю і залежить від уподобань споживачів. У даний час з цією метою найчастіше використовують суміші молочнокислих бактерій, стафілококів, мікрококів та педіококів штамів *Lactobacillus spp.*, *Lactobacillus sakei*, *Staphylococcus xylosus*, *Staphylococcus carnosus*, *Pediococcus pentosaceus*, *Pediococcus acidilactici*), грибів, дріжджів (*Candida famata*, *Penicillium chrysogenum*, *Penicillium nalgiovense*, *Penicillium nalgiovense spp.*, *Penicillium camembertii*, *Debaryomyces hansenii* [65-67].

За іншими даними, до використання у виробництві ферментованих м'ясних виробів рекомендують використовувати нетоксигенні штами бактерій видів *Carnobacterium*, *Enterococcus*, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Oenococcus*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Tetragenococcus*, *Vagococcus*, *Weissella* [35].

Усі ці мікроорганізми за створення сприятливої кислотності середовища здатні відновлювати нітрити. Для цього у стартові культури вводять додатково молочнокислі бактерії або їх суміші з бактеріями інших таксономічних груп. Серед варіантів, які використовуються для ферментації м'ясних систем, найбільш часто застосовують суміш мікроорганізмів штамів *Staphylococcus carnosus*, *Lactobacillus sakei* и *Staphylococcus xylosus* [68].

Мікроорганізми, які входять до складу стартових культур, розщеплюють вуглеводи з утворенням органічних кислот, що призводить до зниження рН та прискорення процесу денітрифікації, гальмування росту небажаної мікрофлори, формування специфічних органолептичних характеристик. Так, введення у м'ясні системи молочнокислих бактерій сприяє утворенню етанолу та за рахунок розщеплення жирів – ліпази а також суттєво зменшує величину рН внаслідок продукування молочної, піровиноградної, оцтової та деяких інших кислот, диоксиду вуглецю та газоподібного водню. При цьому у масі також можуть утворюватися і більш екзотичні продукти, наприклад, оцтова та бутилова кислота, етилен, ацетон [65, 69,70].

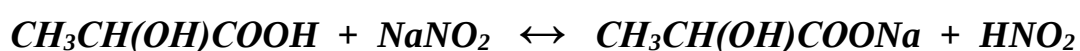
Наявність специфічного запаху і смаку зумовлена присутністю карбонільних сполук (альдегідів, кетонів), компонентів із вмістом сірки, органічних кислот, фенолів, спиртів, ефірів [71,72].

Результатом утворення ряду органічних кислот стає наростання рівня кислотності середовища (що фіксується за зменшенням величини водневого показника рН) супроводжуваного розщепленням глікогену м'язової тканини, покращенням консистенції та збільшенням стійкості виробленого за їх участі продукту в процесі зберігання. Ефект супроводжується гальмуванням або навіть повним припиненням життєдіяльності гнилісної мікрофлори та прискоренням процесів дозрівання [73].

При додаванні у м'ясну сировину вони швидко розмножуються, а продукти їхнього метаболізму гальмують розвиток небажаних штамів гнилісної, патогенної та умовно-патогенної мікрофлори. Антагоністичний ефект досягається як за рахунок наростання в масі концентрації суміші

органічних кислот, так і внаслідок утворенні у результаті вторинного метаболізму так званих бактеріоцинів – інгібіторів їхнього розвитку. Зазначені бактеріальні штами характерні також антиоксидантними властивостями. Серед продукованих ними ферментів ідентифіковані супероксиддисмутаза та пероксидаза здатні дезактивувати відповідальні за прогорання м'ясної продукції сполуки, перш за все пероксид водню, а також запобігати утворенню хелатів металів змінної валентності як каталізаторів процесів їх утворення.

Використання молочнокислих та деяких інших штамів бактерій у виробництві м'ясних продуктів набуло останнім часом розвитку також і завдяки їх здатності зменшувати у готових м'ясних композиціях вміст залишкового нітриту натрію [74, 75]. За рахунок прискорення та інтенсифікації процесу утворення кислот під дією молочнокислих бактерій, у масі м'ясної сировини швидко наростає рівень кислотності (зменшення pH). Це призводить до того, що залишки введеного у м'ясну суміш на початку технологічного циклу нітриту натрію після взаємодії з міоглобіном піддаються у кислому середовищі дії іонів водню. У результаті у системі за участі новоутвореної молочної кислоти реалізується оборотна реакція утворення нестабільної нітратної (азотистої) кислоти:



Остання розкладається з утворенням оксиду азоту (II):



Утворений при частковому розкладенні нітриту оксид азоту вступає в цільову реакції з міоглобіном, а свідомо введений у м'ясне середовище його надлишок лишається розчиненим у масі

У суміші з бактеріями роду *Staphylococcus*, в системі проходить розщеплення білків на вільні амінокислоти, та ряд інших сполук, необхідних для формування бажаного смаку композиції – формальдегіду, 2-гексаналу, діацетилу та ряду інших [65, 66]. Також стафілококові бактерії виконують додаткову функцію синтезу ферменту нітратредуктази, прискорюючи тим

проходження процесу відновлення утвореного з NaNO_2 нітрату натрію (розділ 3.2.1) знову у нітрит. Зважаючи на те, що реакція утворення оксиду азоту з нітриту є оборотною, а кількість міоглобіну у м'ясній системі обмежена, у готовому продукті завжди залишається певна кількість незмінного нітриту натрію і повного його вичерпання досягти в абсолютній кількості не вдається. Проте за присутності продуктів життєдіяльності молочнокислих бактерій супроводжуваної збільшенням концентрації розчиненої молочної кислоти за рахунок зсуву реакції розкладення нітратної кислоти вправо у системі реалізується практично повне розкладення нітрит-іону з утворенням вільного оксиду азоту, який з часом з системи дегазується.

Продуктами життєдіяльності рекомендованих до використання штамів є у тому числі бактеріоцини – специфічні білки, які подавляють життєдіяльність клітин токсигенних мікроорганізмів і можуть з цієї точки зору розглядатися як антибіотики вузького спектру дії [76].

Антагоністичні властивості мікроорганізмів можуть бути обумовлені наступними механізмами [45]:

- здатністю змінювати рН середовища у кислу сторону;
- утворенням токсичних метаболітів та протеолітичних ферментів;
- утворенням речовин з властивостями антибіотиків.

Використання стартових культур сприяє суттєвому скороченню тривалості технологічного циклу при подовженні терміну зберігання та збереженні смакових та фізико-хімічних властивостей [77]. Але найбільш широко в процесах ферментації м'ясних виробів використовують молочнокислі бактерії, основним продуктом життєдіяльності яких є молочна кислота, накопичення якої позитивно впливає на мікробіологічні, органолептичні та фізико-хімічні показники якості м'ясних виробів [78].

За участі молочнокислих бактерій відбуваються біохімічні перетворення основних компонентів м'яса з утворенням сполук, які обумовлюють покращення його смаку, аромату та консистенції, та одночасно пригнічується

розвиток шкідливої і патогенної мікрофлори за рахунок їх метаболітів антибактеріальної дії [77, 78].

Ще одною корисною властивістю молочнокислих бактерій є їх здатність зв'язувати розчинений у масі кисень, знижуючи при цьому окисно-відновний потенціал системи і тим захищати ліпіди від окиснення, що слугує додатковим бар'єром для розвитку патогенних мікроорганізмів [79]. Ефективність процесу денитрифікації продукту зростає з введенням у систему каталазопозитивних непатогенних коків, наприклад культури *Kocuria rosea* [80]. Так, у роботі [75] було показано, що введення у систему культури *Staphilococcus carnosus* у фарші, використовуваному для виробництва варених ковбас спостерігається повна відсутність нітриту-іону.

Коли під дією молочнокислих бактерій кислотність м'ясної системи досягає 5 – 6 одиниць рН прискорюються процеси розкладення нестабільної нітратної (азотистої) кислоти, завдяки чому у масі зменшується залишкова концентрація NaNO_2 і відбувається її насичення оксидом азоту [81]. Тому при розробленні рецептур м'ясопродуктів з підвищеним рівнем безпечності слід відшуковувати розумний компроміс, а існуючі тенденції в області виробництва харчових продуктів зі зниженим вмістом натрію, у тому числі його нітриту, запропоновано реалізувати різними способами, включаючи зменшення кількості доданої кухонної солі; її часткову заміну на інші солі; використання біологічних та білкових препаратів, антиоксидантів, ароматизаторів, підсилювачів смаку; додавання трав, спецій, прянощів, а також комбінуванням названих прийомів [82].

1.4. Проблеми надходження в організм надлишку натрію та способи їх вирішення

Натрій є одним з найважливіших елементів, необхідних для підтримання нормального стану організму. Людський організм містить в середньому 250 грамів хлориду натрію розчиненої переважно у плазмі крові [83, 84]. Необхідна для підтримання здорового способу життя концентрація натрію у

плазмі варіюється у діапазоні 120-170 мг-екв/л [85]. Його споживання сприяє нормальному функціонуванню травної системи та вже при помірних дозах пригнічує розвиток гнилісних бактерій. Проте, через постійну втрату натрію, наприклад, з потом та сечею, слід постійно поповнювати, що відбувається за рахунок надходження з харчовими продуктами, переважно з кухонною сіллю (хлоридом натрію, NaCl).

Середньостатистична проба кухонної солі за хімічним складом на 94-99% складається з хлориду натрію і містить у незначних кількостях магній, калій, залізо, фтор, мідь, марганець [86]. Для харчування людини сіль не має замінників і в цьому сенсі за значимістю може бути порівняна тільки з водою [87]. Внесений із сіллю хлорид перетворюється на хлороводневу кислоту, яка бере участь у розкладенні білків та вуглеводів на поживні складові.

Натрій у тонкому кишечнику активує абсорбцію спожитих з їжею амінокислот та глюкози і позитивно впливає на стан нирок, які утримують поживні речовини і не дозволяють виводити їх з організму. Його наявність завдяки утриманню у організмі рідини сприяє регуляції водно-сольового балансу та активує відповідальний за підтримання нормального артеріального тиску білок ангіотензин II [88]. Присутність натрію також позитивно впливає на функціонування нервової системи завдяки підтриманню на належному рівні потенціалу нервових клітин: за отримання сигналу, вони генерують електрохімічний імпульс, який сприймають сусідні клітини. При недостатності натрію така взаємодія уповільнюється, що може призвести до порушень м'язової діяльності. З урахуванням цього, за даними для підтримання нормального стану організму Інституту Лайнуса Полінга (*Linus Pauling Institute, State of Oregon, USA*), людині потрібно споживати близько 1500 міліграмів натрію (3.8 грами кухонної солі) на день [88]. Однак, дещо більший індекс споживання натрію був визначений у 2019 р. Службою з питань харчової продукції та харчування (*The Food and Nutrition Board*) Національної академії медицини США на рівні добового споживання у 2300 мг на день (додаток 1) [89]. Фактичний же рівень споживання натрію у

більшості країн світу істотно перевищує рекомендовані норми. Так, рівень денного споживання катіону натрію становить у США 3.2-3.7 г, у Сполученому Королівстві 3.7 грама, а в азійських країнах перевищує 5 грамів на день (більш, ніж 12 грамів хлориду натрію на день) [90].

При тому більшість людей не в змозі об'єктивно оцінити кількість спожитої ними солі, оскільки більша її частина надходить з їжею, що пройшла попередню переробку (наприклад, з закупленими напівпродуктами, шинкою, копченостями, сиром, солоними закусками) та продуктами споживаними зазвичай у великих кількостях, наприклад, хлібом. Значні кількості солі також надходять у продукти в процесі їх приготування та на місці споживання (наприклад, при підсолюванні поданих на стіл страв).

Надлишок розчиненого у плазмі натрію порівняно з фізіологічно виправданими нормами веде до суттєвого підвищення рівнів захворюваності та смертності [90], з чого постає проблема зменшення рівня споживання натрію, а оскільки абсолютна його більшість, близько 90 % загального надходження в організм припадає на хлорид (решта – з бікарбонатом та глутаматом натрію) [91]. З цього слідує, що оптимальним напрямком дії із зменшення кількості спожитого натрію є скорочення споживання саме кухонної солі. За висновками Всесвітньої Організації Охорони Здоров'я, зменшення споживання хлориду натрію до менш, ніж 5 грамів на день, може попередити смерть 1,7 мільйона людей на рік [92]. При тому більшість людей споживає надмірну кількість натрію на фоні недостатнього споживання калію (менш, ніж 3,5 грама на день) [93,94]. Така практика призводить до підвищення кров'яного тиску, що у свою чергу збільшує вірогідність розвитку серцево-судинних захворювань, інфарктів та інсультів [87]. Зважаючи на це, в Європі на початку 1970-х був розпочатий випуск сумішей хлоридів натрію та калію. В Італії, наприклад, співвідношення цих солей становить по масі 50:50, у Польщі – 70:30 та 30:70, в Іспанії 35:65, в Фінляндії – 30:70.

При тому кількість спожитого натрію має бути достатньою для заміщення її втрат і суттєво варіюється у залежності від активності суб'єкта,

особливо у випадках виконання супроводжуваної підвищеним виділенням поту важкої фізичної праці. Згідно з даними Американської Асоціації з питань охорони здоров'я (*American Health Association*), для компенсації пов'язаних з цим втрат, додатково потрібно споживати близько 180 міліграмів натрію на день [95].

Проте надмірне споживання солі викликає порушення загального стану здоров'я, що проявляється, зокрема, у розтягненні м'язових волокон та погіршенню здатності м'язів скорочуватися у повному об'ємі; виникненні запалень у нирках, нефропатії, нирковій недостатності; погіршення провідності нервових імпульсів у мозку; згущенні крові та підвищенні кров'яного тиску і зростанні небезпек аритмії та інсульту. Спеціальними дослідженнями показано, що щоденне збільшення споживання натрію на кожні 5 мілімолей (2,932 грами *NaCl*) збільшує і рівень серцево-судинних захворювань – інсультів на 6 %, інших захворювань на 19 % [96]. До того ж надлишок у раціоні солі призводить до накопичення в організмі води. При цьому людина може проявляти гіперактивність та надмірну збудливість.

Деякі харчові продукти відзначаються особливо великим вмістом солі. До таких відносяться зокрема (рис. 1.2) [97]:

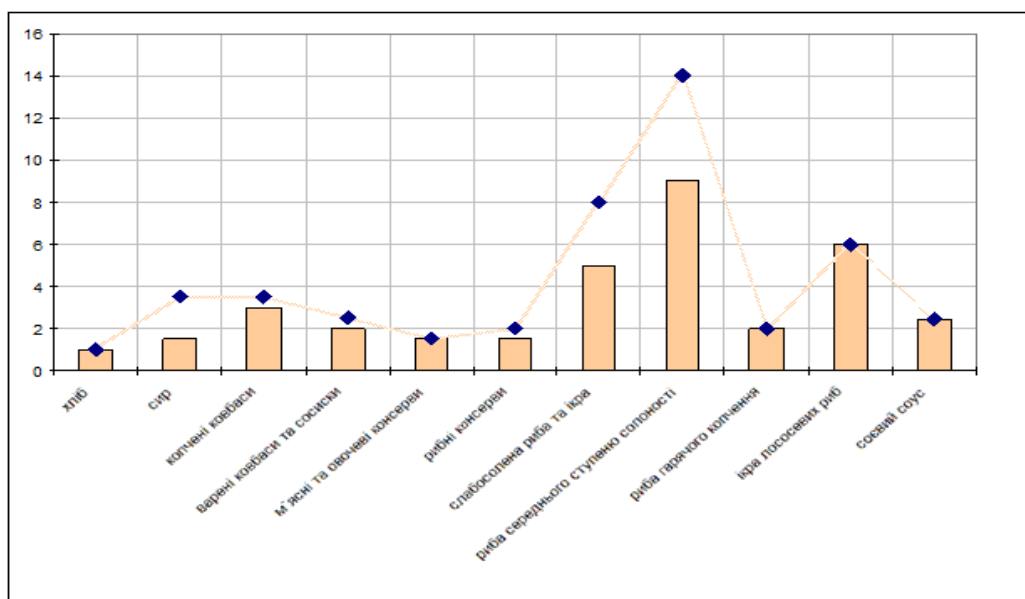


Рис. 1.2. Масова частка хлориду натрію у деяких продуктах (г/100 г)

Тому споживання зазначених продуктів рекомендовано обмежити, зокрема відмовитися від гострих приправ, консервів та ковбасних виробів [98]. При переважанні солоної їжі також виникають онкологічні новоутворення. Наприклад, японці масово страждають від раку шлунку через те, до їх раціону входять головним чином солоні та мариновані продукти [99].

Таким чином, для підтримання належного стану організму крім споживання збалансованих кількостей поживних речовин, абсолютній більшості споживачів конче необхідно зменшити споживання сполук натрію, перш за все кухонної, структура надходження якого з харчовими продуктами характеризується такими даними: з зерновими – 35 %, м'ясом та м'ясними продуктами – 26 %, овочами – 11 %, молочними продуктами – 8 %, іншими продуктами – 20 % [100].

М'ясні продукти характеризуються досить високим вмістом хлориду натрію, який, залежно від виду продукту, змінюється у діапазоні 1,2 – 6%, а інколи досягає і 12% [75, 94], а з наявного на ринку асортименту переважну більшість складають ковбасні вироби (до 60 % від їх загальної кількості) (рис. 1.2) [101]. Ковбасні вироби при тому містять у своєму складі 1.3-3.5 % кухонної солі (від 6 до 14 грамів натрію на кілограм продукту) [101, 102]. Так, вміст натрію у 10 найбільш широко вживаних в Європі сортах ковбас (рис. 1.3) [103]:

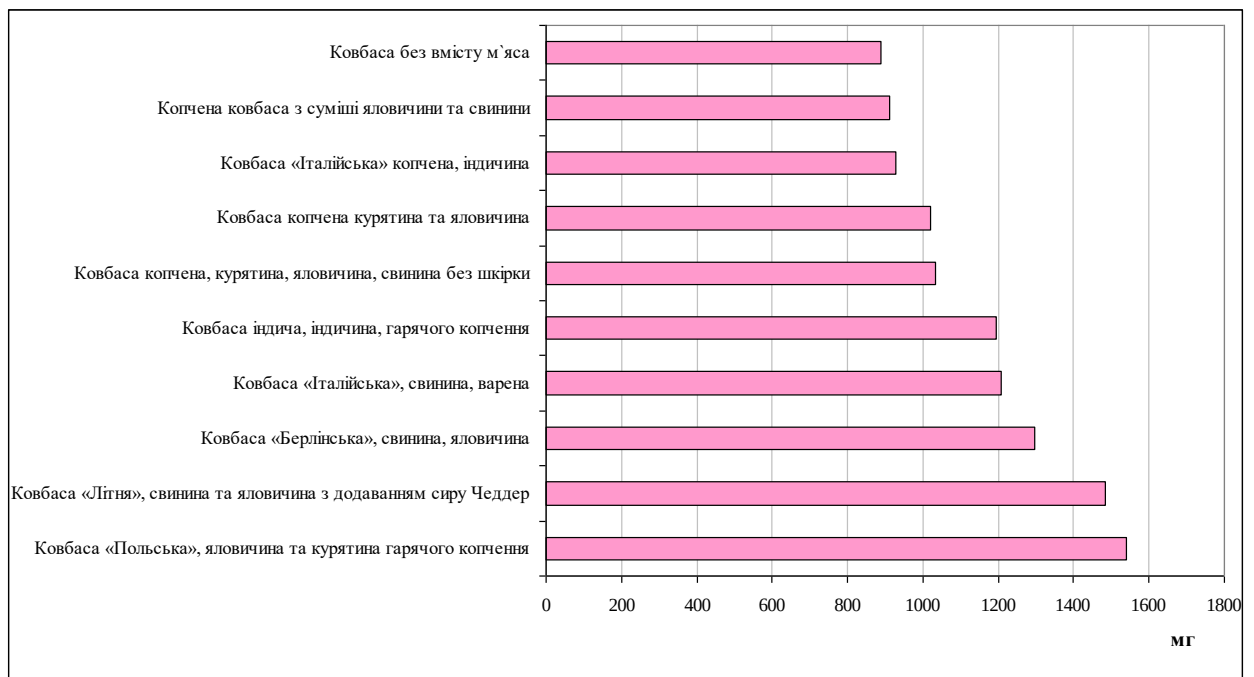


Рис. 1.3. Вміст натрію у деяких видах ковбас (мг/100 г)

Тому для послаблення негативного впливу надлишку вжитої солі більш підходящою є так звана малосольова дієта, якою передбачене мінімальне вживання кухонної солі. Згідно з загальними рекомендаціями, надходження натрію в організм може бути зменшеним частковою заміною кухонної солі ароматичними травами та спеціями, а також обмеженням споживання харчових продуктів, які містять велику кількість доданої солі (м'ясо після кулінарної обробки, консервовані супи, солоні закуски на кшталт підсолених хлібобулочних виробів) [104].

Проте це не означає повної відмови від вживання солі, оскільки її велика кількість міститься у продуктах тваринного походження – м'ясі, рибі, яйцях. Значно менша кількість солі міститься у овочах та фруктах (виключення – шпинат, селера, червона капуста та буряк). Тому коли йдеться про безсольову дієту, це означає, що додавати сіль у їжу при приготуванні не потрібно, а не відмовлятися від продуктів, до складу яких входить сіль [105, 106]. Для збереження здоров'я організму достатньо щоденного надходження 300 міліграмів солі [104].

Але й така практика використання солі протягом тривалого часу не може бути рекомендована, оскільки кухонна сіль корисна та необхідна для

організму людини: натрій є важливою складовою міжклітинної рідини, лімфи, клітин м'якої та кісткової тканин. За участі кухонної солі створюється сприятливий для діяльності усіх клітин ізотонічний тиск рідин організму, а іони натрію та хлору беруть участь у всіх найбільш важливих життєвих процесах [105, 107] і за недостатнього їх надходження можливе порушення водно-сольового балансу організму та погіршення через це стану здоров'я.

Таким чином, одною з актуальних проблем сучасної м'ясопереробної галузі є зменшення кількості натрію у ковбасних виробках [108, 109]. Проте, з іншого боку, регуляція кількості самого лише катіону натрію не вирішує проблем повноцінності балансу солей, які надходять в організм з харчовими продуктами, оскільки крім нього у раціоні повинна міститися значна кількість катіону калію як одного з життєво необхідних для організму елементів. Калій, поряд з натрієм та хлоридом, бере участь в регулюванні водно-сольового обміну і підтримує нормальний осмотичний тиск та баланс тканинних та внутрішньоклітинних рідин в організмі. За достатньої кількості калію нормалізується високий кров'яний тиск, зменшується ризик виникнення серцево-судинних захворювань та, завдяки тому, що калій в організмі виступає як антагоніст натрію, послаблюються негативні наслідки підвищеного споживання NaCl [110]. За інформацією ВООЗ, оптимальна денна кількість калію для дорослих близька до 4700 міліграмів [111].

У той же час, масла та жири рослинного і тваринного походження калію не містять. Тому при складенні раціонів слід цей фактор брати до уваги і вносити в нього відповідні корективи. Як джерело надходження не може вважатися і звичайна кам'яна сіль, яка за даними національного стандарту ДСТУ 3583:2015 Сіль кухонна. Загальні технічні умови [112] калію містить лише 0,1-0,2 %. При рекомендованому денному споживанні кухонної солі 3,8 грама в організм надходитиме лише 38-40 міліграмів калію – менш, ніж 1 % рекомендованої ВООЗ норми.

Вихід може бути знайденим при споживанні багатих калієм продуктів, більшість яких не може розглядатися як постійна складова раціону – кураги,

горіхів, чорносливу, чорної смородини. З доступних більшості споживачів продуктів можна назвати лише картоплю (500-570 мг/100 г) та рибні і м'ясні блюда (150-400 мг/100 г), споживання лише яких не може розглядатися як здорова альтернатива названим вище продуктам. Зокрема, надмірне споживання картоплі може викликати небажані зміни у стані організму, перш за все перевищення рекомендованих норм споживання вуглеводів та пов'язане з цим накопичення у організмі надмірної кількості жиру. Тому крім збагачення раціону зазваними вище продуктами, найбільш прийнятним слід вважати спосіб часткової заміни хлориду натрію на хлорид калію.

1.5. Склад та властивості солей, пропонованих до використання у м'ясній промисловості

Хлорид натрію є одною з найбільш поширених у природі сполук натрію. Залежно від способу видобутку, сіль може бути класифікована за двома категоріями: сіль кам'яна (видобута шахтним методом), найчастіше у формі мінералу галіту, та сіль, отримана випарюванням морської води (так звана «морська» сіль, річний видобуток якої складає 6-7 мільйонів тонн) [113, 114]. Морську сіль використовують переважно на харчові потреби, а на промислові та технічні проблеми – переважно кам'яну сіль. При тому значна кількість кам'яної солі йде і на харчові потреби, але її якість повинна відповідати фізіологічним потребам. Так, в таблиці 1.4 показаний її склад, нормований в Україні національним стандартом ДСТУ 3583:2015 [112]:

Таблиця 1.4

Склад кухонної солі, нормований стандартом ДСТУ 3583:2015

Показник	Норма в перерахунку на суху речовину для сорту			
	екстра	вищого	першого	другого
Масова частка хлориду натрію, %, н.м.	99,70	98,40	97,70	97,00
Масова частка іону кальцію, %, н.б.	0,02	0,35	0,50	0,65
Масова частка іону магнію, %, н.б.	0,01	0,05	0,10	0,25

Масова частка іону сульфату, % н.б.	0,16	0,80	1,20	1,50
Масова частка іону калію, %, н.б.	0,02	0,10	0,10	0,20
Масова частка оксиду заліза (III), %, н.б.	0,005	0,005	0,01	0,01
Масова частка сульфату натрію, %, н.б.	0,20	Не нормується		
Масова частка нерозчинного осаду, %, н.б.	0,03	0,16	0,45	0,85
Масова частка вологи, %, н.б., для:				
- виварочної	0,10	0,70	0,70	-
- кам'яної	-	0,35	0,35	0,35
- самосадної	-	3,20	4,00	5,00
рН розчину	6,5-8,0	Не нормується		

Проте не вся видобута шахтним чи іншим способом кам'яна сіль може бути використаною безпосередньо у харчових цілях. Причина полягає у тому, що у багатьох родовищах мінерал хлорид натрію (галіт) може містити домішки у небезпечних для здоров'я концентраціях [115], а також тому, що сіль може бути інтенсивно забарвлена у невластивий колір (рис. 1.4) [116]:



Рис. 1.4. Різні види природної солі

Така сіль не може бути використана для харчових потреб з токсикологічних, естетичних та часто органолептичних міркувань. З цих причин, за потреби використання саме цієї солі при виробництві харчової продукції єдиним способом є її рафінування, найчастіше випарюванням насичених розчинів, коли більша частина домішок у ньому залишається, а у осад випадає хлорид натрію високого ступеню чистоти, склад якого у більшості випадків відповідає нормам солі кухонної сорту «екстра».

Проте, вживання кам'яної солі викликає підвищення кров'яного тиску, з яких найчастіше спостерігаються інсульти (62 %) та коронарна недостатність

(49 %) [117, 118]. Негативний вплив великих кількостей натрію як при вживанні природної, так і рафінованої солі потребує пошуку способів зменшення його концентрації при збереженні у раціоні необхідної кількості життєво необхідного хлориду. Негативний вплив надлишку натрію може бути послаблений різними способами, наприклад, зменшенням дозування хлориду натрію, або ж використанням альтернативних солей, які при тому ж вмісті життєво необхідного для нормального способу життя хлорид-іону містять його у менших кількостях [82, 119]. За такі найчастіше використовують солі, збагачені хлоридами кальцію та калію. Така заміна сприяє одночасно і нормалізації кров'яного тиску та зменшенню ризику розвитку серцево-судинних захворювань [96, 120].

Найкращою альтернативою кухонній солі при виробництві харчових продуктів визнана морська сіль. Склад рекомендованої до вживання морської солі варіюється у певних межах залежно від місця вироблення, що видно з таблиці 1.5, де наведений склад і співвідношення розчинених солей у водах певних регіонів Світового океану [121].

Таблиця 1.5

**Основні складові морської води окремих регіонів Світового океану
(мг/дм³)**

Компонент	Типовий склад	Східне Середземно-мор'я	Перська затока поблизу Кувейту	Червоне море поблизу Джидди
Хлорид (Cl ⁻)	18980	21200	23000	22219
Натрій (Na ⁺)	10556	11800	15850	14255
Сульфат (SO ₄ ²⁻)	2649	2950	3200	3078
Магній (Mg ²⁺)	1262	1403	1765	742
Кальцій (Ca ²⁺)	400	423	500	225
Калій (K ⁺)	380	463	460	210
Бікарбонат (HCO ₃ ⁻)	140	-	142	146
Стронцій (Sr ²⁺)	13	-	-	-
Бромід (Br ⁻)	65	155	80	72
Борат (BO ₃ ⁻)	26	72	-	-
Фторид (F ⁻)	1	-	-	-

Силікат (SiO_3^{2-})	1	-	1,5	-
Йодид (I^-)	< 1	2	-	-
Інші	-	-	-	-
Загальна солоність	34483	38600	45000	41000

З наведених даних слідує, що співвідношення основних солей (хлоридів і сульфатів натрію, магнію та кальцію), розчинених у водах Світового океану, практично не залежить від місця отримання, а різна ступінь солоності обумовлена лише балансом надходження та випаровування води. Тому з певною мірою допущення можна вважати, що склад морської солі практично не залежить від місця вироблення, а відмінності у концентраціях присутніх у солі другорядних та слідових елементів обумовлені конкретними геологічними умовами конкретного регіону.

Виходячи з цього, у світі прийняті наступні індекси вмісту елементів у отриманій з вод Світового океану солі (табл. 1.6) [122]:

Таблиця 1.6

Іонний склад солі, отриманої з води Світового океану

Компонент	Масова частка, %
Хлориди (Cl^-)	55,03
Натрій (Na^+)	30,59
Сульфати (SO_4^{2-})	7,68
Магній (Mg^{2+})	3,68
Кальцій (Ca^{2+})	1,18
Калій (K^+)	1,11
Карбонати (HCO_3^-)	0,41
Бром (Br^-)	0,19
Борати (BO_3^{3-})	0,08
Стронцій (Sr^{2+})	0,04
Йод (I^+)	5×10^{-6}
Інші	0,01

Проте такого не можна сказати про склад солей, утворюваних при випаровуванні вод безстічних водойм, наприклад, води Мертвого моря (табл. 1.8), яку слід розглядати радше як збагачену хлоридом натрію сіль іншого

металу (додаток 2) [121]. Тому така сіль не може бути використана при постійному використанні для приготування їжі, а переважно для потреб лікування. Тому під терміном «морська сіль» розуміють виключно ту, що була отримана випаровуванням вод відкритих морів. Доцільність її використання може розглядатися і з точки зору рекомендованого дієтологами зменшення вмісту натрію при практичному збереженні масової частки хлориду. Типовий склад такої солі у порівнянні із складом солі, видобутої шахтним способом, наведений в таблиці 1.7:

Таблиця 1.7

Мінеральний склад сухої речовини морської та кухонної солі (%)

Показник	Сіль морська [122]	Сіль кухонна [112]	Сіль кухонна «екстра» [123]
Натрій	30.6	38,4	38.7
Хлорид	55.0	59,3	59.7
Кальцій	1.2	0,4	0.024
Калій	1.1	0,1	0.008
Магній	3.7		0.001
Залізо	н.д.	0,8	0.005
Сульфат	7.7	-	0.16
Гідрокарбонат	0.41	0,85	-
Йод***	5×10^{-6}	-	-
Нерозчинний залишок	0,03	0,25	0,05
Волога	0,10	3,20	1,0

З наведених даних слідує, що морська сіль при тому ж дозуванні містить приблизно на 30 % менше натрію і заміна нею у посолочних композиціях кам'яної солі дозволяє суттєво зменшити у м'ясних системах його вміст і збагатити одночасно продукти життєво необхідними мікроелементами. Так, визначення рентгенофлуоресцентним методом вмісту життєво важливих для нормального функціонування організму мікроелементів в зразках отриманих в Україні зразках кам'яної та морської солі показало [124], що морська сіль містить їх у значно більших кількостях (табл. 1.8):

Таблиця 1.8

Порівняльна характеристика концентрацій мікроелементів (мкг/кг)

Елемент	Морська сіль, зразок № 1	Морська сіль, зразок № 2	Сіль кухонна
Cu	19,4541	11,5962	3,8175
Zn	11,7946	12,2045	5,9886
Br	370,8062	468,5302	144,7611
Rb	2,1117	2,4249	6,4089
Sr	91,7591	255,1589	83,0566
I	0,7272	2,5539	-

Використання морської солі дозволить виконати і рекомендацію дієтологів збагатити споживані продукти життєво необхідним калієм [125]. Проте найгострішою проблемою, яка стоїть перед людством і все ще не знайшла задовільного вирішення, є споживання більшістю населення недостатньої кількості йоду. Документи ВООЗ свідчать, що до 20% світового населення мають захворювання, пов'язані з його дефіцитом, у тому числі до 740 мільйонів страждає внаслідок збільшення щитоподібної залози (ендемичного зобу), а близько 50 мільйонів – пов'язану з дефіцитом йоду виражену розумову відсталість [126]. Ті ж проблеми характерні і для значних територій України, де проживає понад 15 мільйонів осіб, особливо для західного регіону та окремих місцевостей Житомирської, Київської та деяких інших областей [127]. Хронічна нестача йоду в організмі також може викликати серцево-судинні захворювання, у тому числі серцеву недостатність, безпліддя, вроджену глухоту, невропатію, депресивний стан, відставання у фізичному розвитку [128, 129].

Визначено, що найефективнішими з точки зору засвоюваності йоду неорганічними добавками є йодид та йодат калію (відповідно, KJ та KJO₃) [130]. Механізм захисної дії йодат-іону пояснюється тим, що при введенні препарату KJO₃ як у кров, так і з харчовими продуктами йодат JO₃⁻ кількісно відновлюється до йодиду J⁻ і у формі сполуки мінерального характеру засвоюється організмом [131]. Тим не менше, модифікація ж складу кухонної солі тим же йодидом калію (KJ) медиками не рекомендована [132] і проблему в більшості країн світу, у тому числі і в Україні, намагаються вирішити

внесенням у звичайну кухонну сіль добавки йодату калію KJO_3 (або йодату натрію) [133, 134]. Однак такий спосіб не може бути визнаний оптимальним [131] і медичними службами йод рекомендовано вводити в продукти у органічно зв'язаній формі [135]. Основною причиною є те, що а широко використовуваний прийом збагачення кам'яної солі іоном JO_3^- характеризується низькою ефективністю і потребує заміни на використання органічно зв'язаної форми йоду, оскільки:

- біологічно зв'язаний йод утилізується у організмі більш ефективно;
- органічно зв'язані сполуки йоду нормалізують функції щитовидної залози швидше, ніж еквівалентні кількості йодиду натрію, яким збагачують кухонну сіль мінерального походження;
- біологічно зв'язані форми йоду, на відміну від його неорганічних сполук, не викликають ефекту передозування.

При щоденній потребі організму у приблизно 100 мікрограмів, раціон більшості споживачів характеризується значним дефіцитом. Одним з варіантів зменшення дефіциту є заміна звичайної кухонної солі на морську, але за наведеними вище результатами та даними роботи [136] у грамі морської солі міститься, в середньому, лише 2 мікрограми йоду. Тому, за споживання відповідної фізіологічним нормам кількості морської солі (близько 5 грамів на день), навіть з урахуванням того, що йод міститься і у інших спожитих продуктах, потреби організму у цьому елементі забезпеченими не будуть, що потребує пошуку способів збагачення ним раціону.

Найбільш часто використовуваним джерелом збагачення продуктів біологічно доступним йодом визнана морська капуста (ламідарія), у якій його до 95 % знаходиться у вигляді біологічно доступних органічних сполук. Рекомендована збагачена органічно зв'язаним йодом соляна суміш з додаванням концентрату ламідарії рекомендована і Асоціацією дієтологів України для людей, які контролюють рівень цукру в крові, [125, 137]. Проте у ряді випадків, сіль морського походження містить сполук калію, кальцію та

магнію у кількостях, що значно перевищують санітарні норми. У таких випадках технологи використовують композицію, де видобуту шахтним способом кухонну сіль заміняють на морську лише частково. Така технологія дозволяє з одного боку зменшити рівень надходження в організм аніону натрію, з іншого – довести до біологічних потреб вміст у системі важливими для нормального проходження фізіологічних процесів мінеральними солями, зокрема хлоридами калію, заліза та кальцію [138-140].

1.6. Використання у м'ясних системах нітриту натрію та способи зменшення його дозування

Ще одним, проте другорядним, джерелом надходження натрію в організм є його нітрит, NaNO_2 . (харчова добавка кодована як E250). У м'ясній промисловості основною метою його застосування є надання виробам привабливого рожевого кольору, який асоціюється з кольором свіжого м'яса [141]. Слід відзначити, що комплексний вплив на м'ясну сировину та готовий продукт, а саме на характерний колір, смакові та ароматичні характеристики відбувається не стільки під дією нітриту, скільки продукту його відновлення у кислих середовищах – оксиду азоту NO , який в подальшому взаємодіє з міоглобіном м'яса. Результатом є зміна кольору: спершу утворюється нітрозоміоглобін (речовина яскравого червоного кольору), який при подальшому нагріванні перетворюється на рожевий пігмент нітрозогемохром (*nitrosohemochrome*) [142]. Особливо цей ефект проявляється у випадку солених виробів, які за відсутності нітриту мають коричнево-сірий колір [143].

Вивчення процесів, які відбуваються при введенні у харчові продукти добавки нітритів було розпочато у 1900-х. було визначено мінімальне дозування, за якого досягається максимальний ефект від їх застосування, яке, крім надання м'ясним виробам привабливого кольору, впливає на формування смаку м'ясних виробів; гальмує процеси окиснення ліпідів, що викликає прогорання; гальмує розвиток хвороботворних мікроорганізмів [144]. Так, дослідженнями показана ефективність застосування солі у пригніченні розвитку у замороженому м'ясі спор бактерій *Clostridium botulinum*, при тому,

що її застосування мало впливає на життєдіяльність грам-негативних кишкових штамів *Salmonella* та *Escherichia coli*. [145]. Показано, зокрема, що додавання у м'ясні фарші навіть малих кількостей нітриту натрію подовжує термін безпечного зберігання шинки та варених ковбас до п'яти тижнів [146].

Також було доказано, що наявність нітрит-іону сприяє підвищенню загального рівня безпечності м'ясних продуктів [147]. Ще одною функцією цієї солі є її консервуюча та антибактеріальна дія. Роль нітриту не обмежується здатністю утворювати нітрозопігменти. Вона крім того бере участь у процесах формування смаку та аромату ковбасних виробів, гальмує швидкість процесів окиснення ліпідів, гальмує розвиток небажаної мікрофлори [148-150]. Антимікробна активність нітриту особливо помітна у відношенні патогенних мікроорганізмів родів *Salmonella*, *Staphylococcus*, *Clostridia* [151]. Ця сіль пригнічує певною мірою розвиток токсигенних плісняв і практично не впливає на дріжджі. Вже при концентрації NaNO_2 у 0,01 % відбувається значне зменшення швидкості утворення сальмонелами та бактеріями *CL botulinum* токсинів, а у сполученні з кухонною сіллю спостерігається повна зупинка їх розвитку [152].

