

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

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

ЧЕПУРНА ОКСАНА ЛЕОНІДІВНА

УДК 637.523.2.045(043.3)

ДИСЕРТАЦІЯ

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВАРЕНО-КОПЧЕНИХ КОВБАС З
ВИКОРИСТАННЯМ РОСЛИННИХ БІЛКІВ**

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 О.Л. Чепурної

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

Київ – 2025

АНОТАЦІЯ

Чепурна О.Л. Удосконалення технології варено-копчених ковбас з використанням рослинних білків.

Кваліфікаційна наукова робота на правах рукопису.

Дисертація на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 181 «Харчові технології» (18 «Виробництво та технології»). Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ, 2025 р.

Зважаючи на те що у всьому світі спостерігається дефіцит м'ясної сировини виникає потреба у збільшенні досліджень зосереджених на джерелах рослинного білка. Комплексне поєднання рослинних та тваринних білків спрямоване на створенні високоякісних, безпечних та функціональних продуктів.

Одним із перспективних напрямів є використання побічних продуктів харчових виробництв, зокрема пивоварної галузі. Пивна дробина є цінним джерелом білків, антиоксидантів, незамінних амінокислот, клітковини та вітамінів. Додавання пивної дробини до рецептури злаково-соевого текстурованого продукту сприяє зниженню собівартості готової продукції. Часткова заміна м'ясної сировини, пивною дробиною та злаково-соевим текстурованим продуктом, при виробництві варено-копчених ковбас може суттєво зменшити витрати на сировину, покращити біологічну цінність продукту та вирішити питання щодо збереження навколишнього природного середовища.

Використання нових інгредієнтів у технології варено-копчених ковбас вимагає комплексного дослідження їх впливу на функціонально-технологічні, мікробіологічні та сенсорні показники продукції.

У першому розділі представлено огляд науково-технічної літератури за темою дисертаційного дослідження серед провідних публікацій України та світу. Розглянуто асортимент м'ясної продукції на продовольчому ринку України, основним сегментом якого є ковбасні вироби. Проаналізовано

основну м'ясну сировину у виробництві варено-копчених ковбас, яка має значні переваги за вмістом білка, масова частка якого складає – 18-22 %, який належить до повноцінного, так як містить усі незамінні (ессенціальні) амінокислоти, що робить його обов'язковим компонентом їжі.

Враховуючи дефіцит м'яса в Україні проаналізовано використання нової альтернативної рослинної сировини під час розробки рецептур ковбасних виробів.

Проаналізовано використання білкових текстуратів у м'ясних výroбах та визначена доцільність додавання пивної дробини до екструдатів для покращення текстури продукту, зменшення собівартості та вирішення питання щодо утилізації відходу пивоварної промисловості.

Наведено склад і властивості пивної дробини, систематизовані різні способи використання пивної дробини в харчових м'ясних продуктах як в Україні, так і за кордоном.

У другому розділі описано методи та підходи, що були застосовані для проведення експериментальних досліджень. Робота ґрунтується на використанні аналітичних та експериментальних методів, серед яких фізико-хімічні (водневий показник, масова частка вологи, жиру, білків), структурно-механічні (здатність до зв'язування вологи, пластичність, індекс пенетрації), органолептичні (консистенція, вигляд на розрізі, запах та смак), мікробіологічні (кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних, бактерій групи кишкової палички, *Staphylococcus aureus*, сульфітрeredукувальні клостридії, патогенні мікроорганізми, зокрема роду *Salmonella*), а також методи фізико-математичного моделювання й статистичної обробки отриманих результатів.

У третьому розділі експериментально підтверджено ефективність виробництва злаково-соевого текстурованого продукту в якому частково замінювали знежирене соєве борошно пивною дробиною. Визначено, що злаково-соевий текстурований продукт за фізико-хімічними, органолептичними та мікробіологічними показниками відповідає вимогам

стандарту ДСТУ 4538:2006. Встановлено, що за показниками харчової цінності пивна дробина та злаково-соєвий текстурований продукт є рівноцінними м'ясній сировині: вміст білка в них становить відповідно 19,7 % і 45,4 %, тоді як у яловичині — 18,6–20 %, свинині — 11,7-17 %.

Встановлено, що біологічна цінність білка злаково-соєвого текстурованого продукту є вищою (85 %) за біологічну цінність соєвого текстурованого продукту (82,8 %).

У четвертому розділі розроблено рецептури варено-копчених ковбас. Описано вплив рослинних білкових продуктів на фізико-хімічні, структурно-механічні, органолептичні показники та мікробіологічні якості варено-копчених ковбас. Обґрунтовано можливість застосування рослинних білкових продуктів із метою часткової заміни м'ясної сировини під час виготовлення варено-копчених виробів.

Проаналізувавши вплив пивної дробини та злаково-соєвого текстурованого продукту на показники пластичності та вологозв'язувальної здатності фаршу, встановлено зменшення показника пластичності, що є позитивним фактором. Показники вологозв'язувальної здатності до загальної вологості, крім першого зразка, в межах норми (91,94 - 94,58 %).

Визначено, що амінокислотний склад комбінованих продуктів має збалансований характер, що позитивно впливає на біологічну цінність варено-копчених ковбас. Розрахунки амінокислотного скору як контрольного, так і дослідних зразків перевищують «ідеальний» білок за всіма показниками.

Доведено, що внесення рослинної сировини до складу варено-копчених ковбас сприяє збільшенню поліненасичених жирних кислот, а саме лінолевої (C18:2 нбс) та ліноленової (C18:3н3) кислот.

За результатами мікробіологічних досліджень визначено безпечність всіх зразків протягом всього терміну зберігання, так як всі мікробіологічні показники на 5 та 15 добу зберігання не перевищували нормативно допустимі значення. Встановлено пригнічення розвитку мезофільних

аеробних і факультативноанаеробних мікроорганізмів у рецептурах з пивною дробиною на п'ятнадцяту добу зберігання. Додавання пивної дробини та злаково-соєвого текстурованого продукту не впливало на органолептичні показники готових виробів, які майже не відрізнялися від контролю.

Також представлено математичне моделювання методом факторних просторів, яке доводить, що найкращі характеристики виявились у зразка № 6 варено-копченої ковбаси за розробленою рецептурою, що відзначається достатньо високими величинами масових часток вологи та білку; виходу готової продукції; сумі поліненасичених, омега 3 ($\omega 3$) та омега 6 ($\omega 6$) жирних кислот, вмісту лінолевої кислоти та відношення суми $\omega 6$ до суми $\omega 3$. За величиною факторного простору всі якісні характеристики дослідних зразків не вийшли за межі як середньо, так і гранично допустимих норм.

У п'ятому розділі представлено розрахунок економічної ефективності заміни м'ясної сировини у виробництві варено-копчених ковбас на альтернативні рослинні білкові інгредієнти, встановлено, що обидві групи продуктів — із використанням пивної дробини та злаково-соєвого текстурованого продукту, — є економічно доцільними, кожен зі своїми характерними перевагами.

За результатами дисертації автором розроблено удосконалену технологічну схему варено-копчених ковбас із використанням рослинних білків. Проведено апробацію отриманих результатів у промислових умовах ТОВ «МК Смаковинка».

Дослідження дисертаційної роботи тривали з 2023 по 2025 рік в лабораторії кафедри технології м'ясних, рибних та морепродуктів Національного університету біоресурсів і природокористування України у відділі аналітичних досліджень та якості харчової продукції Інституту продовольчих ресурсів Національної академії аграрних наук України та випробувальній лабораторії харчової промисловості Черкаської філії державного підприємства «Полтавського регіонального науково-технічного центру стандартизації, метрології та сертифікації».

Загалом дисертація спрямована на вирішення актуальних завдань м'ясопереробної промисловості через удосконалення технології варено-копчених ковбас із використанням рослинних білків (злаково-соевого текстурованого продукту та пивної дробини). Основна увага приділяється біологічній цінності, безпечності, зниження собівартості та раціональному використанню вторинних ресурсів. Отримані результати досліджень відкривають перспективи для подальшого практичного застосування та наукового обґрунтування використання рослинних білків у виробництві ковбасних виробів.

Ключові слова: пивна дробина, злаково-соевий текстурований продукт, амінокислотний скор, поліненасичені жирні кислоти, біологічна цінність, варено-копчені ковбаси, білок, показники якості.

ABSTRACT

Chepurna O.L. Improvement of cooked-smoked sausage technology using plant proteins.

Qualification scientific work as a manuscript.

Thesis for the degree of Doctor of Philosophy in the specialty 181 "Food Technology" (18 "Production and Technology"). National University of Life Resources and Environmental Management of Ukraine. Kyiv, 2025.

Considering the global shortage of meat raw materials, there is a need to increase research focused on plant protein sources. A comprehensive combination of plant and animal proteins is aimed at creating high-quality, safe, and functional products.

One of the promising destinations is the use of food production by-products, of the brewing industry in particular. Brewer's grains are a valuable source of protein, antioxidants, essential amino acids, fiber, and vitamins. Adding brewers' grains to the recipe of cereal-soy texturate helps to reduce the cost of finished products. Partial replacement of meat raw materials with brewers' grains and

cereal-soy texturate in the production of cooked-smoked sausages can significantly reduce raw material costs, improve the biological value of the product, and resolve environmental issues.

The use of new ingredients in the technology of cooked-smoked sausages requires a comprehensive study of their impact on the functional, technological, microbiological, and sensory characteristics of the product.

The first part of the thesis presents an overview of scientific and technical literature on the topic of the thesis research among leading publications in Ukraine and worldwide. The range of meat products on the Ukrainian food market, the main segment of which is sausage products, is considered. The meat raw material in the production of cooked and smoked sausages are analyzed. They have significant advantages in terms of protein content, the mass fraction of which is 18-22 %, which is considered complete because it contains all the essential amino acids, making it an essential component of food.

Given the meat shortage in Ukraine, the use of new alternative plant-based raw materials in the development of meat product recipes is analyzed.

The use of protein texturates in meat products was analyzed, and the feasibility of adding brewers' grains to extrudates to improve product texture, reduce cost, and solve the problem of brewing industry waste disposal was determined.

The composition and properties of brewers' grains are presented, and various methods of using brewers' grains in meat products both in Ukraine and abroad are systematized.

The second part describes the methods and approaches used to conduct experimental studies. The work is based on the use of analytical and experimental methods, including physicochemical (hydrogen index, mass fraction of moisture, fat, proteins), structural-mechanical (moisture binding capacity, plasticity, penetration index), organoleptic (consistency, appearance on cross-section, smell and taste), microbiological (number of mesophilic aerobic and facultative anaerobic bacteria, *Escherichia coli* group bacteria, *Staphylococcus aureus*, sulfite-

reducing clostridia, pathogenic microorganisms, in particular of the *Salmonella* genus), as well as methods of physical and mathematical modeling and statistical processing of the results obtained.

The third part experimentally confirms the effectiveness of producing a cereal-soy textured product in which defatted soy flour was partially replaced with brewers' grains. It was determined that the cereal-soy textured product meets the requirements of the DSTU 4538:2006 standard in terms of physical, chemical, organoleptic, and microbiological indicators. It has been established that in terms of nutritional value, brewers' grains and cereal-soy textured products are equivalent to meat raw materials: their protein content is 19,7 % and 45,4%, respectively, while in beef it is 18,6–20 % and in pork it is 11,7–17 %.

It has been established that the biological value of the cereal-soy textured product is higher (85 %) than that of the soy textured product (82,8 %).

The fourth part develops recipes for cooked-smoked sausages. It describes the influence of plant raw materials (brewer's grains and cereal-soy textured product) on the physicochemical, structural-mechanical, organoleptic indicators, and microbiological qualities of cooked-smoked sausages.

The possibility of using brewer's grains and cereal-soy textured product to partially replace meat raw materials in the production of cooked-smoked products is substantiated.

After analyzing the effect of brewer's grains and cereal-soy textured product on the plasticity and moisture-binding capacity of minced meat, a decrease in plasticity was found, which is a positive factor. The moisture-binding capacity (MBC) indicators for total moisture, except for the first sample, are within the normal range (91,94-94,58 %).

It was determined that the amino acid composition of the combined products is balanced, which has a positive effect on the biological value of cooked-smoked sausages. The amino acid score calculations for both the control and experimental samples exceed the "ideal" protein in all indicators.

It has been proven that the addition of plant raw materials to cooked and smoked sausages contributes to an increase in polyunsaturated fatty acids, namely linoleic acid C18:2 n6c and linolenic acid (C18:3n3).

Microbiological studies have determined that all samples are safe throughout their shelf life, as all microbiological indicators did not exceed the norm on the 5th and 15th days of storage. The suppression of the development of mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms in recipes with brewer's grains on the fifteenth day of storage was established. The addition of brewer's grains and a cereal-soy textured product did not affect the organoleptic indicators of the finished products, which were almost indistinguishable from the control one.

Mathematical modeling using factorial spaces was also presented, proving that the best characteristics were found in sample No. 6 of cooked-smoked sausage according to the developed recipe, which is characterized by sufficiently high values of mass fractions of moisture and protein; finished products yield; sum of polyunsaturated, omega 3 (n3) and omega 6 (n6) fatty acids, linoleic acid content and the ratio of the sum of ω_6 to the sum of ω_3 .

The fifth part presents the calculation of the economic efficiency of replacing meat raw materials in the production of cooked-smoked sausages with alternative plant protein ingredients. It was established that both options studied—using brewer's grains and a cereal-soy textured product—are economically feasible, each with its own characteristic advantages.

Based on the results of the thesis, the author has developed an improved technological scheme for cooked-smoked sausages using plant proteins.

The results obtained were tested in industrial conditions at MK Smakovinka LLC.

The research for the thesis was conducted from 2023 to 2025 in the laboratory of the Department of Meat, Fish, and Seafood Technology at the National University of Life Resources and Environmental Management of Ukraine, in the Department of Analytical Research and Food Quality at the Institute of Food Resources of the National Academy of Agrarian Sciences of

Ukraine, and in the testing laboratory of the food industry at the Cherkasy branch of the state enterprise "Poltava Regional Scientific and Technical Center of Standardization, Metrology and Certification."

In general, the thesis aims to solve current issues in the meat processing industry by improving the technology of cooked and smoked sausages using plant proteins (cereal-soy textured product and brewer's grains). The main focus is on biological value, safety, cost reduction, and the rational use of secondary resources. The results of the research open up prospects for further practical application and scientific justification of the use of plant proteins in the manufacturing of sausage products.

Keywords: brewers' grains, cereal-soy textured product, amino acid score, polyunsaturated fatty acids, biological value, cooked smoked sausages, protein, quality indicators.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях України

1. **Чепурна О. Л., Штонда О. А.,** Раціональне використання відходів пивоварного виробництва в харчовій промисловості. Продовольчі ресурси. 2024. Т. 12. № 23. С. 207–213. *(Чепурною О. Л. проаналізовано якісний склад відходів пивоварної галузі. Штондою О. А. визначено доцільність використання відходів пивоварної галузі у харчовій промисловості).*

2. **Чепурна О. Л., Штонда О. А.** Амінокислотний склад та біологічна цінність білкових текстуратів з використанням нетрадиційної сировини. Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. 2025. Т. 349. № 2. С. 481–486. *(Чепурною О. Л. проведено порівняльну характеристику за вмістом незамінних амінокислот основної сировини, зроблено розрахунок амінокислотного скору та показників біологічної цінності злаково-соевого текстурованого продукту та соєвого текстурату).*

Штондою О. А. розглянуто актуальність створення білкових текстуратів із використанням нетрадиційної сировини).