Додавання у м'ясні композиції нітриту натрію також сприяє формуванню специфічного смаку та аромату м'ясних виробів. За його присутності у масі, при посолі розвиваються властиві практично усім групам м'ясних продуктів смак та аромат: вареним та сирокоченим ковбасам, сосискам, копченостям [153, 154]. Шинка, посолена з застосуванням нітриту, при посолі сухим способом отримала більш високі оцінки кольору та зовнішнього виду порівняно із шинкою, посоленою без нітриту [155]. Типові смак та аромат вареної ковбаси розвиваються при додаванні 5-6 міліграмів нітриту на 100 грамів фаршу. Введення нітриту натрію у м'ясну сировину та її витримка при подальшому посолі інтенсифікує процеси утворення альдегідів, інозиту, гіпоксантину, сполук із вмістом сірки, що суттєво покращує смакові та ароматичні характеристики м'ясних продуктів. Бажаний ефект збереження червоного чи рожевого кольору м'ясних виробів спостерігається вже при

введенні у систему дуже малих кількостей нітрит-іону. Так, було показано, що зміна кольору у бажану сторону спостерігається при додаванні до кілограму м'ясної суміші лише 2-14 міліграмів NaNO_2 . [144]. Для досягнення такого ефекту, у масу достатньо внести незначну кількість нітриту натрію (табл. 1.9) [101]:

Таблиця 1.9

Розмір дозування нітриту натрію у ковбасні вироби, %

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

Одним з негативних факторів впливу на стан здоров'я споживачів дослідники вважають присутність у харчовій продукції нітритів та нітратів [156,157], а обидві ці солі є присутніми у ковбасних виробках, оскільки на реалізацію задачі надання виробам привабливого червоного кольору витрачається лише мала частина введеного нітриту: під час технологічної переробки лише 20-25 % внесеного нітриту взаємодіє з міоглобіном і тим виконує основну поставлену задачу збереження привабливого зовнішнього вигляду виробу, а близько 40 % солі зв'язується білками та ліпідами, 15 % окислюється з переходом в нітрати і 20 % залишається у продукті у незмінному вигляді (рис. 1.5) [158]:

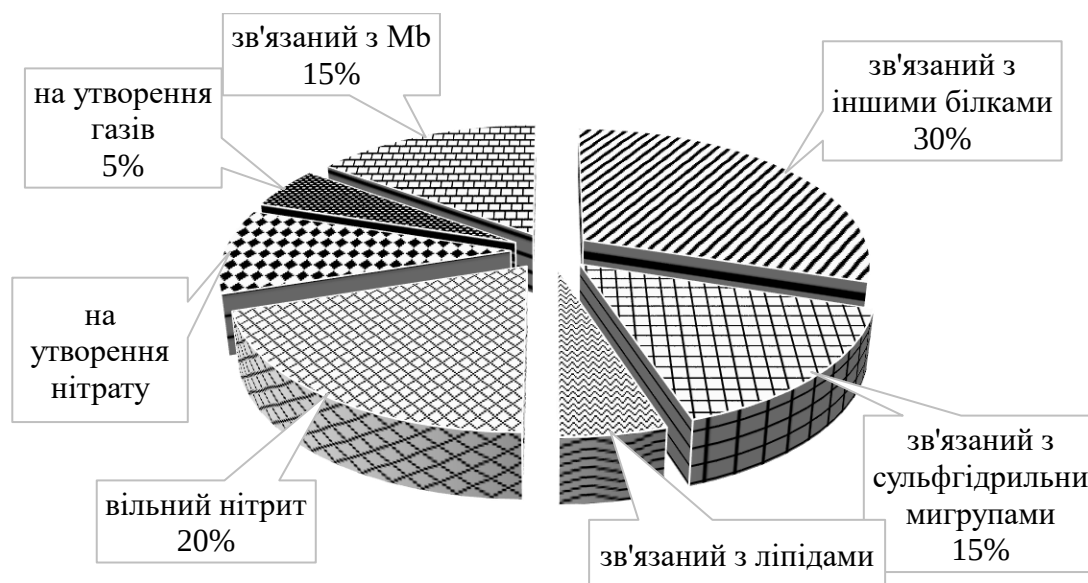
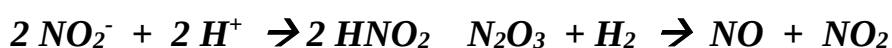


Рис. 1.5. Розподіл введеного нітриту натрію між компонентами м'яса

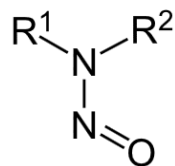
Проте і цих незначних кількостей солей азотної (HNO_3) та азотистої кислот (HNO_2) при тривалому споживанні виробів ковбасної групи достатньо для проявлення негативних наслідків для здоров'я, перш за все через те, що нітрит натрію відноситься до речовин 1 класу небезпечності (надзвичайно небезпечні речовини), а також характеризується потужною токсичною та мутагенною дією. [74, 159], що робить задачу зменшення розміру дозування нітритів надзвичайно актуальною.

Основною метою такої дії є послаблення впливу на стан здоров'я, а фактор зменшення дозування у м'ясну суміш натрію практичного значення не має зважаючи на мізерну кількість цієї солі у масі. Так, результатом зменшення вмісту нітритів у харчових продуктах стало зменшення в США рівня смертності від захворювань шлунково-кишкової системи на 69 % [160].

Тому одною з основних задач розробників є пошук способів мінімізації вмісту у готових м'ясних, в ідеалі повного розкладення залишкових кількостей нітрит-іону через його здатність взаємодіяти з вторинними амінами з утворенням канцерогенних нітрозамінів, що особливо характерно для умов обробки продукту при підвищених температурах (наприклад при смаженні), а також витримці м'ясних систем, що мають кислу реакцію [75, 161]:



Подальші хімічні перетворення з участю оксиду азоту (II) ведуть до утворення нітрозамінів – високотоксичних речовин структури:



При потраплянні в організм нітрозаміни уражують печінку, викликають крововиливи, конвульсії та можуть привести до коми. Більша частина нітрозамінів характеризується сильною канцерогенною дією навіть при однократній дії та проявляють мутагенні властивості [162]. Потенційним джерелом їх утворення є взаємодія нітритів у кислому середовищі (наприклад, в шлунку) з вторинними амінами, а також термічна обробка продуктів.

У значних кількостях нітрити та перетворювані в організмі на нітрити нітрати можуть викликати метміоглобінемію (*methemoglobinemia*), яка спостерігається частіше у дітей і проявляється у деактивації гемоглобіну, відповідно блокуванню здатності червоних кров'яних тілець переносити кисень, що за високих концентрацій може викликати кисневе голодування організму у цілому та особливо головного мозку. Так, дослідження, проведені на лабораторних мишах показали, що додавання у раціон нітриту натрію зменшує концентрацію в тканинах кисню, що призводить до порушення мозкової діяльності, депресій та підвищення збуджуваності [163].

У науковій літературі згадується також, що надмірне надходження нітриту натрію може викликати ракові захворювання кишечника [164]. Епідеміологічні дослідження показали, що від 30 до 70 % випадків раку товстого кишечника та прямої кишки пов'язані дієтою [165-167]. При цьому суттєвим фактором ризику є вживання м'яса червоного та такого, що пройшло кулінарну обробку [168]. Результати виконаних робіт були опубліковані Всесвітнім фондом дослідження раку (World Cancer Research Fund – WCRF) та Американським інститутом вивчення ракових захворювань (American Institute for Cancer Research (AICR) [169, 170].

Летальна доза нітратів для дорослої людини становить, залежно від стану організму, 2-6 грамів [171], що стало причиною обмеження його вмісту у м'ясних виробках. Зокрема, Департамент сільського господарства США обмежив допустимий вміст у м'ясі нітриту натрію як консерванту до 0,2 грами на кілограм (*200 parts per million*) [164].

На цій підставі стає очевидним, що заміна у м'ясних композиціях нітриту натрію на інші агенти є вельми бажаною, але відсутність на цей час речовин, здатних його функціонально замінити, розробники змушені продовжити його використовувати в процесі виробництва [172].

Для мінімізації кількості утворюваних нітрозамінів, близько 1970 року було запропоновано зменшити введенням у продукт антиоксиданту аскорбінової кислоти (вітаміну С), для чого у США була введена норма її додавання у 0,055 % (550 мг/кг). Подібний ефект досягається і при введенні у харчові продукти α -токоферолу (вітаміну Е) [173]. Ще одним широко застосований прийомів зменшення у продуктах концентрації нітритів було рекомендоване застосування білкових препаратів, вироблених на основі крові забійних тварин [174].

Перспективним напрямком є також використання стартових культур, які містять анаеробні стафілококи, аеробні мікрококи та біфідобактерії [175, 176].

1.7. Міноритарні компоненти м'ясних фаршевих сумішей

Використання названих в попередніх розділах компонентів фаршевих композицій направлене на створення їх базової харчової цінності та зменшення вірогідності проявлення впливу потенційно шкідливих чинників на стан здоров'я споживачів. Однак ними не обмежується спектр використовуваних у м'ясній промисловості інгредієнтів. Перш за все, це стосується речовин, додавання яких сприятиме покращенню проходження фізіологічних процесів та підвищення рівня біологічної цінності фаршевих виробів. Такими є перш за все розглянуті нижче:

- білкові композиції, використання яких направлене на досягнення

рекомендованої Всесвітньою організацією охорони здоров'я повноцінності амінокислотного складу м'ясних виробів;

– баластні речовини, використання яких направлене на нормалізацію роботи шлунково-кишкового тракту.

Якість м'ясної продукції залежить від наявності в ній комплексу біологічно активних речовин: білка, жиру, вуглеводів, вітамінів, мікроелементів і ін. Кожен новий інгредієнт значною мірою впливає на показники досліджуваних фаршів та готових виробів. Серед таких у виробництві м'ясної продукції особливе місце належить білкам, річний рівень споживання яких не повинен бути меншим за 20 кілограмів [5]. Тваринні білки є хорошими емульгаторами, стабілізаторами структури і характеризуються високою здатністю до зв'язування води та жиру [177]. Мова йде не просто про білкову складову, а про повноцінні білки, які містять повноцінний амінокислотний скор, у тому числі усі вісім незамінних амінокислот. Такими у першу чергу є білки тваринного походження (такі, що містяться у м'ясі, рибі, яйцях).

Проте наразі раціон українських споживачів містить лише 30-40 % фізіологічної потреби у повноцінних білках і нестачу необхідних для нормального життя калорії доцільно поповнювати вживанням альтернативних продуктів. Це ставить перед розробниками задачу пошуку нетрадиційних видів тваринних білків, введення яких у раціон дозволяє:

- компенсувати низький вміст білків у сировині низької та середньої якості та забезпечити за рахунок цього необхідні властивості фаршу та м'ясних емульсій;
- збільшити вихід продукції при зменшенні дозування м'ясної сировини;
- отримувати продукцію стабільно високої якості;
- підвищити харчову цінність м'ясних продуктів;
- зменшити собівартість готової продукції.

Серед інгредієнтів, покликаних забезпечити споживачів повноцінним білком, особливе місце належить характерним комплексом ряду унікальних властивостей білкам, які містяться у розчиненому вигляді у плазмі крові. За хімічним складом плазма приблизно на 95 % (за об'ємом) складається з води, а з розчинених речовин у ній знайдені білки, глюкоза, відповідальні за зсідання крові речовини, солі (Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , HCO_3^- , Cl^- та ін.), гормони, диоксид вуглецю та кисень [178, 179], а висушений порошок плазми крові більш, ніж на 95 % складається з білків (табл. 1.10) [180]:

Таблиця 1.10

Відсотковий склад висушеної крові

Компонент	Плазма	Глобулін
Волога	2,4	3,5
Білок	96,4	95,4
Вуглеводи	-	-
Ліпіди	-	-
Мінерали	< 1,0	< 1,0

Більш детальний хімічний склад основних білкових препаратів, отриманих з плазми крові, наведений у таблиці 1.11 [181]:

Таблиця 1.11

Склад сухої речовини білків плазми крові (%)

Компонент	%	Функції
Альбумін	55	Підтримання осмотичного тиску, транспортування нерозчинних молекул
Глобулін	38	Підтримання імунної системи
Фібріноген	7	Зсідання крові
Регулятивні білки	< 1	Регулювання генної структури крові
Білки відповідальні за зсідання крові	< 1	Перетворення фібрину на фібриноген

Плазма крові є цінним джерелом харчового білку 2,5 кілограми плазми містять стільки ж білка, скільки кілограм яловичини, а 1,8 кг плазми – стільки ж, як і кілограм свинини. При тому введення достатньо стабільних при підвищених температурах білків плазми крові у м'ясні фарші суттєво покращує їх органолептичні, структурно-механічні властивості сумішей, у першу чергу їх пластичність та в'язкість, здатність до утримання додаткових кількостей води, сприяння утворенню піни та емульсій, надання емульсіям стабільності [180].

Таким чином, введення у фаршеві композиції отриманих переробкою крові білкових препаратів дозволяє не тільки збільшити у готових виробах частку білка, а й удосконалити технологічні прийоми їх виробництва. Для забезпечення балансу сухих речовин та білку при виробництві варених ковбас за існуючими технологіями у масу додають 10 кілограмів плазми при одночасному зменшенні дозування води на 7-8 кг залежно від її сортності. За такої технології, у модифікованих плазмою ковбасних виробах забезпечується еквівалентність вмісту сухих речовин з продуктами, виготовленими за класичними технологіями [182, 183]. Цим переваги плазми крові як добавки у фаршеві системи не обмежуються. В літературі описані відомості про стабілізацію рН сировини з ознаками PSE, DFD та іншими технологічними пороками. Проте рівень додавання окремих білкових препаратів у рецептуру фаршів, призначених для виробництва ковбасних виробів, обмежений 2-3 % через погіршення органолептичних властивостей готової продукції, перш за все появу специфічного присмаку, консистенції та смаку [184].

Харчові волокна (також дієтичні волокна, рослинна клітковина, англійською – *dietary fibers* або *roughage* – грубі корма) являють собою комплекс некрохмальних полісахаридних біополімерів, яким утворені стінки рослинних клітин. є невід'ємною складовою продукції не перетравлюваної у тонкому кишечнику людини та частково ферментована мікрофлорою товстого кишечника [185].

Наприкінці XX сторіччя до харчових волокон відносили лише лігнін та полісахариди, але на початку XXI сторіччя до таких були додані олігосахариди як компоненти харчових волокон [186] і наразі у світі існує кілька офіційних визначень того, чим вони є (додаток 3) [187].

Харчові волокна є цінною складовою раціону, до яких наразі прикута підвищена увага дієтологів оскільки нестача у їжі волокон може викликати виникнення діабету, нирковокам'яної хвороби, захворювань кишечника. Відомо, що спожиті харчові волокна позитивно впливають на метаболізм вуглеводів та виведення з організму сорбованих ними жовчних кислот, а також завдяки присутності заряджених полісахаридів (наприклад, присутніх у лігніні карбоксильних груп) абсорбують іона важких металів та деяких інших речовин, що несуть некомпенсований заряд. У цілому ж, відомості про параметри впливу харчових волокон на стан здоров'я наведені у додатку 4 [188]:

Дослідження ролі харчових волокон у раціоні пов'язані з проблемами використання нових джерел рослинної сировини – висівок; виноградних, яблучних вижимків; багатих волокнами овочів; продуктів мікробіологічного синтезу. Розрізняють дві категорії волокон [189]:

- *розчинні волокна* – розчинні у воді речовини, які у шлунково-кишковому тракті ферментуються у газу та фізіологічно активні побічні речовини, наприклад, низькомолекулярні жирні кислоти. Відомі також під назвою пребіотики. У більшості випадків розчинні волокна спожитим масам надають в'язкість та сприяють видаленню з кишечника шлаків попереджуючи тим випадки ожиріння [190]. Виключення – інулін (у часнику), пшеничний декстрин, олігосахариди та кислотостійкі крохмалі (наприклад у бананах та бобових), які в'язкості масам не надають [191],

- *нерозчинні волокна* – нерозчинні у воді речовини інертні у відношенні ензимів травлення у верхньому відділенні шлунково-кишкового тракту. Нерозчинні волокна сприяють внаслідок грубої структури утворенню слизу та набухання продуктів травлення у товстій кишці. Проте тонко

подрібнені нерозчинні волокна цьому не сприяють і, більш того, можуть навіть викликати запори [192].

Основні типи харчових волокон та джерела їх походження наведені у додатку 5 [193]: Проте жодна з названих речовин в чистому вигляді в природі не зустрічається, а завжди знаходиться у композиції з іншими їх видами. Тому при визначенні типу застосовного волокна користуються інтегральним показником масової частки волокна у суміші, а одним з основних критеріїв, які при цьому приймаються до уваги, є здатність волокна утримувати воду. У зв'язку з цим нами були вивчені відповідні літературні дані щодо вмісту утримуваної води після центрифугування при швидкості 2000 обертів на хвилину кожного з випробуваних волокон, які традиційно використовуються за цим призначенням [194], згідно з якими серед вивчених видів волокон найбільшу кількість води утримують волокна апельсинові Citri-Fi 100 (9,9 грамів на грам гідратованого волокна), на противагу волокнам шкірки цитрусових (9,2 г/г), морквяним (7,1 г/г), картопляним (7,1 г/г), бамбуковим (3,9 г/г), соєвим (3,7 г/г) та пшеничним (3,5 г/г). При тому одною з характеристик волокон, яка представляє інтерес для технологів м'ясопереробних підприємств, є їхня здатність до утримування вологості.

При плануванні раціону слід також взяти до уваги, що кількість волокон у харчових продуктах змінюється у дуже широкому діапазоні (додаток 6) [195,196].

У м'ясній промисловості знаходять все ширше застосування рослинні волокна, вилучені з зернових оболонок пшениці, рису, жита. Проте, останнім часом асортимент волокон, використовуваних при виробництві деяких видів ковбасних та фаршевих виробів, доповнився клітковинами буряковою, морквяною та лимонною, де вони грають роль утворювачів структури та у багатьох випадках сприяють формуванню їх гармонійного смаку.

У загальному випадку харчові волокна при виробленні м'ясних продуктів використовують у наступних основних цілях:

- зниження концентрації холестерину в крові,

- покращення реологічних параметрів якості готових виробів,
- оздоровлення шлунково-кишкового тракту.

У додатку 7 наведені дані стосовно деяких властивостей та кількостей м'ясних продуктів з додаванням клітковини.

Процес проходження в організмі абсолютної більшості живих організмів метаболічних процесів проходить за участі кисню. Проте при його контакті з тканинами відбувається їх окиснення з утворенням серед інших продуктів взаємодії так званих *оксидантів* – речовин, характерних високою хімічною активністю: пероксиду кисню, атомарного кисню, хлорноватистої кислоти (HClO), які несуть некомпенсований негативний заряд і у силу високої реакційної здатності пошкоджують ДНК, білки та ферменти [197,198]. Їх контакт з живими тканинами викликає за високих концентрацій або тривалої локальної дії до запалень та інших небажаних ефектів впливу на стан здоров'я. Відповідно, одною з функцій організму має бути здатність протидіяти негативній дії окиснених частинок або ж нейтралізувати їх до того, як вони пошкодять життєво важливі компоненти клітин [199].

Що ж до харчових продуктів, утворення у них продуктів окиснення також супроводжується рядом негативних ефектів, найбільш легким з яких є погіршення їх органолептичних властивостей. Так, у них окисненню найчастіше піддаються ненасичені жири, що призводить до їх прогорання [200], а також появи неприємних запаху та присмаку. Для уникнення проходження цих небажаних процесів перед розробниками і технологами стоїть задача суттєвого гальмування і в ідеалі уникнення процесів окиснення речовин, які входять до складу продуктів.

Активізувати подібні процеси покликані антиоксиданти – речовини, з самої назви яких слідує здатність протидіяти пошкодженню тканин і у той же час сприяти нормальному проходженню фізіологічних процесів. Термін «антиоксидант» застосовують більшою мірою до двох суттєво відмінних груп речовин: тих, що були вироблені промисловими методами, а також до речовин природного походження, які, згідно з принципом «не нашкодь», можуть бути

внесені в підлеглі захисту від окиснення середовища з овочами, фруктами, яйцями, бобовими та горіхами [5,201]. Механізм їх дії оснований на тому, що характерні антиоксидантною активністю сполуки схильні до більш швидкої взаємодії, відповідно і нейтралізації присутніх у продуктах радикалів, пероксидів та інших характерних окисними властивостями речовин і тим захищають тканини речовин від пошкодження і збереження складу продукту у стані, який існував на момент його виробництва [202]. Процес супроводжується витратами самого антиоксиданту і чим більше його додано, тим тривалішим буде термін збереження якості продукту. Антиоксиданти захищають тканини речовин від пошкодження завдяки пріоритетній взаємодії з присутніми у продуктах речовин з високою здатністю до окиснення. У результаті в системі відбувається окиснення (у граничному випадку вичерпання) самого антиоксиданту і збереження в незмінному вигляді чутливих до окиснення складових м'ясних систем. З цього слідує, що чим більшу його кількість внесено у систему, тим тривалішим є період захисної дії, пов'язаної у тому числі з контактом продукту з киснем повітря.

Вважають, що присутність антиоксидантів сприяє попередженню розвитку ракових та серцево-судинних захворювань, хвороби Альцгеймера, ревматоїдного артрити, катаракти [204]. Проте надмірне захоплення їх додаванням у харчові продукти не завжди виправдане через проблеми їх потенційного передозування, відповідно і небезпечного впливу надлишку антиоксиданту на людський організм. Зокрема, американськими дослідниками ще у 2003 р. було показано, що надходження антиоксидантів у організм жінок з наявним захворюванням на рак молочної залози скорочує тривалість їх життя та значно підвищує рівень смертності. Пізніше, у 2014 році у Швеції було показано, що приймання антиоксидантів викликає прогресивний розвиток ракових пухлин [205]. На цій та ряді інших підстав, кількість введеного антиоксиданту зазвичай обмежують 0,02 % [206].

Антиоксиданти блокують процеси окиснення нейтралізуючи вільні радикали, але самі при цьому окислюються, через що в організм постійно

потребує поповнення ресурсу антиоксидантів з їжею. Серед таких найбільш часто використовують вітамін Е як джерело біологічно активного токоферолу, необхідного для захисту жирів від окиснення та збереження цілісності клітинних оболонок, вітамін С – синергісти вітаміну Е у нейтралізації вільних радикалів, бета-каротин найбільш ефективний серед антиоксидантів у рекомбінації атомарного кисню у його нормальний стан, селен – елемент, життєво необхідний організму у мікрокількостях для формування активних груп активних антиокислювальних ферментів, наприклад, глутатіонредуктази [207]. Також для подовження гарантованого терміну зберігання м'ясних продуктів широко використовують рослини та екстракти рослин, наприклад, петрушки, часнику, гречки, чорниці та інших ягід, бананів, цитрусових, а також червоне вино, чорний шоколад (із вмістом какао-бобів більше 70 %), чорний та зелений чай [201] та ряд інших рослин та продуктів їх переробки, які містять так звані флавоноїди (природні фенольні сполуки, які як продукти метаболізму накопичуються в усіх органах рослин у формі глікозидів). Цим перелік речовин з антиоксидантними властивостями не обмежується та дослідниками широко використовуються з цією метою і інші речовини рослинного походження. Весь секрет позитивного впливу саме цих продуктів полягає у тому, що крім власне антиоксидантів до їх складу входять десятки, якщо не сотні хімічних сполук, які нейтралізують потенційну шкоду та посилюють позитивний вплив на стан організму їхніх інших компонентів [208, 209].

У загальному випадку, молекула флавоноїду (сполуки терпенової природи) характерна наявністю чутливих до атак кисню і вільних радикалів містить у загальному випадку «скелет» з 15 атомів вуглецю, до якого входить два фенольних та одне гетероциклічне кільце, характерне наявністю ненасичених хімічних зв'язків.

Наразі відомо більш як 5 тисяч характерних низьким рівнем токсичності сполук, віднесених до цього класу, що дозволяє без шкоди здоров'ю вводити у повсякденний раціон продукти з їх відносно високим вмістом [210]. Зважаючи

на комплекс корисних властивостей флавоноїдів, було визнано за доцільне введення у м'ясні композиції інгредієнтів, які містять цей клас сполук. У першу чергу такими визнані продукти життєдіяльності рослин, характерні не тільки антиоксидантними, але й бактерицидними властивостями. Останнє до того ж є особливо цінним з огляду на їхню здатність гальмувати небажані наслідки неконтрольованого розмноження бактеріальної флори у готових виробах. Флавоноїди також підтримують еластичність капілярів та зміцнюють їхні стінки.

Нижче наведений перелік альтернативних речовин з антиоксидантними властивостями та джерел їх походження (додаток 8) [207]:

Тим не менше, рослини та їх екстракти введені до складу фаршевих композицій безпосередньо не можуть у силу зневажливо малих концентрацій і потребують «носія», який у композиції з рослинною добавкою містив би достатню для терапевтичної дії кількість речовини з антиоксидантними властивостями.

Тому серед розробників нових видів харчової продукції, зокрема м'ясних продуктів, постійно зростає інтерес до антиоксидантів натурального походження, які містяться в деяких травах, спеціях, їх екстрактах [211]. Відповідна характеристика деяких видів багатих антиоксидантами рослинних продуктів рослинного походження наведена в таблиці 1.12 [212]:

Таблиця 1.12

Загальний вміст характерних антиоксидантною здатністю компонентів деяких рослин (мг/г)

Рослина-джерело походження екстракту	Вміст жиророзчинних антиоксидантів	Вміст водорозчинних антиоксидантів
Розмарин (Rosemary RG 20)	48,5	864
Зелений чай	8,2	159,6
Шавлія (Dalmatian, NS)	1,4	1,2
Шамбала (Fenugreek)	1,1	1,7
Зелений імбир	0,2	0,36

Серед багатих флавоноїдами добавок антиоксидантів рослинного походження особливе місце належить розмарину, листя та стебла якого містять достатньо велику кількість кислот – розмаринової, кавової, карнозинової. Ще одною корисною властивістю похідних розмарину є здатність гальмувати процеси окиснення жирів завдяки присутності біологічних антиоксидантів фенольної природи, аскорбінової кислоти, каротиноїдів [212]. До структури усіх цих речовин входять ненасичені подвійні зв'язки «вуглець-вуглець» [213], що надає їм змогу взаємодіяти з активними у хімічному відношенні радикалами і тим зменшувати окислювальну активність середовища. Розмарин практично не має харчової цінності (15,1 кДж/грам) і вводиться у продукти як кулінарна добавка з метою надання їм «пікантного» присмаку [214], оскільки рослина містить від 0,5 % до 2,5 % летких ароматичних сполук, головним чином терпенів [12, 53, 215].

У листі та стеблах рослини міститься ряд корисних речовин: мінеральних солей кальцію (41,6 мг), калію (31,0 мг), магнію (7,1 мг), натрію (1,6 мг), заліза (1,0 мг), марганцю (0,1 мг), селену (0,1 мікрограма), цинку (0,1 мг), сполуки фосфору (2,3 мг). Сушений розмарин багатий на вітаміни: 2 % провітаміну А, 3 % вітаміну С, 1 % тіаміну, 1 % рибофлавіну, 3 % вітаміну В6 [111]. Показники якості екстракту, отриманого з листя розмарину представлено в таблиці 1.13.

Таблиця 1.13

Показники якості екстракту, отриманого з листя розмарину

Органолептичні показники	
Зовнішній вигляд	Світло-коричневий порошок
Смак	Дуже слабкий
Розчинність	Розчинний у жирі та органічних розчинниках
Аналітичні показники	
Масова частка розмаринової кислоти, %	5,84
Втрати при висушуванні, %	< 5
Розмір частинок, мкм	> 100% менші за 500 мкм
Масова частка кадмію, млн^{-1}	< 1

Масова частка свинцю,	< 1
Масова частка миш'яку, млн ⁻¹	< 2
Масова частка ДДТ, млн ⁻¹	< 0,1
Мікробіологічні показники	
Чисельність мікроорганізмів, КУО/г	< 1000
Кількість дріжджів та плісняв, КУО/г	< 100

Крім того, в продуктах переробки розмарину, зокрема в екстракті не менш, ніж 29 здатних до взаємодії з активними у хімічному відношенні речовинами та радикалами сполук (99,87 % загальної маси екстракту), у тому числі 95,1 % монотерпенів та 4,77 % сесквітерпенів, з яких найбільшу кількість складають 1,8-цинеол (43,7 %), камфора (12,53 %), α -пінен (11,51 %), β -пінен (8,16 %) та ін. (7,46 %) [216]. Крім них, в екстракті міститься значна кількість розмаринової кислоти, яка серед похідних речовин розмарину характеризується найвищою антиоксидантною активністю.

Екстракт та олію розмарину виробництві у м'ясній та рибній промисловості використовують у якості консервантів та антиоксидантів як альтернативу синтетичним добавкам. Їх використання надає продуктам крім того привабливий смак та аромат, покращує пам'ять і характеризується лікувальною дією стосовно диспепсії, артритного та артрозного болю, облісіння [217]. Крім того, у м'ясних фаршах після їх внесення були знайдені поліненасичені жирні кислоти 20:3 ω -6 и 20:3 ω -3 та 22:6 ω -6, які зберігаються у них протягом повного терміну зберігання.

Такий комплекс властивостей дозволяє рекомендувати розмарин до введення у м'ясні вироби як характерну потужною антиоксидантною дією. Також екстракт розмарину показав високу ефективність у подовженні терміну придатності продукту при збереженні кольору і смаку натуральних продуктів. Використання ж цієї добавки у ковбасних фаршах дозволяє одночасно і відмовитися від використання синтетичних антиоксидантів [218], що робить її лідером серед антиоксидантів природного походження як натуральної рослинної добавки, характерної консервуючими та антиоксидантними

властивостями. На практиці для цього використовують переважно екстракт та олію розмарину [213]. Важливою причиною введення розмарину у м'ясні фаршеві композиції є його потужна антиоксидантна дія, зокрема подовження терміну придатності продуктів за ознаками наявності омега-3 жирних кислот та протидія прогоранню модифікованих ним продуктів [219]. Кількісне визначення складу олії розмарину показало, що основними серед ідентифікованих 53 компонентів сполук бажаної дії (96,7-99,2 % її загальної маси) є камфора (17.2-34.7%), альфа-пінен (10.2-21.6%), 1,8-сінеол (12.1-14.4%), борнеол (3.2-7.7%), β -пінен (2.3-7.5%), вербенон (2.2-5.8%), β -каріофенілен (1.8-5.1%), лімонен (2.0-3.8%), α -терпінеол (1.2-2.5%), терпінен-4-ол (0.4-0.9%) та ряд інших [220]. Екстракт розмарину крім того містить в своєму складі необхідні для зміцнення імунітету мінеральні сполуки заліза, фосфору, магнію, цинку. Екстракт розмарину характеризується особливо високим вмістом аскорбінової кислоти, яка теж характерна властивостями антиоксиданту (13,04 мг/дм³), лейкоантоціанів (0,6 мг/дм³), катехінів (0,44 мг/дм³).

Слід відзначити, що антиоксидантний вплив екстракту розмарину посилюється синергічною дією рекомендованої вище добавки апельсинових волокон Citri-Fi [221].

Листя, стебла та екстракт розмарину широко використовуються у харчовій промисловості як ароматична добавка, що відповідає сучасним вимогам та тенденціям орієнтації ринку харчової продукції на натуральні складові та інгредієнти. Оскільки екстракт розмарину має дуже високу вартість, розробники харчових композицій застосовують для надання продуктам привабливого аромату подрібнені рослинні частини розмарину. У кількостях, які зазвичай використовують при приготуванні страв – близько одної чайної ложки, приблизно 1 грам сушеного листя та стебел – розмарин не має харчової цінності (15,1 Дж/грам) і вводиться у продукти як кулінарна добавка [222]. У листі та стеблах розмарину міститься ряд корисних речовин: мінеральних солей кальцію (41,6 мг), калію (31,0 мг), магнію (7,1 мг), натрію

(1,6 мг), заліза (1,0 мг), марганцю (0,1 мг), селену (0,1 мікрограма), цинку (0,1 мг), сполуки фосфору (2,3 мг) та ефірні масла, які надають модифікованим ними продуктам специфічний приємний смак та запах. Сушений розмарин багатий на вітаміни: 2 % провітаміну А, 3 % вітаміну С, 1 % тіаміну, 1 % рибофлавіну, 3 % вітаміну В6 [222].

Спектр використання добавки достатньо широкий і включає модифіковані розмарином жири, м'ясні продукти, соуси, майонези, маринади, напої, хлібобулочні вироби. Використання її при приготуванні страв з м'яса, птиці, риби почалося не менш, ніж за 500 років до н.е. [214].

Комплекс цих речовин також є причиною активного пригнічення життєдіяльності шкідливих для здоров'я стафілококу, стрептококу, кишкової палички. Доказано, що в лабораторних умовах розмарин вбиває більш, ніж 90 % ракових клітин [223]. У медицині трава розмарину застосовується також як засіб покращення мозкової діяльності та пам'яті речовини, що у ньому містяться, сприяють покращенню роботи шлунково-кишкового тракту, та систем кровообігу [214]. Позитивний вплив наявних в розмарині антиоксидантів показаний і у відношенні канцерогенних сполук, утворюваних при смаженні м'яса при високих температурах [215].

Враховуючи цілий набір корисних властивостей розмарину, надання модифікованим ним продуктам специфічного приємного запаху та аромату, відсутність токсичної дії при додаванні у терапевтичних кількостях [220], нами при розробленні рецептури сосисок «Оздоровчих» було рекомендовано ввести у фарш добавку рослинних частин розмарину.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1

1. Показана роль поживних речовин у процесі життєдіяльності та охарактеризовані принципи функціонального харчування, направлені на організацію випуску харчових продуктів лікувально-оздоровчого спрямування.

2. Визначені фактори впливу ступеню та кількісного складу бактеріального забруднення на безпечність м'ясної сировини. Охарактеризовані органолептичні ознаки впливу аеробних та анаеробних мікроорганізмів на ступінь та швидкість погіршення якості м'яса.

3. Встановлена необхідність використання стартових бактеріальних культур та денітрифікуючих організмів у створенні функціонального продукту, характерного підвищеним рівнем безпеки для організму та покращеними органолептичними властивостями. Дана характеристика бактеріальних культур, рекомендованих до введення у бактеріальні стартові культури з метою надання їм властивостей, характерних для кожного виду м'ясної продукції.

4. Доведена роль мінеральних складових м'ясних виробів у зменшенні негативного впливу від надходження в організм з харчовими продуктами надлишку натрію. Пропонований склад посолочних сольових сумішей із зменшеним вмістом катіону натрію при їх одночасному збагаченню корисними мінеральними макро- та мікроелементами.

5. Дозування нітриту натрію у ковбасні вироби запропоновано способом введення у композиції денітрифікуючих організмів та білкових препаратів на основі плазми крові.

6. Визначена доцільність та перелік добавок до м'ясних фаршів, введення яких сприяє покращенню стану шлунково-кишкового тракту, у тому числі за рахунок зменшення дозування речовин з антиоксидантними властивостями, а також зменшенню рівня бактеріального забруднення фаршів токсикогенними та умовно-патогенними мікроорганізмами.

РОЗДІЛ 2

ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Усі експериментальні дослідження, проведені під час виконання роботи були виконані на базі науково-дослідних лабораторій кафедри технології м'ясних, рибних та морепродуктів Національного університету біоресурсів і природокористування України.

2.1. Об'єкт і предмет дослідження

Об'єкт дослідження - біотехнологія варених ковбасних виробів (сосисок) з використанням рослинних інгредієнтів та бактеріального препарату «Іпровіт-ЛРР».

Предмет дослідження – морська сіль, екстракт розмарину, апельсинові харчові волокна, бактеріальний препарат «Іпровіт-ЛРР».

2.2. Схема експериментальних досліджень

Постановка експерименту здійснювалась відповідно до схеми досліджень, що представлена на рисунку 2.1.

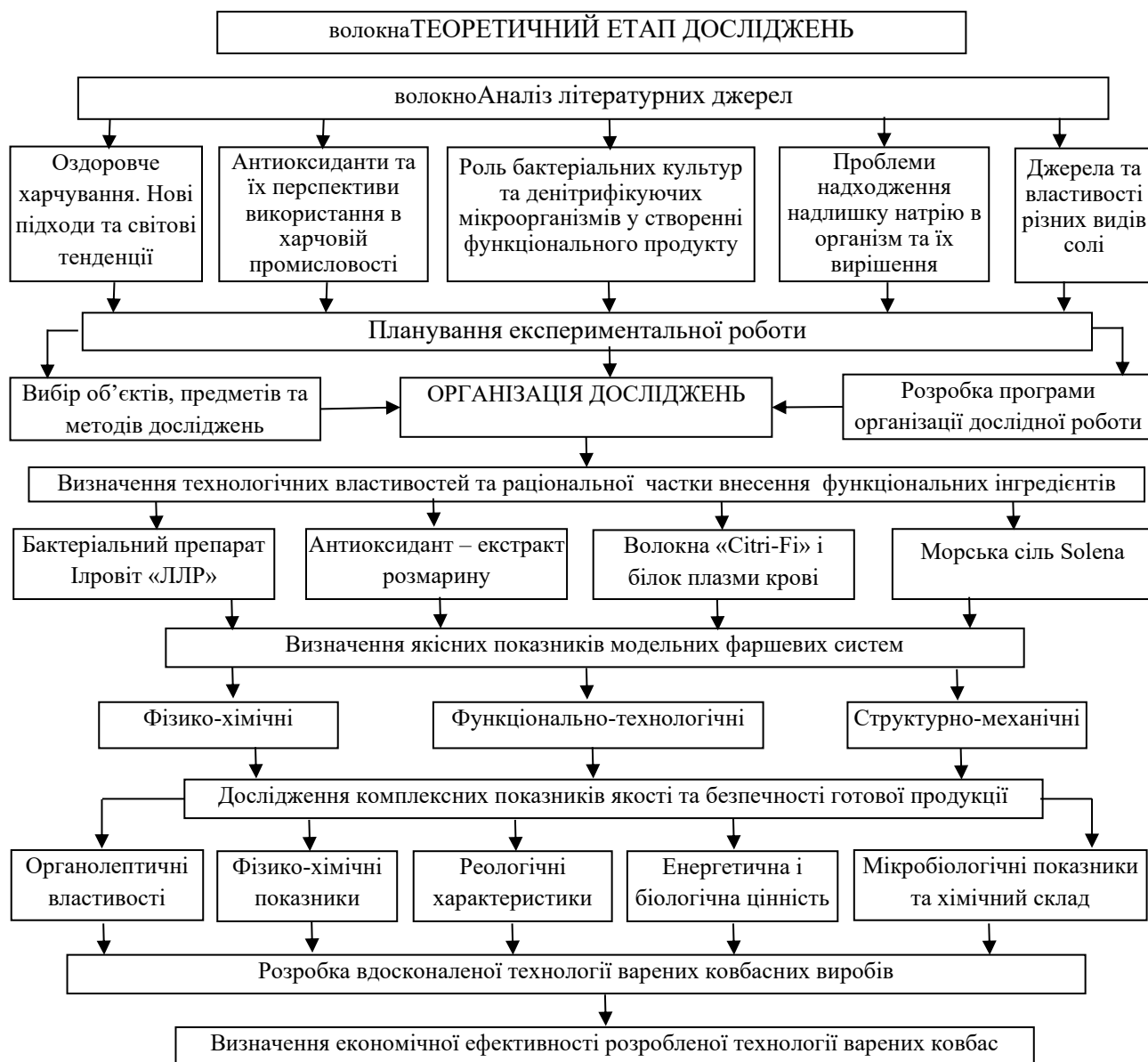


Рис. 2.1. Схема експериментальних досліджень

Початковий етап роботи передбачав вивчення спеціалізованої літератури з проблем організації здорового харчування.