3. Чепурна О. Л., Штонда О. А. Мікробіологічна оцінка варено-копчених ковбас із рослинними білками. Здоров'я людини і нації. 2025. Т. 3. № 2. С. 19–30. *(Чепурною О. Л. виконано та проаналізовано мікробіологічні дослідження варено-копчених ковбас збагачених рослинними компонентами. Штондою О. А. підібрано методи досліджень та формування висновків).*

**Статті у науковому виданні,
включені до міжнародних наукометричних баз даних
Scopus та/або Web of Science Core Collection**

4 Chepurna O., Shtonda O. Application of brewer's spent grain in the technology of protein texturates for the meat processing industry. Animal Science and Food Technology. 2024. Vol. 15 (4). P. 120–131. *(Chepurna O. розроблено рецептуру білкового текстурату на основі створення безвідходних технологій та екологічно чистих виробництв. Shtonda O. визначено актуальність отриманих показників якості готового продукту).*

5. Chepurna O., Shtonda O., Osypenkova I., Kurylenko Y. Determination of the dependence of the fatty acid composition of boiled-smoked sausages with the addition of vegetable raw materials. Technology Audit and Production Reserves. Chemical Engineering. 2025. Vol. 1. No. 3 (81). P. 45–50. *(Chepurna O. проведено аналіз підвищення біологічної цінності варено-копчених ковбас з додаванням борошна пивної дробини за рахунок збільшення есенціальних жирних кислот. Shtonda O. підібрано методи досліджень. Osypenkova I. визначено актуальність дослідження, проведено літературний пошук. Kurylenko Y. здійснено формування висновків).*

Патенти України на корисну модель

6. Штонда О. А., Чепурна О. Л., Бойко Л. А. Спосіб виробництва злаково-соєвого текстурованого продукту: патент на корисну модель

№ 160331 UA, МПК А23J1/14 (2006.01), А23J3/26 (2006.01); заявник Національний університет біоресурсів і природокористування України; u 2025 00993; заявлено 06.03.2025; опубліковано 28.08.2025; Бюлетень № 35/2025. *(Штондою О. А. узагальнено та систематизовано результати дослідження. Чепурною О. Л. розроблено рецептури та здійснено патентний пошук. Бойко Л. А. підготовлено заявку на патент).*

7. Штонда О. А., **Чепурна О. Л.**, Назаренко М.В;. Спосіб виробництва злаково-соевого текстурованого продукту: патент на корисну модель № 160331 UA, МПК А23J1/14 (2006.01), А23J3/26 (2006.01); заявник Національний університет біоресурсів і природокористування України; u 2025 00993; заявлено 06.03.2025; опубліковано 28.08.2025; Бюлетень № 35/2025. *(Штондою О. А. узагальнено та систематизовано результати дослідження. Чепурною О. Л. розроблено рецептури та здійснено патентний пошук. Назаренко М. В. підготовлено заявку на патент).*

Тези наукових доповідей

8. Ємцева А. О., **Чепурна О. Л.** Отримання рослинного білка з пивної дробини. Інтеграційні та інноваційні напрями розвитку харчової індустрії: V Міжнародна науково-практична конференція, м. Черкаси, 2021 року: тези доповіді. Черкаси, 2021. С. 83–88. *(Ємцевою А. О. досліджено вплив температури і рН середовища на вихід білка з пивної дробини. Чепурною О. Л. підібрано методи дослідження).*

9. Чепурна О. Л. Перспективи використання пивної дробини в м'ясних виробках. Інтеграційні та інноваційні напрями розвитку харчової індустрії: VII Міжнародна науково-практична конференція, м. Черкаси, 2–3 листопада 2023 року: тези доповіді. Черкаси, 2023. С. 23–24.

10. **Чепурна О. Л.**, Штонда О. А. Перспективи виробництва м'ясних виробів з функціональними властивостями. Наукові здобутки молоді –

вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті: 90-а Міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів, м. 11–12 квітня 2024 року: тези доповіді. Київ, 2024. Ч. 1. С. 301. *(Чепурною О. Л. проаналізовано дослідження наукових праць видатних українських та європейських науковців щодо можливості використання білкового гідролізату з пивної дробини в технології м'ясних виробів. Штондою О. А. здійснено підготовку матеріалів до публікації).*

11. **Чепурна О. Л., Штонда О. А.** Виробництво текстурованого білка з додаванням борошна пивної дробини. Current issues of science, education and technology in the context of modern challenges: International Scientific-Practical Conference, Aarhus, Denmark, June 29, 2024: books of abstract. Aarhus, 2024. Р. 50–51. *(Чепурною О. Л. проведено аналіз застосування борошна пивної дробини в рецептурі рослинного білкового текстурау. Штондою О. А. здійснено аналіз актуальності теми дослідження).*

12. Чепурна О. Л. Перспективи використання рослинних білків у харчових продуктах. Туристичний та готельно-ресторанний бізнес в Україні: проблеми розвитку та регулювання: XV Міжнародна науково-практична конференція, м. Черкаси, 28–29 березня 2024 року: тези доповіді. Черкаси, 2024. С. 148–150.

13. Чепурна О. Л. Використання пивної дробини як побічного продукту пивоварного виробництва в м'ясопереробній промисловості. Інтеграційні та інноваційні напрями розвитку харчової індустрії: VIII Міжнародна науково-практична конференція, м. Черкаси, 16–17 грудня 2024 року: тези доповіді. Черкаси, 2025. С. 66–67.

14. Штонда О. А., **Чепурна О. Л.** Підвищення біологічної цінності варено-копчених ковбас. Evolving Science: Theories, Discoveries and Practical Outcomes: 3rd International Scientific and Practical Conference, February 3–5, 2025. Zurich, Switzerland: books of abstract. Zurich, 2025. Р. 33–34. *(Штондою О. А. здійснено аналіз актуальності проведених досліджень. Чепурною О. Л. проаналізовано амінокислотний склад білка пивної дробини).*

15. Штонда О. А., Чепурна О. Л. Використання борошна пивної дробини у технології варено-копчених ковбас. Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства: XIII Міжнародна науково-практична конференція вчених, аспірантів і студентів, м. Київ, 10–11 квітня 2025 року: тези доповіді. Київ, 2025. С. 184–186. *(Штондою О. А. взято участь у розробленні рецептури варено-копчених ковбас із частковою заміною м'ясної сировини на пивну дробину. Чепурною О. Л. проаналізовано жирнокислотний склад ковбасних виробів).*

16. Чепурна О. Л. Комбінація тваринних і рослинних білків як шлях подолання дефіциту м'ясної сировини. Туристичний та готельно-ресторанний бізнес в Україні: проблеми розвитку та регулювання: XVI Міжнародна науково-практична конференція, м. Черкаси, 10–12 вересня 2025 року: тези доповіді. Черкаси, 2025. С. 122–123.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	18
ВСТУП.....	19
РОЗДІЛ 1 ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО ВИРОБНИЦТВА ВАРЕНО-КОПЧЕНИХ КОВБАС ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ.....	25
1.1 Сучасні тенденції та перспективи розвитку м'ясопереробної галузі в України у період 2021-2024 рр	25
1.2 Особливості виробництва варено-копчених ковбас та характеристика сировини.....	29
1.3 Перспективи використання рослинних білкових інгредієнтів у м'ясопереробному виробництві.....	36
1.4 Роль термопластичної екструзії у формуванні структури білкових текстуратів.....	41
1.5 Раціональне використання відходів пивоварного виробництва в харчовій промисловості.....	44
Висновки до розділу 1.....	56
РОЗДІЛ 2 ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	57
2.1 Асортимент та характеристика сировини використаної під час проведення досліджень.....	57
2.2 Програма та схема досліджень.....	58
2.3 Об'єкт та предмет досліджень.....	60
2.4 Методи проведення досліджень.....	60
2.5 Методи статистичної обробки даних.....	66
Висновки до розділу 2.....	66
РОЗДІЛ 3 РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОТРИМАННЯ ЗЛАКОВО-СОЄВОГО ТЕКСТУРОВАНОГО ПРОДУКТУ (ЗСТП)...	67
3.1 Характеристика пивної дробини як харчової сировини.....	67

3.2 Технологічні аспекти одержання та склад злаково-соєвого текстурованого продукту.....	70
3.2.1 Амінокислотний склад білкових текстуратів.....	77
Висновки до розділу 3.....	84
РОЗДІЛ 4 УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВАРЕНО-КОПЧЕНИХ КОВБАС ІЗ ДОДАВАННЯМ РОСЛИННИХ БІЛКІВ.....	85
4.1. Розробка рецептур варено-копчених ковбас із використанням білкової рослинної сировини.....	85
4.2 Дослідження показників якості варено-копчених ковбас із додаванням білкової рослинної сировини.....	89
4.2.1 Дослідження функціонально-технологічних показників фаршевих систем варено-копчених ковбас.....	90
4.2.2 Дослідження динаміки змін мікробіологічних показників варено-копчених ковбас.....	111
4.2.3 Дослідження органолептичних показників варено-копчених ковбас із додаванням рослинної сировини.....	117
4.3 Фізико-математичне моделювання процесу виробництва варено-копчених ковбас із використанням рослинної сировини.....	121
4.3.1 Оцінка якісного стану досліджуваних варено-копчених ковбас.....	121
Висновки до розділу 4.....	141
РОЗДІЛ 5 ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ РОСЛИННИХ БІЛКОВИХ ІНГРЕДІЄНТІВ У ВИРОБНИЦТВІ ВАРЕНО-КОПЧЕНИХ КОВБАС.....	144
5.1 Аналіз економічних показників використання рослинних білкових інгредієнтів у виробництві варено-копчених ковбас.....	144
5.2 Інтегральна модель оцінювання економічної ефективності заміни м'ясної сировини на рослинні білкові інгредієнти при виробництві варено-копчених ковбас.....	158

Висновки до розділу 5.....	167
ВИСНОВКИ.....	168
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	170
ДОДАТКИ.....	189
<i>Додаток А.....</i>	<i>190</i>
<i>Додаток Б</i>	<i>195</i>
<i>Додаток В.....</i>	<i>198</i>
<i>Додаток Г</i>	<i>200</i>
<i>Додаток Д.....</i>	<i>202</i>
<i>Додаток Є.....</i>	<i>204</i>

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

- ЗСТП – злаково-соевий текстурований продукт
- ПД – пивна дробина
- ВПД – волога пивна дробина
- ВКК – вищі карбонові кислоти
- ЖК – жирні кислоти
- НЖК – насичені жирні кислоти
- МНЖК – мононенасичені жирні кислоти
- ПНЖК – поліненасичені жирні кислоти
- ВООЗ – Всесвітня організація охорони здоров'я
- АС – амінокислотний скор
- ТРБ – текстуровані рослинні білки
- ВЗЗ – вологозв'язуюча здатність
- ДСТУ – національний стандарт України
- КМАФАнм – кількість мезофільно аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів
- БГКП – бактерії групи кишкової палички
- КРАС – коефіцієнт розрізнення амінокислотного скору
- ТБП – текстурований білковий продукт

ВСТУП

Забезпечення споживачів безпечними та якісними харчовими продуктами становить актуальний пріоритет сьогодення. Головним завданням розробки нових видів м'ясних продуктів із високою харчовою цінністю є зниження собівартості та скорочення дефіциту м'яса за допомогою використання альтернативної рослинної сировини. Під час розробки нових видів м'ясних виробів важливо розробляти рецептури, які передбачають оптимальне використання комбінацій рослинних і тваринних білків, збалансованих за амінокислотним складом, що сприятиме розвитку промисловості та підвищенню рівня конкуренції на ринку.

Перспективною рослинною сировиною, яка має високий вміст харчових волокон, білка, мінералів, поліфенолів, вітамінів та ліпідів є пивна дробина. Оскільки пивна дробина є відходом пивоварної промисловості, використання білка дробини викликає інтерес з погляду раціонального використання вторинних ресурсів.

Теоретичні положення та практичні аспекти удосконалення технології виробництва варено-копчених ковбас із використанням нетрадиційної рослинної сировини проаналізовано в роботах науковців: В.М. Пасічний, Н.В. Божко, І.В. Сирохман, Л.В. Баль-Прилипко, Т.В. Омеляненко, К. Mastanjević, M. Nagy, C.A. Semeniuc, S.I. Mussatto, E.B. Özvural та інші. Переважно всі дослідження спрямовані на використання сільськогосподарських культур, які містять значну кількість білків. Зауважимо, що недостатньо приділено уваги саме вторинним продуктам рослинного походження, зокрема відходу пивоварної промисловості – пивній дробині. Отже, виникає потреба в розробленні нових рецептур використання пивної дробини в харчових продуктах, а саме в білкових текстуратах та варено-копчених ковбасах, і в проведенні додаткових досліджень щодо її впливу на характеристики якості, біологічну цінність та харчову складову готових виробів.

Актуальність теми. Останнім часом в Україні спостерігається значний попит на ковбасні вироби у населення. Це спонукає до розробки нових рецептур, поєднуючи тваринну та рослинну сировину. Важливим аспектом залучення рослинної сировини в процесі виготовлення м'ясної продукції є часткова заміна тваринних білків на рослинні з метою формування нових властивостей продукту. З огляду на те, що традиційні джерела рослинного білка відзначаються не лише високою якістю, але й значною собівартістю у дослідженні обґрунтовано доцільність використання відходів пивоварного виробництва, яке одночасно сприяє зменшенню вартості продукції та екологічному захисту.

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

Дисертаційна робота пов'язана з програмою науково-дослідних робіт кафедри технології м'ясних, рибних та морепродуктів Національного університету біоресурсів і природокористування України та виконувалась у межах наукової теми «Наукове обґрунтування та розроблення новітніх агроінженерних рішень моделювання сировини заданого нутрієнтного складу для військовослужбовців», код державної реєстрації 00493706, № 0124U001737.

Мета та завдання дисертаційної роботи.

Метою роботи є удосконалення технології варено-копчених ковбас з використанням рослинних білків побічного продукту пивоварного виробництва - пивної дробини, що забезпечить не тільки отримати продукцію високої якості з низькою собівартістю, але і дозволить комплексно вирішити проблему ресурсозабезпечення економіки і охорони навколишнього природного середовища.

Згідно з поставленою метою визначено наступні **завдання**:

1. Дослідити та проаналізувати сучасний ринок білкових рослинних продуктів, недоліки та переваги різних видів білкових препаратів та їх вплив на якісні характеристики у складі продуктів харчування.

2. Визначити та обґрунтувати вибір рослинних компонентів для створення злаково-соєвого текстурованого продукту та дослідити показники якості розробленого продукту.

3. Розробити оптимальні рецептури варено-копчених ковбас із частковою заміною м'ясної сировини на білкові рослинні продукти для забезпечення рівня їх технологічних характеристик.

4. Дослідити вплив борошна пивної дробини та злаково-соєвого текстурованого продукту на структурно-механічні, фізико-хімічні та органолептичні показники, біологічну цінність й мікробіологічну безпеку варено-копчених ковбас.

5. Розробити фізико-математичну модель для визначення впливу розроблених білкових продуктів на показники якості досліджуваних зразків варено-копчених ковбас як за окремими якісними характеристиками (диференціально), так і комплексно (інтегрально), із застосуванням факторних площ параметрів продукції, а також їх середніх нормативних і гранично допустимих значень.

6. Провести апробацію отриманих результатів в умовах виробництва, розробивши удосконалену технологічну схему виробництва варено-копчених ковбас з використанням рослинної сировини.

7. Провести розрахунок економічної ефективності удосконаленої технології варено-копчених ковбас із використанням борошна пивної дробини та злаково-соєвого текстурованого продукту.

Об'єктом дослідження є технологія варено-копчених ковбас.

Предметом дослідження є пивна дробина, злаково-соєвий текстурований продукт, фаршеві системи та варено-копчені ковбаси з частковою заміною яловичини на пивну дробину або злаково-соєвий текстурований продукт.

Наукова новизна отриманих результатів.

Вперше:

- на основі експериментальних досліджень науково обґрунтовано і розроблено технологію злаково-соєвого текстурованого продукту, в якому знежирене соєве борошно частково замінили на борошно пивної дробини.