Проблемами особливої уваги було вивчення:

- механізму впливу натрію та наслідків його ненормованого споживання, визначення рекомендованих до використання при посолі м'ясної сировини збагачених калієм солей із зменшеним вмістом натрію;
- способів зменшення вмісту у м'ясних композиціях залишкових кількостей нітриту натрію з використанням бактеріальних препаратів;
- хімічного складу плазми крові та доцільності її використання з метою збагачення продукції білковими речовинами;

- ролі харчових, зокрема цитрусових, волокон у м'ясних фаршевих композиціях;
- перспектив використання природних антиоксидантів та бактеріальних препаратів, направлених на комплексне покращення властивостей варених ковбасних виробів.

За результатами аналізу отриманих даних були визначені основні напрямки експериментальних досліджень та обрані методи їх проведення.

Наступним етапом було визначення технологічних та функціональних властивостей антиоксидантів природного походження, їх оптимального дозування, направлено на розробку рекомендованих до впровадження рецептур вварених ковбасних фаршів. Визначені комплексні характеристики фаршевих систем: їх фізико-хімічні та органолептичні показники якості, функціонально-технологічні та структурно-механічні властивості, показники безпечності готової продукції. На основі отриманих результатів розроблена вдосконалена технологія виробництва варених ковбасних виробів та технічні умови ТУ У 10.1-00493706-064:2019 Сосиски «Оздоровчі».

2.3. Методи проведення досліджень

Експериментальні дослідження проводили з використанням сучасних стандартних і загальноприйнятих методів хімічних, біохімічних, фізико-хімічних, функціонально-технологічних, структурно-механічних, мікробіологічних, органолептичних досліджень, математичного моделювання статичної обробки результатів досліджень.

Підготовку проб досліджуваних зразків для органолептичних, функціонально-технологічних, структурно-механічних, фізико-хімічних і мікробіологічних досліджень здійснювали за ДСТУ 7963:2015 [211], відбір проб проводили відповідно до ДСТУ 7992:2015, ДСТУ 8051:2015 [212, 213].

Прийняті в роботі показники на різних етапах дослідження визначали наступними методиками:

1. Водневий показник (pH) – потенціометричним методом згідно з ДСТУ ISO 2917 – 2001 [214];
2. Масову частку води визначали методом висушування зразка продукту до постійної маси за температури 100-105 °С за ДСТУ ISO 1442:2005 [215];
3. Масову частку золи визначали ваговим методом, після мінералізації наважки продукту в муфельній печі при температурі 500-600 °С за ДСТУ ISO 936:2008 [217];
4. Масову частку білка визначали за ГОСТ 25011–81 за ознакою масової частки загального азоту за методом Кьельдаля [218];
5. Масову частку загального вмісту жиру визначали методом Сокслета, який полягає у вилученні жиру із зразка розчинником, висушуванням зразка, зважуванням та за різницею між зважуванням до і після екстракції згідно ДСТУ 8380:2015 [219];
6. Вміст хлориду натрію визначали в водній витяжці з продукту методом Мора в нейтральному середовищі ГОСТ 9957-2015 [220];
7. Окисно – відновний потенціал визначали за допомогою багатофункціонального приладу «Combo» відповідно до методики, рекомендованої в монографії [226].
8. Показник активності води визначали за допомогою приладу «Novasina» Jan – 27 з індикацією до появи «точки роси». Результат розраховували за формулою [221]:

$$a_w = \frac{RH}{100} \times 100 \quad (2.5)$$

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

9. Вологозв'язуючу здатність (ВЗЗ) визначали трикратним пресуванням проби масою 0,3 г зусиллям в 1 кг та визначенні кількості поглиненої фільтрувальним папером води за площею вологої плями. Вміст зв'язаної води розраховують за допомогою формул [222, 223]:

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

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

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

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

a – загальний вміст води в наважці, мг;

v – площа вологої плями, см^2 ;

m – маса наважки м'яса, мг.

10. Пластичність розраховували пресуванням проби після визначення її вологозв'язуючої здатності. Для обчислення використовували площу вологої плями, що була залишена дослідним зразком на фільтрувальному папері (внутрішня пляма). Показник обраховували за формулою [223, 224]:

$$P = \frac{B_{\phi} \times 10^6}{m_0}, \quad (2.3)$$

де P – пластичність, $\text{см}^2/\text{кг}$;

B_{ϕ} – площа вологої плями від наважки, см^2 ;

M_0 – маса наважки, мг;

10^6 – показник для переведення мг у кг.

11. Граничну напругу зсуву визначали за допомогою пенетрометра Ulab 3-31 М визначенням опору продукту проникненню за визначений час в нього індентора з чітко визначеними розмірами, масою і матеріалом, при нормованому інструкцією тиску і фіксованій температурі. Результатом вважали глибину проникнення. Граничну напругу зсуву (Па) розраховували за формулою Ребіндера [216, 226]:

- для в'язкопластичних продуктів:

$$\sigma_0 = K \times m \times h^{-2} \quad (2.4)$$

- для пружно-еластичних продуктів:

$$\sigma_0 = m \times g \times h^{-2} \quad (2.5)$$

де m – маса індентора і стержня приладу (0,1034 кг);

g – прискорення вільного падіння, $\text{м}/\text{с}^2$;

h – глибина проникнення індентора;

K_α – константа індентора (для конуса $\alpha = 60^\circ$, $K_\alpha = 0,214$).

12. Емульгуючу здатність визначали гомогенізацією наважки м'яса з подальшою її емульгуванням з рафінованою соняшниковою олією. Підготовлену пробу центрифугували та визначенням вільний об'єм відокремленої олії Розрахунок проводиться за формулою [225]:

$$EZ = \frac{V_1}{V} \times 100, \quad (2.6)$$

де EZ – емульгуюча здатність, % ;

V_1 – об'єм емульгованої олії, см^3 ;

V – загальний об'єм олії, см^3 .

13. Стабільність емульсії визначали одразу після емульгуючої здатності з використанням приготованої у попередньому дослідженні емульсії. Пробу нагрівали до 80°C протягом 30 хвилин і охолоджували під проточною водою 15 хв. Емульсію центрифугували при частоті обертання 500 с^{-1} впродовж 5 хвилин і визначали об'єм емульсованого шару олії.

Розрахунок проводиться за формулою [225]:

$$CE = \frac{V_1}{V_2} \times 100, \quad (2.7)$$

де CE – стабільність емульсії, %;

V_1 – об'єм емульгованої олії, см^3 ;

V_2 – загальний об'єм емульсії, см^3 .

14. Мікроструктурний аналіз фаршевих систем досліджували гістологічним методом. згідно з ДСТУ 7353:2013 [227, 229].

15. Визначення амінокислотного складу білків проводили методом іонообмінної хроматографії [230].

16. Вихід готового продукту розраховували зважуванням готових ковбасних виробів з точністю до 0,001 грама до і після теплової обробки.

17. Відбір та підготовку проб для визначення мікробіологічних показників здійснювали за ДСТУ 8051:2015 [234]. Визначення мікробіологічних змін сировини і готової продукції оцінювали за: кількістю мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів

(КМАФАНМ) у відповідності з ДСТУ 8446:2015 [235], бактерій групи кишкової палички (БГКП) (коліформи) згідно з ДСТУ ГОСТ 30726-2002 [236], патогенних мікроорганізмів, у т.ч. роду Сальмонела у відповідності з ДСТУ EN 12824:2004 [237], плісняви та дріжджів згідно з ДСТУ 8447:2015 [238].

Комп'ютерне моделювання, обробку даних і побудову графіків проводили за допомогою Microsoft Excel для Windows 2010.

2.4. Методи статистичної обробки даних

Математичне узагальнення результатів досліджень виконували за методами математичної статистики даних з використанням комп'ютерної техніки та інформаційних технологій в редакторі Microsoft Excel, STATISTICA. Для отримання достовірних експериментальних даних досліджування проводили за допомогою Ст'юдента за довірчої ймовірності $\leq 0,03$ за кількості паралельних визначень не менше 3. Задачі лінійного програмування вирішували з використанням настройки табличного процесора MS Excel «Поиск решения» (Excel Solver).

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2

1. Для досягнення мети і поставлених завдань розроблено програмно-цільову модель теоретичних та експериментальних досліджень; визначено об'єкт і предмет дослідження

2. Підібрані методи та методики експериментальних досліджень, зокрема органолептичні, фізико-хімічні, функціонально-технологічні, структурно-механічні, мікробіологічні показники, амінокислотного складу та статистичної обробки результатів досліджень, математичного моделювання ковбасних виробів, використання яких забезпечить високу точність і достовірність результатів.

РОЗДІЛ 3

ВИЗНАЧЕННЯ СКЛАДУ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ

ФАРШУ СОСИСОК «ОЗДОРОВЧІ»

3.1. Обґрунтування використання інгредієнтів і добавок для удосконалення рецептури сосисок

При виконанні дисертаційної роботи перед нами була поставлена задача розробити удосконалену технологію виробництва м'ясних фаршевих сумішей, характерних підвищеним рівнем безпеки для здоров'я потенційних споживачів та покращеними фізико-хімічними та органолептичними властивостями. Пропонований до впровадження продукт передбачено використати при виробництві сосисок оздоровчого призначення.

Об'єктами, на яких проводили дослідження, стали модифікований визначеними за результатами дослідження функціональними добавками сосисковий фарш (далі – кодований як «ДОСЛІД 1») та сосиски після проведення повного технологічного циклу виробництва, для виготовлення яких цей фарш був використаним (кодований як «ДОСЛІД 2»). Підсумком роботи стала розробка і затвердження у встановленому порядку технічних умов ТУ У 10.1-00493706-064:2019 Сосиски «Оздоровчі».

За об'єкт порівняння, була взята нормована національним стандартом ДСТУ 4436:2005 рецептура сосисок «Любительські», нормований склад якої наведений у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Рецептура фаршу сосисок «Любительські»

Найменування сировини, прянощів та матеріалів	Норма
<i>Несолена сировина, кг/100 кг</i>	
Яловичина жилована першої категорії	35
Свинина жилована нежирна	40
Шпик хребтовий	25
<i>Прянощі та матеріали, г/100 кг несоленої сировини</i>	
Сіль кухонна	2500
Нітрит натрію	5,6
Цукор-пісок або глюкоза	110
Перець чорний або білий мелотий	85
Горіх мускатний або кардамон мелені	55

3.1.1. Визначення впливу харчової морської солі на функціональні властивості м'ясної сировини

Під функціональними (технологічними) властивостями м'ясної сировини в процесі виробництва ковбасної продукції розуміють комплекс фізико-хімічних показників впливу на структуру та споживчі властивості отриманих з неї фаршевих систем. У їх формуванні важлива роль належить білкам м'язової тканини, які, не враховуючи притаманну м'ясним системам воду (56-72 %), є їх основною складовою – 15-22 % і одною з основних з властивостей, що становлять інтерес до технологів, є здатність фаршу до утримування та зв'язування і утримування масою вологи (інакше – вологоутримуюча здатність ВЗЗ).

Частково, полярні молекули води, яка міститься у м'язовій тканині, достатньо міцно утримуються характерними локалізованим зарядом полярними групами молекул білків за рахунок водневого зв'язку і не мігрують з цього близького сусідства назовні. Кількість такої води достатньо мала і становить близько 0,5 грама на грам білку, а оскільки його середня концентрація у м'язовій тканині близька до 0,2 грами на грам, загальна кількість зв'язаної води не досягає й 10 % її загального вмісту у м'язових тканинах ссавців. Більша ж частина наявної у структурі м'язової тканини води знаходиться у міофібрилах, між ними самими, між міофібрилами і стінками клітин, між клітинами та пучками м'язових волокон.

Подрібнена м'язова тканина може утримувати від 700 до 800 грамів вологи на 100 грамів білку, що у ній міститься, але після забою тварини здатність м'язів утримувати вологу зменшується, головним чином через збільшення в м'ясній масі кількості молочнокислих бактерій та генерованої ними молочної кислоти. При досягненні рН величини 6 і менше двовалентні метали, які містилися у міжклітинній м'язовій рідині, інкорпуються в молекули білка, що призводить до скорочення м'язів та дегідратації тканин, переході води у вільний стан і її видаленні з м'язової маси.

Неминуча втрата м'ясом частини зв'язаною масою вологи позначається на його органолептичних властивостях, перш за все ніжності і соковитості, на які звертають першочергову увагу споживачі м'ясної продукції. З цього слідує, що першочерговою задачею, яка ставилася при виконанні цієї роботи, було розроблення способу покращення смакових і тактильних характеристик м'ясних продуктів, направленою на пошук способів утримання у м'ясній системі достатньої кількості води.

Першим виявленим способом досягнення поставленої задачі стало використання прийому періодичного перемішування фаршевої системи з нейтралізацією частини утвореної в ній молочної кислоти, що є оптимальною умовою прискорення визрівання м'яса. Це дозволяє також скоротити час втрати м'ясом вологи в процесі посмертного задубіння, супроводжуваного втратою здатності маси утримувати у міжклітинному просторі кальцій і руйнуванням існуючих за життя водневих зв'язків між водою та полярними групами актину та міозину м'язової тканини.

Проте в процесі визрівання м'язової тканини феномен задубіння зникає, а його проходження прискорюється під дією внесених зі стартовими культурами штамів мікроорганізмів (розділ 3.2 цієї роботи). В результаті, клітини м'язової тканини набувають здатності приймати певну частину води з міжклітинного простору м'яса, для чого слід зменшити у них осмотичний тиск вільної вологи. Зазвичай задачу підвищення рівня ВЗЗ вирішують способом посолу м'ясної сировини. У результаті дифузії введеної з розсолом солі осмотичний тиск води у клітинах зменшується і стає меншим, ніж у міжклітинному просторі. Результатом стає дифузія у клітини з нього частини вільної води, супроводжувана покращенням ніжності та підвищенням соковитості м'ясної компоненти.

Саме цей прийом, який до того ж є невід'ємною складовою частиною технологічного процесу виготовлення ковбасної продукції і став предметом дослідження, оскільки правильно підібрані параметри і терміни посолу дозволяють отримати з найменшими затратами готовий продукт найкращої

якості. Першим, визначальним критерієм при виборі для посолу сорту солі було визначення вірогідних відмінностей у відчутті солоності проб, приготованих на звичайній кухонній солі за ДСТУ 3583:2015 «Сіль кухонна. Загальні технічні умови» та на збагаченій ламінарією морській солі за ТУ У 14.4-34161267-001:2007. Причиною, як зазначалося, є те, що єдиною сіллю, яка у дійсності має солоний смак, є хлорид натрію, а у морській солі його вміст є приблизно на 30% нижчим, ніж у комерційній кухонній солі. Їх відповідні склади наведені у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

Нормований склад кухонної солі за ДСТУ 3583:2015 та збагаченої ламінарією морської солі за ТУ У 14.4-34161267-001:2007

Показник	Норма в перерахунку на суху речовину	
	Сіль кухонна вищого сорту	Сіль морська харчова з ламінарією
Натрій	38,4	30,6
Хлорид	59,3	55,0
Кальцій	0,4	1,2
Калій	0,1	1,1
Магній	0,005	3,7
Залізо	0,8	н.д.
Сульфат	-	7,7
Гідрокарбонат	0,85	0,41
Йод	-	5×10^{-6}
Нерозчинний залишок	0,25	0,03
Волога	3,20	0,10

Визначення ступеню солоності приготованих на цих солях реальних фаршів, з низки причин не проводили, а досліджували ступінь солоності їх водних розчинів в діапазоні концентрацій 0,5 – 2,5 %. Такий діапазон був обраний з міркувань того, щоб масова частка солі у найбільш концентрованому розчині приблизно відповідала відповідному показнику масової частки NaCl, застосовуваного традиційно у варених ковбасних виробках. Оцінювання рівня солоності у балах здійснювали органолептичним

способом. За нуль було прийняте відчуття відсутності солоності у чистої води, за 10 балів – солоність найбільш концентрованого розчину. Результати оцінки показані на рисунку 3.1.

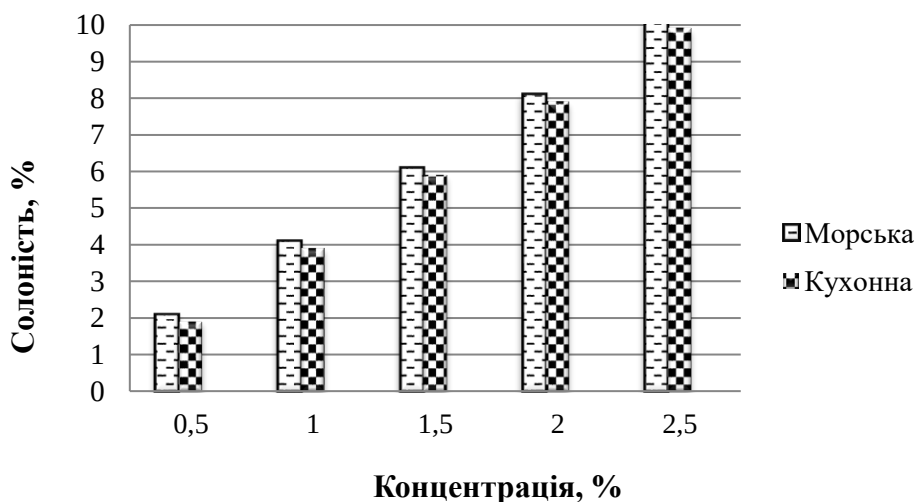


Рис. 3.1. Результати органолептичного оцінювання ступеню солоності розчинів

З отриманих даних слідує, що солоність розчинів, незважаючи на суттєво відмінний іонний склад розчинених солей, практично не відрізняються в усьому дослідженому діапазоні. На цій підставі був зроблений висновок, що при посолі доцільно використовувати не кам'яну, а морську сіль і тим досягти суттєвого зменшення потенційного несприятливого впливу солі на організм на підставі наступного:

- зменшення дозування у фарш іону натрію і введення натомість іону калію, що особливо значимо в умовах недостатнього споживання в Україні овочів та фруктів переважною більшістю населення;
- збагачення суміші іонами кальцію та магнію, що сприяє утриманню фаршевидними сумішами додаткових кількостей води порівняно з випадком використання при посолі традиційної кухонної солі;
- збагачення фаршевої суміші сполуками йоду дефіцит отримання якого характерний практично для усієї території України.

До того ж морська сіль містить більш, ніж 40 мікроелементів, з яких найбільш значимими (в порівнянні з відповідними індексами якості звичайної солі) слід визнати наступні (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Вміст мікроелементів у кухонній солі за ДСТУ 3583:2015 та збагаченій ламінарією морської солі за ТУ У 14.4-34161267-001:2007

Назва елемента	Концентрації елементів в зразках солі, мкг/г	
	Сіль кухонна	Сіль морська з ламінарією
Сірка	46349,74 ± 3807,10	76442,78 ± 4992,50
Манган	-	1,62 ± 0,89
Хром	-	3,97 ± 1,33
Кобальт	-	2,44 ± 1,09
Мідь	3,81 ± 1,76	2,40 ± 0,94
Селен	5,98 ± 2,07	1,43 ± 0,47
Цинк	144,76 ± 7,04	3,56 ± 1,09
Бром	6,40 ± 1,26	319,80 ± 7,37
Рубідій	83,05 ± 3,21	10,38 ± 1,12
Стронцій	-	13,28 ± 1,29
Цирконій	-	1,76 ± 0,44
Йод	62,2 ± 15,68	3,86 ± 1,46
Залізо		-

Метою дослідження стало визначення зміни органолептичних властивостей фаршів при переході при посолі від звичайної кам'яної до морської солі. Об'єктами дослідження були яловичина та свинина, посол яких в співставленні з морською сіллю паралельно проводили звичайною кухонною сіллю. Посол проводили згідно із загальноприйнятою у м'ясній промисловості технологією: у фаршеву суміш сіль вносили з розрахунку 2,4 грами на 100 грам фаршу і витримували суміш при 4°C і періодичному перемішуванні протягом 24 годин. Отримані показники здатності м'яса до зв'язування вологи після завершення посолу наведені на рисунках 3.2 та 3.3.

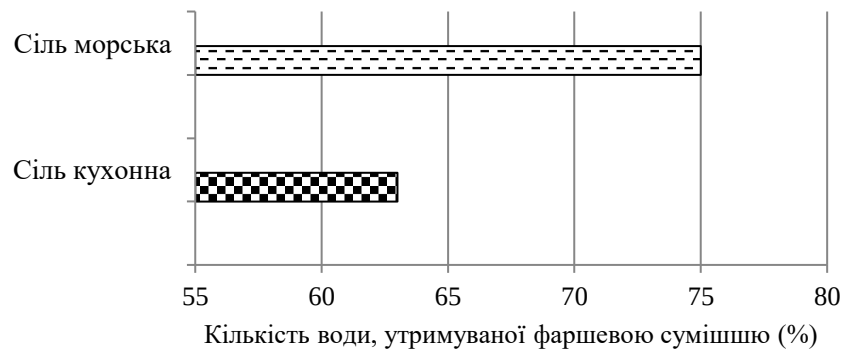


Рис. 3.2. Кількість води, утримуваної яловичиною при посолі, %



Рис. 3.3. Кількість води, утримуваної свининою при посолі, %

Отримані дані свідчать, що використанні при посолі морської солі дозволяє збільшити здатність до зв'язування вологи як яловичини, так і свинини, причиною чого, вірогідно, є наявність у системі достатньої кількості характерних збільшеним числом гідратації іонів калію, магнію та калію, відсутніх у значній кількості в кухонній солі. Такий феномен сприяє вирішенню одної з актуальних проблем виробництва ковбасної продукції – пошуку способів підвищення здатності утримування готовою продукцією притаманної м'ясним продуктам ступеню вологості.

Додатковим аргументом на користь цього висновку є збагачення фаршевої суміші гостродефіцитним йодом та рядом корисних мікроелементів. Оскільки йод в організмі не синтезується, єдиним способом отримання є споживання багатих йодом продуктів: риби, яєць, горіхів, м'яса, хліба, молочних продуктів, водоростей, йодованої кухонної солі. За відсутності можливості споживання достатньої кількості цих продуктів у їжу за рекомендаціями Всесвітньої організації охорони здоров'я у використовуваний

в харчових цілях хлорид натрію бажано додавати сполуки йоду. На цій підставі нами був зроблений висновок про доцільність заміни зазвичай використовуваної при посолі м'ясної сировини кам'яної кухонної солі на морську.

Наступним кроком дослідження став пошук способу збагачення солі, використовуваної для посолу м'ясної сировини мінеральними солями, життєво необхідними для нормального стану організму, у першу чергу сполуками калію та гостродефіцитним для більшості регіонів України йодом. Задачею, що стояла перед нами при виборі виду солі, рекомендованої до використання при посолі, було знайдення оптимуму, за якого забезпечувалися б необхідні умови визрівання м'ясної сировини при забезпеченні людського організму достатньою кількістю мінеральних речовин, необхідних для його нормального функціонування, перш за все калію, потреба дорослої людини у якому досягає 3500 міліграмів на добу.

Елементарні розрахунки показують, що паритет в отриманні натрію та калію досягався б за співвідношення їх хлоридів у рекомендованій для споживання суміші близько 50:50 по масі. Але при тому, що більшість продуктів повсякденного вжитку містить достатньо велику кількість калію, вміст якого у деяких з них становить кількість калію, доданого з посолочною сіллю, може бути меншою. Тому, як і більшість закордонних розробників, ми вважаємо, що при посолі м'ясної сировини більш раціональним було б використання солей, які б містили 30 % хлориду калію та 70 % хлориду натрію (див. розділ 1.4).

В Україні за вимогами національного стандарту ДСТУ 4307:2004, йодовану сіль з масовою часткою йоду у $(40 \pm 15) \times 10^{-4} \%$, або 40 ± 15 міліграмів йоду виробляють з додаванням йодату калію (KJO_3) та для протидії злежуванню – мікродобавки токсичного фероціаніду калію. Рівень її використання при приготуванні страв, дозволяє певною мірою зменшити дефіцит йоду в раціоні.

Проте при рекомендованій для тижневого споживання людиною масою 70 кілограмів терапевтичній кількості йоду у приблизно 100 мікрограмів при переході на споживання виключно йодованої солі і фактичній денній нормі надходження солі у приблизно 10 грамів, йоду в організм за цей період надходитиме 400 ± 150 мікрограмів, що може спричинити проблеми із здоров'ям, у першу чергу через негативний вплив на сітківку ока. Негативний вплив неорганічно зв'язаного йоду може бути частково пом'якшеним вживанням морської солі, яка містить значні кількості органічно зв'язаного йоду, а також її комерційно доступних сортів, збагачених морськими водоростями (Додаток 9).

Вибір конкретного виду водоростей, рекомендованих для додавання у сіль, використовувану для посолу м'ясної сировини, був виконаний нами з урахуванням їх комерційної доступності та фактичного вмісту йоду. Аналіз світового досвіду та доступності ресурсу багатих йодом водоростей показав, що оптимальним є вибір ламінарії, а способом збагачення цим мікроелементом солі є внесення у її тонко подрібненого листа або екстракту. Внесений у систему органічно зв'язаний йод, у протилежність йоду, доданому з йодатом калію, зберігається у масі тривалий термін і не руйнується під дією світла та при приготуванні їжі. Перевагою такої форми його знаходження є практично повна засвоюваність, при тому у необхідних для нормальної життєдіяльності кількостях, оскільки надлишок йоду виводиться з організму без будь-яких токсичних впливів.

Продукт крім того містить вітаміни А, В₁, В₂, В₁₂, С і D та цілий набір важливих для організму мікро- й макроелементів (табл. 3.4):

Таблиця 3.4

Вміст мікроелементів у сухому листі ламінарії (мг/100 г)

Елемент	Вміст	Добова норма
Магній	1,26	400
Кремній	0,51	0,01
Фосфор	0,41	960
Йод	0,25	0,15
Кальцій	0,22	260
Залізо	0,12	18
Цинк	0,002	15
Ванадій	0,0016	0,01
Марганець	0,001	2,5
Нікель	до 0,00017	0,005
Кобальт	<0,00016	до 2,5
Молібден	0,000096	0,025

З урахуванням цього фактору та аналізу ринку солей в Україні, достатньо повно поставленим вимогам відповідає сіль морська харчова першого сорту ТУ У 14.4-34161267-001:2007 яка на 70%, складається з хлориду натрію, 30% хлориду калію та містить добавку ультраподрібненого сухого листа ламінарії (морської капусти). Сіль, на перевагу використанню кам'яної солі, крім того містить ряд цінних мікроелементів (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

Вміст мікроелементів у морській та кухонній солі, мкг/кг

Елемент	Сорт солі	
	Морська	Кам'яна
Хром	3,97 ± 1,33	-
Йод	3,86 ± 1,46	-
Цинк	3,56 ± 1,09	5,98 ± 2,07
Кобальт	2,44 ± 1,09	-
Мідь	2,40 ± 0,94	3,81 ± 1,76
Марганець	1,62 ± 0,89	-
Селен	1,43 ± 0,47	-

Вживання цієї характерної зменшеним вмістом натрію і натомість збагаченої калієм і цінними мікроелементами солі може бути рекомендована до широкого застосування, особливо для наступних груп населення:

- особам з підвищеним артеріальним тиском;
- при ожирінні і набряках;
- особам, які контролюють рівень цукру в крові;
- людям з підвищеним емоційним і фізичним навантаженням.

3.1.2. Обґрунтування та дослідження застосування у м'ясних продуктах харчових волокон

Одним із способів усунення дефіциту споживання харчових волокон є їх введення в харчові композиції. Наразі на ринку присутня велика кількість волокон рослинного походження і критеріями, які мають братися до уваги при виборі конкретного виду волокон, є їх хімічний склад, відповідно, і фізіологічна спрямованість основних складових (Додаток 10).

При розробленні рецептури фаршу для сосисок оздоровчого призначення нами були проведені дослідження з визначення здатності до утримування в композиції вологи волокнами, доступними в умовах масового виробництва продукту. Для порівняння та ж методика випробувань була застосована до готових до безпосереднього споживання модифікованих волокном фрикадельок, виготовлених за однаковою рецептурою (200 грамів меленої яловичини + 2 грами солі + 1 % відповідного волокна) Отримані в ході експерименту дані наведені на рисунку 3.4.

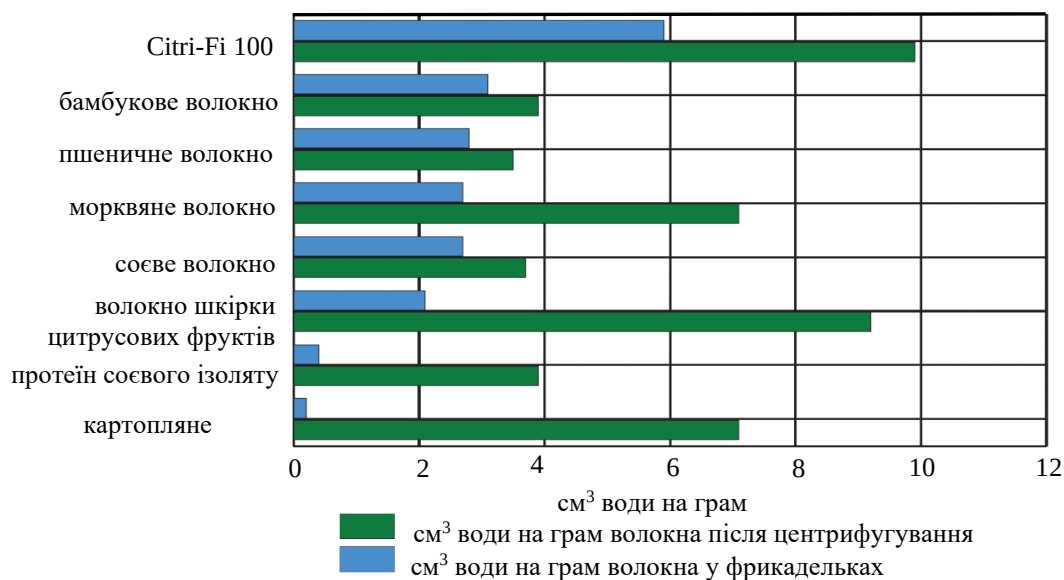


Рис. 3.4. Здатність харчових волокон рослинного походження до утримування вологи

За цими даними, найбільшу кількість вологи утримують апельсинові харчові волокна, конкретний склад яких наведений у таблиці 3.6:

Таблиця 3.6

Хімічний склад апельсинових волокон Citri-Fi 100, %

Компонент	Величина параметру
Масова частка вологи	9,25 ± 0,10
Масова частка нерозчинних харчових волокон	53,07 ± 1,23
Масова частка розчинних харчових волокон	17,97 ± 1,40
Масова частка білків	0,43 ± 0,08
Масова частка жиру	6,57 ± 0,52
Масова частка зольних речовин	3,43 ± 0,04
Масова частка суми фенолів	4,89±0,02

До позитивних властивостей апельсинових харчових волокон слід віднести також факт наявності у них великої кількості характерних антиоксидантною активністю та у певній мірі бактерицидними властивостями компонентів флавоноїдної природи (2,2-азино-біс-3-етилбензотіазолин-6-сульфонової кислоти, 2,2-дифеніл-1-пікрилдразили, 2,2-азобіс-2-метилпропаніламідом та ін.). З цих причин модифіковані добавкою апельсинових волокон м'ясні фарші характеризуються подовженим терміном гарантованого

зберігання і не потребують додаткового внесення синтетичних антиоксидантів, багато з яких мають негативний вплив на стан шлунково-кишкового тракту. До суттєвих переваг волокон Citri-Fi можна віднести їхню здатність до сорбції та виведення з нерозчинною фракцією волокна шлаків і важких металів, тобто надання продуктам з їх вмістом певних лікувально-профілактичних властивостей, у тому числі, а також практичного припинення утворення сполук-медіаторів запалень, у першу чергу монооксиду азоту.

Введення у м'ясні композиції апельсинових харчових волокон дає можливість, крім надання організму функцій покращення травлення та виводу з організму шлакових речовин, використовувати у виробництві більш жирну сировину і при тому зменшити у композиції присмак жирності, оптимізувати стадії дозування та фасування готової продукції, покращити її структуру, зменшити калорійність та знизити ризик утворення у масі включень розсолу.

Завдяки високому вмісту біоактивних речовин, апельсинові волокна рекомендовані до використання у харчовій, зокрема м'ясній промисловості, з метою підвищення соковитості і покращення структури ковбас, салямі та продуктів з низьким вмістом жиру. Основними з переваг їх застосування слід визнати:

- запобігання виникненню ракових захворювань завдяки присутності флавоноїдів та лимонену;
- запобігання накопиченню у легенях слизу та попередження розвитку легеневих захворювань завдяки присутності вітаміну С;
- полегшення наслідків діабетичних ускладнень завдяки наявності пектину, який сприяє нормалізації кількості глюкози у крові;
- сприяння укріпленню здоров'я завдяки наявності флавоноїду гесперидин, який сприяє зниженню артеріального тиску та виведенню холестерину;
- сприяння схудненню завдяки зменшенню кількості спожитої їжі, збагаченої волокнами;

- запобігання запаленням очей та підвищення гостроти зору завдяки присутності лимонену, та цитралю;
- зменшення вірогідності розвитку карієсу.

Комплекс таких властивостей став причиною вибору нами при розробці рецептури сосискових фаршів широко присутніх на ринку апельсинових волокон Citri-Fi 100.

3.1.3. Обґрунтування доцільності використання в фаршевих композиціях білків плазми крові

Сучасні тенденції підвищення харчової і біологічної цінності м'ясопродуктів з точки зору споживання білку з урахуванням зменшення ресурсу м'яса реалізуються у розробці та усе більш широкому використанні технологій виробництва ковбасної продукції, де частина складових м'яса, зокрема жир, замінені на альтернативні сировинні джерела і одною з основних вимог до продуктів модифікованого складу є їх покращена консистенція і органолептичні показники якості та достатня кількість харчового білку як джерела побудови клітин організму.

Але одночасно, згідно з принципами нутриціології, організм людини потребує не просто харчового білку, але білку, характерного повноцінністю амінокислотного складу, чому найбільше відповідають білки тваринного походження. Серед інгредієнтів, рекомендованих до широкого використання у м'ясних системах чи не чільне місце належить білкам, отриманим переробкою крові. Вони містять альбуміни, глобуліни, значну кількість незамінних амінокислот, деякі інші компоненти (Додаток 11).

Крім того, у плазмі у розчиненому вигляді містяться необхідні для нормального проходження метаболічних процесів глюкоза, солі натрію, кальцію, магнію та гормони. Введення її в фаршеві композиції дозволяє оптимізувати амінокислотний склад продукції і покращити органолептичні та структурно-механічні властивості фаршів, перш за все їхню в'язкість, пластичність та здатність до утворення емульсій, що підтверджено тривалим

досвідом використання білків плазми крові в сосисках, студенях, шинках, варених ковбасах.

Застосування нейтральних за смаком білків плазми крові дозволяє реалізувати таку важливу у багатьох випадках властивість продукту, як збереження його смакових якостей при одночасному зменшенні калорійності внаслідок заміни білком еквівалентної кількості жиру. Завдяки цьому, застосування білків плазми крові має й певний терапевтичний ефект, оскільки надлишок жиру у раціоні може викликати розвиток серцево-судинних захворювань та розвитку раку прямої кишки, простати, грудей. До позитивних моментів застосування цього прийому слід додати також і унікальну здатність білків крові утворювати стабільні емульсії і завдяки цьому попередити розшарування фаршевої маси і рівномірно розподілити залишкову частину жиру по всій масі виробу.

Крім того, перевагами використання плазми крові у виробництві ковбасної продукції є стабілізація рН сировини з ознаками PSE та DFD, що й слугувало причиною введення у рецептуру розроблюваного сосискового фаршу білків плазми крові.

3.1.4. Характеристика та обґрунтування використання екстракту розмарину

М'ясні системи представляють собою набір великої кількості компонентів, більшість яких є нестабільними і піддаються зміні при контакті з повітрям. У багатьох випадках в процесі атаки на них з боку кисню, в системі утворюються нестабільні пероксида та вільні радикали – високоактивні в хімічному відношенні групи атомів, характерні наявністю неспареного електрона. Ці новоутворені сполуки характеризуються несприятливим впливом на клітинні мембрани, у результаті чого клітини втрачають притаманні їм захисні властивості і людина передчасно старіє. Такі процеси характерні, однак, не тільки для живих організмів, але й для м'яса, отриманого

після забою тварини, особливо такого, яке характеризується високим вмістом жиру.

Проблема гарантування якісного зберігання продукту з однієї сторони та стабільністю органолептичних та фізико-хімічних властивостей з іншої, у випадку м'ясних систем набуває особливої гостроти, оскільки основна їх складова – м'ясо – характеризується великою кількістю здатних до окиснення сполук, у першу чергу ліпідів, і прогорання і загального псування продуктів. Тому одним із основних завдань у м'ясній промисловості є вирішення питання безпечного гальмування у м'ясопродуктах окислювальних процесів. Для мінімізації швидкості проходження цих процесів, у харчовій промисловості застосовують ряд способів, у тому числі контроль кліматичних умов зберігання готових виробів, ретельний вибір способів упаковки та пакувальних матеріалів та ін. Зазвичай цю проблему вирішують введенням у композиції речовин з антиоксидантними властивостями. Серед тих, що використовуються для подовження гарантованого терміну придатності м'ясних продуктів, широко використовують рослини та екстракти рослин, які як продукти їх метаболізму містять так звані характерні антибактеріальною дією флавоноїди (природні фенольні сполуки, які накопичуються в усіх органах рослин у формі глікозидів).

У першу чергу такими визнані флавоноїди, продукти життєдіяльності рослин характерні не тільки антиоксидантними, але й бактерицидними властивостями. Останнє до того ж є особливо цінним з огляду на їхню здатність гальмувати небажані наслідки неконтрольованого розмноження бактеріальної флори у готових виробах. Флавоноїди також підтримують еластичність капілярів та зміцнюють їхні стінки. Причинами їх біологічної активності є пріоритетна здатність гальмувати перекисне окиснення ліпідів та окиснення синтетичних і природних антиоксидантів, наприклад аскорбінової кислоти. Серед таких чи не чільне місце належить листю, стеблам та екстракту розмарину, які крім того містять достатню кількість здатних гальмувати процеси окиснення жирів аскорбінової кислоти і карітоноїдів (Додаток 12).

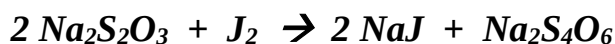
Незважаючи на те, що розмарин практично не має харчової цінності (15,1 кДж/кілограм), його введення у фаршеві композиції може бути рекомендованим також з огляду на надання їм «пікантного» присмаку, оскільки рослина містить від 0,5 % до 2,5 % летких ароматичних сполук, головним чином терпенів.

Введення у фаршеву суміш характерної активною антиоксидантною дією (тобто властивістю пріоритетної взаємодії з окисниками) добавки екстракту розмарину, яка крім надання готовій продукції приємних ароматичних властивостей практично націло – 0,912 грама в одному грамі – складається із сполук, характерних здатністю першочергово взаємодіяти з окисниками і тим захистити інші присутні у системі сполуки від окиснення новоутвореними у масі фаршу і характерними активними окисними властивостями чотири- та п'ятивалентними сполуками азоту (відповідно, NO_2 та HNO_3).