- обґрунтуванні та розроблені рецептури варено-копчених ковбас з використанням рослинних білкових продуктів (пивної дробини та злаково-соєвого текстурованого продукту), що дало змогу отримати готові ковбасні вироби з високою біологічною цінністю (доведено, що внесення до рецептури 5,5 кг пивної дробини та 3,5 кг злаково-соєвого текстурованого продукту забезпечує зростання вмісту лінолевої кислоти на 46,7 % та 9,6 % порівняно з контролем), без зміни їх сенсорних показників;

- підтверджено, що використання борошна пивної дробини в рецептурі варено-копчених ковбас та злаково-соєвого текстурованого продукту в якості альтернативних рослинних білкових інгредієнтів, знижує собівартість продуктів на 6,03 % та 9,09 % відповідно, дозволяє вирішити питання пов'язані з утилізацією відходів пивоваріння та отримати безпечні продукти.

- застосовано фізико-математичне моделювання оцінки якості та харчової цінності варено-копчених ковбас з використанням рослинних білків (борошна пивної дробини або злаково-соєвого текстурованого продукту) чим доведено зростання показників якості розроблених виробів у порівнянні з контрольним зразком.

удосконалено:

- технологію варено-копчених ковбас з використанням рослинних білків на підґрунті встановлених масових часток заміни м'ясної сировини на борошно пивної дробини або злаково-соєвий текстурований продукт.

Розширено наукові положення:

- щодо асортименту харчових продуктів шляхом розроблення злаково-соєвого текстурованого продукту та варено-копчених ковбас з його використанням.

Новизна одержаних результатів підтверджена патентами на корисну модель.

Практичне значення одержаних результатів. У результаті проведених теоретичних та експериментальних досліджень удосконалено технологію варено-копчених ковбас із частковою заміною м'ясної сировини пивною дробиною та злаково-соевим текстурованим продуктом, а також розроблено технологію злаково-соевого текстурованого продукту, в якому знежирене соєве борошно частково замінювали на борошно пивної дробини, для подальшого використання його у технології варено-копчених ковбас, що підтверджено 2-ма патентами на корисну модель.

Апробація удосконаленої технології проводилась у ТОВ «МК Смаковинка» (акт від 17.03.2025 р.) (Додаток Г).

Особистий внесок автора полягає у всебічному аналізі теоретичних матеріалів, пов'язаних із темою дисертації, чіткому визначенні мети та завдань дослідження, самостійному виборі методів для проведення експериментів, розробці схеми експерименту, аналізі отриманих даних, формулюванні висновків, а також підготовці матеріалів для публікацій і патентування. Крім того, автор здійснив апробацію пропонованої технології на виробничій базі. Експериментальна частина роботи була повністю спланована та виконана самостійно, а її результати були представлені на конференціях й опубліковані в наукових виданнях.

Апробація результатів дисертації. Результати дослідження та основні положення дисертаційної роботи були представлені на: V Міжнародній науково-практичній конференції «Інтеграційні та інноваційні напрями розвитку харчової індустрії» (м. Черкаси, 2021 року); VII Міжнародній науково-практичній конференції «Інтеграційні та інноваційні напрями розвитку харчової індустрії» (м. Черкаси, 2023 року); 90-ї Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті» (м. Київ, 2024 року); International scientific-practical conference «Current issues of science, education and technology in the context of modern challenges»: conference proceedings (Aarhus, Denmark, June 29, 2024); XV Міжнародної

науково-практичної конференції «Туристичний та готельно-ресторанний бізнес в Україні: проблеми розвитку та регулювання» (м. Черкаси, 2024 року); VIII Міжнародній науково-практичній конференції «Інтеграційні та інноваційні напрями розвитку харчової індустрії» (м. Черкаси, 2025 року);

Collection of Scientific Papers with the Proceedings of the 3rd International Scientific and Practical Conference «Evolving Science: Theories, Discoveries and Practical Outcomes» (February 3-5, 2025. Zurich, Switzerland); XIII Міжнародної науково-практичної конференції вчених, аспірантів і студентів (м. Київ, 10 квітня 2025 р. – 11 квітня 2025 р.); XVI Міжнародній науково-практичній конференції «Туристичний та готельно-ресторанний бізнес в Україні: проблеми розвитку та регулювання»: (м. Черкаси, 2025 року).

Публікації. Основні положення дисертаційного дослідження висвітлено в 16-ти наукових працях здобувачки, з яких 3 статті в наукових фахових виданнях України, 2 статті в науковому виданні, яке належить до міжнародних наукометричних баз даних Scopus та/або Web of Science Core Collection, 2 патенти на корисну модель, 9 тез наукових доповідей.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається з анотації, вступу, п'ятих розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків.

Загальний обсяг дисертації становить 208 сторінок. Наукова робота містить 46 таблиці та 37 рисунок. Список використаних джерел становить 172 найменування.

РОЗДІЛ 1

ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО ВИРОБНИЦТВА ВАРЕНО-КОПЧЕНИХ КОВБАС ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ

1.1 Сучасні тенденції та перспективи розвитку м'ясопереробної галузі в Україні у період 2021-2024 років.

Воєнні дії в Україні спричинили значну кризу в м'ясопереробній промисловості. Відповідно до динаміки розвитку виробництва ковбасних виробів у 2022 році відбувся різкий спад, але, незважаючи на воєнний стан, у 2023-2024 рр. спостерігається зростання м'ясної продукції відповідно на 6 % та 3 % [1].

Така динаміка насамперед пов'язана з нарощенням обсягів виробництва м'яса птиці, що дало можливість деяким виробникам повернутися до довоєнних потужностей [2]. Натомість в Україні суттєво скорочується тваринництво, що насамперед, має негативний вплив на загальний рівень продовольчої безпеки держави [3]. Для забезпечення населення м'ясом та м'ясопродуктами в Україні, за перше півріччя 2025 р., експорт м'яса збільшився на 33 % порівняно з тим же періодом 2024 року [4, 5].

Ринок м'ясних продуктів є одним із ключових секторів ринку України, де основними складовими виступають ковбасні вироби, м'ясні напівфабрикати, м'ясні консерви та готові м'ясні страви.

Основний сегмент м'ясопереробної промисловості — ковбасні вироби. Це продукти, які виготовляють із різних видів м'яса з додаванням жиру, солі, спецій та інших інгредієнтів [6].

Ефективність виробництва ковбас переважно визначається технологіями виготовлення продукції, рівнем технічного оснащення, а також організацією процесу та раціональним використанням ресурсів. Формуючи асортимент виробів, враховують попит споживачів, оптимальне використання

наявної сировини, особливості технологічного обладнання та прагнуть забезпечити максимальний прибуток від продажу продукції. Асортимент поділяють на 7 груп [7]:

1. Окремою категорією м'ясних виробів є варені та фаршировані ковбаси. Вони проходять кілька ключових етапів у процесі виготовлення, зокрема підготовку сировини, подрібнення, осадження, обсмажування, варіння та охолодження.

2. Копчені ковбаси (напівкопчені та варено-копчені вироби). Ковбаси цієї групи проходять етапи подрібнення, осадження, варіння, охолодження та піддаються копченню з подальшим сушінням. Завдяки цьому їхній термін зберігання досягає 30 діб.

3. Сирокопчені ковбаси. Ці ковбаси мають найбільший термін зберігання, до одного року при температурі 8 °С. Вони відрізняються тим, що не мають термообробки у технології.

4. Копчено-запечені ковбаси, навпаки, готують при високих температурах термообробки.

5. Субпродуктові готують, переважно, з паренхіматозних органів тварин, до яких додають варене м'ясо.

6. Варені та копчені ковбаси, кров'яні хліби та сальтисони, які виготовляють з крові забійних тварин, доповнені м'ясною та рослинною сировиною.

7. Холодці та сальтисони вирізняються тим, що їх виробляють із сировини, багатой на колаген, з додаванням м'яса або субпродуктів.