В цьому варіанті нітрит-іон, доданий для надання м'ясній масі привабливого рожево-червоного кольору, практично кількісно витрачається на цільову реакцію утворення нітрозоміоглобіну, що дозволило нам при реалізації бажаного кольору ковбасних виробів суттєво зменшити дозування токсичного нітриту при його практичній відсутності у готовій ковбасній продукції.

З метою визначення оптимального дозування екстракту розмарину з точки зору подовження гарантованого терміну зберігання, в сосисковий фарш вводили його добавку та визначали динаміку зміни перекисного числа проби в процесі зберігання. Показник характеризує нестабільність у часі м'ясної системи внаслідок взаємодії її компонентів з киснем повітря, супроводжуваним утворенням пероксидів (сполук перекисного характеру) та інших характерних окисними властивостями речовин. Чим більшим є перекисне число модифікованої антиоксидантом речовини, тим нижчим є його стабільність у часі і тим коротшим термін гарантованого зберігання. Присутність пероксидів виявляють завдяки їх здатності взаємодіяти з йодидом

калію з виділенням молекулярного йоду. Кількісний вміст утворених пероксидів визначають далі відтитруванням вивільненого йоду тіосульфатом натрію:



Механізм захисної дії добавки полягає у тому, що характерний високою окисною активністю диоксид азоту NO_2 , утворюваний при швидкому розкладенні у біологічному середовищі нестабільної нітратної кислоти, практично миттєво вступає у взаємодію з характерними антиоксидантною дією компонентами екстракту розмарину з повторним переходом у монооксид азоту NO і процес *окиснення-відновлення* азоту відбувається відповідно до набуття ним ступенів окиснення $II (NO) \rightarrow IV (NO_2) \rightarrow II (NO)$, тобто «*по колу*». Позитивний ефект застосування екстракту розмарину відбувається згідно з цим способом за рахунок того, що монооксид азоту NO , утворюваний чи то при початковому розкладенні нітриту натрію після його введення у фарш у вигляді солі, чи за рахунок взаємодії новоутвореного нітрат-іону з привнесеними з розмарином антиоксидантами, витрачається на утворення цільової сполуки – нітрозоміоглобіну – практично націло. У цьому полягає відмінність заявленого способу, за яким при приготуванні продукту використовується зменшене дозування натрію нітриту, частина якого за традиційною технологією витрачається на синтез баластної домішки натрію нітрату.

За результатами експерименту було визначено, що перекисне числа монотонно зростає у всіх досліджених пробах, але за присутності розмарину швидкість його збільшення була значно меншою, ніж в контрольній пробі при одночасній відмові від внесення у масу синтетичних антиоксидантів, причому оптимальним слід вважати дозування у 0,15 % екстракту по відношенню до м'ясної сировини, оскільки його подальше додавання практично не впливає на швидкість зростання контрольованого параметру.

Ще одним критерієм покращення якості фаршу модифікацією добавкою екстракту розмарину є динаміка зміни у часі кислотного числа фаршу як

критерію швидкості гідролітичного окиснення ліпідів з утворенням жирних кислот. Метою визначення було встановлення додаткового критерію доцільності використання екстракту розмарину у подовженні терміну придатності м'ясної продукції, нами при оціненому як оптимальне дозування екстракту розмарину (0,15 %).

Зважаючи на реалізацію в системі традиційного складу небажаних перетворень, другою задачею розробки характерного патентною новизною рішення став пошук способу уникнення небажаних взаємодій. Поставлену задачу було запропоновано вирішити введенням у фаршеву суміш добавки екстракту розмарину, характерної активною антиоксидантною дією (тобто властивістю пріоритетної взаємодії з окисниками), яка крім надання готовій продукції приємних ароматичних властивостей практично націло – 0,912 грама в одному грамі – складається з характерних здатністю першочергово взаємодіяти з окисниками і тим захистити інші присутні у системі сполуки від окиснення новоутвореними у масі фаршу і характерними активними окисними властивостями чотири- та п'ятивалентними сполуками азоту (відповідно, NO_2 та HNO_3).

В цьому варіанті нітрат-іон, доданий для надання м'ясній масі привабливого рожево-червоного кольору, практично кількісно витрачається на цільову реакцію утворення нітрозоміоглобіну, що дозволило нам при реалізації бажаного кольору ковбасних виробів суттєво зменшити дозування токсичного нітриту при його практичній відсутності у готовій ковбасній продукції.

Механізм захисної дії добавки полягає у тому, що характерний високою окисною активністю диоксид азоту NO_2 , утворюваний при швидкому розкладенні у біологічному середовищі нестабільної нітратної кислоти, практично миттєво вступає у взаємодію з характерними антиоксидантною дією компонентами екстракту розмарину з переходом у монооксид азоту NO і процес окиснення-відновлення азоту, відповідно до набуття ним ступенів окиснення $\text{II} \rightarrow \text{IV} \rightarrow \text{II}$ ($\text{NO} \rightarrow \text{NO}_2 \rightarrow \text{NO}$), відбувається «по колу», а

монооксид азоту NO утворюваний чи то при початковому розкладенні нітриту натрію після його введення у фарш у вигляді солі, чи за рахунок взаємодії новоутвореного нітрат-іону з привнесеними з розмарином антиоксидантами, витрачається на утворення цільової сполуки – нітрозоміоглобіну, на відміну від традиційних способів виробництва варених ковбасних виробів, практично націло.

Для визначення ефективності антиоксидантної дії добавки екстракту розмарину (Food Ingredients Mega Trade, USA), препарат додавали до дослідних зразків фаршу у кількості 0,15% по відношенню до їх маси. За контроль був використаний зразок фаршу без додавання екстракту. Проби витримували при +8°C протягом 10 діб і періодично визначали їх кислотне число. Результати визначень показані у графічному вигляді на рисунку 3.6.

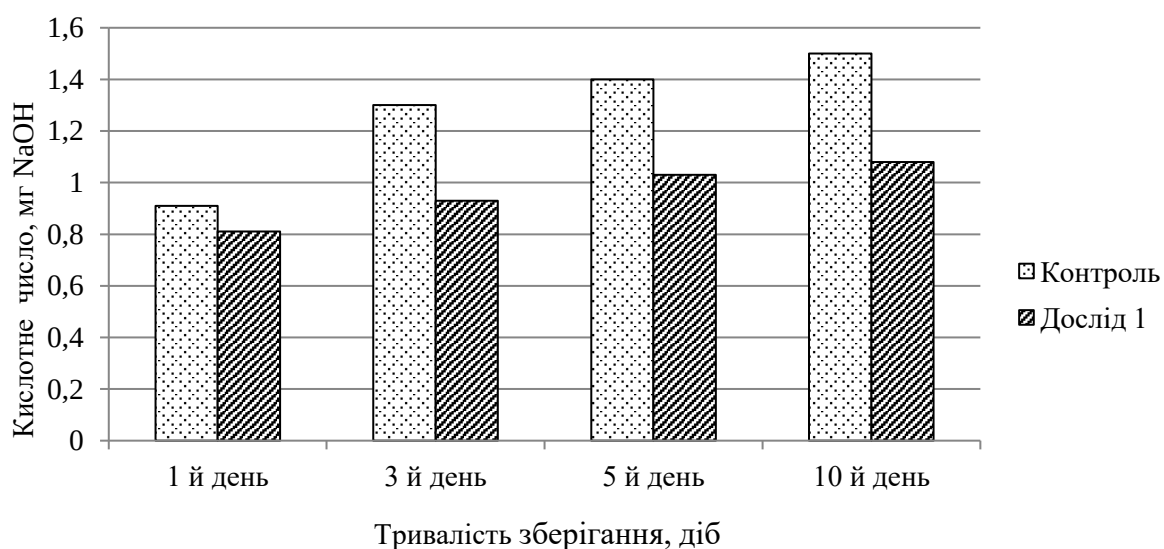


Рис. 3.6. Динаміка зміни кислотного числа контрольного та дослідного зразків сосискового фаршу при зберіганні

Проведені дослідження підтверджують високу антиоксидантну активність екстракту розмарину та його здатність ефективного гальмування процесу окислення ліпідів у складі сосисок. Унесення екстракту в кількості 0,05-0,15% дає змогу уповільнити гідролітичне окислення ліпідів фаршу на 29,75 – 40 %, а сам екстракт, залежно від використовуваної технології, може бути доданий безпосередньо в продукт у вигляді порошку або розчину у воді.

3.1.5. Обґрунтування доцільності застосування бактеріального препарату «Іпровіт ЛРР»

Для подовження терміну гарантованого зберігання продукту використовують зазвичай ті чи інші способи модифікації його складу, а також черговість проведення технологічних операцій. Такий підхід і був використано нами при дослідженні динаміки змін якісного та кількісного складу мікрофлори та визначені раціональних параметрів виробництва. Об'єктом дослідження стала операція посолу м'ясної сировини. Тривалість процесу є достатньо високою (до 24 годин) при температурі 0-4 °С та відносно низькій концентрації в масі хлориду натрію. Такі умови є достатньо сприятливими для швидкого розвитку при достатньо високій бактеріальній забрудненості м'ясної сировини.

Проведені нами дослідження показали, що використані для приготування контрольного та дослідних зразків яловичини та свинини (табл. 3.1) містили достатньо велику кількість небезпечних мікроорганізмів: колонії бактерій групи кишкової палички (БГКП) були виявлені у пробах масою 0,0001 грама (при нормі виявлення у пробах масою 0,01 грама), а мезофільні аеробні та факультативно аеробні мікроорганізми (МАФАМ) у тій же пробі знаходилися у кількості $2,9 \times 10^5$ колонієутворюючих одиниць (КУО) при встановленій Технічним регламентом Митного Союзу ТР-ТС 034/2013 «Про безпеку м'яса та м'ясної продукції» нормі $(1 \div 2 \times 10^3)$.

Використовуваний зазвичай прийом подальшого зменшення їх кількості термічною обробкою на стадії варіння ковбасної продукції дозволяє суттєво зменшити на момент виготовлення рівень бактеріального забруднення продукту, проте м'ясні композиції не є захищеною від розмноження мікроорганізмів в подальшому, що й показали проведені за два дні аналізи продукту, коли кількість утворених бактеріями групи МАФАМ дорівнює колоній при нормі відсутності у межах використовуваної методики (1×10^3). За результатами експерименту, фарш нормованого стандартом ДСТУ 4436

складу містив $3,1 \times 10^5$ в одному грамі проби МАФМ та показав присутність у продукті бактерій групи кишкової палички БГКП у пробах масою 0,001 грама (допустимий рівень – виявлення присутності у пробах масою 0,01 грама).

Таким чином, перед нами стояла задача вирішити одночасно дві проблеми: зменшити рівень бактеріологічного забруднення м'ясного фаршу та зберегти його прийнятний рівень після завершення процесу виробництва з нього ковбасного продукту, а також зменшити рівень дозування у ковбасний фарш токсичної домішки нітриту натрію.

У якості прийому направленого впливу стала операція внесення у фарш добавки рекомендованого Інститутом продовольчих ресурсів бактеріального препарату «Іпровіт ЛРР», до складу якого входять бактерії штаму *L.rhamnosus* та мікрококи *Kocuria rosea*. Розмір дозування препарату згідно з рекомендаціями Інституту продовольчих ресурсів України становив 50 міліграмів сухого препарату на кілограм м'ясної сировини. Застосування препарату дозволяє суттєво покращити стан мікробіологічної безпеки розроблюваного сосискового фаршу за рахунок швидкого розвитку у системі корисної мікрофлори (табл. 3.7).

Таблиця 3.7

Основні параметри росту мікроорганізмів препарату «Іпровіт ЛРР»

Умови культивування	Компоненти ЗК	$X \cdot 10^9$ КУО/см ³	$V_{\text{макс}}$, год ⁻¹	v , год ⁻¹	T_l , год	g , год
Стаціонарні умови, з періодичною нейтралізацією	МКБ	(4,0±0,3)	0,85	0,59	2,33	1,18
	МК	(0,1±0,1)	0,40	0,24	4,13	2,5
Без перемішування, з періодичною нейтралізацією	МКБ	(6,8±0,1)	1,03	0,64	2,19	0,97
	МК	(0,2±0,1)	0,44	0,27	2,82	2,27
	МК	(0,06±0,2)	0,42	0,29	1,40	2,38
З перемішуванням та з періодичною нейтралізацією	МКБ	(3,0±0,2)	0,95	0,56	0	1,05
	МК	(0,08±0,2)	0,44	0,30	1,19	2,27

Механізм позитивної дії препарату зводиться до:

1) прискорення підвищення рівня кислотності маси завдяки більш швидкому наростанню у ній молочнокислих бактерій штаму *Lactobacillus rhamnosus*;

2) інтенсифікації процесу денітрифікації під дією мікроорганізмів штаму *Kocuria rosea* залишкових кількостей доданих до фаршу нітриту та утвореного з нього нітрату натрію.

Додатковим ефектом застосування препарату є домінантність розмноження корисних бактерій та утворення внесеними штамами мікроорганізмів у процесі метаболізму речовин (бактеріоцинів, антибіотиків, пероксидів та ін.), які при збереженні біологічної цінності збагачених м'ясних продуктів протидіють розмноженню небажаної мікрофлори.

Антагоністичний ефект препарату досягається внаслідок зростання внаслідок утворення комплексу органічних кислот рівня кислотності (зниження величини рН) та утворення в процесі життєдіяльності введених мікроорганізмів речовин, пригнічуючи розвиток небажаної мікрофлори (наприклад, бактеріоцинів, антибіотиків, пероксидів). Завдяки цьому ефекту стає можливим продовжити термін придатності та зберегти біологічну цінність ковбасних продуктів.

Для підтвердження цього положення, тобто досягнення позитивного ефекту від застосування рекомендованої добавки, були проведені дослідження з порівняння мікробіологічного складу контрольного зразка та двох дослідних зразків сосискового фаршу. Першим висновком з результатів проведеного дослідження було підтвердження того, що за показниками мікробіологічного забруднення фарш експериментального складу (дослід) відповідав нормам чинної нормативної документації за показником забрудненості патогенними мікроорганізмами, у тому числі бактерій роду *Salmonella* та сульфітрeredуючих клостридій (відсутність). Загальна кількість мезофільних аеробних та факультативно анаеробних мікроорганізмів у об'єкті порівняння знаходилася у межах 7×10^5 в одному грамі продукту, а в дослідних зразках їх

присутність не була виявлена взагалі. Відповідні показники наведені в таблиці 3.8.

Таблиця 3.8

Результати мікробіологічного аналізу контрольного та дослідних зразків сосискового фаршу та використовуваної для його виготовлення сировини

Назва зразка	Назва мікроорганізмів			
	БГКП	мікрококи	МАФАМ	МКБ
1	2	3	4	5
Яловичина засолена	Наявність в 0,01 г	1×10^3	$7,4 \times 10^5$	$1,8 \times 10^4$
Свинина жирна засолена	Наявність в 0,01 г	$2,2 \times 10^3$	$7,3 \times 10^5$	$1,0 \times 10^4$

Продовження таблиці 3.8

1	2	3	4	5
Свинина нежирна засолена	Наявність в 0,1 г	$2,7 \times 10^3$	$7,2 \times 10^5$	$5,0 \times 10^4$
Контроль (фарш)	Наявність в 0,01 г	7×10^3	$3,1 \times 10^5$	$4,1 \times 10^4$
Дослід 1 (фарш)	Наявність в 0,1 г	7×10^5	Не виявлено	$1,3 \times 10^6$
Дослід 2 (фарш)	Наявність в 0,01 г	2×10^5	Не виявлено	4×10^5
Дослід 1 (сосиски)	Наявність в 0,001 г	$2,2 \times 10^5$	Не виявлено	$2,2 \times 10^6$
Дослід 2 (сосиски)	Наявність в 0,001 г	$3,2 \times 10^5$	Не виявлено	$6,3 \times 10^6$

Додатковим ефектом застосування препарату є пришвидшення процесу закислення (зниження значення рН) м'ясної системи, що, крім того, що сприяє підвищенню ніжності та соковитості м'яса. Крім внесених з бактеріальним препаратом мікроорганізмів, у м'ясній сировині зафіксовано і збільшення в процесі витримки фаршу кількості молочнокислих бактерій (МКБ), відповідальних за утворення в системі органічних кислот (зменшення рівня рН). Результати аналізу показують, що їх вміст у дослідних зразках є більшим, ніж у сировині, у яку препарат не вводили протягом усього періоду

ферментації. Динаміка наростання їх кількості в готових до реалізації в стаціонарних умовах показана на рисунку 3.7.

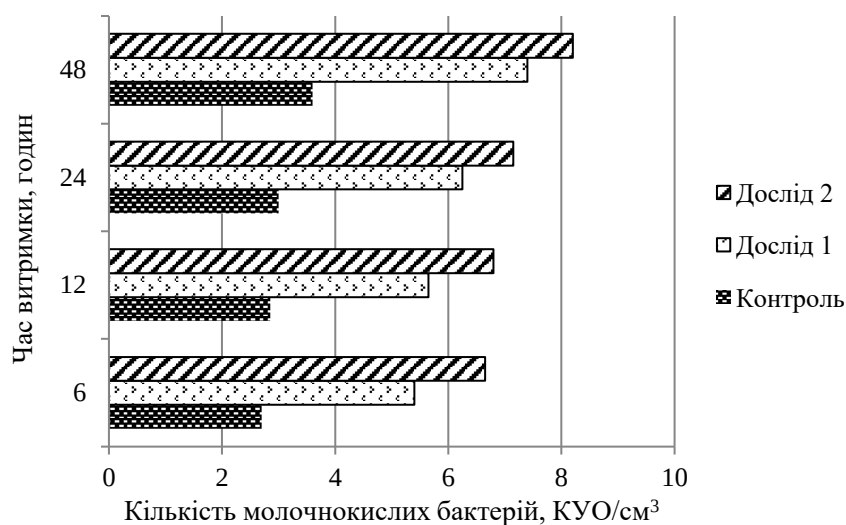
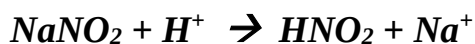


Рис. 3.7. Динаміка зростання кількості молочнокислих бактерій у м'ясній сировині

Другим, не менш важливим позитивним аспектом заявленого способу використання бактеріального препарату «Іпровіт-ЛРР» є його висока денітрифікуюча активність, пов'язана із зростанням у фарші протягом 48 годин чисельності молочнокислих бактерій штаму *L.rhamnosus* до $(4 \times 10^5 \div 1,3 \times 10^6)$ проти $4,1 \times 10^4$ на початку його витримки. Їх життєдіяльність привела до швидкого підвищення рівня кислотності м'ясних фаршів експериментального складу до величин $pH = 4,8 - 5,2$ проти відповідного показника pH фаршу контрольного складу у 6,3 одиниці.

Супутнім ефектом є перехід у кислому середовищі ($pH < 6,0$) нітриту натрію, введеного для збереження червоного забарвлення м'ясного фаршу, у нестабільну нітритну кислоту $NaNO_2$:



Ця кислота швидко розкладається з утворенням води та оксиду азоту (II) NO , який, згідно з цільовим призначенням, попереджує утворення в м'ясі небажаного метміоглобіну, а натомість приймає участь в переході міоглобіну

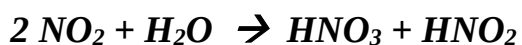
в нітрозоміоглобін і тим збереженні звичного червоного забарвлення м'ясної суміші:



Частина новоутвореної нітратної кислоти HNO_3 частково дисоціює з надходженням у водне середовище нітрат-іону NO_3^- , частково розкладається з утворенням диоксиду азоту:



В умовах величезної кількості води диоксид азоту повторно утворює в системі дві кислоти: нітратну та нітритну:



В ідеалі процес в умовах дисоціації нітратної кислоти до монооксиду азоту та його (NO) взаємодією з міоглобіном м'яса мав би повторюватися до повного вичерпання в системі нітрат-іону, однак через те, що кислотність м'ясного середовища залишається недостатньо високою ($\text{pH} \geq 4,8$), абсолютно більша частина нітрат-іону розкладенню не піддається, залишається у фарші, надаючи йому високого окислювально-відновного потенціалу (ОВП) і в процесі виробництва ковбасної продукції через недостатньо високу температуру обробки там і залишається. У результаті, продукт забруднюється небажаною домішкою нітрату натрію, а частина введенного у м'ясну суміш нітриту натрію втрачається.

При тому кумулятивний вплив на здоров'я споживачів залишків у продукті обох солей – нітриту та нітрату натрію – не вивчений, що тим більше ставить перед технологами крім проблеми мінімізації кількості доданої добавки токсичного нітриту натрію, ще й питання пошуку способу зменшення кількості утвореного у масі нітрату натрію.

Поставлена проблема може на нашу думку бути вирішена на стадії виготовлення м'ясного фаршу введенням у суміш добавок з антиоксидантною дією, тобто таких, що переважають міоглобін у здатності поглинати активний кисень – чи то такий, що мігрує углиб м'яса при контакті з повітрям, чи то такий, що утворюється при розкладенні нітрат-іону.

За речовину подібної дії у даному дослідженні була використана добавка екстракту розмарину, яка містить не менш, ніж 29 сполук, у тому числі 4,77 % характерних антиоксидантної дії сесквітерпенів: 2,1 % 1,8-цинеолу, 0,6 % камфори, 0,55 % α -пінену, 0,4 % β -пінену та характерної найвищою антиоксидантною властивістю розмаринової кислоти – 5,5-6,0 %, де атака оксидантів відбувається по подвійному зв'язку C=C вуглецевого ланцюга, який зв'язує два крезольні цикли (рис. 3.8).

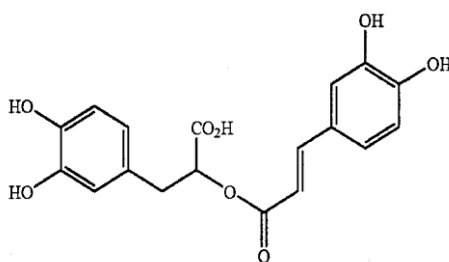


Рис. 3.8. Розмаринова кислота

При визначенні оптимального дозування, досліджували в процесі 10-денного зберігання динаміку зміни перекисного числа чистого від добавки екстракту розмарину контрольному зразку сосискового фаршу та його дослідних зразках, в які вводили 0,05; 0,10; 0,15 та 0,20 % екстракту. Отримані при проведенні дослідження результати представлені на рисунку 3.9.

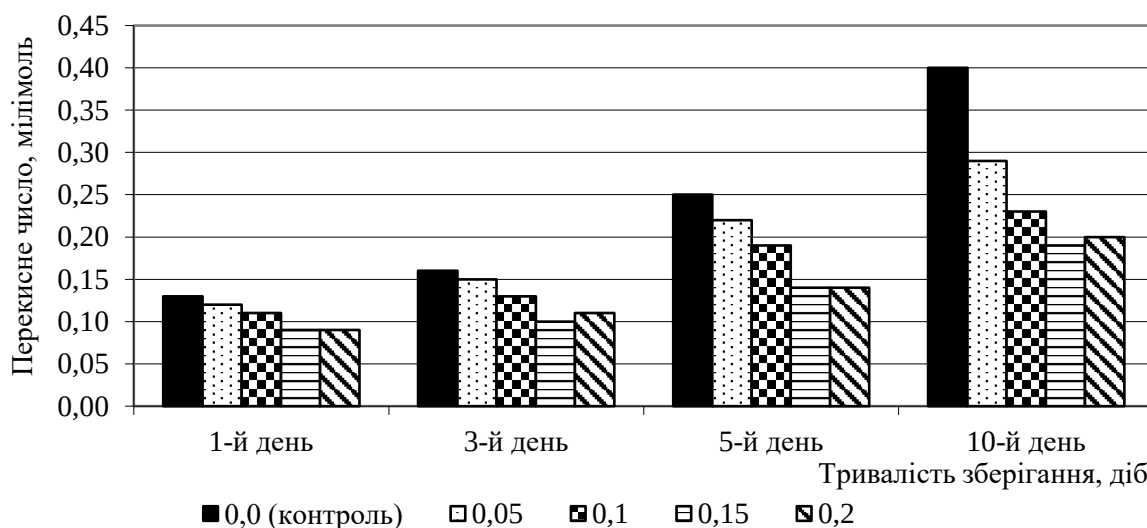


Рис. 3.9. Динаміка зміни перекисного числа контрольних та дослідних зразків сосисок, збагачених екстрактом розмарину

Зважаючи на отримані результати, добавку було рекомендовано вводити у фарш у кількості 0,15 % по відношенню до його загальної маси, оскільки її подальше додавання позитивного впливу на зростання антиоксидантної активності проби не мало.

Додатковою дією, направленою на зменшення дозування нітриту натрію при забезпеченні бажаного кольору м'ясної суміші є додавання у фарш на стадії його формування характерної двофакторною дією добавки апельсинових харчових волокон Citri-Fi 100. Крім основної функції утримування у фарші збільшеної серед усіх вивчених в роботі кількості вологи, найбільшу кількість води утримують характерні розвиненою поверхнею, відповідно і здатністю до адсорбції, апельсинові волокна Citri-Fi 100.

До позитивних властивостей добавки апельсинових харчових волокон слід віднести також факт наявності у них великої кількості характерних антиоксидантною активністю та у певній мірі бактерицидними властивостями фенольних компонентів флавоноїдної природи (2,2-азино-біс-3-етилбензотіазолин-6-сульфонової кислоти, 2,2-дифеніл-1-пікрилдразили, 2,2-азобіс-2-метил-пропаніламідів та ін.)

Зважаючи на те, що обидві рекомендовані до використання у сосисковому фарші добавки характеризуються антиоксидантною дією, нами був вивчений (рис. 2) їхній кумулятивний вплив на динаміку накопичення у фаршевій масі протягом 10 днів перекисних сполук. Добавку екстракту розмарину у фарш вводили у визначеній в попередніх дослідженнях оптимальною кількості 0,15 %

Отримані в експерименті дані свідчать про ефективність дії характерних антиоксидантною активністю запропонованих добавок у гальмуванні більш ніж у два рази швидкості утворення речовин, характерних наявністю активного кисню і тим зменшити дозування нітриту натрію.

Таким чином, усі параметри складу дослідного фаршу модифікованого складу є з точки зору його споживчої цінності та органолептичними

властивостями є кращими порівняно з відповідними властивостями м'ясних сумішей, куди він не вводився. На цій підставі нами був зроблений висновок у доцільності введення у розроблювану рецептуру м'ясного фаршу препарату «Іпровіт ЛРР» з його подальшою витримкою до повного визрівання при рекомендованій Інститутом продовольчих ресурсів України температурі +2⁰С протягом двох діб.

3.2. Визначення функціонально-технологічних властивостей фаршевих систем

Дослідження проводили на м'ясних фаршах удосконаленого складу, контролем служили зразки відповідного нормам стандарту ДСТУ 4436:2005 «Ковбаси варені, сосиски, сардельки, хліби м'ясні». При оцінці збалансованості хімічного складу м'ясних продуктів пріоритетна увага приділяється якісному та кількісному аналізу амінокислот, які зумовлюють рівень повноцінності білку і для характеристики біологічної цінності варених ковбас та сосисок найважливішими параметрами є їх білковий якісний показник та індекс незамінних амінокислот. На цій підставі перед нами стояла задача розробити склад сосисок, які б нарівні з оздоровчим властивостями характеризувалися б і повноцінністю білкового складу. З метою визначення досягнення поставленої мети при розробці повноцінного білкового складу сосискового фаршу нами були проведені дослідження, результат яких наведений у таблиці 3.9.

Таблиця 3.9

Характеристика амінокислотного складу і біологічної цінності дослідного та контрольного зразків

Назва незамінної амінокислоти	Еталон ФАО/ВООЗ г/100 г білку	Зразки			
		Контроль		дослідний фарш	
		г/100 г білка	амінокислотний скор, %	г/100 г білка	амінокислотний скор, %
Лейцин	7	10,0±0,46	142,8	11,4±0,46	162,8
Метіонін + цистин	3,5	4,2±0,21	120	4,28±0,22	122,3
Валін	5	6,0±0,26	120	6,6±0,26	132
Лізин	5,5	8,2±0,29	149,1	9,0±0,3	163,6

Треонін	4	6,1±0,21	152,5	7,1±0,21	177,5
Фенілаланін + тирозин	6	8,1±0,31	135	9,2±0,32	153,3
Триптофан	1	1,1±0,05	110	1,6±0,05	160
Ізолейцин	4	6,1±0,23	152,5	6,5±0,23	162,5
Сума незамінних амінокислот	36	49,8±2,06		55,6±2,08	

Наведені дані свідчать, що фарш розроблюваного складу містить усі вісім незамінних амінокислот у кількостях, які усі без виключення перевищують рекомендований ФАО/ВООЗ рівень вмісту. Аналогічний феномен спостерігається і при порівнянні відповідних показників складу розроблюваного фаршу з тим, який є стандартизованим національним стандартом ДСТУ 4436:2005 «Ковбаси варені, сосиски, сардельки, хліби м'ясні. Загальні технічні вимоги». Отримані дані свідчать про високі якості та біологічну цінність дослідного продукту.

Оскільки кожен з рекомендованих у підрозділах 3.1-3.6 цієї роботи має істотно впливати на функціональні і технологічні властивості розроблюваного фаршу, нами було проведене порівняння основних властивостей, які приймаються до уваги при визначенні основних значущих характеристик дослідного і контрольного сосискових фаршів.

При тому кожен інгредієнт з числа рекомендованих до включення до складу розроблюваного фаршу має істотний характерний вплив на їх фізико-хімічні показники. Так, застосування морської солі, характерної пониженим вмістом хлориду натрію і збагаченої натомість гігроскопічними хлоридами калію та магнію, а також клітковини та інших видів харчових волокон, істотно збільшує вміст утримуваної м'ясними сумішами вологи і через те, активність води. Застосування бактеріальних препаратів сприяє швидкій зміні кислотності суміші і скорочує термін визрівання фаршів. Застосування білку плазми крові крім збагачення сумішей цим цінним компонентом дозволяє покращити індекси їхньої пластичності.

Проте, сумарний результат їх застосування через складність механізмів взаємодії компонентів суміші не може бути прогнозованим на підставі результатів вивчення індивідуального впливу кожного з них. Тому на практиці використовують емпіричний підхід до визначення властивостей кожної з індивідуальних сумішей, серед яких одною з важливих є здатність фаршу утворювати стабільні у часі емульсії, під якими розуміють дисперсні системи, які складаються з рідкого дисперсійного середовища та колоїдної дисперсної фази. Дисперсну фазу у такій системі утворюють жирові частинки різних розмірів, а дисперсійне середовище – розчин білків та низькомолекулярних речовин.

Стійкості емульсії надають речовини (емульгатори), які адсорбуються на поверхні крапельок жиру та тим попереджують їх злипання. Такими є, наприклад, плівки білкової природи, які суттєво впливають на стійкість м'ясних емульсій, відповідно і на якість м'ясних виробів. Взаємодія жир-білок-вода здійснюється завдяки наявності в молекулах білків великої кількості гідрофільних та гідрофобних груп. Гідрофобні групи утворюють на зовнішній поверхні крапельок міцний адсорбційний шар, який грає роль бар'єру в попередженні коалесценції жиру. Гідрофільні групи орієнтуються у бік зовнішньої вологи і утворюють в об'ємі достатньо міцну сітку, яка не розшаровується протягом усього гарантованого терміну зберігання ковбасного виробу.

На цій підставі, у якості агенту, який має сприяти утворенню фаршевої емульсії, був використаний рекомендований у розділі 3.1.1 білок плазми крові. За контроль використовували фарш складу, нормованого стандартом ДСТУ 4436:2005 «Ковбаси варені, сосиски, сардельки, хліби м'ясні. Загальні технічні вимоги». Результати експерименту показані на рисунку 3.10.

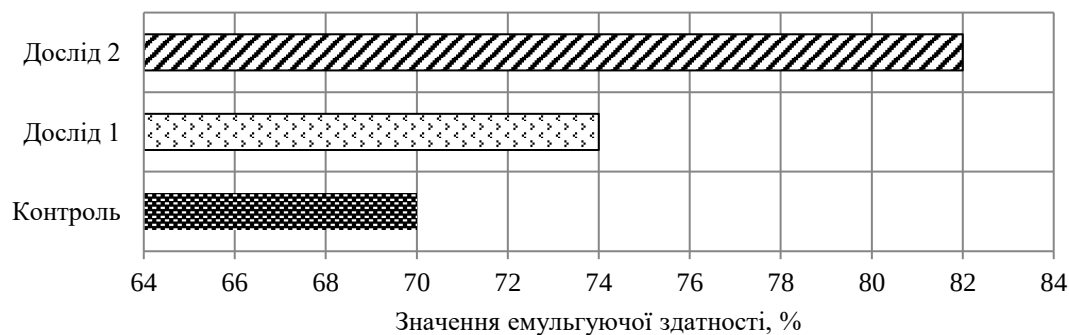


Рис. 3.10. Емульгуюча здатність контрольного та дослідних зразків м'ясного фаршу

Утворені за участі білку плазми крові емульсії буди достатньо стабільними дослідні фаршеві системи мають підвищену, у порівнянні з контролем, здатність до утворення стійкої емульсії, яку кількісно характеризують показники емульгуючої здатності (ЕЗ) - 82% у досліді №2 проти 70% у контролі та стабільності емульсії (СЕ) – 96% у тому ж досліді проти 88% у контролі, які наведені на рис. 3.11.

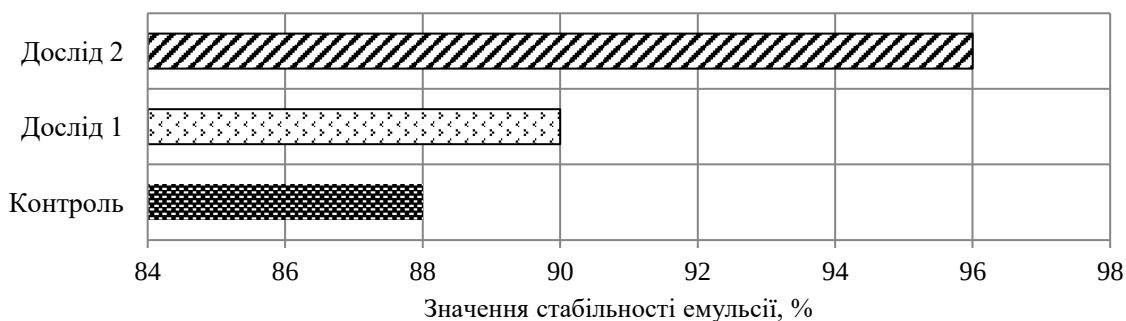


Рис. 3.11. Показники стабільності емульсії контрольного та дослідних зразків

Ця закономірність пояснюється тим, що добавки внесеної з апельсиновими харчовими волокнами клітковини, а також білку плазми крові обумовлюють високу реакційну здатність та надійне зв'язування водної складової. Добавка білка плазми крові також дозволила покращити показник пластичності м'ясної емульсії, а добавка екстракту розмарину крім збагачення смаку та аромату готовому продукту дозволила завдяки певним антиоксидантним властивостям також і подовжити термін його гарантованого

зберігання (табл. 3.10).

Таблиця 3.10

**Функціонально-технологічні та фізико-хімічні показники якості
контрольного та дослідних зразків м'ясних продуктів**

Показник	Назва зразка		
	Контрольний	Дослідний № 1	Дослідний №2
Активна кислотність, од. рН	5,8±0,03	5,6±0,03	5,54±0,03
Масова частка вологи, %	75,29±3,11	74,24±3,16	75,44±3,16
Окисно-відновний потенціал, мВ	140±7,5	-75,3±3,8	-76±3,8
Активність води, A_w	0,952±0,05	0,953±0,05	0,957±0,05
Вологозв'язуюча здатність, % до загальної маси	85,1±2,31	88,7±2,33	90,2±2,33
Пластичність, см ² /г	32,9±1,03	37,2±1,03	45,7±1,03
Гранична напруга зсуву, Па	605±30,25	792±39,55	805±39,55

Таким чином, зазначений комплекс добавок дозволив покращити органолептичні та фізико-хімічні властивості продукту, що слідує з наведених у таблицях 3.8-3.10 експериментальних даних, перш за все стосовно показників пластичності та пружності готового продукту порівняно з відповідними властивостями продукту стандартизованого складу.

Зважаючи на експериментальні дані можна відмітити, що активна кислотність досліджуваних фаршевих систем характеризує їх як доброякісні. Різниця значень рН пояснюється активністю внесених бактеріального препарату та екстракту розмарину до рецептури дослідних зразків.

Слід зауважити, що дослідні фаршеві системи 1 і 2 характеризуються

вираженими антиоксидантними властивостями, так як їх окисно-відновний потенціал від'ємний і становить -75,3 мВ та -76 мВ відповідно, проти +140 мВ у контролі.

Вміст води в досліджуваних зразках майже на однаковому рівні та знаходиться у межах похибки. Вологозв'язуюча здатність дослідних зразків вища за контроль, і становить 89,8% та 91,2% відповідно проти 88,8%.

Фарш сосисок відноситься до пластичнов'язких тіл, тому його структуру та реологічні властивості найкраще характеризує значення граничної напруги зсуву та пластичності. Експериментальні дані свідчать про ущільнення фаршу та підвищення пластичності дослідних зразків у порівнянні з контрольним. Так, гранична напруга зсуву дослідного зразка №2 становить 805 Па, пластичність 45,7 см²/г, а контрольного - 605 Па та 32,9 см²/г відповідно. Це пояснюється наявністю в рецептурі харчових волокон та білку плазми крові, які покращують структурні та функціонально-технологічні властивості фаршевої системи. Інформативною характеристикою, яка доповнює дані, щодо майбутніх змін консистенції готових продуктів, є мікроструктура фаршу (рис 3.12).

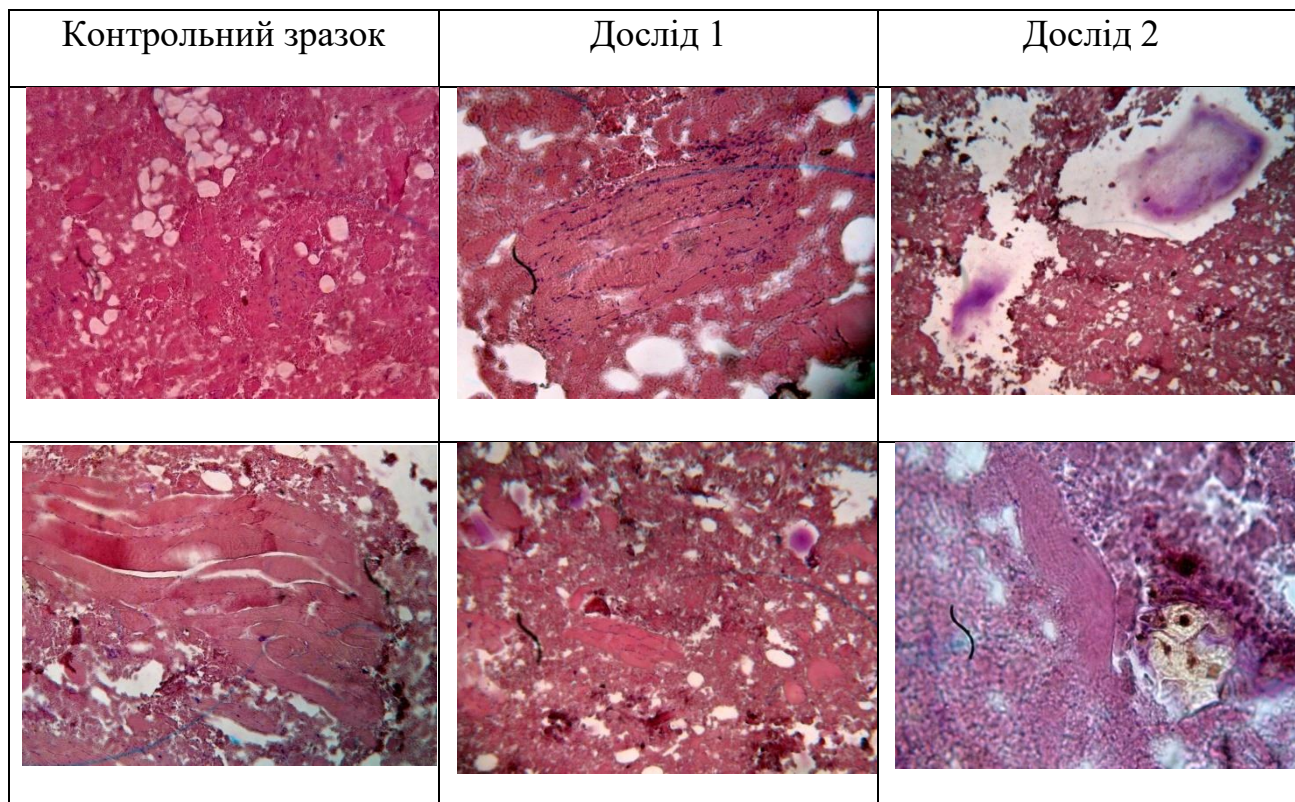


Рис. 3.12. Мікроструктурні характеристики контрольного та дослідних зразків фаршів (збільшення 100× і 400×)

Результати мікроструктурного аналізу представлених зразків свідчать, що контрольний фарш має однорідну структуру рожевого кольору з включенням численних вакуоль. У ньому помітні окремі фрагменти поодиноких м'язових волокон, а іноді цілих груп, які щільно розташовані один біля одного і розрізані вздовж та в поперек. Також виявлені скупчення жирових клітин. У більшості фрагментів дослідів 1, м'язових волокон ядра і поперечна посмугованість не виявляються. Вони спостерігаються тільки в окремих волокнах. У фарші зустрічаються також дрібні частинки жовтого кольору, що свідчить про наявність гранул розмарину. В іншому дослідному зразку спостерігається еозинофільна субстанція (забарвлення фіолетового кольору) в пустотах і вакуолях різних розмірів і конфігурації (виявлення плазми крові). У фарші виявляються також скупчення клітин округлих і прямокутних рослинних клітин, вони мають різні розміри і форму, зафарбовані різними відтінками фіолетового і жовтуватого кольорів. Це свідчить про наявність цитрусових волокон.

Дослідні зразки характеризуються більш щільною та пружною консистенцією в порівнянні з контролем, що підтверджується підвищенням граничної напруги зсуву на 70%. У дослідних зразках спостерігаються менші втрати маси після теплової обробки, у порівнянні з контролем, про що свідчить збільшення виходу на 7 %. Цього ефекту досягнуто без додавання фосфатної суміші. Покращення органолептичних показників якості пов'язано з введенням в рецептуру клітковини та бактеріального препарату, які за рахунок поглинання внесеної вологи і скороченні втрат м'ясною сировиною природної вологи. Хімічний же склад контрольного зразка в співставленні із експериментальними зразками 1 та 2 наведений в таблиці 3.11.

Таблиця 3.11

Хімічний склад контрольного та дослідних зразків м'ясних фаршів, %

Компонент	Найменування зразка
-----------	---------------------

	Контрольний	Дослід №1	Дослід №2
Білок	12,3±0,8	13,7±0,7	15,0±0,7
Жир	9,38±1,16	11,49±1,04	12,44±1,04
Волога	66,7±0,7	69,6±1,3	70,1±1,3
Хлорид натрію	1,20±0,10	0,55±0,09	0,41±0,09
Нітрит натрію	0,0044±0,0002	0,0012±0,0002	0,0012±0,0002
Вода	0,97±0,01	1,30±0,01	2,20±0,01

Відповідно до вимог регламенту виробництва сосисок, вміст білку у масі не повинен бути меншим 12% і за цим показником, і контрольний, і дослідні зразки відповідають нормі. За масовою часткою жиру обидва зразки не відхиляються від норми менш, ніж на 30 %, проте у дослідних зразках за результатами мікроскопії жир рівномірно розподіляється по всьому об'єму продукту. Що до води, кількість вологи у зразках експериментального складу за рахунок рівномірного розподілу білка плазми крові і клітковини у структурі м'ясної системи перевищує відповідний показник зразка контрольного складу на 4,6%. Вміст хлориду та нітриту натрію у всіх пробах не перевищує вимог, виставлених нормативними документами. При тому використання компонентів з антиоксидантною і консервуючою дією вміст токсичного нітрит-іону в дослідних зразках був зменшений на 0,032 %, а використання морської солі замість звичайної кам'яної дозволило при збереженні бажаного рівня солоності продукту зменшити в експериментальних продуктах і вміст іону натрію.

Органолептична оцінка сосисок контрольного та дослідного зразків сосискового фаршу (дослідний № 2) була проведена в умовах лабораторії кафедри технології м'ясних, рибних та морепродуктів НУБіП України із залученням дегустаційної групи студентів. Оцінка зразків проводилася за показниками, регламентованими у ДСТУ 4436:2005 «Ковбаси варені, сосиски, сардельки, хліби м'ясні». Результати оцінки наведені у таблиці 3.12.

Таблиця 3.12

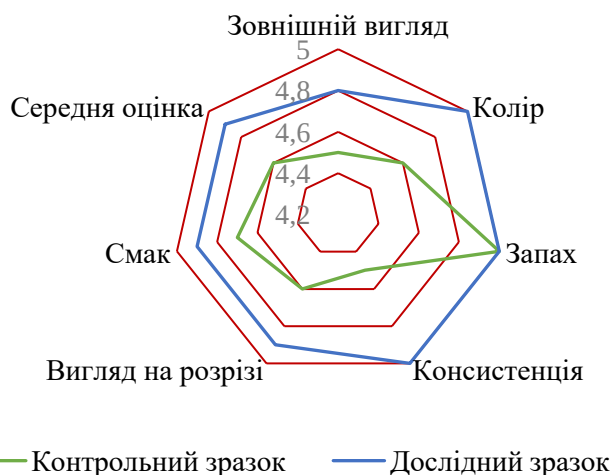
**Результати оцінки органолептичних показників якості сосисок
контрольного та дослідних зразків**

Показник	Найменування зразка	
	Контроль	Дослід №2
1	2	3
Зовнішній вигляд	Сосиски з чистою, сухою поверхнею, без пошкодження оболонки, присутні незначні бульйонні набряки.	Сосиски з чистою сухою поверхнею, без пошкодження оболонки, остання щільно прилягає до фаршу, без бульйонних набряків.
Консистенція	Пружність знижена в периферійній частині	На розрізі щільна, як в периферії так і в центрі

Продовження таблиці 3.12

1	2	3
Вигляд на розрізі	Фарш сіро-рожевий, колір неоднорідний, присутні сірі плями і відносно великі порожнини.	Фарш рожевий, однорідний, без великих порожнин і сірих плям.
Запах та смак	Властиві даному продукту, проте неявно виражені, солоність нерівномірною, без сторонніх запахів та присмаків.	Властиві даному продукту, солоність рівномірною, відсутні сторонні присмаки і запахи

За результатами органолептичної оцінки, показники якості обох дослідних зразків були кращими порівняно з контролем, а результати їх оцінки за бальною системою показані на рисунку 3.13.



**Рис. 3.13. Результати органолептичної оцінки показників якості
контрольного та дослідного (№ 2) зразків сосисок**

Комплексний аналіз органолептичної оцінки показує, що дослідний зразок відрізнявся більш щільною, пружною і однорідною консистенцією. Також характеризувався приємним «глибоким» смаком та благородним ароматом, що може пояснюватися більш інтенсивним накопиченням вільних амінокислот в процесі посолу під дією молочнокислої мікрофлори. Дегустаційна комісія також відзначила в міру виражений, ніжний, природний колір на розрізі дослідних зразків.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3

1. Визначений перелік інгредієнтів, рекомендованих до включення в рецептуру сосисок з оздоровчим властивостями, у тому числі: харчових волокон з метою компенсації дефіциту через зростання у раціоні рафінованої їжі; білкових речовин, необхідних для оптимізації амінокислотного складу розроблюваного продукту; бактеріальних культур, які покликані суттєво знизити у масі кількість хвороботворних, патогенних та умовно-патогенних мікроорганізмів; антиоксидантів, необхідних для гальмування проходження у масі процесів окиснення складових, у першу чергу ліпідів; речовин, необхідних для нормалізації мікроелементного складу продукту, у першу чергу, компенсації дефіциту йоду; смакових добавок, покликаних надати м'ясному продукту специфічного привабливого смаку.

2. За основу фаршевої маси розроблюваного продукту використана стандартизована рецептура сосисок «Любительські» з включенням яловичини жилованої, свинини жилованої, шпику, хлориду та нітриту натрію, смакових та ароматичних добавок (перцю чорного або білого, горіху мускатного або кардамону).

3. Підтверджено ефективність використання у технології сосисок наступних інгредієнтів: бактеріальний препарат «Іпровіт ЛРР», сіль морська із зменшеним вмістом хлориду натрію і додаванням екстракту ламінарії; апельсинові харчові волокна Citri-Fi 100 профілактичної дії із вмістом

біологічно активних флавоноїдів, цитралю та лимонну; білки плазми крові; екстракт розмарину.

4. Досліджені функціональні та технологічні властивості фаршевих систем розроблюваного складу. Показано, що вміст незамінних амінокислот у фарші розроблюваного складу є вищим порівняно з відповідною характеристикою фаршу стандартного складу. Аналогічна перевага дослідних зразків показана і у відношенні пластичності, граничної напруги зсуву та здатності до зв'язування вологи. Порівняння зовнішнього вигляду (зовнішній вигляд, колір, вигляд на розрізі) і органолептичних властивостей (запах, консистенція, смак) розробленого продукту з відповідними характеристиками зразка стандартизованого складу показало перевагу експериментального фаршу за усіма дослідженими показниками.

РОЗДІЛ 4

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА СОСИСОК «ОЗДОРОВЧІ» З ВИКОРИСТАННЯМ БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРИЙОМІВ

Згідно із результатами проведеної експериментальної роботи щодо дослідження впливу на властивості м'ясних фаршевих систем антиоксидантів, харчових волокон, солі з пониженим вмістом натрію та бактеріального препарату та обґрунтування доцільності їх застосування у технології варених ковбасних виробів, розроблена покладена в основу ТУ У 10.1-00493706-064:2019 рецептура сосисок «Оздоровчі», наведена в табл. 4.1.

Таблиця 4.1

Рецептура фаршу контрольного та дослідного зразків сосисок

Назва сировинного матеріалу	Норма	
	Контроль	Дослід
<i>Сировина несолена (кілограмів на 100 кг сировини)</i>		
Яловичина знежирована 1 сорту	33	30
Свинина знежирована напівжирна	33	26
Свинина знежирована жирна, щоковина, зрізки сала	34	34
Білок плазми крові	-	1,0
Вода на гідратацію білка плазми крові	-	2,0
Клітковина (волокна цитрусові Citri-Fi 100)	-	0,5
Вода на гідратацію клітковини	-	6,5
Всього	100	100
<i>Прянощі та матеріали (грамів на 100 кг сировини)</i>		
Сіль кухонна харчова	2200	-
Сіль морська харчова з ламінарією	-	2100
Цукор-пісок	160	160
Натрію нітрит	7,5	5,0
Перець чорний або білий мелений	160	160
Перець духмяний мелений	100	100
Горіх мускатний або кардамон мелені	50,0	50,0
Бактеріальний препарат «Іпровіт-ЛРР»	-	50,0
Розмарину екстракт	-	15,0
Вода (кілограмів)	35,0	30,0

Рецептура та кількість речовин, використовуваних при приготуванні розсолу для посолу м'ясної сировини, наведені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2

Рецептура розсолу для соління м'ясної сировини (кг/100 кг)

Інгредієнт	Назва зразка	
	Контроль	Дослід
Сіль кухонна харчова	2,2	-
Сіль морська харчова з ламінарією	-	2,1
Цукор-пісок	-	0,1
Вода	6,3	6,3
Всього	8,5	8,55

4.1. Математичне моделювання процесу вібраційного перемішування сосисочного фаршу

4.1.1. Складання розрахункової схеми процесу

При удосконаленні досліджуваної технологічної схеми виробництва сосисок «Оздоровчі» після операції первинного подрібнення м'яса, передбачаємо застосування вібромеханічного перемішування інгредієнтів при посолі.

Серед особливостей вібраційної дії можна відмітити можливість передачі великого потоку енергії системі за незначної амплітуди зміщення її робочих органів за період коливань; можливість впливу як на значні об'єми продукції, так і на дуже локалізовані її області; значне збільшення поверхонь взаємодії технологічних середовищ, підвищення швидкості конвективної дифузії, зниження ефективної густини матеріалу та зміну інших реологічних або структурно-механічних властивостей маси сільськогосподарської продукції. У «вібраційному полі» зчеплення між частинками технологічної маси послаблюється, що призводить до виникнення в системі станів псевдо зрідження і псевдотекучості. Такий стан оброблюваного середовища характеризується створенням сприятливих умов для ефективного перемішування маси за рахунок збільшення площі контактної взаємодії,

зниження витрат на переміщення матеріалу всередині робочої зони внаслідок зменшення величини внутрішнього тертя, прискорення дифузійних процесів, зокрема, соління м'ясопродуктів, за рахунок підвищення поверхні масообміну та рухливості миттєвих центрів рівноваги часток технологічного завантаження.

Досліджувана коливальна система містить робочий контейнер 1 (рис. 4.1), що опирається на віброопори 7 та підшипникові вузли 12 приводного валу 3, який зміщений на величину ексцентриситету e відносно опорних елементів 13. Останні споряджені пружними елементами 6 з метою нівелювання паразитних коливань, які можуть передаватись від вібрації контейнеру 1. Ексцентриковий вал отримує крутний момент від двигуна 2 через пружну муфту 4, що попереджає передачу коливань на рушійний орган. Установка противаг 5 на приводному валу дозволяє компенсувати інерційні сили від рухомих мас досліджуваної технічної системи. М'ясопродукти 8 та необхідні інгредієнти 9 потрапляють до робочої ємкості через горловини 10, а оброблена продукція виводиться із зони обробки при допомозі патрубків 11.

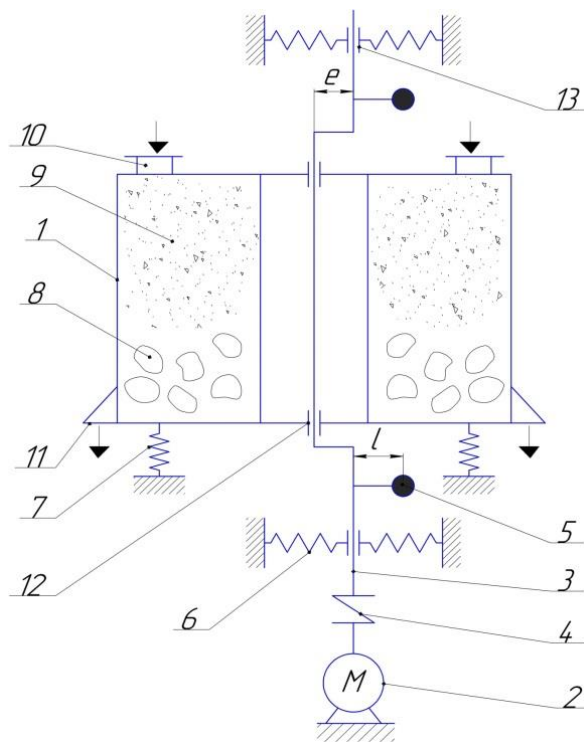


Рис. 4.1. Схема вібраційної машини для перемішування інгредієнтів фаршу при виробництві сосисок «Оздоровчі»

Серед рухомих мас системи (рис. 4.2) можна виділити такі:

$$m_1 = m_K + \xi_m m_3 \text{ та } m_2 = m_B + m_{\Pi},$$

де m_K - маса контейнера;

m_3 - маса технологічного завантаження;

ξ_m - коефіцієнт приєднаної маси технологічного завантаження;

m_{Π} - маса приводного валу; m_B - маса противаг.

Коливальна система характеризується шістьма степенями вільності, а саме: зміщенням центра маси m_1 відносно осей координат z_1 , y_1 , x_1 ; обертанням приводного валу на кут φ_2 ; кутовим зміщенням центра маси m_1 відносно осі OZ - φ_1 ; кутовим зміщенням центра маси m_1 відносно осі OX - θ_1 (рис. 4.2).

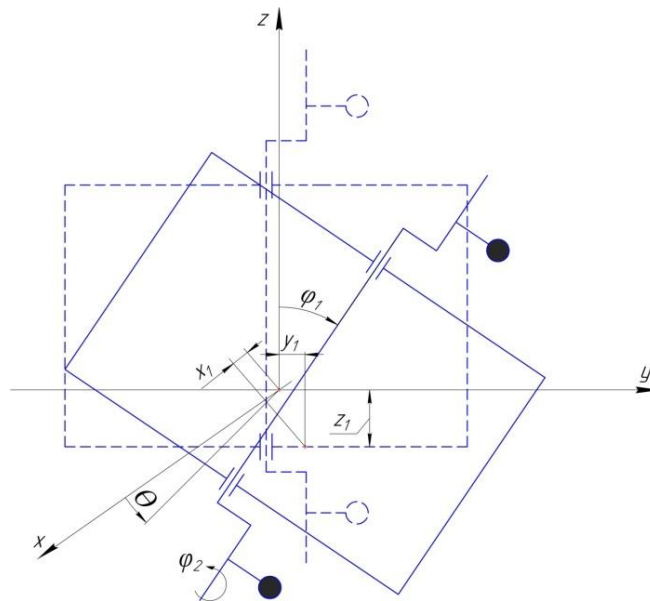


Рис. 4.2. Розрахункова схема досліджуваної технічної системи процесу вібраційного перемішування фаршу сосисок «Оздоровчі»

4.1.2. Складання рівнянь руху виконавчих органів системи

При математичному моделюванні даної технічної системи використовуємо метод Лагранжа, для чого попередньо необхідно визначити

кінетичну енергію рухомих мас та скласти залежності для узагальнених сил по кожній з незалежних координат досліджуваної коливальної системи.

Для розв'язання даних залежностей знаходимо кінетичну енергію системи, яку можна розкласти на дві складові:

$$T = T_1 + T_2;$$

де T_1 - кінетична енергія контейнера чи завантаження, яку визначаємо як

$$T_1 = \frac{1}{2} m_1 \dot{x}_1^2 + \frac{1}{2} m_1 \dot{y}_1^2 + \frac{1}{2} m_1 \dot{z}_1^2 + \frac{1}{2} I_1 \dot{\phi}_1^2 + \frac{1}{2} I_1^1 \dot{\theta}_1^2; \quad (4.1)$$

T_2 - кінетична енергія маси m_2 , що визначається із залежності:

$$T_2 = \frac{1}{2} m_2 \dot{x}_1^2 + \frac{1}{2} m_2 \dot{y}_1^2 + \frac{1}{2} I_2 \dot{\phi}_2^2 \quad (4.2)$$

Тоді загальна кінетична енергія системи складає

$$T = \frac{1}{2} m_0 (\dot{x}_1^2 + \dot{y}_1^2) + \frac{1}{2} m_1 \dot{z}_1^2 + \frac{1}{2} I_1 \dot{\phi}_1^2 + \frac{1}{2} I_1^1 \dot{\theta}_1^2 + \frac{1}{2} I_2 \dot{\phi}_2^2 \quad (4.3)$$

де $m_0 = m_1 + m_2$;

I_1, I_1^1 - момент інерції маси контейнера відносно вертикальної та горизонтальної осей.

Використовуючи отримані залежності та згідно із методикою складання рівнянь Лагранжа другого роду, знаходимо часткові диференціали досліджуваної коливальної системи по степеням вільності.

$$\begin{aligned} \frac{\partial T}{\partial \dot{x}_1} &= m \dot{x}_1; \quad \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{x}_1} \right) = m \ddot{x}_1; \quad \frac{\partial T}{\partial \dot{y}_1} = m \dot{y}_1; \quad \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{y}_1} \right) = m \ddot{y}_1; \\ \frac{\partial T}{\partial \dot{z}_1} &= m \dot{z}_1; \quad \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{z}_1} \right) = m \ddot{z}_1; \quad \frac{\partial T}{\partial \dot{\phi}_1} = m \dot{\phi}_1; \quad \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{\phi}_1} \right) = m \ddot{\phi}_1; \end{aligned} \quad (4.4)$$

$$\frac{\partial T}{\partial \dot{\theta}_1} = I_1^1 \dot{\theta}_1; \quad \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{\theta}_1} \right) = I_1^1 \ddot{\theta}_1; \quad \frac{\partial T}{\partial \dot{\phi}_2} = I_2 \dot{\phi}_2; \quad \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{\phi}_2} \right) = I_2 \ddot{\phi}_2$$

$$\frac{\partial T}{\partial \dot{x}_1} = \frac{\partial T}{\partial \dot{y}_1} = \frac{\partial T}{\partial \dot{z}_1} = \frac{\partial T}{\partial \dot{\phi}_1} = \frac{\partial T}{\partial \dot{\theta}_1} = \frac{\partial T}{\partial \dot{\phi}_2} = 0.$$

Вираз для узагальнених сил системи для всіх степеней вільності можна знайти у вигляді наступних залежностей (4.5).

$$\begin{aligned}
Q_{X_1} &= F \cos \varphi_2 - C_{X_1} x_1; & Q_{Y_1} &= F \sin \varphi_2 - C_{Y_1} y_1; & Q_{Z_1} &= F \sin \theta - C_{Z_1} z_1; \\
Q_{\varphi_1} &= M_{\text{кр}} - M_{\text{оп}_1} - C_{\varphi_1} \varphi_1; & Q_{z_1} &= F \sin \theta \cdot e - C_{Z_1} z_1 R; & Q_{\varphi_2} &= M_{\text{кр}} - M_{\text{оп}_2}
\end{aligned}
\quad (4.5)$$

де $F = m_1 e \omega_2^2$ - модуль змушуючої сили;
 $M_{\text{кр}}$ - крутний момент на валу двигуна;
 $M_{\text{оп}}$ - момент сил опору обертанню контейнера;
 C_{φ_1} - жорсткість пружних елементів; R - радіус контейнера.

Отримані залежності часткових диференціалів та узагальнених сил по кожній з незалежних координат підставляємо до рівнянь Лагранжа 2-го роду. В результаті отримуємо наступну систему диференціальних рівнянь.

$$\begin{cases}
m_0 \ddot{x} = m_1 e \omega_2^2 \cos \varphi_2 - C_x x_1 \\
m_0 \ddot{y} = m_1 e \omega_2^2 \sin \varphi_2 - C_y y_1 \\
m_0 \ddot{z} = m_1 e \omega_2^2 \sin \theta - C_z z_1 \\
I_1 \ddot{\varphi} = M_{\text{кр}} - M_{\text{оп}_1} - C_{\varphi_1} \varphi_1 \\
I_1 \ddot{\theta} = m_1 e^2 \omega_2^2 \sin \theta - C_z z_1 R \\
M_{\text{кр}_2} = M_{\text{оп}_2}
\end{cases} \quad (4.6)$$

4.1.3. Визначення залежностей для рівнянь руху виконавчих органів віброзмішувача

Знаходимо розв'язок рівняння $\ddot{x} + \alpha_x \dot{x} + k_x^2 x = \frac{m_1}{m_0} e \omega_2^2 \cos \omega_2 t$ як для лінійного диференціального рівняння другого порядку з постійними коефіцієнтами вважаючи, що $\omega_2 = \omega_2$ - кутова швидкість приводного валу віброзбуджувача; $k_x^2 = \frac{C_x}{m_0} = 464 \text{ Н / м}$ - власна частота системи;
 $\alpha_x = 2\sqrt{k_x^2 - \omega_2^2} = 2\sqrt{464 - \omega_2^2}$ - коефіцієнт дисипації системи у напрямі осі;
 $F_m = \frac{m_1}{m_0} e \omega_2^2$ - питомий модуль змушуючої сили.

При цьому досліджуване рівняння набуває вигляду

$$\ddot{x} + \alpha_x \dot{x} + k_x^2 x = F \cos \omega_2 t \quad (4.7)$$

Розв'язок рівняння (4.7) можна представити у вигляді $x = \bar{x} + x^*$

де $\bar{x} = e^{-0.5\alpha_x t} (C_1 \cos \rho_x t + C_2 \sin \rho_x t)$ - загальний розв'язок досліджуваного рівняння; $x^* = B_1 \sin \omega_2 t + B_2 \cos \omega_2 t$ - його частинний розв'язок

Використовуючи властивості рівнянь з постійними коефіцієнтами, складаємо та розв'язуємо таку систему рівнянь

$$-B_1 \omega_2^2 \sin \omega_2 t - B_2 \omega_2^2 \cos \omega_2 t + \alpha_x B_1 \omega_2 \cos \omega_2 t - \alpha_x B_2 \omega_2 \sin \omega_2 t + k_x^2 B_1 \sin \omega_2 t + k_x^2 B_2 \cos \omega_2 t = F_m \cos \omega_2 t$$

$$\begin{cases} -B_2 \omega_2^2 + \alpha_x B_1 \omega_2 + B_2 k_x^2 = F_m \\ -B_1 \omega_2^2 - \alpha_x B_2 \omega_2 + B_1 k_x^2 = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} B_2 (k_x^2 - \omega_2^2) + \alpha_x B_1 \omega_2 = F_m \\ B_1 (k_x^2 - \omega_2^2) = B_2 \alpha_x \omega_2 \end{cases} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \begin{cases} B_1 = \frac{F_m \alpha_x \omega_2}{(k_x^2 - \omega_2^2) + \alpha_x^2 \omega_2^2} \\ B_2 = \frac{F_m (k_x^2 - \omega_2^2)}{(k_x^2 - \omega_2^2)^2 + \alpha_x^2 \omega_2^2} \end{cases}$$

Тоді окремий розв'язок рівняння (4.7) складає

$$x^* = \frac{F_m}{(k_x^2 - \omega_2^2)^2 + \alpha_x^2 \omega_2^2} (\alpha_x \omega_2 \sin \omega_2 t + (k_x^2 - \omega_2^2) \cos \omega_2 t) \quad (4.8)$$

Враховуючи загальний розв'язок рівняння (4.7) шуканий розв'язок представляємо як

$$x = e^{-0.5\alpha_x t} (C_1 \cos \rho_x t + C_2 \sin \rho_x t) + \frac{F_m (\alpha_x \omega_2 \sin \omega_2 t + (k_x^2 - \omega_2^2) \cos \omega_2 t)}{(k_x^2 - \omega_2^2)^2 + \alpha_x^2 \omega_2^2}$$

Враховуючи початкові умови $x_0 = 0$; $\dot{x}_0 = \mathcal{G}_{x_0}$ визначаємо постійні

$$\text{диференціювання } C_1 = \frac{F_m (\omega_2^2 - k_x^2)}{(k_x^2 - \omega_2^2) + \alpha_x^2 \omega_2^2} \quad C_2 = \frac{\mathcal{G}_{x_0}}{\rho_x} - \frac{0.5 F_m \alpha_x \rho_x^{-1} (k_x^2 + \omega_2^2)}{(k_x^2 - \omega_2^2)^2 + \alpha_x^2 \omega_2^2} ;$$

$$\rho_x = \sqrt{k_x^2 - 0.25\alpha_x^2} - \text{частота власних коливань системи}$$

У результаті шукане рішення набуває вигляду:

$$x = e^{-0.5\alpha_x t} \left[\frac{F_m (\omega_2^2 - k_x^2)}{(k_x^2 - \omega_2^2)^2 + \alpha_x^2 \omega_2^2} \cos \rho_x t + \left(\frac{g_{x0}}{\rho_x} - \frac{0.5 F_m \alpha_x \rho_x^{-1} (k_x^2 + \omega_2^2)}{(k_x^2 - \omega_2^2)^2 + \alpha_x^2 \omega_2^2} \right) \sin \rho_x t + \right. \\ \left. + \frac{F_m (\alpha_x \omega_2 \sin \omega_2 t + (k_x^2 - \omega_2^2) \cos \omega_2 t)}{(k_x^2 - \omega_2^2)^2 + \alpha_x^2 \omega_2^2} \right] \quad (4.9)$$

Через розсіювання енергії в досліджуваній коливальній системі вільні коливання затухають та для усталеного режиму рівняння (4.9) можна представити наступним чином:

$$x = \frac{F_m \alpha_x \omega_2}{(k_x^2 - \omega_2^2)^2 + \alpha_x^2 \omega_2^2} \sin \omega_2 t + \frac{F_m (k_x^2 - \omega_2^2)}{(k_x^2 - \omega_2^2)^2 + \alpha_x^2 \omega_2^2} \cos \omega_2 t \quad (4.10)$$

Використовуючи наведену вище методику, знаходимо розв'язок рівняння

$$\alpha_y y + k_y^2 y = \frac{m_1}{m_2} e^{\rho_y^2 t} \sin \omega_2 t \quad \text{у вигляді}$$

$$y = e^{-0.5\alpha_y t} \left(\frac{F_m \alpha_y \omega_2 \cos \rho_y t}{(k_y^2 - \omega_2^2)^2 + \alpha_y^2 \omega_2^2} + \left(\frac{g_{y0}}{\rho_y} + \frac{F_m \omega_2 \rho_y^{-1} (0.5 \alpha_y^2 - k_y^2 + \omega_2^2)}{(k_y^2 - \omega_2^2)^2 + \alpha_y^2 \omega_2^2} \right) \sin \rho_y t \right) + \\ + \frac{F_m ((k_y^2 - \omega_2^2) \sin \omega_2 t - \alpha_y \omega_2 \cos \omega_2 t)}{(k_y^2 - \omega_2^2)^2 + \alpha_y^2 \omega_2^2} \quad (4.11)$$

$$\text{де } k_y^2 = \frac{C_y}{m_0} = 1485 \text{ н/м}; \quad \alpha_y = 2\sqrt{1485 - \omega_2^2}; \quad \rho_y = \sqrt{k_y^2 - 0.25\alpha_y^2}$$

Третю складову руху виконавчих органів досліджуваної машини знаходимо з системи наступних рівнянь

$$\begin{cases} \alpha_z z + \frac{C_z}{m_0} z = \frac{m_1}{m_0} e^{\rho_z^2 t} \sin \Theta \\ \Theta_1 = (I_1')^{-1} (m_1 e^{\rho_z^2 t} \sin \Theta - C_z R z) \end{cases} \quad (4.12)$$

Приймаючи, що кутове відхилення контейнера здійснюється з постійною кутовою швидкістю, тобто $\omega_1 = \dot{\Theta} = \text{const}$, а також отримане $\sin \Theta = \frac{C_z R}{em_0} z$

перетворюємо рівняння (4.12) до вигляду

$$\alpha_z z + k_z^2 z = 0 \quad (4.13)$$

$$\text{де } k_z^2 = \frac{C_z}{m_0} \left(\frac{R}{e} - 1 \right) = 82665 \frac{\text{H}}{\text{M}}; \alpha_z = 2\sqrt{k_z^2 - \omega_z^2} = 2\sqrt{82665 - \omega_z^2}$$

Розв'язок рівняння (4.13) шукаємо у вигляді

$$z = e^{-0.5\alpha_z t} (C_5 \cos \rho_z t + C_6 \sin \rho_z t),$$

$$\text{де } \rho_z = \sqrt{k_z^2 - 0.25\alpha_z^2}$$

Враховуючи початкові умови $z_0 = 0$; $\dot{z}_0 = \mathcal{G}_{z_0}$ визначаємо постійні

диференціювання $C_5 = 0$; $C_6 = \frac{\mathcal{G}_{z_0}}{\rho_z}$ У результаті отримуємо

$$z = e^{-0.5\alpha_z t} \mathcal{G}_{z_0} \rho_z^{-1} \sin \rho_z t \quad (4.14)$$

4.1.4. Розрахунок залежностей для основних характеристик досліджуваної коливальної системи

Використовуючи заміну

$$\begin{aligned} \frac{F_m \alpha_x \omega_2}{(k_x^2 - \omega_2^2)^2 + \alpha_x^2 \omega_2^2} &= A_x \cos \varphi_x \\ \frac{F_m (k_x^2 - \omega_2^2)}{(k_x^2 - \omega_2^2)^2 + \alpha_x^2 \omega_2^2} &= A_x \sin \varphi_x \end{aligned} \quad (4.15)$$

Перетворюємо рівняння (4.14) як

$$x = A_x (\cos \varphi_x \sin \omega_2 t + \sin \varphi_x \cos \omega_2 t) = A_x \sin(\omega_2 t + \varphi_x) \quad (4.16)$$

$$\text{де } \varphi_x = \arctg \left(\frac{k_x^2 - \omega_2^2}{\alpha_x \omega_2} \right)$$

Після певних перетворень рівняння (4.16) представляємо складову амплітуди коливань A_x у вигляді

$$y = \frac{F_m (k_y^2 - \omega_2^2) \sin \omega_2 t}{(k_y^2 - \omega_2^2)^2 + \alpha_y^2 \omega_2^2} - \frac{F_m \alpha_y \omega_2 \cos \omega_2 t}{(k_y^2 - \omega_2^2)^2 + \alpha_y^2 \omega_2^2} \quad (4.17)$$

Використовуючи заміну

$$\begin{aligned}\frac{F_m(k_y^2 - \omega_2^2)}{(k_y^2 - \omega_2^2)^2 + \alpha_y^2 \omega_2^2} &= A_y \cos \varphi_y \\ \frac{F_m \alpha_y \omega_2}{(k_y^2 - \omega_2^2)^2 + \alpha_y^2 \omega_2^2} &= A_y \sin \varphi_y\end{aligned}\quad (4.18)$$

Представляємо рівняння (4.17) у вигляді

$$y = A_y \cos \varphi_y \sin \omega_2 t - A_y \sin \varphi_y \cos \omega_2 t = A_y \sin(\omega_2 t - \varphi_y) \quad (4.19)$$

$$\text{де } \varphi_y = \arctg\left(\frac{\alpha_y \omega_2}{k_y^2 - \omega_2^2}\right)$$

Враховуючи вирази (17) отримуємо складову амплітуди коливань A_y як

$$A_y = \frac{F_m \sqrt{\alpha_y^2 \omega_2^2 + (k_y^2 - \omega_2^2)^2}}{(k_y^2 - \omega_2^2)^2 + \alpha_y^2 \omega_2^2} = \frac{F_m}{\sqrt{\alpha_y^2 \omega_2^2 + (k_y^2 - \omega_2^2)^2}} \quad (4.20)$$

Абсолютна амплітуда коливань складає $A = \sqrt{A_x^2 + A_y^2 + A_z^2}$; для усталеного режиму коливання у вертикальному напрямі затухають, тобто $A_z=0$; що з врахуванням виведених залежностей для її складових становить

$$A = \frac{m_1}{m_0} e \omega_2^2 \sqrt{\frac{1}{(k_x^2 - \omega_2^2)^2 + \alpha_x^2 \omega_2^2} + \frac{1}{(k_y^2 - \omega_2^2)^2 + \alpha_y^2 \omega_2^2}} \quad (4.21)$$

Використовуючи залежність (4.21) побудували амплітудно-частотну характеристику, використовуючи математичне середовище Math CAD (рис. 4.3).

Вираз для потужності змушуючої сили N_F представляємо у вигляді добутку $N_F = F \mathcal{G}$

$$\text{де } \mathcal{G} = \sqrt{\mathcal{G}_x^2 + \mathcal{G}_y^2 + \mathcal{G}_z^2} = \sqrt{\mathcal{G}_x^2 + \mathcal{G}_y^2 + \mathcal{G}_z^2} - \text{ вираз для віброшвидкості.}$$

Модуль змушуючої сили знаходимо як $F = m_1 e \omega_2^2$.

Враховуючи, що

$$\begin{aligned} x &= \frac{F_m \omega_2}{(k_x^2 - \omega_2^2)^2 + \alpha_x^2 \omega_2^2} (\omega_2 \alpha_x \cos \omega_2 t - (k_x^2 - \omega_2^2) \sin \omega_2 t) \\ y &= \frac{F_m \omega_2}{(k_y^2 - \omega_2^2)^2 + \alpha_y^2 \omega_2^2} ((k_y^2 - \omega_2^2) \cos \omega_2 t + \omega_2 \alpha_y \sin \omega_2 t) \\ z &= 0 \end{aligned}$$

шуканий вираз набуває вигляду у формулі (4.22), що дозволило його представити на рисунку 4.4.

$$N_F = m_0^{-1} m_1^2 e^2 \omega_2^5 \sqrt{\left[\frac{\omega_2 \alpha_x \cos \omega_2 t - (k_x^2 - \omega_2^2) \sin \omega_2 t}{(k_x^2 - \omega_2^2)^2 + \alpha_x^2 \omega_2^2} \right]^2 + \left[\frac{(k_y^2 - \omega_2^2) \cos \omega_2 t + \omega_2 \alpha_y \sin \omega_2 t}{(k_y^2 - \omega_2^2)^2 + \alpha_y^2 \omega_2^2} \right]^2} \quad (4.22)$$

Сумарні інерційні зусилля від незрівноважених мас коливальної системи, які характеризують надійність роботи опорних вузлів, знаходимо із залежності $F_{нзр} = F_{ком} = m_1 \cdot a_\theta$; $a_\theta = A \cdot \omega^2$. Враховуючи особливості пружної системи приводного механізму розробленої машини, представлений віброзбуджувач можна назвати механічним комбінованим. За отриманою залежністю побудували графічне представлення даної силової характеристики на рисунку 4.5.