Всі ковбаси повинні бути якісними та повністю відповідати встановленим стандартам і технічним умовам. Це стосується їхнього зовнішнього вигляду, консистенції, смаку й аромату, рівня вологості, вмісту солі, нітритів та інших параметрів. Крім того, продукція має відповідати санітарно-гігієнічним вимогам [7].

Згідно з опитуванням та оцінкою Pro-Consulting, щодо купівлі населенням ковбасних виробів визначили, що найбільшою популярністю користуються варені, варено-копчені ковбаси та сосиски (рис. 1.1) [8].

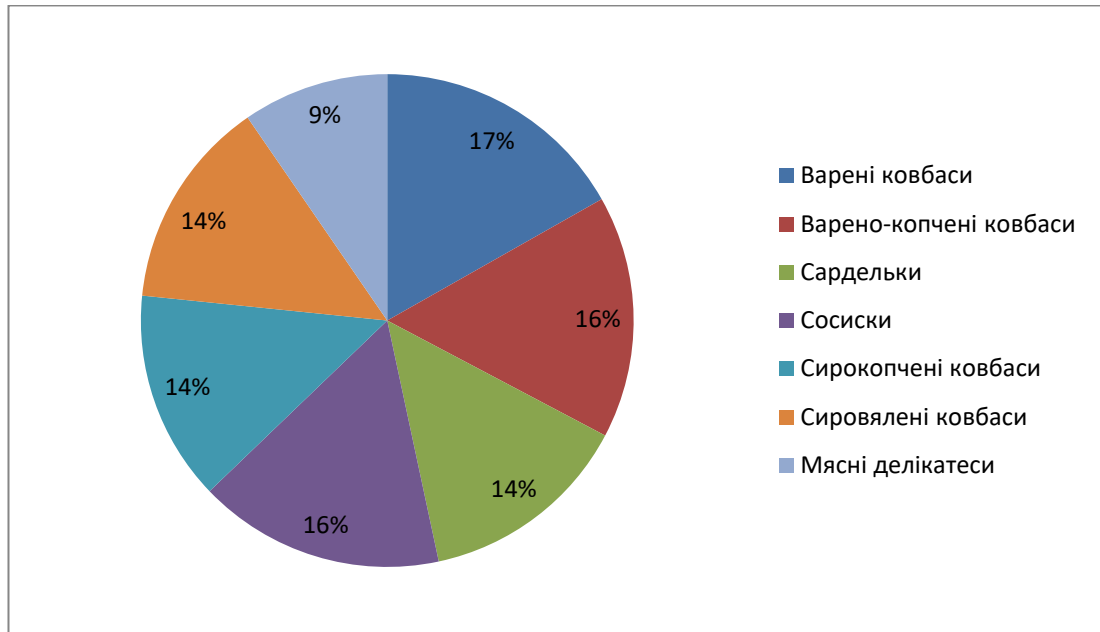


Рисунок 1.1 Середня частота купівлі м'ясних виробів населенням України протягом місяця, раз

Примітка: опрацьовано автором за даними опитування, оцінки Pro-Consulting, 2024

Середня частота купівлі показує скільки разів у середньому один клієнт робить покупку протягом місяця.

Головними чинниками, які визначають попит ковбасних виробів на ринку, є купівельна спроможність населення, якість та ціна готової продукції.

Попит визначає товар, який споживач готовий придбати і може собі дозволити за встановленою ціною. Основним фактором, що впливає на обсяг попиту, є саме ціна [9]. Майже завжди зростання ціни зменшує попит на товар і навпаки: чим ціна нижче, тим більше споживачів готові його придбати [10].

Вважається що на попит впливає якість продукції. Твердження, що висока вартість обумовлює якість, не завжди є правильним. Зазвичай якість

впливає на попит, так як більшість споживачів надають перевагу якісним продуктам, які відповідають їхнім очікуванням і задовольняють їхні потреби.

За період 2021-2025 рр. на ринку м'ясних продуктів відбулися кардинальні зміни. Ковбасні вироби реалізуються як в Україні, так і експортуються в різні країни світу. Порівнюючи з 2021 роком, через збройну агресію російської федерації в Україні, у 2022 році експорт скоротився на 55,7%, але вже з 2023 року різке збільшення і в 2024 році дорівнював прибутку довоєнних часів, а саме: 2022 рік – 6,46 млн.дол., 2024 – 6,25 млн.дол. (рис.1.2).

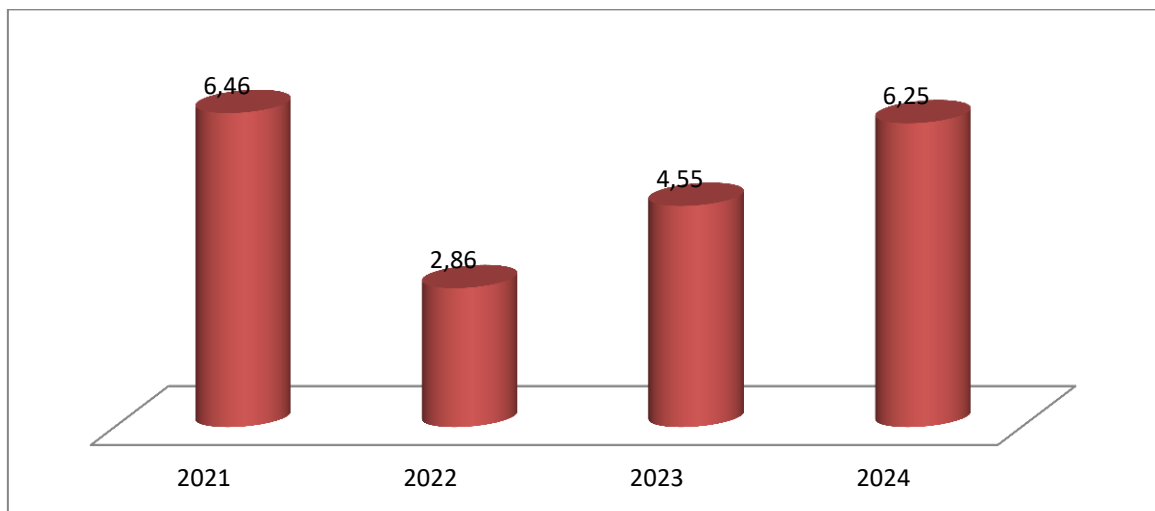


Рисунок 1.2 Експорт ковбасних виробів, млн.доларів

Примітка: опрацьовано автором за даними Державної митної служби України, оцінки Pro-Consulting, 2024

Географія експорту м'ясних виробів у 2024 р. досить широка, але найбільший відсоток склав: до Грузії – 62 %, Молдови – 23 % (рис. 1.3).

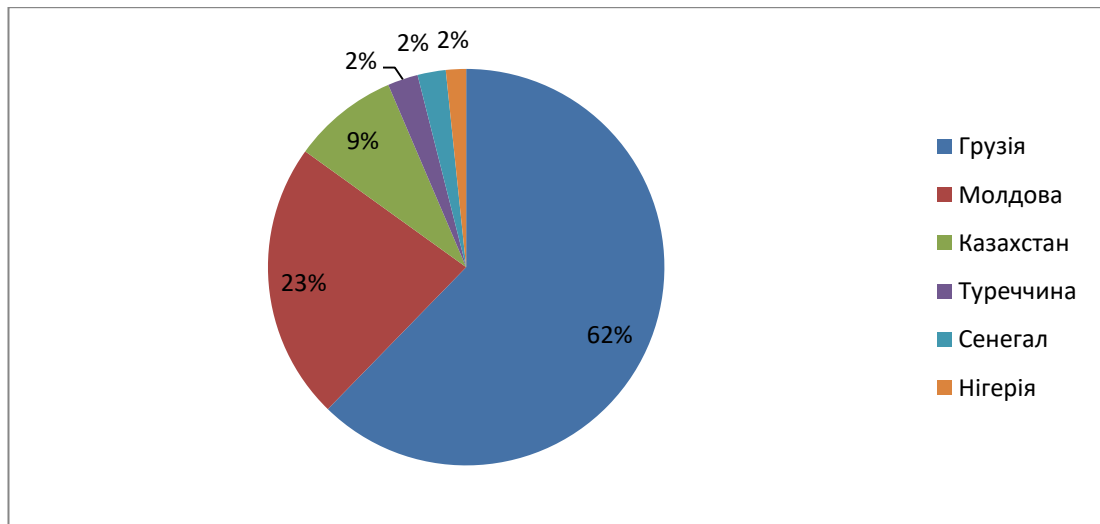


Рисунок 1.3 Географія експорту ковбасних виробів у 2024 р.