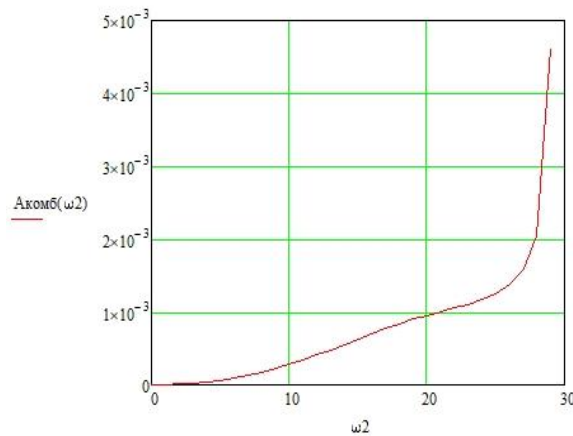


Рис. 4.3. Залежність сумарної амплітуди коливань $A_{комб}$ (м) віброзмішувача з механічним комбінованим віброзбудженням просторових коливань від квадрату частоти вимушених коливань ω^2 (рад/с²)

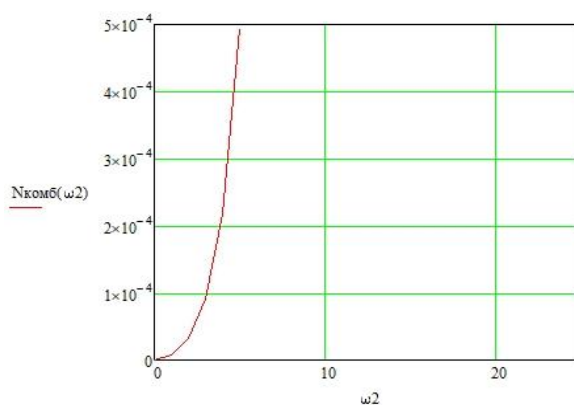


Рис. 4.4. Залежність сумарної витрати потужності $N_{комб}$ (кВт) віброзмішувача з механічним комбінованим віброзбудженням просторових коливань від квадрату частоти вимушених коливань ω^2 (рад/с²)

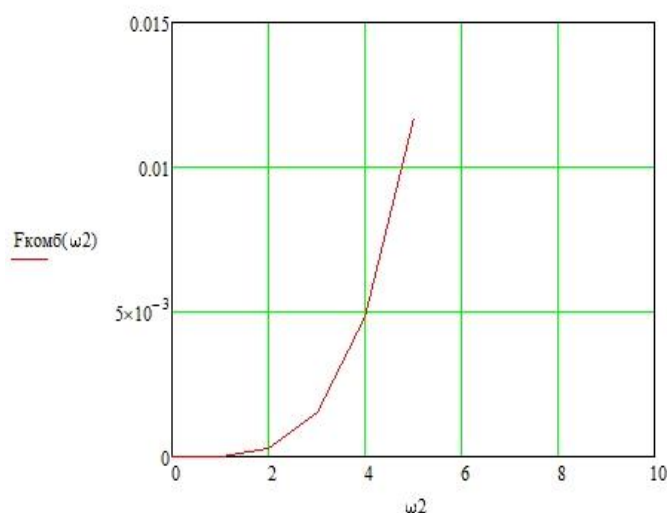


Рис. 4.5. Залежність сумарних інерційних зусиль від незрівноважених мас $F_{комб}$ (кН) віброзмішувача з механічним комбінованим віброзбудженням просторових коливань від квадрату частоти вимушених коливань ω^2 (рад/с²)

Аналіз представлених графічних залежностей виявив наступні закономірності:

- перевищення значення частоти ω^2 величини 28 рад/с^2 до асимптотичного збільшення амплітуди коливань, що може привести до виходу з ладу виконавчих елементів вібраційного приводу, тому робочу амплітуду коливань ємкості для перемішування вибираємо у межах 2 -2,5 мм.;

- реалізація приведеного вище робочого коливального режиму вимагає для даної ємкості вимагає порівняльно невеликих витрат потужності у межах 500 – 600 Вт.;
- на основі експериментальних вихідних даних та теоретично обґрунтованих робочих параметрів перемішування сосисочного фаршу з вібраційною інтенсифікацією процесу, а також застосування представлених вище інгредієнтів досягається комплексний технологічний ефект, зокрема, високий рівень ВЗЗ при мінімізації витрати енергії.

4.2. Розробка технології сосисок «Оздоровчі»

Розробка технології виробництва сосисок базувалася на отриманих в ході експерименту даних. Рецептурний склад фаршу відповідає в загальних рисах нормованим чинними нормативними документами співвідношенням компонентів, але може варіюватися відповідно до цільового призначення продукту у чітко регламентованих цими документами межах щодо вмісту певного мікроелементу або досягнення певних показників якості.

Процес складався з передбачених чинними технологічними інструкціями стандартних операцій: приймання сировини, її розморожування та первинного подрібнення, витримки в посолочній суміші, складання фаршу та його обробки у кутері, формування, осадки, термічної обробки та охолодження, охарактеризованих наступним чином.

1. Сировину для виробництва фаршу на підприємство отримували в охолодженому або замороженому стані. Під час приймання встановлювали відповідність її властивостей і стану вимогам відповідного нормативного документу (ступінь вгодованості, свіжість м'яса, стан його зачищення). Пожовклі шари шпику, за їх існування, видаляли.

2. Розморожування, за існування такої потреби, проводили повітрям з температурою 20 ± 2 °C і відносною вологістю не нижче 90% до досягнення м'ясом стану, відповідному стану м'яса, яке заморожуванню не піддавалося. Процес вважали закінченим при досягненні у товщі м'ясної маси температури

+1°C. Розморожене м'ясо зберігали у холодильній камері не довше 8 годин за температури від -1 °C до 4 °C і відносної вологості не нижче 85 %, звідки після необхідної витримки передавали на подальшу переробку.

3. Охолоджену м'ясну сировину подрібнювали у кутері для забезпечення високого ступеню руйнування первинної структури компонентів фаршу і досягнення тонкої структури маси, чим забезпечували досягнення зв'язаного стану вологи і жиру як під час технологічного оброблення, так і в готовому продукті, монолітності структури та соковитості виробу після завершення процесу його приготування.

4. Засолені натуральні кишкові оболонки очищали від солі, промивали у холодній проточній воді протягом 10 - 15 хвилин і замочували у воді на 2 години при температурі 20-30 °C, промивали, продували стисненим повітрям, калібрували, сортували і нарізали на відрізки необхідної довжини.

5. Засолену і подрібнену масу перемішували протягом 2-5 хвилин, витримували певний час при температурі 0-4 °C та отриману м'ясну емульсію направляли на шприцювання в оболонки. Заповнені батончики ув'язували і навішували для уникнення дефектів на рамах так, щоб вони не торкались один одного.

6. Осаджування ковбасних виробів для отримання щільної структури проводили протягом 2-4 годин при температурі 0-4°C і відносній вологості повітря 80 - 85 %.

7. Після осаджування проводили термічну обробку батончиків димовими газами, які містили продукти неповного згоряння деревини листяних порід, при температурі до 110 °C до досягнення температури в центрі батона 40 - 50 °C.

8. Після обсмажування, для денатурації та коагуляції більшої частини білків м'яса, проводили варіння батончиків з використанням гарячої води до досягнення температури у їх товщі 71 ± 1 °C. При цьому знищувалося близько 99% вегетативних форми мікроорганізмів, завдяки чому вироби ставали готовими до вживання.

9. Після термічної обробки, для досягнення бажаної фактури, кольору і смаку, готові вироби швидко охолоджували до 20-40 °С і передавали на зберігання при температурі 0...4 °С, за якої вони можуть за потреби зберігатися від кількох днів до кількох тижнів.

Перелічені етапи виробництва сосисок розроблюваного складу були покладені в основу виконаного у рамках цієї роботи дослідження. Характерною особливістю пропонованої технології є додавання в кутер в процесі подрібнення м'яса 35-40 % льоду від маси подрібнюваної сировини та введення у фарш добавок харчових волокон, оздоровлювальної та антиоксидантної дії. Подрібнений попередньо жир-сирець додавали в кутер на стадії подрібнення жирної сировини. Формування фаршу в оболонки проводили шприцюванням при залишковому тиску $P = 0,8 \times 10^4$ Па. Наповнену оболонку відкручували у вигляді батончиків за допомогою спеціальних пристосувань. Сосиски відокремлювали одну від одної, перев'язували шпагатом і навішували на палки з інтервалом між батончиками, щоб запобігти злипанню, поміщали на рами і направляли на термічну обробку. Дим для обсмажування сосисок отримували спалюванням в димогенераторах сухих спилок від дерев твердих листяних порід. В універсальних термокамерах сосиски підсушували і обсмажували до почервоніння поверхні протягом 30...50 хвилин при температурі 90...100 °С поверхні батонів і досягнення температури в центрі заготовки не нижче 55 °С і протягом 5...10 хвилин, обробляли в універсальних термокамерах паром при 85...90 °С і відносній вологості повітря 85...90% до досягнення температури в центрі батончика 70 ± 1 °С. Після варіння сосиски охолоджували під душем холодною водою протягом 6...10 хвилин, потім в камері при температурі не вище 8 °С до досягнення температури в центрі батончика 0...15 °С.

Удосконалені або додані до стандартних процедур виробництва етапи технологічного процесу позначені на рисунку 4.6 пунктирними лініями.



Рис. 4.6. Технологічна схема виробництва сосисок «Оздоровчі»

Позитивний результат досягається за рахунок використання інгредієнтів: сіль морська харчова з пониженим вмістом натрію та підвищеним - калію.

Важливою передумовою високої якості та подовження гарантованого терміну зберігання сосисок є захист їхніх компонентів від окислення, для чого замість синтетичних антиоксидантів було рекомендовано вводити у фарш натуральні антиоксиданти на основі екстракту розмарину, що дозволяє зберегти їхні смакові властивості та стабілізувати колір протягом усього терміну придатності.

Добавка апельсинових харчових волокон дозволила підвищити кількість утримуваної масою вологи та покращити поживну цінність продукту завдяки вмісту дієтичної клітковини.

Особливе місце серед джерел повноцінного білка займає характерна високим вмістом незамінних амінокислот плазма крові, яка дозволила реалізувати структуровані форми продукту із заданими функціонально-технологічними властивостями, знизити калорійність та покращити його зовнішній вигляд, соковитість, консистенцію та стабілізувати колір продукту.

Застосування бактеріального препарату допомогло скоротити термін ферментації м'ясної сировини та ефективно денітрифікувати фарш, а також подовжити термін придатності сосисок навіть після відкриття їх упаковки.

Зважаючи на викладене, вважаємо, що рецептура розробленого продукту та технологічна схема його виробництва дозволяють отримати збагачений натуральними харчовими волокнами продукт подовженого терміну зберігання характерний покращеними показниками біологічної та харчової цінності, удосконаленими функціонально-технологічними характеристиками та зниженим вмістом натрію і збільшеним – калію та йоду.

Описання рекомендованого способу виробництва сосисок «Оздоровчі», характерного підвищеним рівнем безпечності наведено в заявці на отримання патенту України «Спосіб підвищення рівня безпечності ковбасних виробів» (Додаток 13).

Розроблений за результатами виконаної роботи склад сосисок нормований технічними умовами ТУ У 10.1-00493706-064:2019 «Сосиски оздоровчі» (додаток 14).

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 4

1. Розроблена рецептура фаршу дослідного зразка фаршу сосисок «Оздоровчі із включенням у нього білка плазми крові, харчових цитрусових волокон і екстракт розмарину, а також розсолу для його засолу, де якому замість кам'яної кухонної солі у розсіл рекомендовано вносити дещо меншу кількість солі морської та цукор пісок. Визначений режим посолу здійснюваний при кімнатній температурі у режимі перемішування протягом 10 хвилин.

2. Удосконалена принципова технологічна схема виготовлення фаршу сосисок «Оздоровчі», яка включає наступні стадії **1)** контроль якості м'ясної сировини, отримуваної в охолоджену або заморожену стані, **2)** розморожування м'ясної сировини за існування такої потреби, **3)** подрібнення м'ясної сировини у кутері, **4)** засолення натуральних кишкових оболонок з їх послідовним промиванням, очищенням від залишків солі та, перед заповненням, замочування у холодній воді, **5)** перемішування та шприцювання подрібненої і засоленої м'ясної маси у підготовлені кишкові оболонки, **6)** осаджування заготовок сосисок для отримання щільної структури, **7)** термічна обробка батончиків димовими газами до досягнення температури 40 - 50 °С, **8)** остаточне варіння батончиків до досягнення температури 71±1 °С, **9)** двостадійне охолодження готового продукту до температури 0...4 °С і його передача на зберігання/відвантаження з підприємства.

3. За результатами математичного моделювання проведено оптимізацію процесу перемішування фаршу в технології сосисок «Оздоровчі», для скорочення тривалості технологічної операції, зменшення енергетичних та сировинних витрат. Обґрунтовано та визначено амплітудно-силові параметри вібротехнічної машини для перемішування інгредієнтів сосисочного фаршу. Провідним методом до дослідження цієї проблеми є метод математичного моделювання, що дозволяє комплексно розглянути закономірності зміни основних параметрів коливального процесу.

4. Теоретично обґрунтовано доцільність використання вібраційного впливу для забезпечення швидкого та рівномірного розподілення компонентів у фаршевій масі. Розроблено дослідну модель вібраційної машини для перемішування інгредієнтів сосисочного фаршу. Складено розрахункову схему досліджуваної технічної системи процесу вібраційного перемішування фаршу сосисок «Оздоровчі», розроблено рівняння руху виконавчих органів системи. Визначено залежності для рівнянь руху виконавчих органів віброзмішувача. Розраховано залежності для основних характеристик досліджуваної коливальної системи.

5. Доведено покращення реологічних показників, структури, мікробіологічних показників м'ясних виробів завдяки внесенню обраних компонентів. Вироблені, за розробленою рецептурою, продукти характеризуються підвищеними показниками пластичності, граничної напруги зсуву та здатності до зв'язування вологи.

ВИСНОВКИ

У дисертаційному дослідженні, на підставі аналітичного огляду спеціалізованих літературних джерел, сформульовано та доведено роль поживних речовин у процесі життєдіяльності та охарактеризовані принципи функціонального харчування, направлені на організацію випуску харчових продуктів лікувально-оздоровчого спрямування. Визначені фактори впливу ступеню та кількісного складу бактеріального забруднення на безпечність м'ясної сировини. Охарактеризовані органолептичні ознаки впливу аеробних та анаеробних мікроорганізмів на ступінь та швидкість погіршення якості м'яса.

1. Встановлено необхідність використання стартових бактеріальних культур та денітрифікуючих організмів у створенні функціонального продукту, характерного підвищеним рівнем безпеки для організму та покращеними органолептичними властивостями. Дана характеристика бактеріальних культур, рекомендованих до введення у бактеріальні стартові культури з метою надання їм властивостей, характерних для кожного виду м'ясної продукції.
2. Проаналізовано склад та доведена роль мінеральних складових м'ясних виробів у зменшенні негативного впливу від надходження в організм з харчовими продуктами надлишку натрію. Пропонований склад посолочних сольових сумішей із зменшеним вмістом катіону натрію при їх одночасному збагаченню корисними мінеральними макро- та мікроелементами.
3. На основі критеріїв оптимізації складу функціональних інгредієнтів розроблена рецептура фаршу сосисок «Оздоровчі» із включенням до нього білка плазми крові – 1,0%, харчових цитрусових волокон – 0,5% і екстракт розмарину – 15 г/100 кг сировини. Визначений режим посолу здійснюваний при кімнатній температурі у режимі перемішування протягом 10 хвилин.
4. Науково обгрунтовано і підтверджено кумулятивний ефект дії

добавок природного походження у зниженні дозування нітриту натрію у технології сосисок, що дозволяє суттєво підвищити рівень безпечності готової продукції; доведено можливість зменшення дозування у фарш катіону натрію заміною звичайної кухонної на морську сіль; збагачення фаршу мінеральними речовинами – добавкою сполук гостродефіцитного йоду.

5. На підставі проведених експериментальних досліджень встановлено, що використання досліджуваних харчових інгредієнтів сприяє поліпшенню основних функціонально-технологічних властивостей, біологічної цінності та біологічної ефективності готових ковбасних виробів. Отримані результати стали основою розроблення технології варених сосисок.
6. Встановлено, що вміст незамінних амінокислот у фарші розроблюваного складу є вищим порівняно з контрольним зразком, що свідчить про доцільність внесення функціональних інгредієнтів в даний продукт з метою збагачення його важливими елементами для отримання більш цінного і корисного продукту харчування.
7. Доведено покращення реологічних показників, структури, мікробіологічних показників м'ясних виробів завдяки внесенню обраних компонентів. Вироблені, за розробленою рецептурою, продукти характеризуються підвищеними показниками пластичності, граничної напруги зсуву та здатності до зв'язування вологи.
8. Розроблено дослідну модель вібраційної машини для перемішування інгредієнтів сосисочного фаршу. Складено розрахункову схему досліджуваної технічної системи процесу вібраційного перемішування фаршу сосисок «Оздоровчі», розроблено рівняння руху виконавчих органів системи. Визначено залежності для рівнянь руху виконавчих органів віброзмішувача. Розраховано залежності для основних характеристик досліджуваної коливальної системи.

9. На основі отриманих результатів удосконалено принципову технологічну схему технології сосисок «Оздоровчі», відмінність, якої полягає, в додаванні під час соління м'яса бактеріального препарату «Іпровіт ЛРР», під час складання фаршу – внесення білка плазми крові; клітковини; екстракту розмарину. Ефективність запропонованої технології підтверджено економічними розрахунками.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Баль-Прилипко Л.В., Леонова Б.І., Рябовол М. В. Використання харчових апельсинових волокон при виробництві м'ясних продуктів. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. Київ, 2019. № 6. С.132-139.
2. Рябовол М.В., Баль-Прилипко Л.В. Обґрунтування та розроблення технології виробництва сосисок з оздоровчими властивостями. *Anival science and rjjd technjlygy*. 2021. № 1. Vol.12. P. 39-47.
3. Bal-Prylypko, L., Yancheva, M., Paska, M., Ryabovol, M., Nikolaenko, M., Israelian, V., Pylypchuk, O., Tverezovska, N., Kushnir, Y., & Nazarenko, M. The study of the intensification of technological parameters of the sausage production process. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 2022. Vol.16. P. 27–41.
4. Баль-Прилипко Л.В., Леонова Б.І., Рябовол М.В. Изучение биотехнологических изменений мясного сырья во время посола. *Международный научно-технический журнал «Химическая технология. Контроль и управление»*. Ташкент: ТГТУ, 2019. № 2(86). С.16-22.
5. Баль-Прилипко Л.В., Леонова Б.І., Рябовол М.В. Роль современных бакпрепаратов как биотехнологической основы производства м'ясопродуктів. *Международный научно-технический журнал «Химическая технология. Контроль и управление»*. Ташкент: ТГТУ, 2019. № 4-5 (88-89). С.5-11.
6. Holembovska, N., Tyshchenko, L., Slobodyanyuk, N., Israelian, V., Kryzhova, Y., Ivaniuta, A., Pylypchuk O., Menchynska, A., Shtonda, O., & Nosevych, D. Use of aromatic root vegetables in the technology of freshwater fish preserves. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 2021. Vol.15. P. 296–305.
7. Баль-Прилипко Л.В., Николаенко Н.С., Рябовол М.В. Современные решения для управления пищевой безопасностью при производстве мясных изделий. *Сборник научных трудов Республиканской*

научно –технической конференции "Проблемы и перспективы инновационной техники и технологии". Ташкент, 2019. С. 242-245.

8. Митник Я.А., Рябовол М.В., Баль-Прилипко Л.В., Леонова Б.І., Старкова Е. Р. Використання стартових культур у технології виготовлення сарделек. Збірник наукових праць за підсумками VIII Міжнародної науково – практичної конференції вчених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства». Київ: РВВ НУБіП України, 2019. С. 142-143

9. Ціпан І.С., Рябовол М.В., Баль-Прилипко Л.В., Леонова Б.І., Старкова Е. Р. Преспективи використання харчових цитрусових волокон у технології варених ковбасних виробів. *Збірник наукових праць за підсумками VIII Міжнародної науково – практичної конференції вчених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства.* Київ: РВВ НУБіП України, 2019. С. 156-157.

10. Fuhrmeister H., Meuser F. Impact of processing on functional properties of protein products from wrinkled peas. *Journal of Food Engineering.* 2013. №56. P. 119.

11. Ігнатенко О.С., Рябовол М.В., Баль-Прилипко Л.В., Леонова Б.І., Старкова Е.Р. Удосконалення технологічного складу варених ковбасних виробів з використанням харчових волокон. *Збірник наукових праць за підсумками VIII Міжнародної науково – практичної конференції вчених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства.* Київ: РВВ НУБіП України, 2019. С. 129-130.

12. Ivaniuta, A., Menchynska, A., Nesterenko, N., Holembovska, N., Yemtcev, V., March yshyna, Y., Kryzhova, Y., Ochkolyas, E., Pylypchuk O., & Israelian, V. The use of secondary fish raw materials from silver carp in the technology of structuring agents. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences.*

2021. Vol.15. P. 546–554.

13. Шлапак А.Б., Рябовол М.В., Баль-Прилипко Л.В., Леонова Б.І., Старкова Е.Р. Перспектива розробки варених ковбасних виробів з використанням натуральних антиоксидантів та бактеріальних культур. *Збірник наукових праць 73-ї науково-практичної конференції вчених, аспірантів і студентів «Сучасні технології у тваринництві та рибництві: навколишнє середовище – виробництво продукції – екологічні проблеми»*. Київ: НУБіП України, 2019.

14. Ігнатенко О.С., Рябовол М.В., Баль-Прилипко Л.В., Леонова Б.І., Старкова Е.Р. Удосконалення технології сосисок із використанням харчових волокон. *Збірник наукових праць 73-ї науково-практичної конференції вчених, аспірантів і студентів «Сучасні технології у тваринництві та рибництві: навколишнє середовище – виробництво продукції – екологічні проблеми»*. Київ: НУБіП України, 2019.

15. Митник Я.А., Рябовол М.В., Баль-Прилипко Л.В., Леонова Б.І., Старкова Е.Р. Удосконалення технології сарделек з використанням біотехнологічних прийомів. *Збірник наукових праць 73-ї науково-практичної конференції вчених, аспірантів і студентів «Сучасні технології у тваринництві та рибництві: навколишнє середовище – виробництво продукції – екологічні проблеми»*. Київ: НУБіП України, 2019.

16. Ціпан І.С., Рябовол М.В., Баль-Прилипко Л.В., Леонова Б.І., Старкова Е.Р. Дослідження ефективності використання плазми крові у технології варених ковбас. *Збірник наукових праць 73-ї науково-практичної конференції вчених, аспірантів і студентів «Сучасні технології у тваринництві та рибництві: навколишнє середовище – виробництво продукції – екологічні проблеми»*. Київ: НУБіП України, 2019.

17. Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health. WHO Report, 2020. URL: <https://www.who.int/dietphysicalactivity/diet/en> (last accessed 09.12.2020).

18. WHO calls on countries to reduce sugars intake among adults and

children, 2020. URL: <https://www.who.int/news/item/04-03-2015-who-calls-on-countries-to-reduce-sugars-intake-among-adults-and-children> (last accessed 09.12.2020).

19. Даниленко С.Г., Кігель Н.Ф., Бурцева Г.В. Добір мікроорганізмів для ферментації м'ясної сировини. *Biotechnologia Acta*. 2014. 4(7). С. 107-117

20. Cullere, M., Novelli, E., & Dalle Zotte, A. Fat Inclusion Level, NaCl Content and LAB Starter Cultures in the Manufacturing of Italian-Type Ostrich Salami: *Weight Loss and Nutritional Traits*. *Foods* (Basel, Switzerland). 2020. Vol. 9(4). P. 476.

21. Баль-Прилипко Л.В., Слободянюк Н.М., Леонова Б.І, Крижова Ю.П. Актуальні проблеми м'ясопереробної галузі: *підручник*. Друге видання переглянуте та доповнене. К: НУБіП, 2016. 368 с.

22. Ratsimba A., Leroy S., Chacornac J.P., Rakoto D., Arnaud E., Jeannoda V., Talon R. Staphylococcal ecosystem of kitoza, a traditional malagasy meat product. *Int J Food Microbiol*. 2017. Vol. 4(246). P. 20-24.

23. Болгова Н.В. *Продукти оздоровчого призначення*. URL:file:///C:/Users/User/AppData/Local/Microsoft/Windows/INetCache/IE/XR11NRO0/131795-283317-1-SM.pdf . (дата звернення 09.12.2020).

24. Lei Li, Laura Perea-Sanz, Ana Salvador, Carmela Belloch, Mónica Flores. Understanding the impact of nitrogen and sulfur precursors on the aroma of dry fermented sausages. *Meat Science*. P. 192.

25. Zaikov G.E. Biocatalysis and Biocatalytic Technologies. *Nova Science Pub. Inc.*, 2006. 286 p.

26. Healthy diet. URL: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet>. (last accessed 09.12.2020).

27. Hooper L., Abdelhamid A., Bunn D., Brown T., Summerbell CD., Skeaff CM. Effects of total fat intake on body weight. *Cochrane Database Syst. Rev.* 2015. №8. P. 42-47.

28. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases: report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation. WHO Technical Report Series. Geneva: *World*

Health Organization. 2003. № 916. P.235-246.

29. Silvina Fadda, Constanza López, Graciela Vignolo. Role of lactic acid bacteria during meat conditioning and fermentation: Peptides generated as sensorial and hygienic biomarkers. *Meat Science*. 2010. Vol. 1 (86). P. 66-79

30. Sugars intake for adults and children. WHO Guideline/ Geneva: World Health Organization. 2015. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25905159/> . (last accessed 09.12.2020).

31. World Health Organization. Comprehensive Implementation Plan on Maternal, Infant, and Young Child Nutrition. Geneva, Switzerland. *Adv.Nutr.* 2015. № 1. P. 134-135. URL:<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25593153/>. (last accessed 09.12.2020).

32. Капрельянц Л.В., Рогачова К.Г. Функціональні продукти: монографія. Одеса, 2003. 312 с.

33. Аністратенко Т.І., Білко Т.М., Благодарова О.В. Гігієна харчування з основами нутриціології. Підручник у 2 книгах, Книга 1. ред. В.І. Ципріяна Київ. ВСВ «Медицина», 2007. 528 с.

34. Сучасні аспекти нутриціології. Конспект лекцій. Луганськ, 2011. 2 с.

URL: <https://studfile.net/preview/2302484/page:2/> (дата звернення 10.12.2020).

35. Сирохман І.В., Завгородня В.М. Товарознавство харчових продуктів функціонального призначення: навчальний посібник. Київ: Центр учбової літератури, 2009. 544 с.

36. Israelian, V. M., Holembovska, N. V., Slobodyanyuk, N. M. Застосування ферменту папаїну в технології м'ясних виробів. *Науковий журнал «Тваринництво та технології харчових продуктів»*. 2021. 12, № 3. С. 60–67.

37. Особливості створення оздоровчих продуктів. URL: <http://pfor.com/book>. (дата звернення 10.12.2020).

38. Корзун В. Н., Тихоненко Ю. С. Функціональні продукти і їх роль у

харчуванні людини: монографія. Київ, 2015. 66 с.

39. Мазаракі А.А. та ін. Технологія харчових продуктів функціонального призначення: монографія, 2-ге видання, перероблене і доповнене. Київ, 2012. 116 с.

40. Дубініна А. А. та ін. Товарознавство продуктів функціонального призначення: навчальний посібник. Харків, 2015. 189 с.

41. Sh. Y.Jun, P. Ja.Park, W.K.Jung, Se. K.Kim. Influence of enzyme preparations in feeds of meat productivity of pigs and meat quality. International Congress of Meat Science and Technology. Cape Town, South Africa, 2008. №11 P.68-72.

42. Hernández-Cortez C., Palma-Martínez I., Gonzalez-Avila L.U., Guerrero-Mandujano A., Colmenero Solís R. and Castro-Escarpulli G. Food Poisoning Caused by Bacteria (Food Toxins), Poisoning – From Specific Toxic Agents to Novel Rapid and Simplified Techniques for Analysis. URL: <https://www.intechopen.com/books/poisoning-from-specific-toxic-agents-to-novel-rapid-and-simplified-techniques-for-analysis/food-poisoning-caused-by-bacteria-food-toxins-> (last accessed 10.12.2020).

43. Meat contamination. URL: <https://www.peta.org/living/food/meat-contamination/> (last accessed 10.12.2020).

44. Ashwathy. Microbial Contamination of Meats | Microbiology. URL: <http://www.biologydiscussion.com/food-microbiology/microbial-contamination-of-meats-microbiology/66124> (last accessed 10.12.2020).

45. Lawrie R. A., Ledward D. A. Lawrie's meat science, 7th edition. Cambridge, United Kingdom, 2006. P. 166.

46. Bakhtiary F., Sayevand H.R, Remely M., Hippe B., Hossini H., Halsberger A.G. Evaluation of Bacterial Contamination Sources in meat Production Line. *Journal of Food Quality*. 2016. Vol. (6). P. 318-322.

47. Hammes W.P., Bantleon A., Seunghwa M. Lactic acid bacteria un meat fermentation. *Microbiology Reviews*. 1990. Vol. 2. P.165-174.

48. Nesterenko, N., Belinska, S., Motuzka, I., Mardar, M., Bolila, N.,

Slobodyanyuk, N., Ivaniuta, A., Menchynska, A., Holembovska, N., & Israelian, V. (2022). A multiplicative approach to optimize the consumer properties of quick-frozen semifinished products from cultivated champignons. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 2022. Vol. 16. P. 258–270.

49. Doyle M.P., Steenson L.R., Meng J. Bacteria in Food and Beverage Production. *The Prokaryotes*. P. 241-246.

50. Hammes, P.W. Metabolism of nitrate in fermented meats: The characteristic feature of a specific group of fermented foods. *Food Microbiol.* 2012. Vol. 29. P. 151–156 .

51. Баль-Прилипко Л.В., Леонова Б.І. Біотехнології виробництва м'ясних продуктів. Сучасний стан. *Biotechnologia Acta*. 2014. Vol. 7. №5. P. 114-119.

52. Бровко О. Г., Бумакова О.В., Дятлов В.В. Товарознавство. Продовольчі товари: навчальний посібник. Київ: Кондор, 2010. 730 с.

53. Cocolin L., Manzano M., Cantoni C., Comi G. Denaturing gradient gel electrophoresis analysis of the 16S rRNA gene V1 region to monitor dynamic changes in the bacterial population during fermentation of Italian sausages. *Appl. Environ. Microbiol.* 2001. Vol. 67 (11). P. 5113-5121.

54. Баль-Прилипко Л.В., Леонова Б.І., Брона А.І. Комплексні дослідження якості м'ясних продуктів, виготовлених із застосуванням біотехнологічних прийомів. *Продовольча індустрія АПК*. 2015. № 5. С. 16–22.

55. Баль-Прилипко Л.В., Патика М.В., Леонова Б.І., Старкова Е.Р., Брона А.І. Напрями, досягнення та перспективи біотехнології у харчовій промисловості. *Мікробіологічний журнал*. Київ, 2016. № 3. С. 99-111.

56. Starter Cultures for Making Fermented Sausages. URL: <https://www.meatsandsausages.com/sausage-types/fermented-sausage/cultures> (last accessed 06.11.2020).

57. Hugas J.M., Monfort J.M. (1997). Bacterial starter cultures for meat fermentation. *Food Chemistry*. 1997. Vol. 59 (4). P. 547-554.

58. Laranjo M., Elias M., Fraqueza M.J. The Use of Starter Cultures in

Traditional Meat Products. *Journal of Food Quality*. 2017. Vol. 18 (3). P. 59-65.

59. Talon R., Leroy S., Lebert I., Giammarinaro P., Chacornac J.P., Latorre-Moratalla M., VidalCarou C., Zanardi E., Conter M., Lebecque A. Safety improvement and preservation of typical sensory qualities of traditional fermented sausages using autochthonous starter cultures. *Int. J. Food Microbiol.* 2008. Vol. 126 (1-2). P. 227-234.

60. Casquete R., Benito M.J., Martín A., RuizMoyano S., Aranda E., Córdoba M.G. Microbiological quality of salchichón and chorizo, traditional Iberian dry-fermented sausages from two different industries, inoculated with autochthonous starter cultures. *Food Control*. 2012. Vol. 24 (1-2). P. 191-198.

61. Ferreira V., Barbosa J., Vendeiro S. Chemical and microbiological characterization of alheira: a typical Portuguese fermented sausage with particular reference to factors relating to food safety. *Meat Science*. 2006. Vol. 73 (4). P. 570-575.

62. Garcia-Varona M., Santos E.M., Jaime I., Rovira J. Characterization of Micrococcaceae isolated from different varieties of chorizo. *Int. J. Food Microbiol.* 2000. Vol. 54 (3). P. 189-195.

63. Lücke F.K., Hechelmann H. Starterkulturen für Rohwurst und Rohschinken Zusammensetzung und Wirkung. *Fleischwirtschaft*. 1986. Vol. 66 (2). P. 154-166.

64. Zdolec N., Hadziosmanovic M., Kozacinski L., Cvrtila Z., Filipovic I., Skrivanko M., Leskovar K. Microbial and physicochemical succession in fermented sausages produced with bacteriocinogenic culture of *Lactobacillus sakei* and semipurified bacteriocin mesenterocin Y. *Meat Science*. 2008. Vol. 80. P. 480-487.

65. Comi G., Urso R., Iacumin L., Rantsiou K., Cattaneo P., Cantoni C., Cocolin L. Characterisation of naturally fermented sausages produced in the North East of Italy. *Meat Sci*. 2005. Vol. 69 (3). P. 381-392.

66. Kenneally P.M., Leuschner R.G., Arendt E.K. Evaluation of the lipolytic activity of starter cultures for meat fermentation purposes. *J. Appl. Microbiol.* 1998. Vol. 84 (5). P. 839-846.

67. Даниленко С., Бурцева Г., Гарда С. Визначення антибіотикостійкості промислових культур. Механізми реалізації стратегії розвитку національної економіки: *матеріали міжнародної науково-практичної інтернет-конференції*. Тернопіль, 2011. С. 46-49.

68. Баль-Прилипко Л.В. Сучасна біотехнологія м'ясних продуктів. Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. 2013. № 70. С. 160-167.

69. Dias F.S., Duarte W.F., Rios M.R, Santos M., Ramos E.M., Schwan R.F. Screening of Lactobacillus Isolated from Pork Sausages for Potential Probiotic Use and Evaluation of the Microbiological Safety of Fermented Products. *Journal of Food Protection*. 2013. Vol. 76 (6). P. 991-998.

70. Leroy F., Verluyten J., De Vuyst L. Functional meat starter cultures for improved sausage fermentation. *Int. J. Food Microbiol.* 2006. Vol. 106 (3). P. 270-285.

71. Ross R.P., Morgan S., Hill C. Preservation and fermentation: past, present and future. *Int. J. Food Microbiol.* 2002. Vol. 79 (1). P. 3-16.

72. Wolupeck H.L., Morete O.R., DallaSanta C.A., Luciano F.B., Madeira H.M.F., de Macedo R.E.F. Methods for the evaluation of antibiotic resistance in Lactobacillus isolated from fermented sausages. *Cienc. Rural*. 2017. Vol. 47 (8). P. 1-7. URL: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20160966>. (last accessed 21.01.2021).

73. List of microorganisms used in food and beverage preparation. URL:https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_microorganisms_used_in_food_and_beverage_preparation. (last accessed 10.12.2020).

74. Ферментні препарати. URL: https://cpo.stu.cn.ua/Oksana/harch_himia_lekcii/740.html (last accessed 10.12.2020).

75. Girardin M., Seidman E. Indications for the use of probiotics in gastrointestinal diseases. *Dig Dis*. 2011. Vol. 29(6). P. 574-587

76. Hutkins R.W. Microbiology and Technology of Fermented Foods.

John Wiley & Sons. 2006. P. 75–76.

77. Riley A.P. New Developments in Food Policy. Control and Research. 2005. 35 p.

78. Зинина О.В., Методы переработки модифицированных продуктов с содержанием коллагена. *Мясная индустрия*. 2012. № 5. С. 34–36.

79. Штонда О. А., Ізраєлян В. М. Зміни функціонально-технологічних показників м'яса африканського страуса під дією рослинних ферментів у складі посолочних розсолів. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2021. № 1 (89).

80. Леонова Б.І., Баль-Прилипко Л.В. Динаміка зміни фізико-хімічних властивостей багатокомпонентних розсолів для м'ясних продуктів *Продовольча індустрія*. 2012. № 4. С. 9-12.

81. Баль–Прилипко Л.В., Мельничук С.Д. Біотехнологічні прийоми у виробництві м'ясних продуктів нового покоління. *Продовольча індустрія АПК*. 2012. № 4. С. 8–10.

82. Klein D.W., Lansing M., Harley J. Microbiology, 6th edition. Monograph. New York:McGraw-Hill Science. 2006. 458 p.

83. Leistner L. Hurdle effect and energy saving. In: Food Quality and Nutrition: monograph. London, 2002. 553 p.

84. Pridmore D.V., Rekhif N., Pittet A.C., Suri B., Mollet B A. New Lanthionine-Containing Bacteriocin Produced by *Micrococcus varians*: Comparison to Lacticin 481 of *Lactococcus lactis*. *Appl. Environ. Microbiol.* 1996. Vol. 62 (5). P. 1799-1802.

85. Сорокіна Н. О., Бондарчук В. М. Використання комплексних харчових препаратів для виготовлення натуральних м'ясних продуктів. *Вісник сумського*. 2005. Вип. 9-10. С. 182-184.

86. SmithJ., CharterE. Charter E.Functional food product .Functional food science and technology. 2010. 528 p.

87. Sasson A. Report Food and Nutrition Biotechnology Achievements, Prospects, and Perceptions. Pacifico-Yokohama: United Nations University Institute of Advanced Studies, 2005. 33 p.

88. Cotter P.D., Ross R.P., Hill C. Bacteriocins — a viable alternative to antibiotics? *Nature Reviews Microbiology*. 2012. Vol. 11 (2). P. 95–105.
89. Hammes W.P., Bantleon A., Seunghwa M. Lactic acid bacteria in meat fermentation. *Microbiology Reviews*. 1990. Vol. 2. P. 165-174.
90. Muller W.D. Proteolytische - Enzyme beide, herstellung von Kochpokelwaren: Bringt Ihr Einsatz technologische Vbrteile. Munich: Fleischwirtschaft, 1995. 177 p.
91. Баль-Прилипко Л.В. Технологія зберігання, консервування та переробки м'яса: підручник. К.: КВІЦ, 2010. 468 с.
92. Бактеріальний препарат «Іпровіт-ЛРР» для виробництва сиров'ялених суцільном'язових м'ясних продуктів. URL: <https://www.iprovit-shop.com.ua/ru-4538770/iprovit-lrr-dlya-proizvodstva-syrovyalenykh-myasnykh-prodyktov-d33.htm>. (дата звернення 11.12.2020).
93. Бурцева, Г.В., Даниленко С.Г., Кігель Н.Ф., Жукова Я.Ф. Вплив бактеріального препарату «МКС» на протеоліз у сиров'ялених м'ясних продуктах. *Вісник Львівського університету*. 2011. № 57. С. 200-206
94. Lilic S., Matekalo-Sverak V. Salt reduction in meat products – challenge for meat industry. *Tehnologija mesa*. 2011. Vol. 52 (1). P. 22–30.
95. Баль-Прилипко Л., Старкова Е., Грод І., Соломчук М. Технологічні аспекти застосування солі у сучасній м'ясній промисловості. *Продовольча індустрія АПК*. 2015. № 1-2. С. 14–18.
96. Сіль, корисні властивості. URL: <https://dom-eda.com/ingredient/item/sol.html>. (дата звернення 11.12.2020).
97. Campbell T.W. in *Current Therapy in Reptile Medicine and Surgery*. Elsevier Inc. 2014. 488 p.
98. Tremblay S. What Role Does Sodium Play Biologically? URL: <https://healthyeating.sfgate.com/role-sodium-play-biologically-7971.html>. (last accessed 11.12.2020).
99. Suzzi G., Gardini F. Biogenic amines in dry fermented sausages: a review. *Int. J. Food Microbiol*. 2003. Vol. 88 (15). P. 41-54.

100. The World Health Organization. Educing Salt Intake in Populations. WHO Forum and Technical Meeting. Paris (France), 2006. P. 314-317.
101. Tyshchenko, L. M., Pylypchuk, O. S., Israelian, V. M., Adamchuk, L. O., Akulonok, O. I. Мед, як складова маринаду для м'ясних напівфабрикатів. *Науковий журнал «Тваринництво та технології харчових продуктів»*. 2021. 12, № 2. С. 73-81.
102. Mattes R.D, Donnelly D. Relative contributions of dietary sodium sources. *J Am Coll Nutr*. 1991. Vol. 10. P. 383-386.
103. Mozaffarian D., Fahimi S., Singh G.M., Micha R., Khatibzadeh S., Engell R.E. Global sodium consumption and death from cardiovascular causes. *Engl J Med*. 2014. Vol. 371 (7). P. 624–634.
104. Verluyten J., Leroy F., De Vuyst L. Effects of different spices used in production of fermented sausages on growth of and curvacin A production by *Lactobacillus curvatus* LTH 1174. *Appl. Environ. Microbiol*. 2004. Vol. 7 (№8). P. 4807-4810
105. Perkins S. Can We Live Without Salt Consumption? URL: <https://healthyeating.sfgate.com/can-live-salt-consumption-3542.html>. (last accessed 11.12.2020).
106. Фатула М. І., Машура Г. Ю. Артеріальна гіпертензія і хлорид натрію. *Науковий вісник Ужгородського університету*. 2015. Вип. 1. С. 20-24.
107. Михайлова Л. Кому следует снизить потребление соли и как это сделать. URL: <https://durimar.com/salt/> (дата звернення 11.12.2020).
108. Гатаулина Г. Натрий в организме: роль. Недостаток и избыток, натрий в продуктах. URL: <https://www.inflora.ru/directory/vitamins-and-minerals/sodium.html>. (дата звернення 11.12.2020).
109. Intersalt Cooperative Research Group. Intersalt: an International Study of Electrolyte Excretion and Blood Pressure. Results for 24-hour Urinary sodium and Potassium Excretion. *British Medical Journal*. 1988. P. 319–329.
110. Bal'-Prylypko L.V., Slobodianiuk N.M., Leonova B.I., Kryzhova Yu.P. Actual Problems of Meat-Processing Industry. Second Edition, revised and

augmented. Kyiv, Ukraine: Komprint, 2016. 368 p.

111. Ковбасні вироби. URL: <https://znaytovar.ru/new1028.html>. (дата звернення 11.12.2020).

112. Amount of Sodium in Sausages. URL: <http://www.dietandfitnesstoday.com/sodium-in-sausages.php>. (last accessed 11.12.2020).

113. No-Salt Diet. URL: <https://www.livestrong.com/article/179344-no-salt-diet/>. (last accessed 11.12.2020)

114. Шевченко А.. Безсольова дієта: користь і шкода. URL: <https://cikavosti.com/bezsolova-diyeta-korist-i-shkoda/#hcq=krsTzWr>. (дата звернення 11.12.2020).

115. Баль-Прилипко Л.В., Кулакова Л.В., Старкова Е.Р. Аспекти застосування солі в технології м'ясних продуктів. Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства. Збірник матеріалів IV Міжнар. наук.– практ. конф. молодих вчених, аспірантів і студентів. Київ, НУБіП, 2014. С. 17.

116. Баль-Прилипко Л.В., Николаенко Н.С., Рябовол М.В. Современные решения для управления пищевой безопасностью при производстве мясных изделий. «Проблемы и перспективы инновационной техники и технологии». Сборник научных трудов Республиканской научно – технической конференции (Ташкент, (5-6 апреля 2019 г.). Ташкент: Ташкенский государственный технический университет имени Ислама Каримова, 2019. С. 242-245.

117. Калій в організмі людини, його роль. Продукти, що містять калій. URL: <https://healthday.in.ua/harchuvannya/vitamini-ta-minerali/kalii-v-orhanizmi-liudynu>. (дата звернення 11.12.2020).

118. Everything you need to know about potassium. URL: <https://www.medicalnewstoday.com/articles/287212>. (last accessed 11.12.2020).

119. ДСТУ 3583:2015 Сіль кухонна. Загальні технічні умови. 3 поправкою [Чинний від 01.07.2017]. Київ, 2015. 14 с.

120. Ресурси світового океану: біологічні, мінеральні та енергетичні.
URL: <http://ru.osvita.ua/vnz/reports/geograf/23827/>. (дата звернення 11.12.2020).
121. Шамаева С. До ре ми фа СОЛЬ ля си. Агроперспектива. 2001. № 6 (18). С. 24-26.
122. А.Ю. Хомич, Л.В. Баль-Прилипко, Н.М. Слободянюк, В.М. Ізраелян, М.С. Ніколаєнко Розробка технології січених напівфабрикатів на рослинній основі. Збірник праць за підсумками XI Міжнародної науково-практичної конференції вчених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства», 12-13 травня 2022 року К.: РВВ НУБіП України, 2022. С. 114–115
123. He F.J., MacGregor G.A. A comprehensive review on salt and health and current experience of worldwide salt reduction programmes. *Journal of Human Hypertension*. 2009. Vol. 23. P. 363–384.
124. Devlieghere F., Vermeiren L., Bontenbal E. Reducing salt intake from meat products by combined use of lactate and diacetate salts without affecting microbial stability. *International Journal of Food Science & Technology*. 2009. Vol. 44 (2). P. 337–341.
125. Всесвітня організація охорони здоров'я. Звіт про роботу з попередження захворювань, пов'язаних з вживанням солі. URL: <http://www.euro.who.int/ru/health-topics/disease-prevention/nutrition/news/news/2011/10/reducing-salt-intake>. (дата звернення 11.12.2020).
126. Морська сіль.
URL: https://uk.m.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D1%80%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D1%81%D1%96%D0%BB%D1%8C. (дата звернення 11.12.2020).
127. Йод в природі (морська вода, ґрунт, рослини, тварини).
URL: https://jodis-lviv.blogspot.com/2014/03/blog-post_9362.html. (дата звернення 12.12.2020).

128. Баль-Прилипко Л., Старкова Е., Грод І., Соломчук М. Технологічні аспекти застосування солі у сучасній м'ясній промисловості. *Продовольча індустрія АПК*. 2015. № 1-2. С. 14–18.
129. P. Puska E. Vartiainen T. Laatikainen P. Jousilahti M. Paavola. The North Karelia Project from North Karelia to National Action. URL: <https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024.> (last accessed 12.12.2020) .
130. Choudhary M., Grover K. Functional Foods in Health and Disease. Development of functional food products in relation to obesity. Vol. 2(6).2012, P. 188- 197
131. Сидорчук І.Й. та ін. Тиреопатії в Карпатському регіоні: монографія. Чернівецький національний університет. Чернівці, 2007. 440 с.
132. Andrighetto C., Zampese L., Lombardi A. RAPD-PCR characterization of lactobacilli isolated from artisanal meat plants and traditional fermented sausages of Veneto region (Italy). *Letters in Applied Microbiology*. 2001. Vol. 33(1). P. 26.
133. What You Should Know about Iodine Deficiency. URL: <https://www.healthline.com/health/iodine-deficiency>. (last accessed 12.12.2020).
134. Bürgi H., Schaffne T.H., Seiler J.P. The toxicology of iodate: a review of the literature. *Thyroid*. 2001. Vol 5. P. 449-456.
135. Йодована сіль – користь і шкода, вплив на організм. URL: <https://osobista.in.ua/jodovana-sil-koryst-i-shkoda-vplyv-na-organizm.html>. (дата звернення 12.12.2020).
136. Tai ShengYeh, Nu Hui, Hung Tzu, Chun Lin. Analysis of iodine content in seaweed by GC-ECD and estimation of iodine intake. *Journal of Food and Drug Analysis*. 2018. Vol. 22 (2). P. 189-196.
137. Zimmermann M.B., Andersson M. Assessment of iodine nutrition in populations: past, present, and future. *Nutr Rev*. 2012. Vol. 70. P. 553-570.
138. Mortazavian A.M., Meybodi N.M. Medicinal Food Products a New Approach from Ordinary Foods to Medicine. *Iran J Pharm Res*. 2016. Vol. 15(1). P. 1-2.

139. Lambert A. D. Shelf life extension and microbiological safety of fresh meat-a review. *Food Microbiol.* 1991. V.8. P.267–297.
140. Iodine Content of the Sea Salt. URL: <https://www.thyroidal.org/thyroid-information/iodine-sea-salt/> (last accessed 12.12.2020).
141. Баль-Прилипко Л.В., Старкова Е.Р. Визначення функціонально - технологічних властивостей фаршевих систем з використанням морської солі та активованих водних середовищ. Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства: Збірник матеріалів Тез. IV Міжнар. наук.–практ. конф. вчених, аспірантів і студентів (Київ, 23-24 квітня, 2015 р.). Київ, НУБіП, 2014. С. 164-166.
142. Sh. Li. Yang, M. Zhu, X. Wang Technology Prospecting on Enzymes: Application, Marketing and Engineering. *Comput.Struct.Biotechnol. J.* 2012. V.2. P.201-209.
143. P.M. de Souza. A biotechnology perspective of fungal proteases. *Braz.J. Microbiol.* 2015. V.46(2). P. 337-346.
144. Comparison of salty taste and time intensity of sea and land salts from around the world. Wiley International Publishers. *Journal of Sensory Studies.* 2010. Vol.26 (1). P. 25 – 34.
145. Lerfall J., Østerlie M. Use of sodium nitrite in salt-curing of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) Impact on product quality. *Food Chemistry.* 2011. Vol. 124 (3). P. 759–766.
146. Bailey M.E., Frame R.W., Naumann H.D. Cured Meat Pigments, Studies of the Photooxidation of Nitrosomyoglobin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* 1994. Vol. 12 (1). P. 89–93.
147. Meat Pigment Chemistry, taken from IFT Mini-Experiments in Food Science Series. URL: [Meat PigmentChemistry.pdf](#) . (last accessed 12.12.2020).
148. Sindelar J., Milkowski A. Human safety controversies surrounding nitrate and nitrite in the diet. *Nitric Oxide.* 2012. Vol. 26 (4). P. 259–266.

149. Milkowski A., Garg H., Couglin J., Bryan N. Nutritional epidemiology in the context of nitric oxide biology: Risk-Benefit evaluation for dietary nitrite and nitrate. *Nitric Oxide*. 2010. Vol. 22 (2). P. 110–119.
150. Keto-Timonen R., Lindstrom M., Puolanne E., Niemisto M., Korkeala H. Inhibition of Toxigenesis of Group II (Nonproteolytic) *Clostridium botulinum* Type B in Meat Products by Using a Reduced Level of Nitrite. *Journal of food protection*. 2012. Vol. 75 (7). P. 1346-1349.
151. Science Says: Are hot dogs healthier without added nitrites? URL: www.ctvnews.ca . (last accessed 12.12.2020).
152. Allen C.E., Foegeding E.A. Some lipid characteristics and interactions in muscle foods-a review. *Food. Tehnol.* 1981. Vol. 35 (5). P. 253-257.
153. Сучасні способи інтенсифікації посолу м'ясної сировини. *Мясное дело*. 2011. № 3.
154. Yarbrough J.M., Rake J.B., Eagon R.G. Bacterial Inhibitory Effects of Nitrite: Inhibition of Active Transport, but not of Group Transplantation , and of Intracellular Enzymes. *Appl Environ Microbiol.* 1980. Vol. 39 (4). P. 831–834.
155. Brena B.M. Immobilization of Enzymes. A Literature Survey, 2006. P. 450.
156. Дуденко Н. В. Основи фізіології харчування. Х.: Торнадо, 2003. 407 с.
157. Клименко М.М., Віннікова Л.Г., Береза І.Г. Технологія м'яса і м'ясних продуктів: підручник. К.: Вища школа, 2006. 640 с.
158. Kemp J.D., Fox J.D., Moody W.G. Cured ham properties as affected by nitrate and nitrite and fresh pork quality. *J. Food Sci.* 1974. Vol. 39 (5). P. 972-976.
159. Cross A.J., Ferrucci L.M., Risch A., Graubard B.I., Ward M.H. A large prospective study of meat consumption and colorectal cancer risk: an investigation of potential mechanisms underlying this association. *Cancer Res.* 2010. Vol. 70. P. 2406–2414.

160. Ward M.H., Cross A.J., Divan H., Kulldorff M., Nowell-Kadlubar S. Processed meat intake, CYP2A6 activity and risk of colorectal adenoma. *Carcinogenesis*. 2007. Vol. 28. P. 1210–1216.
161. Король Ц.О., Даниленко С.Г, Кігель Н.Ф. Застосування бактеріальних препаратів для суцільном'язових сиров'ялених продуктів із м'яса птиці. Матеріали Всеукраїнської конференції з питань безпеки харчування. Київ, 2010. С. 175-176.
162. Freeman H.P., Oropeza R., Saborio D.V., Paik D.C. The epidemiological enigma of gastric cancer rates in the US: was grandmother's sausage the cause? *International Journal of Epidemiology*. 2000. Vol. 30 (1). P. 181–182.
163. Nitrosamine. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Nitrosamine>. (last accessed 12.12.2020).
164. Ribeiro M.C., Bezerra T.D.S., Soares A.C., Boechat-Ramos R., Carneiro F.P., Vianna L.M.S., Far, L.R.F., Silva M.V.D., Vieira M.P., Monteiro I.O., Ferreira V.M. Hippocampal and cerebellar histological changes and their behavioral repercussions caused by brain ischaemic hypoxia experimentally induced by sodium nitrite. *Behav Brain Res*. 2017. P. 223-232.
165. The Truth About Nitrite in Lunch Meat. URL: <https://www.livescience.com/36057-truth-nitrites-lunch-meat-preservatives.html>. (last accessed 12.12.2020).
166. Ципріяні В.І. Гігієна харчування з основами нутриціології: підруч. у 2-х кн. К.: Медицина, 2007. 544 с.
167. Якушко Х.Д. Амінокислоти. Пептиди. Білки. М.: Світ, 1985. 456 с.
168. Miller P.E., Lazarus P., Lesko S.M., Cross A.J. Sinha R., Laio J., Zhu J., Harper G., Muscat J.E., Hartman T.J. Meat-Related Compounds and Colorectal Cancer Risk by Anatomical Subsite. *Nutr Cancer*. 2013. Vol. 65 (2). P. 202–226.
169. World Cancer Research Fund. American Institute for Cancer Research. Food, nutrition, physical activity, and the prevention of cancer: a global perspective. American Institute for Cancer Research; Washington, DC. 2007.

170. Bastide N.M., Pierre F.H., Corpet D.E. Heme iron from meat and risk of colorectal cancer: a meta-analysis and a review of the mechanisms involved. *Cancer Prev Res (Phila)*. 2011. Vol. 4. P. 177–184.

171. Нитрит натрия — свойства, токсичность, меры предосторожности. URL: <https://pcgroup.ru/blog/nitrit-natriya-svoystva-toksichnost-mery-predostorozhnosti/>. (last accessed 12.12.2020).

172. Ізраєлян В.М., Голємбовська Н.В. Використання рослинного ферменту у технології шинок. Інноваційний розвиток готельно-ресторанного господарства та харчових виробництв: матеріали II Міжнародної наук.-практ. інтернет конф. Прага: Oktan Print s.r.o., 2021 С. 67–68.

173. Mackerness C.W., Leach S.A., Thompson M.H., Hill M.J. The inhibition of bacterially mediated N-nitrosation by vitamin C: relevance to the inhibition of endogenous N-nitrosation in the achlorhydric stomach. *Carcinogenesis*. 1989. Vol. 10 (2). P. 397–399.

174. Devlieghere F., Vermeiren L., Bontenbal E. Reducing salt intake from meat products by combined use of lactate and diacetate salts without affecting microbial stability. *International Journal of Food Science & Technology*. 2009. Vol. 44 (2). P. 337–341.

175. Bal-Prylypko, L. V., Khomych, V. T., Usenko, S. I., Israelian, V. M., Nazarenko, M. V. Мікроструктурний аналіз варених сосисок зі спельтовим борошном. Науковий журнал «Тваринництво та технології харчових продуктів». 2021. 12, № 3. С. 50–59.

176. Баль-Прилипко Л.В., Леонова Б.І. Зниження вмісту нітриту натрію у варених ковбасах за допомогою денітрифікуючих мікроорганізмів. *Biotechnologia Acta*. 2015. № 3. P. 110-115.

177. Білки тваринного походження. URL: <http://promeat-industry.ru/kolbasnye-izdeliya/1437-belki-zhivotnogo-proishozhdeniya-chast-3.html>. (дата звернення 12.12.2020).

178. Blood plasma. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Blood_plasma. (last accessed 12.12.2020).

179. Ways to Keep Your Blood Plasma Healthy. URL: <https://www.curejoy.com/content/ways-that-help-building-blood-for-your-body/>. (last accessed 12.12.2020).
180. Dill C.W. Use of Plasma in Edible Meat Products. URL: [use-of-plasma-in-edible-meat-products.pdf](#). (last accessed 28.11.2020).
181. Blood proteins. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Blood_proteins. (last accessed 12.12.2020).
182. Ugnivenko, A., Getya, A., Nosevych, D., Antoniuk, T., Kruk, O., Slobodyanyuk, N., Ivaniuta, A., Omelian, A., Gryshchenko, S., & Israelian, V. The study of "muscle eye" in bulls of Ukrainian black-spotted dairy-meat breed as a factor in improving the properties of meat products. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 2022. Vol. 16. P. 519–529.
183. Anderson J.W., Baird P., Davis Jr., R.H., Ferreri S., Knudtson M., Koraym A., Waters V., Williams C.L. Health benefits of dietary fiber. *Nutrition Reviews*. 2009. Vol. 67 (4). P. 188–205.
184. Dietary fiber. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Dietary_fiber. (last accessed 12.12.2020).
185. Devinder D., Mona M., Hradesh R., Patil R.T. Dietary fibre in foods: a review. *J Food Sci Technol*. 2012. Vol. 49 (3). P. 255–266.
186. US Department of Agriculture, National Agricultural Library and National Academy of Sciences, Institute of Medicine, Food and Nutrition Board. Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, fibre, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids (Macronutrients). Chapter 7: Dietary, Functional and Total fibre. 2005. URL: <https://www.nap.edu/read/10490/chapter/1>. (last accessed 12.12.2020).
187. Linus Pauling Institute. Oregon State University. Micronutrient Information Center. Fiber. URL: <https://lpi.oregonstate.edu/mic/other-nutrients/fiber>. (last accessed 13.12.2020).

188. Keenan M.J., Zhou J., Hegsted M., Pelkman C., Durham H.A., Coulon D.B., Martin R.J. Role of resistant starch in improving gut health, adiposity, and insulin resistance. *Advances in Nutrition*. 2015. Vol. 6 (2). P. 198–205.
189. Lockyer S., Nugent A.P. Health effects of resistant starch.. *Nutrition Bulletin*. 2017. Vol. 42. P. 10–41.
190. Dietary fiber. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Dietary_fiber. (last accessed 13.12.2020).
191. Citri-Fi Products Citri-Fi 100 Citri-Fi 125. URL:C:/Users/User/Desktop/%D0%92%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%BA%D0%BD%D0%B0/Citri-Fi_Usage_Guide_DEC2017.pdf . (last accessed 13.12.2020).
192. Farhath K.M., Swamy S., Sudarshana K.K.R., Santhanam K., Viswanathan K.R. Dietary fiber content of commonly fresh and cooked vegetables consumed in India. *Plant Foods Hum Nutr*. 2000. Vol. 55. P. 207–218.
193. Sies H. Oxidative stress: oxidants and antioxidants. *Experimental Physiology*. 1997. Vol. 82 (2). P. 291–295.
194. Vertuani S., Angusti A., Manfredini S. The antioxidants and pro-antioxidants network: an overview. *Current Pharmaceutical Design*. 2004. Vol. 10 (14). P. 677–694.
195. Davies K.J. Oxidative stress: the paradox of aerobic life. *Biochemical Society Symposium*. 1995. Vol. 61. P. 1–31.
196. Robards K., Kerr A.F., Patsalides E. Rancidity and its measurement in edible oils and snack foods. A review. *The Analyst*. 1988. Vol. 113 (2). P. 213–224.
197. Moureu C., Dufraisse C. Sur l'autoxydation: Les antioxygènes. *Comptes Rendus des Séances et Mémoires de la Société de Biologie*. 2017. Vol. 86 (3). P. 321–332.
198. Robin B.P. Antioxidants: What You Need to Know. What Are Antioxidants? URL: <https://health.howstuffworks.com/wellness/food-nutrition/facts/antioxidant1.htm>. (last accessed 13.12.2020).

199. Антиоксиданти в продуктах харчування. URL: <https://letbenefit.ru/blog/antioksidanty-v-pishchevykh-pr/>. (дата звернення 12.11.2020).
200. Parnes R.B. Antioxidants: What You Need to Know. What Are Antioxidants? URL: <https://health.howstuffworks.com/wellness/food-nutrition/facts/antioxidant1.htm>. (last accessed 13.12.2020).
201. Rašković I., Milanović N., Pavlović T., Čebović S., Vukmirović M. Antioxidant activity of rosemary (*Rosmarinus officinalis L.*) essential oil and its hepatoprotective potential. *BMC Complement Altern Med.* 2014. Vol. 14. P. 225-228.
202. Ortega R. Importance of functional foods in the Mediterranean diet. *Public Health Nutrition.* 2006. Vol. 9 (8A). P. 1136–1140.
203. Антиоксиданти для м'ясної промисловості. URL: <http://www.foodinside.com.ua/2018/08/07/antiokcidantu-dlya-vyasnoyi-promishlenosti/>. (дата звернення 13.12.2020).
204. Flavonoid URL: Available at: <https://en.wikipedia.org/wiki/Flavonoid>. (last accessed 23.12.2020).
205. Hospodarenko H.M., Liubych V.V., Zheliezna V.V., Polianetska T.O. Amino acid composition of winter wheat grain depending on the variety. *Food technologies.* 2021. No. 1. P. 60-65.
206. Functions of Rosemary Extract in food and its labeling. URL: <https://www.nutexa.com/en/2017/11/16/functions-rosemary-extract-food-labeling>. (last accessed 13.12.2020).
207. Daniells S. Oregano, rosemary extracts promise omega-3 preservation. *Food Navigator.* URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Rosemary#cite_note-23. (last accessed 13.12.2020).
208. Salido S., Altarejos J., Nogueras M., Sanchez A., Luque P. Chemical Composition and Seasonal Variations of Rosemary Oil from Southern Spain. *Journal of Essential Oil Research.* 2011. Vol. 15 (6). P. 10-14.

209. Ціпан І.С., Рябовол М.В., Баль-Прилипко Л.В., Леонова Б.І., Старкова Е.Р. Перспективи використання харчових цитрусових волокон у технології варених ковбасних виробів. Матеріали VIII Міжнародної науково – практичної конференції вчених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства». Київ, 2019. С. 156-157.
210. Spices, rosemary, dried Nutrition Facts & Calories. URL: <https://nutritiondata.self.com/facts/spices-and-herbs/206/2>. (last accessed 13.12.2020).
211. ДСТУ 7963:2015 Продукты пищевые. Подготовка проб для микробиологических анализов.
212. ДСТУ 7992:2015 М'ясо та м'ясна сировина. Методи відбирання проб та органолептичного оцінювання свіжості.
213. ДСТУ 8051:2015 Продукти харчові. Методи відбирання проб для мікробіологічних аналізів.
214. ДСТУ ISO 2917-2001 М'ясо та м'ясні продукти. Визначення рН (Контрольний метод).
215. ДСТУ ISO 1442:2005 М'ясо та м'ясні продукти. Метод визначення вмісту вологи (контрольний метод).
216. Рогов И.А., Антипова Л.В., Глотова И.А. Методы исследования мяса и мясопродуктов. М.: Колос, 2001. 376 с.
217. ДСТУ ISO 936:2008 М'ясо та м'ясні продукти. Метод визначення масової частки загальної золи.
218. ГОСТ 25011–81 М'ясо і м'ясні продукти. Методи визначення білка
219. ДСТУ 8380:2015 М'ясо та м'ясні продукти. Метод вимірювання масової частки жиру.
220. ГОСТ 9957-2015 Мясо и мясные продукты. Методы определения содержания хлористого натрия.

221. Берник І.М., Фаріонік Т.В., Н.В. Новгородська. Ветеринарно-санітарна експертиза продуктів тваринного і рослинного походження. Навчальний посібник. Вінниця. Видавничий центр ВНАУ, 2020. 232 с.
222. Сирохман І.В. Товарознавство м'яса та м'ясних товарів: підручник. К.: ЦУЛ, 2004. 384 с.
223. Дубініма А.А. Методи визначення фальсифікації товарів. Підручник. К.: «Видавничий дім «Професіонал», Центр учбової літератури, 2010. 272 с.
224. Малигіна В.Д. Основи експертизи продовольчих товарів: навч. посіб. К.: Кондор, 2009. 296с.
225. Смоляр В.І. Харчова експертиза. Підручник. К.: Здоров'я, 2005. 448 с.
226. Походило Є.В. Імітансний контроль якості: монографія. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2012. 164с.
227. ДСТУ 7353:2013 М'ясо. Методика гістологічного визначення свіжості та ступеня дозрівання.
228. Хомич В.Т., Баль-Прилипко Л. В. Мікроструктурний аналіз м'яса та м'ясних продуктів: навчальний посібник. К.: Видавничий центр НУБіП України. 2018. 114 с.
229. Коцюмбас Г.І. Мікроструктурне дослідження сировини у м'ясних фаршах: методичні рекомендації. Л., 2006. 49 с.
230. Антипова Л.В. Методы исследования мяса и мясопродуктов. М.: Колос, 2001. 376с.
231. ЗАКОН України Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1998, N 19, ст. 98) [зміни від 22.12.2017].
232. ДСТУ 4823.1:2007 Продукти м'ясні. Органолептичне оцінювання показників якості. Частина 1. Терміни та визначення понять.
233. ДСТУ 4823.2:2007 Продукти м'ясні. Органолептичне оцінювання показників якості. Частина 2. Загальні вимоги.

234. ДСТУ 8051:2015 Продукти харчові. Методи відбирання проб для мікробіологічних аналізів.
235. ДСТУ 8446:2015 Продукти харчові. Методи визначення кількості мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів.
236. ДСТУ 8720:2017 Вироби ковбасні та продукти з м'яса. Методи визначення мікробного забруднення.
237. ДСТУ EN 12824:2004 Мікробіологія харчових продуктів і кормів для тварин. Горизонтальний метод виявлення *Salmonella*.
238. ДСТУ 8447:2015 Продукти харчові. Метод визначення дріжджів і плісневих грибів.
239. Гончаревич И.Ф. Урьев Н.Б., Талейсник М.А.. Вибрационная техника в пищевой промышленности. М.: Пищевая промышленностью 1977. 278 с.
240. Гончаревич И.Ф. Фролов К.В. Теория вибрационной техники и технологии. М.: Наука, 1981. 320 с.
241. Берник П.С. Паламарчук І.П. Конієсні вібраційні машини для оздоблювально-зміцнювальної обробки. К.: Вища школа. 1996. 237 с.
242. Паламарчук И.П., Бандура В.М., Паламарчук В.И. Анализ динамики виброконвейерной технологической системы с кинематическим комбинированным возбуждением. MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. 2013. Vol. 15 (4). P.314-323.
243. Fedulova I. Methodical approaches to the determination of intra productive prices on enterprises of meat processing industry. Ukrainian Journal of Food Science. 2015. Vol. 3. P. 285–291

ДОДАТКИ

Потреба організму у натрії та хлориді натрію, мг/день

Вікова категорія	Вік	Споживання натрію	Споживання солі
Немовлята	0-6 місяців	110	280
Немовлята	7-12 місяців	370	930
Діти	1-3 роки	800	2000
Діти	4-8 років	1000	2500
Діти	9-13 років	1200	3000
Підлітки	14-18 років	1500	3800
Дорослі	Більш, ніж 18 років	1500	3800
Вагітні	14-50 років	1500	3800
Під час годування грудьми	14-50 років	1500	3800

Іонний склад солі, отриманої з води Світового океану

Компонент	Масова частка, %
Хлориди (Cl^-)	55,03
Натрій (Na^+)	30,59
Сульфати (SO_4^{2-})	7,68
Магній (Mg^{2+})	3,68
Кальцій (Ca^{2+})	1,18
Калій (K^+)	1,11
Карбонати (HCO_3^-)	0,41
Бром (Br^-)	0,19
Борати (BO_3^{3-})	0,08
Стронцій (Sr^{2+})	0,04
Йод (I^-)	5×10^{-6}
Інші	0,01

Визначення поняття харчового волокна

Організація	Визначення
Американський Національний інститут медицини (2001 р.)	Харчові волокна – присутні у рослинах лігнін та вуглеводи, які у непошкодженому стані не перетравлюються у шлунково-кишковому тракті
Американська асоціація з вивчення хімічної структури зернових культур (2001 р.)	Харчові волокна – їстівні частини рослин або подібні їм вуглеводи стійкі до дії ферментів шлунково-кишкового тракту та абсорбції у тонкому кишечнику, проте повністю перетравлювані у товстому кишечнику. До категорії харчових волокон відносяться полісахариди, олігосахариди лігнін та подібні ним частини рослин
Комісія «Кодекс Аліментаріус» (2014 р.): пропоноване формулювання прийняте Європейською комісією та ще десятима країнами світу	Харчові волокна – полімерні вуглеводи, структура яких складається мінімум з 10 мономерних одиниць, і які не перетравлюються у тонкому кишечнику людини
Британська організація з проблем харчування (2018 р.)	Визначення харчового волокна відноситься до речовин, які містяться в харчових продуктах рослинного походження і лише частково перетравлюються під дією людських травних ферментів. До категорії харчових волокон відносяться лігнін та полісахариди, наприклад целюлоза та пектин. Спочатку вважалося, що харчові волокна зовсім не перетравлюються і не вносять жодного вкладу у енергетичний баланс, але згідно з сучасними поглядами частина волокон у товстому кишечнику під дією кишкових бактерій перетравлюється з утворенням жирних кислот з коротким ланцюжком та газів
Європейський Союз	Харчові волокна – полімерні вуглеводи, до складу яких входять три або більша кількість мономерних одиниць, і які ні перетравлюються, ні абсорбуються у тонкому кишечнику людини. Згідно з визначенням Спільного дослідницького центру (<i>Joint Research Centre</i>) ЄС та США, визначення такої кількості структурних одиниць відрізняється від тої, яка була визначена Комісією «Кодекс Аліментаріус» (відповідно, трьох та десятих одиниць). При цьому національним адміністраціям надано право відносити до категорії харчових волокон речовини, структура яких включає від трьох до дев'яти мономерних одиниць.

**Функції харчових волокон та переваги їх застосування у нормалізації
стану здоров'я людини**

Функції	Переваги
Прискорення настання почуття насиченості	Зменшення апетиту
Підвищення рівня абсорбції воли та утворення гелів в процесі травлення, зв'язування вуглеводів та гальмування процесів абсорбції глюкози	Зменшення варіації рівня цукру у крові
Зменшення рівня холестерину	Зниження вірогідності виникнення серцево-судинних захворювань
Регулювання кров'яного тиску	Зниження ризику порушень метаболізму та виникнення діабету
Прискорення проходження харчових продуктів крізь систему травлення	Сприяння регуляції роботи травної системи
Збільшення об'єму випорожнень	Зменшення вірогідності виникнення запорів
Балансування рівня рН в шлунково-кишковій системі та стимулювання процесів утворення низькомолекулярних жирних кислот	Зменшення ризику розвитку раку прямої кишки

Типи та джерела походження харчових волокон

Продукт	Вміст харчових волокон, %		
	загальний	нерозчинних	розчинних
Зернові			
Ячмінь	17,3	-	-
Кукурудза	13,4	-	-
Овес	10,3	6,5	3,8
Рис	0,7	0,7	0,0
Пшениця (цілі зерна)	12,6	10,2	2,3
Пшениця (зародки)	14,0	12,9	1,1
Бобові			
Соя	15,0	-	-
Зелений горошок	3,5	3,2	0,3
Квасоля	6,3	4,7	1,6
Сочевиця	11,4	10,3	1,1
Фрукти			
Яблуко	2,0	1,8	0,2
Ківі	3,4	2,6	0,8
Манго	1,8	1,1	0,7
Ананас	1,2	1,1	0,1
Гранат	0,6	0,5	0,1
Кавун	0,5	0,3	0,2
Виноград	1,2	0,7	0,5
Апельсин	1,8	0,7	1,1
Слива	1,6	0,7	0,9
Полуниця	2,2	1,3	0,9
Банан	1,7	1,2	0,5
Персик	1,9	1,0	0,9
Груша	3,0	2,0	1,0
Овочі			
Картопля (очищена)	1,3	1,0	0,3
Буряк (корінь)	7,8	5,4	2,4
Наперстянка	4,3	3,0	1,3
Шпинат (зелень)	2,6	2,1	0,5
Турнепс	2,0	1,5	0,5
Помідор	1,2	0,8	0,4

Часник (зелень)	2,2	2,2	0,0
Баклажан	6,6	5,3	1,3
Огірки	0,6	0,5	0,1
Цвітня капуста	1,8	1,1	0,7
Селера	1,5	1,0	0,5
Морква	2,5	2,3	0,2
Капуста броколі	3,3	3,0	0,3
<i>Горіхи та насіння</i>			
Мигдаль	11,2	10,1	1,1
Кокос (м'якоть)	9,0	8,5	0,5
Арахіс (смажений)	8,0	7,5	0,5
Кеш'ю (смажений у маслі)	6,0	-	-
Кунжут (насіння)	7,8	5,9	1,9
Льон (насіння)	22,3	10,1	12,2

Вміст волокон у окремих видах харчових продуктів, %

Продукт	Кількість волокон	Компоненти харчових волокон					
		ГМЦ	Целюлоза	Лігнін	Гексози	Пентози	Уронові кислоти
1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Продукти переробки зернових</i>							
Біле борошно	3.5	80	19	1	80	11	9
Темне борошно	8.7	72	18	10	44	45	11
Несіянне борошно	11.5	74	20	6	38	49	13
Висівки оброблені	30.6	75	16	9	32	57	11
Висівки грубі	43.0	74	18	7	19	69	12
1	2	3	4	5	6	7	8
Вівсяна крупа	7.2	83	12	6	62	26	12
Рис	2.7	78	22	Сліди	82	9	9
Жито	12.7	71	11	1.3	46	45	9
<i>Фрукти, ягоди</i>							
Яблуко	9.2	66	33	1	20	35	44
Банан	6.0	64	21	15	54	19	27
Вишня	6.7	74	20	6	25	35	39
Грейпфрут	2.4	78	9	13	17	43	40
Апельсин	13.7	71	14	15	19	37	43
Груша	14.7	54	28	19	20	46	35
Слива	9.3	65	15	19	28	46	25
Полуниця	19.1	46	16	38	22	33	45

**Органолептичні та функціональні властивості м'ясних продуктів з
додаванням клітковини**

Характеристика	Вид клітковини				
	<i>соева</i>	<i>пшенична</i>	<i>вівсяна</i>	<i>яблучна</i>	<i>Апельсинова</i>
Застосування	М'ясна, рибна, молочна, кондитерська промисловість, вироблення заморожених та готових напівфабрикатів макаронне, консервне виробництво, кулінарія, овочева ікра, імітаційні продукти	Кондитерська та молочна промисловість, консервне виробництво, соуси, напої			
Органолептичні та фізичні характеристики					
Колір	білий	білий	білий / жовтий	світло-коричневий	жовтий апельсин
Смак	нейтральний	нейтральний	нейтральний	яблука	Гірчить
Масова частка харчових волокон, %, у тому числі розчинних	65 12	98 3	96 3	60 11	36 4
Масова частка білка, %, н.м.	17 ÷ 20	0,4	3,0	4,6	6,0
Функціональні характеристики					
Здатність до зв'язування води	1 : 9÷10	1 : 6-8	1 : 5-6	1 : 8-10	1 : 10-15
Здатність до утворення жирових емульсій	1:8-10	1:5	1:4	1:5	1:5

Багаті антиоксидантами рослинні продукти

Назва антиоксиданту	Джерело походження
Алілсульфіди	Цибуля, часник, цибуля-порей, шніт-цибуля
Каротиноїди	Помідори, морква, кавун, листові капуста, шпинат
Куркумін	Куркума
Флавоноїди	Виноград, чорниця, полуниця, вишня, яблука, грейпфрут, журавлина, малина, чорна смородина
Глутатіон	Зелені листові овочі
Індол	Броколі, цвітні капуста, білокачанна капуста, ростки брюссельської капусти, пекінська капуста
Ізофлавоноїди	Бобові (горох, соєві боби)
Ізотіоціанати	Броколі, цвітні капуста, білокачанна капуста, ростки брюссельської капусти, пекінська капуста
Лігніни	Насіння (льону, соняшника)
Монотерпени	Шкірка цитрусових, вишня, горіхи
Фітинова кислота	Цільні зернові, бобові
Феноли, полі феноли, фенолові сполуки	Виноград, чорниця, полуниця, вишня, грейпфрут, журавлина, малина, чорна смородина, чай
Сапоніни	Квасоля, бобові

Вміст йоду у деяких видах водоростей (мкг/г)

Назва	Форма проби	Вміст йоду
<i>Alaria esculenta</i>	Цілі листи	110±30
<i>Ascophyllum nodosum</i>	-«-	650±390
<i>Ecklonia maxima</i>	-«-	2120±350
<i>Eisenia bicyclis</i>	-«-	2120±350
<i>Fucus vesiculosus</i>	-«-	280±80
<i>Laminaria angustata</i>	Порошок	2350±70
<i>Laminaria digitata</i>	Цілі листи	2990±910
<i>Laminaria digitata</i>	-«-	8170±370
<i>Laminaria sp.</i>	Листя	1360±670
<i>Palmaria palmata</i>	Цілі листи	70±20
<i>Porphyra tenera</i>	Листи	16±2
<i>Sargassum</i>	Цілі листи	30±1
<i>Undaria pinnatifida</i>	-«-	41±14
<i>Undaria pinnatifida</i>	-«-	115±40
<i>Undaria pinnatifida</i>	-«-	52±3

Класифікація харчових волокон за ознаками розчинності у воді та здатності до ферментації

Характеристика	Компонент	Описання, сфера застосування
Нерозчинні у воді (менша здатність до ферментації)	Целюлоза	Основний структурний елемент рослинних клітин. Не розчиняється у міцних розчинах лугів розчиняється у концентрованих кислотах. Виконує роль баластної речовини, яка участі в процесі травлення не приймає
	Геміцелюлоза	Полісахариди, присутні у рослинних клітинах, які містять глікозидні елементи, відповідальні за цілісність волокна. Розчинні у розведених розчинах лугів. Виконує роль баластної речовини, яка участі в процесі травлення не приймає
	Лігнін	Невуглеводні компоненти стінок клітин. Представляють собою фенілпропанові полімери з перехресними хімічними зв'язками. Виконує роль баластної речовини, яка участі в процесі травлення не приймає
Розчинні у воді (висока здатність до ферментації)	Пектин	Компонент стінок клітин із вмістом D-галактуранової кислоти як основної складової. Розчинний у воді та сприяє утворенню гелевих структур
	Камеді	Утворюються у місцях пошкоджень рослин. Використовуються у харчовій та фармацевтичній промисловості
	Рослинні клеї	Генеруються рослинами для попередження висихання ендосперму насіння. Використовується у харчовій промисловості для надання сумішам гідрофільності та стабілізації складу

Хімічний склад сухої речовини білків плазми крові, %

Компонент	%	Функції
Альбумін	55	Підтримання осмотичного тиску, транспортування нерозчинних молекул
Глобулін	38	Підтримання імунної системи
Фібріноген	7	Зсідання крові
Регулятивні білки	< 1	Регулювання генної структури крові
Білки відповідальні за зсідання крові	< 1	Перетворення фібрину на фібриноген

Показники якості екстракту розмарину

Вміст речовин з антиоксидантною властивістю	
Назва речовини	Масова частка
Рутин (вітамін Р), мг/см ³	0,19 ± 0,0009
Аскорбінова кислота, мг/см ³	13,04 ± 0,060
Антоціанові пігменти, мг/см ³	0,27 ± 0,001
Катехіни, мг/см ³	0,44 ± 0,002
Лейкоантоціани, мг/см ³	0,86 ± 0,004
Каротиноїди, мг/см ³	0,098 ± 0,0004
Аналітичні показники	
Масова частка розмаринової кислоти, %	5,84
Сума важких металів, млн ⁻¹ , у тому числі:	< 10
• кадмій, млн ⁻¹	< 1
• свинець, млн ⁻¹	< 1
• миш'як, млн ⁻¹	< 2
Масова частка ДДТ, млн ⁻¹	< 0,1
Мікробіологічні показники	
Загальна кількість мікроорганізмів, КУО/г	< 1000
Дріжджі та плісняви, КУО/г	< 100





УКРАЇНА

(19) UA

(11) 149343

(13) U

(51) МПК

A23L 13/60 (2016.01)

A23L 27/10 (2016.01)

A23L 33/135 (2016.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО
"УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2021 02435	(72) Винахідник(и): Баль-Прилипко Лариса Вацлавівна (UA), Рябовол Максим Віталійович (UA), Слободянюк Наталія Михайлівна (UA), Пилипчук Оксана Станіславівна (UA), Ніколаєнко Микола Станіславович (UA), Назаренко Марина Вікторівна (UA)
(22) Дата подання заявки: 07.05.2021	
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 11.11.2021	
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 10.11.2021, Бюл.№ 45	(73) Володілець (володільці): НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ, вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ-41, 03041 (UA)

(54) СПОСІБ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ БЕЗПЕЧНОСТІ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ**(57) Реферат:**

Спосіб підвищення рівня безпеки ковбасних виробів включає приготування м'ясної сировини з наступних інгредієнтів: яловичини знежированої, свинини знежированої напівжирної, свинини знежированої жирної, цукру, перцю чорного або/чи білого меленого, мускатного горіху, води, з додаванням до суміші нітриту натрію. На першій підготовчій стадії до суміші м'ясної сировини з водою додатково додають: екстракт розмарину у кількості 0,15 % від загальної маси фаршу та стартовий бактеріальний препарат, до складу якого входять молочнокислі бактерії *L.rhamnosus* та мікрококи *Kocuria rose*, причому суміш витримують близько 24 годин, після чого на другій стадії приготування у підготовану суміш м'ясної сировини вносять решту інгредієнтів, а саме: білок плазми крові, харчові волокна - жлітковину, сіль морської з ламинарією.