Примітка: опрацьовано автором за даними Державної митної служби України, оцінки Pro-Consulting, 2024

Отже, враховуючи попит населення та позитивну динаміку росту експорту ковбасних виробів, постає питання щодо розробки рецептур, впроваджуючи новітні технології розширення асортименту та збільшення продуктивності м'ясопереробної галузі.

М'ясопереробна галузь в Україні впевнено набирає обертів, фокусуючись на зміні вподобань споживачів. Зростання попиту на продукцію високої якості спонукає виробників до впровадження сучасних стандартів та адаптації до актуальних ринкових умов.

1.2 Особливості виробництва варено-копчених ковбас та характеристика сировини

Ковбасні вироби займають важливе місце в раціоні населення завдяки своїй високій енергетичній цінності, оскільки вони є джерелами білків і жирів.

Їхня харчова цінність перевищує аналогічний показник м'яса, адже в процесі виробництва продукту додають унікальні органолептичні властивості.

Зокрема, зменшується кількість сполучної тканини, що позитивно впливає на засвоєння нутрієнтів. Водночас для всіх м'ясних продуктів спостерігається суттєве зниження біологічної цінності через втрату термолабільних вітамінів, як водорозчинних (групи В, РР, С), так і жиророзчинних (А, Е) [11].

Варено-копчені ковбаси — це ковбаси виготовлені з грубо подрібненої м'ясної сировини, їх готують за 2-ма способами:

1. Підготовка сировини — приготування фаршу — формування батонів — осадження — копчення — варіння — охолодження — копчення — сушіння.

2. Підготовка сировини — приготування фаршу — формування батонів — осадження — варіння — охолодження — копчення — сушіння.

Основною сировиною під час виготовлення варено-копчених ковбас є м'ясо тварин, зокрема яловичина, свинина та баранина, яка може бути охолодженою або попередньо розмороженою. Як допоміжні інгредієнти застосовують спеції, кухонну сіль, нітрит натрію, а також натуральні або штучні білкові оболонки.

М'ясо подрібнюють на вовчку з діаметром отворів 16 – 26 мм або на кутері-змішувачі фаршу і шпику в підмороженому стані. Суміш подрібнюють у кутері протягом 1–2 хвилини до досягнення однорідної консистенції. Загальний час процесу становить 3–5 хвилин. Важливо забезпечити, щоб температура фаршу під час кутерування залишалася в межах від +1 до –1 °С. Батони формують у натуральну кишкову або штучну білкову оболонку. Заповнення яких проводять гідравлічними поршневыми шприцами при тиску 0,7 – 0,8 МПа. Готові батони ущільнюють і перев'язують шпагатом, та направляють до камер осаджування, де витримують 1 – 2 доби при температурі 4 – 8 °С [7].

Теплова обробка передбачає варіння батонів при температурі 74 ± 1 °С упродовж 45 – 90 хв, охолодження до 20 °С та коптіння (температура – 75 ± 5 °С; тривалість – 1(2) год) [12]. Копчення є процесом, який сприяє

структурним змінам білків у м'ясі. Під впливом високої температури та компонентів диму відбуваються денатурація, коагуляція та зневоднення білків, що призводить до їх ущільнення. Підвищуються смакові властивості ковбасних виробів та їх стійкість до мікробної денатурації [11].

М'ясо тварин, якість якого характеризується співвідношенням вода-білок-жир, напряму залежить від віку тварин та методів технологічного оброблення (табл. 1.1) [13].

Таблиця 1.1

Хімічний склад і енергетична цінність м'яса свинини, яловичини та телятини

Вид м'яса	Вміст, %				Енергетична цінність, ккал
	Волога	Білок	Жир	Мінеральні речовини	
1	2	3	4	5	6
Свинина:					
Бекон	54,2	17,0	27,8	1,0	318
М'ясна	51,5	14,3	33,3	0,9	357
Жирна	38,4	11,7	49,3	0,6	491
Яловичина:					
1-а категорія	64,5	18,6	16	0,9	218
2-а категорія	69,2	20	9,8	1,0	168
Телятина:					
1-а категорія	77,3	19,7	2,0	1,0	97
2-а категорія	78,0	20,4	0,9	1,1	89

Жири у м'ясних продуктах відіграють важливу роль у стабілізації м'ясних фаршів, зменшенні втрат під час варіння, покращенні вологоутримувальної здатності та забезпеченні соковитості та твердості. Також виявлено, що жири мають значний вплив на структурні властивості ковбасних виробів [14]. Чим жирніше м'ясо, тим менше в ньому вологи, натомість досить висока калорійність. Тваринні жири відіграють вагому роль у харчуванні людини. В основному вони представлені тригліцеридом, фосфоліпідом, холестерином (табл. 1.2) [13].

Таблиця 1.2

Масова частка ліпідів у м'ясі свинини та яловичини, г на 100 г їстівної частини

М'ясо	Тригліце- риди	Фосфо- ліпіди	Холе- стерин	Поліненасичені жирні кислоти		
				Лінолева	Ліноле- нова	Арахідо- нова
Свинина	32,00	0,84	0,07	3,28	0,22	0,14
Яловичина	13,10	0,80	0,07	0,35	0,12	0,017

Фосфоліпіди та холестерин містяться у м'ясі тварин у незначних кількостях і потрібні організму людини для належного функціонування, а саме: фосфоліпіди — обов'язковий компонент клітинних мембран і внутрішньоклітинних структур [15]. Відіграють важливу роль у стабілізації холестерину та уповільнення відкладенню жиру, холестерин сприяє утворенню статевих гормонів та жовчних кислот [13]. Холестерин — структурний компонент клітини, бере участь в обміні жовчних кислот, а також гормонів. Підвищений рівень сприяє розвитку серцево-судинної та жовчокам'яної хвороби [12].

До складу жирів переважно входять тригліцериди, які слугують джерелом енергії і складаються з наступних вищих карбонових кислот наведених у табл. 1.3 [13, 16].

Таблиця 1.3

Склад тригліцеридів яловичини та свинини

Жир	Вищі карбонові кислоти, ваг %						
	Арахі- донова	Міри- стинова	Паль- мітино- ва	Стеари- нова	Олеїно- ва	Ліно- лева	Ліно- ленова
Ялови- чий	0,09- 0,2	2,0-2,5	27,0- 29,0	24,0- 29,0	43,0- 44,0	2,0- 5,0	0,9-9,7
Свиня- чий (сало)	2,0	1,0	25,0- 35,0	12,0- 16,0	41,0- 51,0	3,0- 11,0	0,3-0,6

Близько 50% від загальної кількості вищих карбонових кислот (ВКК) має олеїнова кислота ($\omega - 9$) — це мононенасичена жирна кислота (МНЖК) здатна синтезуватися організмом, стабілізує нервову систему, знижує холестерин ліпопротеїнів низької щільності, натомість підвищуючи холестерин ліпопротеїнів високої щільності [17].

Біологічноактивні тригліцериди, які не синтезуються в організмі, і є джерелом жиророзчинних вітамінів, відповідно ліолева, ліолонова та арахідонова поліненасичені жирні кислоти, які мають назву вітамін — F.

Нестача цього вітаміну в організмі людини призводить до втрати волосся, псоріазу. Ліолева кислота бере участь у формуванні арахідонової кислоти, яка забезпечує еластичність клітинних мембран і слугує основою для синтезу ключових медіаторів, таких як простагландини та лейкотриєни [18].