UA 149343 U

СПОСІБ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ БЕЗПЕЧНОСТІ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ

Корисна модель направлена на вирішення проблеми підвищення ступеню безпечності ковбасних виробів шляхом зменшення на стадії їх виробництва дозування у м'ясний фарш нітриту натрію і може бути застосована на підприємствах, що займаються їх виготовленням.

Традиційний склад ковбасних фаршів, нормований національним стандартом ДСТУ 4436:2005 «Ковбаси варені, сосиски, сардельки, хліби м'ясні» в частині рецептури сировини, використовуваної при виробництві сосисок «Любительські», показаний в таблиці 1

Таблиця 1

Рецептура сосисок 1 сорту «Любительські», на 100 кг сировини

Назва компоненту фаршу	Норма
<i>Сировина несолена, кг (на 100 кг)</i>	
Яловичина знежилована 1 сорту	33
Свинина знежилована напівжирна	33
Свинина знежилована жирна, щоковина, зрізки сала	34
Всього:	100
<i>Прянощі та матеріали, г (на 100 кг несолоної сировини)</i>	
Сіль кухонна харчова	2200
Цукор-пісок	160
Нітрит натрію	7,5
Перець чорний або білий мелений	160
Перець духмяний мелений	100
Горіх мускатний або кардамон мелені	50,0
Вода, л	35,0

Суттєвими недоліками рецептури є: **1)** високий рівень дозування у м'ясну суміш токсичної домішки нітриту натрію, введеної на стадії приготування фаршу для збереження прийнятних органолептичних властивостей готового продукту; **2)** достатньо високий рівень бактеріальної забрудненості використовуваної за технологією сировини та, як результат, виготовленої з неї ковбасної продукції.

Проведені нами, з метою виявлення ступеню значимості цих факторів дослідження, показали, що використані для приготування контрольного та дослідних зразків яловичини та свинини містили достатньо велику кількість колонієутворюючих одиниць (КУО) небезпечних мікроорганізмів: колонії бактерій групи кишкової палички (БГКП) були виявлені у пробах масою 0,0001 грама (при нормі виявлення у пробах масою 0,01 грама), а мезофільні аеробні та факультативно аеробні мікроорганізми (МАФАМ) у тій же пробі знаходилися у кількості $2,9 \times 10^5$ КУО при нормі $(1 \div 2 \times 10^3)$. Використовуваний зазвичай прийом подальшого зменшення їх кількості термічною обробкою на стадії варіння ковбасної продукції дозволяє суттєво зменшити на момент виготовлення рівень бактеріального забруднення продукту, проте м'ясні композиції не є захищеною від розмноження мікроорганізмів в подальшому, що й показали проведені за два дні аналізи продукту, коли кількість утворених бактеріями групи МАФАМ дорівнює колоній при нормі відсутності у межах використовуваної методики (1×10^3). За результатами експерименту, фарш нормованого стандартом ДСТУ 4436 складу містив $3,1 \times 10^5$ в одному грамі проби МАФАМ та показав присутність у продукті бактерій групи кишкової палички БГКП у пробах масою 0,001 грама (допустимий рівень – виявлення присутності у пробах масою 0,01 грама).

Перед нами стояла задача вирішити одночасно дві проблеми: зменшити рівень бактеріологічного забруднення м'ясного фаршу та зберегти його прийнятний рівень після завершення процесу виробництва з нього ковбасного продукту, а також зменшити рівень дозування у ковбасний фарш токсичної домішки нітриту натрію.

Поставлену задачу за даним винаходом пропонується вирішити способом введення у продукт стартових культур певних видів мікроорганізмів, переважно їх молочнокислих штамів, описаний, наприклад, у дослідницькій роботі.

У якості прийому направленого впливу стала операція внесення у фарш добавки рекомендованого Інститутом продовольчих ресурсів бактеріального

препарату «Іпровіт ЛРР», до складу якого входять бактерії штаму *L.rhamnosus* та мікрококи *Kocuria rosea*. Розмір дозування препарату згідно з рекомендаціями Інституту продовольчих ресурсів України становив 50 міліграмів сухого препарату на кілограм м'ясної сировини. Механізм позитивної дії препарату зводиться до 1) прискорення підвищення рівня кислотності маси завдяки більш швидкому наростанню у ній молочнокислих бактерій штаму *Lactobacillus rhamnosus*, та 2) інтенсифікації процесу денітрифікації під дією мікроорганізмів штаму *Kocuria rosea* залишкових кількостей доданих до фаршу нітриту та утвореного з нього нітрату натрію.

Для проведення експерименту були використані визначені чинними нормативними документами як обов'язкові до використання у ковбасних продуктах жирна і нежирна свинина та яловичина. З метою виявлення позитивного ефекту, вираженого у підвищенні рівня безпечності виробленої ковбасної продукції, в експерименті у м'ясний фарш у кількості 500 міліграмів на кілограм основної сировини вводили розведену водою у співвідношенні 1:5 бактеріальну стартову культуру «Іпровіт ЛРР», до складу якого входять молочнокислі бактерії *L.rhamnosus* та мікрококи *Kocuria rose*.

Додатковим ефектом застосування препарату є домінантність розмноження корисних бактерій та утворення внесеними штамми мікроорганізмів у процесі метаболізму речовин (бактеріоцинів, антибіотиків, пероксидів та ін.), які при збереженні біологічної цінності збагачених м'ясних продуктів протидіють розмноженню небажаної мікрофлори. Завдяки цьому, стає можливим подовжити термін придатності та зберегти біологічну цінність ковбасних продуктів.

Дослідження проводили у відношенні контрольного (без додавання бактеріального препарату) та двох експериментальних зразків фаршу.

Після витримки протягом 48 годин, у досліджених зразках фаршів визначали чисельність небажаних і молочнокислих мікроорганізмів та мікрококів. Отримані результати у співставленні з показниками бактеріальної

забрудненості використаної м'ясної сировини і контрольного зразку фаршу, у який бактеріальний препарат не додавали, наведені у таблиці 2:

Таблиця 2

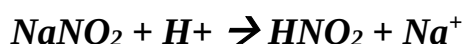
Результати мікробіологічного аналізу контрольного та дослідних зразків сосискового фаршу та використовуваної для його виготовлення сировини

Назва зразка	Назва мікроорганізмів		
	мікрококи	МКБ	МАФАМ
Яловичина засолена	1×10^3	$1,8 \times 10^6$	$7,4 \times 10^5$
Свинина жирна засолена	$2,2 \times 10^3$	$1,0 \times 10^6$	$7,3 \times 10^5$
Свинина нежирна засолена	$2,7 \times 10^3$	$5,0 \times 10^6$	$7,2 \times 10^5$
Контроль (фарш)	7×10^3	$3,6 \times 10^6$	$3,1 \times 10^5$
Дослід 1 (фарш)	7×10^6	$7,4 \times 10^6$	Не виявлено
Дослід 2 (фарш)	2×10^6	$8,2 \times 10^6$	Не виявлено
Дослід 1 (сосиски)	$2,2 \times 10^5$	$2,2 \times 10^5$	Не виявлено
Дослід 2 (сосиски)	$3,2 \times 10^5$	$6,3 \times 10^5$	Не виявлено

Ще одним неочікуваним ефектом впливу на прискорення швидкості зростання кількості МКБ стала модифікація складу фаршевої системи екстрактом розмарину ($7,4 \times 10^6$ та $8,2 \times 10^6$ в одному грамі витриманих протягом 48 годин дослідних зразків 1 і 2, відповідно), що на нашу думку може бути пояснено синергічним ефектом додавання в м'ясну систему з екстрактом певної кількості речовин, характерних сприятливим впливом на динаміку розмноження мікроорганізмів даного виду.

Отримані дані свідчать про відносно низький рівень забруднення використаної для проведення експерименту сировини бактеріями групи кишкової палички, яка після виготовлення фаршів лишалася практично незмінною та виготовлених з них фаршів (присутність помітної чисельності колоній у пробах масою 0,01г за виключенням нежирної свинини, забрудненість якої була значно вищою). Відповідний показник для фаршів, незалежно від присутності добавки бактеріального препарату, був таким же – наявність колоній БГКП була виявлена у пробах масою 0,01 г, що свідчило про відсутність ефекту пригнічення розвитку в суміші цієї категорії токсикогенної мікрофлори категорії МАФАМ.

Додатковим ефектом застосування препарату є пришвидшення процесу закислення (зниження значення рН) м'ясної системи, що, крім того, що сприяє підвищенню ніжності та соковитості м'яса. Другим, не менш важливим позитивним аспектом заявленого способу використання бактеріального препарату «Іпровіт-ЛРР» є його висока денітрифікуюча активність, пов'язана із зростанням у фарші протягом 48 годин чисельності молочнокислих бактерій штаму *L.rhamnosus* до $(4 \times 10^5 \div 1,3 \times 10^6)$ проти $4,1 \times 10^4$ на початку його витримки. Їх життєдіяльність привела до швидкого підвищення рівня кислотності м'ясних фаршів експериментального складу до величин $\text{pH} = 4,8 - 5,2$ проти відповідного показника рН фаршу контрольного складу у 6,3 одиниці. Супутнім ефектом є перехід у кислому середовищі залишкових кількостей нітриту натрію, введеного для збереження червоного забарвлення м'ясного фаршу, у нестабільну нітритну кислоту NaNO_2 :



Ця кислота швидко розкладається з утворенням нітратної кислоти, монооксиду азоту NO та води:



Частина новоутвореної нітратної кислоти HNO_3 частково дисоціює з надходженням у водне середовище нітрат-іону NO_3^- , частково розкладається з утворенням диоксиду азоту:



В умовах величезної кількості води диоксид азоту повторно утворює в системі дві кислоти: нітратну та нітритну:



В ідеалі процес в умовах дисоціації нітратної кислоти до монооксиду азоту та його (NO) взаємодією з міоглобіном м'яса мав би повторюватися до повного вичерпання в системі нітрат-іону, однак через те, що кислотність м'ясного середовища залишається недостатньо високою ($\text{pH} \geq 4,8$), абсолютно більша частина нітрат-іону розкладенню не піддається, залишається у фарші, надаючи йому високого окислювально-відновного потенціалу (ОВП) і в процесі

виробництва ковбасної продукції через недостатньо високу температуру обробки там і залишається. У результаті, продукт забруднюється небажаною домішкою нітрату натрію, а частина введеного у м'ясну суміш нітриту натрію втрачається.

Зважаючи на реалізацію в системі традиційного складу небажаних перетворень, другою задачею розробки характерного патентною новизною рішення став пошук способу уникнення небажаних взаємодій.

Поставлену задачу було запропоновано вирішити введенням у фаршеву суміш добавки екстракту розмарину, характерної активною антиоксидантною дією (тобто властивістю пріоритетної взаємодії з окисниками), яка крім надання готовій продукції приємних ароматичних властивостей практично націло – 0,912 грама в одному грамі – складається з характерних здатністю першочергово взаємодіяти з окисниками і тим захистити інші присутні у системі сполуки від окиснення новоутвореними у масі фаршу і характерними активними окисними властивостями чотири- та п'ятивалентними сполуками азоту (відповідно, NO_2 та HNO_3).

В цьому варіанті нітрат-іон, доданий для надання м'ясній масі привабливого рожево-червоного кольору, практично кількісно витрачається на цільову реакцію утворення нітрозоміоглобіну, що дозволило нам при реалізації бажаного кольору ковбасних виробів суттєво зменшити дозування токсичного нітриту при його практичній відсутності у готовій ковбасній продукції.

При визначенні оптимального дозування, досліджували в процесі 10-денного зберігання динаміку зміни перекисного числа чистого від добавки екстракту розмарину контрольному зразку сосискового фаршу та його дослідних зразках, в які вводили 0,05; 0,10; 0,15 та 0,20 % екстракту. Отримані при проведенні дослідження результати представлені на рисунку

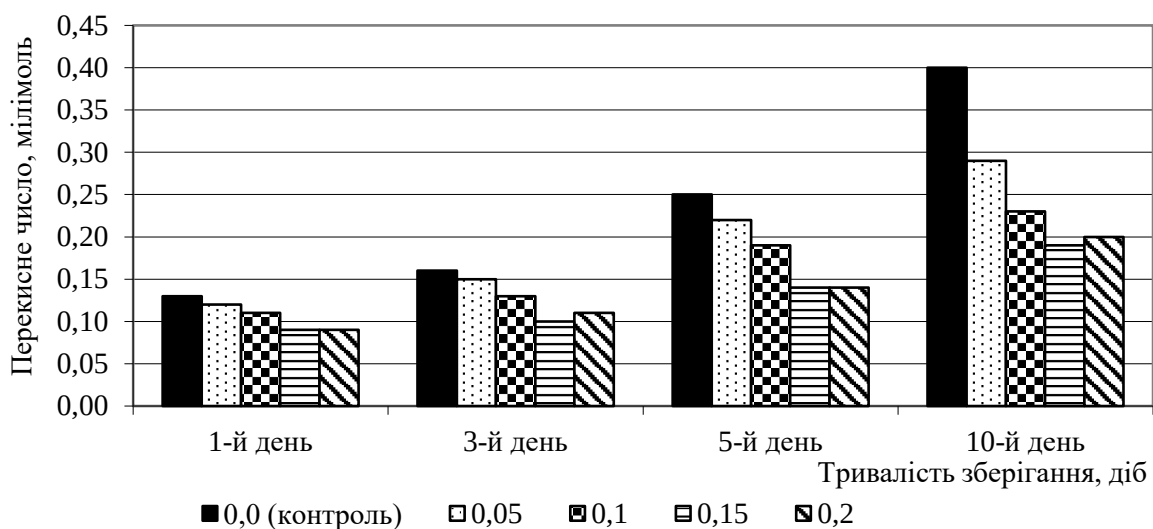


Рис. 1. Динаміка зміни перекисного числа контрольних та дослідних зразків сосисок, збагачених екстрактом розмарину

Зважаючи на отримані результати, добавку було рекомендовано вводити у фарш у кількості 0,15 % по відношенню до його загальної маси, оскільки її подальше додавання позитивного впливу на зростання антиоксидантної активності проби не мало.

Механізм захисної дії добавки полягає у тому, що характерний високою окисною активністю диоксид азоту NO_2 , утворюваний при швидкому розкладенні у біологічному середовищі нестабільної нітратної кислоти, практично миттєво вступає у взаємодію з характерними антиоксидантною дією компонентами екстракту розмарину з повторним переходом у монооксид азоту NO і процес *окиснення-відновлення* азоту відбувається відповідно до набуття ним ступенів окиснення $II (NO) \rightarrow IV (NO_2) \rightarrow II (NO)$, тобто «*по колу*». Позитивний ефект застосування екстракту розмарину відбувається згідно з цим способом за рахунок того, що монооксид азоту NO , утворюваний чи то при початковому розкладенні нітриту натрію після його введення у фарш у вигляді солі, чи за рахунок взаємодії новоутвореного нітрат-іону з привнесеними з розмарином антиоксидантами, витрачається на утворення цільової сполуки – нітрозоміоглобіну – практично націло. У цьому полягає відмінність заявленого способу, за яким при приготуванні продукту використовується зменшене дозування натрію нітриту, частина якого за

традиційною технологією витрачається на синтез баластної домішки натрію нітрату.

Заявлене технічне рішення полягає у збагаченні складу використовуваних для виробництва варених ковбас м'ясних фаршів двома добавками: **1)** бактеріального препарату подвійної дії «Іпровіт-ЛРР», характерними властивостями якого є пригнічення розвитку хвороботворних і токсикогенних мікроорганізмів під дією бактерій штаму *Kocuria rosea* та створення під дією бактерій штаму *L.rhamnosus* слабокислового середовища, а також **2)** екстракту розмарину, здатного у такому середовищі, створеному внесеними з препаратом «Іпровіт-ЛРР» молочнокислими мікроорганізмами ефективно виконувати функції антиоксиданту.

Відзначною ознакою заявленого рішення є введення у фаршеву систему комбінованої добавки – суміші бактеріального препарату «Іпровіт-ЛРР» та екстракту розмарину, що дозволяє суттєво підвищити рівень безпечності готової продукції за рахунок зменшення рівня бактеріальної забрудненості готової продукції та зменшення вмісту у ній помірно токсичної домішки нітриту натрію. Спосіб реалізується шляхом першочергового додавання добавок препарату «Іпровіт-ЛРР» та екстракту розмарину, яке для запобігання нецільовій втраті частини антиоксидантів розмарину внаслідок їх адсорбції доданими для збагачення рецептури фаршу апельсиновими харчовими волокнами повинне здійснюватися за добу до додавання у фарш інших добавок та інгредієнтів ковбасних виробів. Час, достатній для попередньої витримки збагаченої добавками м'ясної суміші був визначений на підставі даних, отриманих при вивченні динаміки наростання у суміші молочнокислих бактерій, внаслідок життєдіяльності яких у суміші досягається рівень кислотності, достатній для проявлення позитивного ефекту від реалізації заявленого способу (таблиця 3):

Таблиця 3

Кількість молочнокислих бактерій у м'ясній сировині ($X \times 10^6$)

Час витримки, годин	Контроль	Дослід 1	Дослід 2
6	2,70	5,40	6,65
12	2,85	5,65	6,80
24	3,00	6,25	7,15
48	3,60	7,40	8,20

Те ж, показане в графічному вигляді, наведено на рисунку 2:

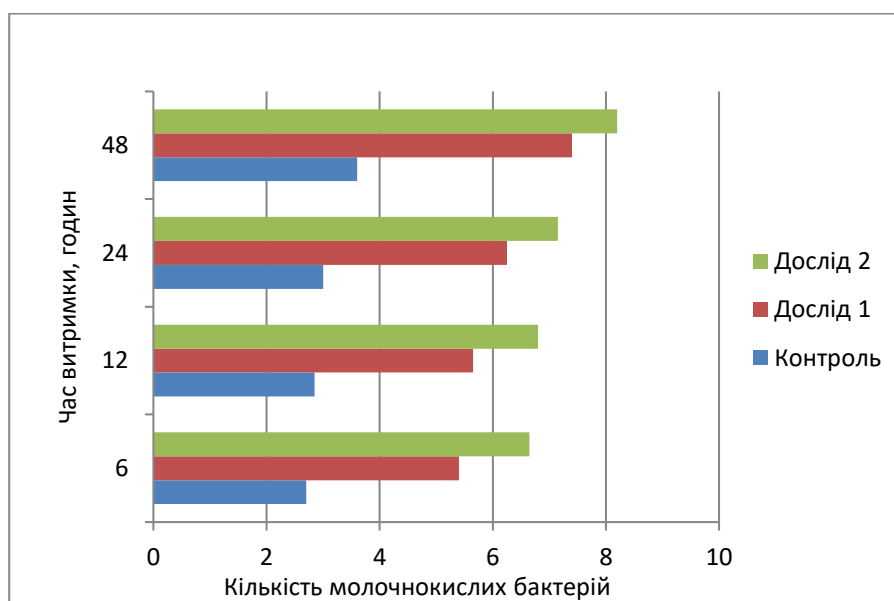


Рисунок 2 **Динаміка зростання кількості молочнокислих бактерій у м'ясній сировині ($X \times 10^6$ одиниць)**

Заявлений спосіб підвищення рівня безпеки ковбасних виробів перед початком остаточного формування складу ковбасного фаршу характеризується суттєвою новизною і може бути рекомендованим для впровадження у виробництво варених ковбасних виробів як такий, що сприяє суттєвому підвищенню рівня їх безпеки за рахунок знищення небезпечних для процесів життєдіяльності мікроорганізмів категорії МАФМ, зменшення дозування небезпечної для здоров'я домішки натрію нітриту, та розкладення і виведення назовні у вигляді азоту надлишкових кількостей сполук нітратної та нітратної кислот.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

Спосіб виготовлення ковбасних виробів, що містять яловичину знежиловану, свинину знежиловану напівжирну, свинину, знежиловану жирну, білок плазми кр-ові, харчові волокна (клітковину), сіль морську з ламінарією, цукор, натрію нітрит, перець чорний або білий мелений, горіх мускатний або кардамон, стартовий бактеріальний препарат із вмістом мікрококів та молочнокислих бактерій, екстракт розмарину, воду (лід) та воду для гідратації білка, **який відрізняється тим, що** процес виробництва включає дві стадії приготування: на першій, підготовчій стадії, у суміш подрібненої суміші м'ясної сировини з водою (льодом) додають екстракт розмарину та стартовий бактеріальний препарат, витримують суміш не менш, ніж 24 години, після чого реалізують другу стадію процесу шляхом внесення у суміш решти інгредієнтів.

ДКПП 10.13.1

УКНД 67.120.10

ЗАТВЕРДЖУЮ

Перший проректор Національного
університету біоресурсів і
природокористування України,
академік НААН України

I. I. Ібатулін
«23» жовтня 2019 р.

СОСИСКИ «ОЗДОРОВЧІ»

Технічні умови

ТУ У 10.1-00493706-064:2019

(Уведено вперше)

Дата надання чинності «23» жовтня 2019 р.

Чинний до «23» жовтня 2024 р.

РОЗРОБЛЕНО

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

Л. В. Баль-Прилипко
«21» жовтня 2019 р.

Відповідальний виконавець, к.т.н., старший
викладач кафедри технології м'ясних, рибних
та морепродуктів

Е. Р. Старкова
«24» жовтня 2019 р.

Виконавець, аспірант кафедри технології
м'ясних, рибних та морепродуктів

М. В. Рябовол
«21» жовтня 2019 р.

Київ – 2019

ДКПП 15.51.52.521

УКНД 67.100.10

ЗАРЕЄСТРОВАНО

ПОГОДЖЕНО
Перший заступник головного
державного санітарного лікаря України

ЗАТВЕРДЖУЮ
Директор Технологічного інституту
молока та м'яса НААНУ

Висновок Державної санітарно-
епідеміологічної експертизи
№ 0503.02-06/78451 від 20.10.2010 р.

Г.О.Єсесько
«27» 10 2010 р.

**ПРЕПАРАТИ БАКТЕРІАЛЬНІ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ФЕРМЕНТОВАНИХ
М'ЯСНИХ ПРОДУКТІВ
ТЕХНІЧНІ УМОВИ
ТУ У 15.5-00419880-101-2010
(Уперше)**

Дата надання чинності 14.11.2010

Чинний до 11.12.2015

РОЗРОБЛЕНО:

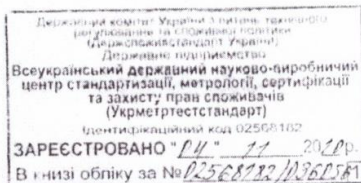
Технологічний інститут молока та м'яса НААНУ

Заступник директора

І.О.Романчук
«17» 09 2010 р.

Зав. відділом біотехнології

Н.Ф.Кігель
«17» 09 2010 р.



Державне дослідне підприємство Інституту продовольчих ресурсів
Національної академії аграрних наук України
02002, м. Київ, вул. Є.Сверстюка, 4а, тел./факс: 451-42-16

Посвідчення про якість № 4
на бактеріальний препарат ЛРР
ТУ У 15.5-00419880-101:2010

Назва	Партія №	Дата виготовлення	Молочно-кислі бактерії, КУО в 1г	Кількість мікрококу, КУО в 1г	Кількість стафілококу, КУО в 1г	Дрожжі, в 1г	Плесівець, в 1г	Б/КП, в 1г	Масова частка вологості, %	Термін зберігання за температури (4±2)°C	Термін зберігання за температури мінус (18±2)°C
ЛРР	4	11.04.2018 р.	2,0·10 ¹⁰	5,5·10 ⁸	Відсутні	Відсутні	Відсутні	Відсутні	4,9	4 місяців	6 місяців

Дата видачі посвідчення 16.04.2018 р.

Головний фахівець ВТК

Науменко О.В.



Б12

СВІДОЦТВО

про первісне депонування штаму мікроорганізму в
Депозитарії Інституту мікробіології і вірусології
НАН України

Кому видано: Технологічний інститут молока та м'яса УААН; 02660, м. Київ,
(прізвище, ім'я, по батькові автора (авторів) і/або)

вул. М. Раскової, 4а. Автори: Кігель Н.Ф., Король Ц.О., Даниленко С.Г.
повна назва організації-депозитора та їх адреса

Цим підтверджується, що штаму мікроорганізму: _____
(назва і позначення)

Kocuria rosea 5401

(номер, символ тощо), надане штаму мікроорганізму депозитором

первісно депонований в: Депозитарії Інституту мікробіології і вірусології НАН України
(повна назва Депозитарію)

Реєстраційний номер, наданий штаму мікроорганізму Депозитарієм:

Kocuria rosea IMB B-7273

Супроводжувальна документація від депозитора одержана: _____

Паспорт,

(паспорт, довідка про непатогенність)

Дата первісного депонування: 10 квітня 2009 року

Директор Інституту мікробіології
і вірусології НАН України

В.С.Підгорський

Адреса: МСП Д03680, Київ, вул.Заболотного, 154
www.imv.kiev.ua;
Golovach@serv.imv.kiev.ua

10 квітня 2009 року

СВІДОЦТВО

про первісне депонування штаму мікроорганізму в
Депозитарії Інституту мікробіології і вірусології
НАН України

Кому видано: Технологічний інститут молока та м'яса УААН; 02660, м. Київ,
(*прізвище, ім'я, по батькові автора (авторів) й або*)

вул. М. Раскової, 4а. Автори: Кігель Н.Ф., Король Ц.О., Даниленко С.Г.
(*повна назва організації-депозитора та їх адреса*)

Цим підтверджується, що штам мікроорганізму: _____
(*назва і позначення*)

Lactobacillus casei subsp. rhamnosus 3305

(*номер, символ тощо, надане штаму мікроорганізму депозитором*)

первісно депонований в: Депозитарії Інституту мікробіології і вірусології НАН України
(*повна назва Депозитарію*)

Реєстраційний номер, наданий штаму мікроорганізму Депозитарієм:

Lactobacillus casei subsp. rhamnosus IMB B- 7271

Супроводжувальна документація від депозитора одержана: _____

Паспорт.

(*паспорт, довідка про непатогенність*)

Дата первісного депонування: 26 березня 2009 року

Директор Інституту мікробіології
і вірусології НАН України



Адреса: МСПЛ Д03680, Київ, вул. Заболотного, 154
www.imv.kiev.ua
Golovach@serv.imv.kiev.ua

25 березня 2009 року

Бактеріальний препарат Іпровіт-ЛРР

для виробництва сиров'ялених суцільном'язових м'ясних продуктів

Технологи та мікробіологи нашого Інституту продовольчих ресурсів розробили технологію виробництва бактеріального препарату "Іпровіт-ЛРР" (ТУ У 15.5-00419880-101-2010) до складу якого увійшли культури видів **молочнокислі мікроорганізми *Lactobacillus casei ssp. rhamnosus*** та **мікрококи *Kocuria rosea* (*M. roseus*)**.

Препарат є заквашувальною культурою прямого внесення і під час застосування не потребує попередньої активізації.

Усі штами відібрано з урахуванням вимог, що висуваються до штамів, які висуваються до культур, що застосовуються у виробництві ферментованих м'ясних виробів, а саме: **висока антагоністична, протеолітична, нітритредукувальна, каталазна, ароматоутворювальна активності, резистентність до високих концентрацій солей.** Завдяки додаванню препарату «ЛРР» при солінні м'ясної сировини йде зростання гідратаційних властивостей білків: збільшується вологозв'язуюча здатність, покращуються структурно-механічні характеристики м'ясних систем.

Штами мікроорганізмів, які входять до складу препарату "Іпровіт-ЛРР", є непатогенними, нетоксигенними і спроможні функціонувати в м'ясній сировині.

Відмінною рисою препарату є наявність у його складі активних денітрифікаторів-кокурій здатних до повного відновлення нітритів, забезпечення стабільних смакових та кольорових показників як для готових виробів, так і за зберігання, що дозволяє отримувати високоякісні м'ясні продукти.

Препарат випускають у вигляді ліофілізованої біомаси кремового кольору; 1 г бактеріального препарату містить не менше $2 \cdot 10^8$ (в 10^8 степені) КУО молочнокислих бактерій та не менше $1 \cdot 10^8$ (у 10^8 степені) коку рій.

Маса однієї порції препарату "Іпровіт-ЛРР" - 50 г на 100 кг сировини.

Сухий бактеріальний препарат розчиняють у стерильній або кип'яченій воді, охолодженій до температури (30-35) °C у співвідношенні 1:5.

Препарат "Іпровіт-ЛРР" використовують для виробництва сиров'ялених суцільном'язових м'ясних продуктів.

Його вносять на стадії шприцювання разом з посолочними інгредієнтами.

Державне дослідне підприємство Інституту продовольчих ресурсів
Національної академії аграрних наук України
02002, м. Київ, вул. Є.Сверстюка, 4а, тел./факс: 451-42-16

Посвідчення про якість № 1
на бактеріальний препарат ЛРР
ТУ У 15.5-00419880-101:2010

Назва	Партія №	Дата виготовлення	Молочно-кислі бактерії, КУО в 1г	Кількість мікрококу, КУО в 1г	Кількість стафілококу, КУО в 1г	Дріжджі, в 1г	Плісняви в 1г	БГКП, в 1г	Масова частка вологості, %	Термін зберігання за температури (4±2)°C	Термін зберігання за температури мінус(18±2)°C
ЛРР	1	14.01.2019	2,0·10 ¹⁰	5,5·10 ⁸	Відсутні	Відсутні	Відсутні	Відсутні	4,9	4 місяців	6 місяців

Дата видачі посвідчення 20.01.2019 р.

Начальник ВТК



Ушакова В.В.

Погоджено
Проректор з науково-
педагогічної роботи та розвитку
Сергій КВАША

(підпис) (Прізвище, ініціали)
«15» травня 2022

Затверджую
Проректор з науково-
педагогічної роботи
Василь ШИНКАРУК

(підпис) (Прізвище, ініціали)
«15» травня 2022

А К Т

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

Даним актом стверджується, що результати дисертаційної роботи на
тему: "Обґрунтування та розробка технології сосисок з використанням
біотехнологічних прийомів"

назва теми

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

виконаної Рябоволом Максимом Віталійовичем

ПІБ здобувача

впроваджено у навчальну програму при викладанні дисциплін: технологія м'яса та м'ясних продуктів для студентів ОС "Бакалавр" спеціальності 181 "Харчові технології"; технологія зберігання, консервування та переробки м'яса; актуальні проблеми галузі для студентів ОС "Магістр" ОПП "Технології зберігання, консервування та переробки м'яса"; сучасні технології м'ясних, молочних та продуктів з гідробіонтів для збувачів третього освітньо-наукового рівня PhD доктор філософії ОНП "Харчові технології" на кафедрі технології м'ясних, рибних та морепродуктів факультету харчових технологій та управління якістю продукції АПК у підготовці фахівців ОС "Бакалавр" спеціальності 181 "Харчові технології", ОС "Магістр" ОПП "Технології зберігання, консервування та переробки м'яса"; для збувачів третього освітньо-наукового рівня PhD доктор філософії ОНП "Харчові технології" у Національному університеті біоресурсів і природокористування України.

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

Лариса БАЛЬ-ПРИЛИПКО

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

Наталія СЛОБОДЯНЮК

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях України

1. Баль-Прилипко Л. В., Леонова Б.І., **Рябовол М.В.** Використання харчових апельсинових волокон при виробництві м'ясних продуктів. Наукові праці Національного університету харчових технологій. 2019. Том 25. № 6. С. 133–138. *(Здобувачем взято участь у дослідженні можливості використання харчових волокон у технології ковбасних виробів та виконано статистичну обробку даних).*

2. **Рябовол М.В.**, Баль-Прилипко Л. В. Обґрунтування та розроблення технології виробництва сосисок з оздоровчими властивостями. Тваринництво та технології харчових продуктів 2021. Том 12. № 1. С. 39–47. *(Здобувачем виконано лабораторні дослідження з оцінки харчової і біологічної цінності сосисок з додаванням розмарину та морської солі).*

3. **Рябовол М.В.** Математичне моделювання процесу вібраційного перемішування сосисочного фаршу. Тваринництво та технології харчових продуктів. 2022. Том 13. №2. С. 53-62.

Статті у наукових виданнях іншої держави

4. The study of the intensification of technological parameters of the sausage production process. Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences [this link is disabled](#), 2022, Vol. 15/ Bal-Prylypko, L., Yancheva, M., Paska, M., Ryabovol, M., **Nikolaenko, M.**, Israelian, V., Pylypchuk, O., Tverezovska, N., Kushnir, Y., & Nazarenko, M. (**Scopus**) *(Здобувачем виконано дослідження з використанням харчових добавок у технології сосисок та виконано статистичну обробку даних).*

5. Bal-Prylypko, L.V., Leonova B.I., **Ryabovol, M.V.** Study of biotechnological changes in raw meat during salting process. Chemical technology. control and management. 2019. №2 (86). P. 16-22. *(Здобувачем взято участь у дослідженні фізико-хімічних показників ковбасних виробів та виконано статистичну обробку даних).*

6. Bal-Prylypko, L.V., Leonova B.I., **Ryabovol**, M.V. The role of contemporary bacterian drugs, as a biotechnological basis of meat products. Chemical technology. control and managment. 2019. №4-5 (88-89). P. 5-11. *(Здобувачем взято участь у виконанні досліджень, виконано статистичну обробку даних та підготовлено матеріали до патентування).*

Патент України на корисну модель

7. Баль-Прилипко Л. В., **Рябовол М.В.** Спосіб підвищення рівня безпечності ковбасних виробів: патент на корисну модель № 149343 України, МПК А51, А23L 13/60 (2016.01), А23L 27/10 (2016.01), А23L 33/135 (2016.01). Заявник та патентовласник Національний університет біоресурсів і природокористування України; u2021 02435; заявлено 07.05.2021; опубліковано 10.11.2021. *(Здобувачем взято участь у виконанні досліджень, виконано статистичну обробку даних та підготовлено матеріали до патентування).*

Тези наукових доповідей

8. Ігнатенко О.С., **Рябовол М.В.**, Баль-Прилипко Л.В., Леонова Б.І., Старкова Е.Р. Удосконалення технологічного складу варених ковбасних виробів з використанням харчових волокон. VIII Міжнародна науково-практична конференція вчених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства, м. Київ, 17–18 квітня 2019 року: тези доповіді. Київ, 2019. С. 129–130. *(Здобувачем виконано дослідження фізико-хімічних показників варених ковбас з використанням харчових волокон, статистичну обробку даних та підготовлено матеріали до публікації).*

9. Митник Я.А., **Рябовол М.В.**, Баль-Прилипко Л. В., Леонова Б.І., Старкова Е.Р. Використання стартових культур у технології виготовлення сарделек. VIII Міжнародна науково-практична конференція вчених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства, м. Київ, 17–18 квітня 2019 року: тези доповіді. Київ, 2019. С. 142–143.

(Здобувачем виконано дослідження з використання стартових культур у технології сарделек, статистичну обробку даних, сформульовано висновки щодо ефективності використання стартових культур у технології сарделек та підготовлено матеріали до публікації).

10. Ціпан І.С., **Рябовол М.В.**, Баль-Прилипко Л.В., Леонова Б.І., Старкова Е.Р. Перспективи використання харчових цитрусових волокон у технології варених ковбасних виробів. VIII Міжнародна науково-практична конференція вчених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства, м. Київ, 17–18 квітня 2019 року: тези доповіді. Київ, 2019. С. 156–157. *(Здобувачем виконано дослідження з використання харчових цитрусових волокон у технології варених ковбасних виробів, статистичну обробку даних, сформульовано висновки щодо ефективності додавання харчових цитрусових волокон до рецептури варених ковбасних виробів та підготовлено матеріали до публікації).*

11. Баль-Прилипко Л.В., Леонова Б.І., Рябовол М.В., Шлапак А.Б., Митник Я.А., Ігнатенко О.С., Ціпан І.С. Вдосконалення технології м'ясних продуктів з використанням харчових цитрусових волокон. VIII Міжнародна науково-практична конференція "Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті євроінтеграції", м. Київ, 5-6 листопада 2019 року: тези доповіді. Київ, 2019. С. 232-233 *(Здобувачем виконані дослідження щодо ефективності заміни м'ясної сировини на жирову емульсію у рецептурі варених ковбасних виробів; сформульовані висновки та підготовлено матеріали до друку).*

12. Рябовол М.В. Удосконалення технології варених сосисок з використанням сучасних харчових інгредієнтів та бактеріального препарату. IX Міжнародна науково-практична конференція вчених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства, м. Київ, 17–18 квітня 2020 року: тези доповіді. Київ, 2020. С. 121–123.

13. Баль-Прилипко Л.В., Рябовол М.В. Застосування морської солі в м'ясних фаршах. Міжнародна науково-практична конференція «Інноваційні технології та перспективи розвитку м'ясопереробної галузі», м. Київ, 24 листопада 2020 року: тези доповіді. Київ, 2020. С. 102-103 *(Здобувачем виконано дослідження органолептичної оцінки фаршу, статистичну обробку даних, сформульовано висновки та підготовлено матеріали до публікації)*.