Насичені жирні кислоти, які входять до складу ВКК необхідні для отримання енергії, але надмірне їх споживання призводить до збільшення маси тіла, підвищення рівня холестерину в крові, розвиток серцево-судинних захворювань та окремих видів раку [19, 20].

Для врегулювання жирокислотного складу в дослідженні [21] запропоновано комбінувати м'ясні вироби з рисовим борошном, як замітника жиру. Результати дослідження засвідчили, що вміст насичених жирних кислот зменшився майже у три рази, тоді як кількість поліненасичених жирних кислот зросла приблизно у сім разів. У статті [22] досліджено, що пророщена сочевиця має збалансований жирнокислотний склад додавання, якої у кількості 1–2 % до м'ясної сировини, у виробництві ковбас призводить до зменшення вмісту насичених жирів.

Основною хімічною структурною речовиною у м'ясі є білок, масова частка якого складає — 18-22 %, який належить до повноцінного, так як містить усі незамінні (есенціальні) амінокислоти, що робить його обов'язковим компонентом їжі [12, 15]. Біологічна цінність білків визначається наявністю незамінних амінокислот (валіну, фенілаланіну,

лейцину, триптофану, метіоніну, ізолейцину, лізину, треоніну) та умовно незамінними амінокислотами (тирозину, цистин) (табл. 1.4) [11, 23, 24].

Таблиця 1.4

Незамінні амінокислоти та їх біологічне значення

№	Назва	Скоро- чена назва	Біологічне значення
1	2	3	4
1	Валін (α -аміноізовалеріанова кислота)	Вал (Val)	Входить до складу міоглобіну, казеїну, еластину. Бере участь у синтезі глікогену, пантотенової кислоти. Нормалізує дію нервової системи.
2	Лейцин (α -аміноізокапронова кислота)	Лей (Leu)	Входить до складу міозину, фібрину. Зміцнює імунітет, укріплює серцево-судинну систему, сприяє зниженню цукру.
3	Ізолейцин (α -аміно- β -метилвалеріанова кислота)	Іле (Ile)	Знижує вміст холестерину, цукру. Бере участь у синтезі глікогену та гемоглобіну.
4	Лізін (α , ϵ -діамінокапронова кислота)	Ліз (Lys)	Бере участь у синтезі гормонів, ферментів, антитіл. Регулює процес кровотворення, поліпшує абсорбцію кальцію.
5	Метіонін (α -аміно- γ -метилтіомасляна кислота)	Мет (Met)	Донор метильної групи для сполук, що є попередниками адреналіну, холіну, креатину, мелатоніну. Сприяє регенерації печінки і нирок, розщеплює холестерин.
6	Триптофан (α -аміно- β -індолілпропіонова кислота)	Три (Try)	Зміцнює імунітет, укріплює серцево-судинну систему, поліпшує травлення, є антидепресантом. Донор метильної групи для сполук, що є попередниками сератоніну, мелатоніну.
7	Фенілаланін (α -аміно- β -фенілпропіонова кислота)	Фен (Phe)	Перетворюється на тирозин під дією фенілаланінгідролази, відсутність якої спричиняє розвиток фенілкетонурії. Покращує пам'ять, поліпшує функціонування кровоносної системи, є антидепресантом.
8	Треонін (α -аміно- β -оксимасляна кислота)	Тре (Thr)	Використовується для синтезу колагену, еластину. Бере участь в обміні ліпідів. Поліпшує травлення, детоксикатор.

Продовження табл. 1.4

1	2	3	4
9	Тирозин (α -аміно- β -п-гідроксифеніл) пропіонова кислота)	Тир (Tyr)	Попередник гормонів щитоподібної залози, антидепресант, учасник утворення червоних і білих кров'яних тілець.
10	Цистин (3,3'-дітіо-біс-2-амінопропіонова кислота)	Цис (Cys)	Продукт окисної димеризації цистеїну. Зміцнює імунітет, учасник обміну метіоніну, стимулює ріст волосся.

Незамінні амінокислоти в харчуванні відіграють ключову роль у підтримці біологічних процесів організму. Відсутність хоча б однієї з них може стати причиною виникнення від'ємного азотистого балансу, порушення функціонування центральної нервової системи та затримки росту. Крім того, дефіцит однієї амінокислоти негативно впливає на ефективність засвоєння інших, що погіршує загальний стан організму.

У табл. 1.5 наведено вміст амінокислот у м'ясі тварин порівняно з ФАО/ВООЗ [25].

Таблиця 1.5

Порівняльна характеристика амінокислотного складу білків м'яса яловичини та свинини за шкалою ФАО/ВООЗ, г на 100 г білка

Амінокислоти	Яловичина	Свинина	Еталон ФАО/ВООЗ, г/100 г білка
Незамінні амінокислоти			
Валін	5,7	5,0	5,0
Ізолейцин	5,1	4,9	4,0
Лейцин	8,4	7,5	7,0
Лізин	8,1	7,8	5,5
Метіонін+ Цистин	3,8	3,6	3,5
Треонін	4,4	5,1	4,0
Триптофан	1,1	1,4	1,0
Фенілаланін+ Тирозин	7,2	7,1	6,0
Всього:	43,8	42,4	36

Відносна кількість незамінних та замінних амінокислот у цілому задовольняє потреби людського організму відповідно до еталону ФОА/ВООЗ, мг/100 г білка.

Амінокислотний склад може змінюватися залежно від технологічного оброблення м'яса та м'ясопродуктів.

1.3 Перспективи використання рослинних білкових інгредієнтів у ковбасному виробництві

Не зважаючи на те, що м'ясо є повноцінною сировиною ковбасних виробів сьогодення вимагає від виробників шукати нові альтернативні джерела сировини. Через воєнний конфлікт із росією відбувається гострий дефіцит м'яса, що спонукає до зростання цін на м'ясо та м'ясні продукти, зменшуючи їхню доступність до широких верст населення.

Ця проблема може призвести до обмеження обсягу виробництва, тому актуальним завданням виробників ковбас є раціональне використання м'ясної сировини з частковою заміною її на повноцінну сировину рослинного походження.

Все більшої популярності набувають продукти з підвищеним вмістом рослинних інгредієнтів, які сприяють розширенню асортименту продукції, розробці та виведенню на ринок нових видів м'ясних виробів з урахуванням принципів оптимізації витрат, ресурсозбереження та екологічної безпеки [26].

Рослинна сировина багата вітамінами, білками, вуглеводами, мікро- та макроелементами, що дає змогу збагачувати м'ясні вироби функціональними інгредієнтами та підвищувати харчову цінність готового продукту.

Відомо, що рослинні білки поступаються тваринним за складом незамінних амінокислот (лізину, треоніну та триптофану). Корекція амінокислот щодо оптимального складу забезпечується шляхом підбору та поєднання різних видів білків [27]. Поєднання рослинних та тваринних білків може забезпечити збалансовану та достатню кількість усіх амінокислот. Крім того, тваринні білки мають вищу харчову цінність для людей старшої вікової

категорії [28], натомість рослинні містять вищі рівні деяких амінокислотних кислот, які були визначені як потенційно корисні для здоров'я. Це особливо стосується аргініну, цистеїну, глутаміну та гліцину [29, 30, 31]. Тому поєднання рослинних білків для імітації амінокислотного профілю тваринного білка може бути актуальним для певних стратегій харчування [32, 33].

Особливий інтерес серед дослідників набувають такі рослини як гречка, амарант, кіноа через їх високий вміст поживних речовин, а також є кліматично стійкими культурами [34, 35]. Крім того, ці культури багаті на флавоноїди, фенольні кислоти, жирні кислоти, вітаміни, харчові волокна, лігнани та жирні кислоти з подвійними зв'язками [36]. Вони вважаються безпечними для споживання людиною та не містять глютену, що уможливило розробляти продукти для споживачів із целиакією [37].

Білок амаранту вважається повноцінним білком, багатий на біоактивні пептиди, має високий вміст альбуміну, глютеніну та глобуліну. Завдяки своїм чудовим поживним властивостям, амарантовий білок продемонстрував великий потенціал у функціональних продуктах харчування та аналогах м'яса [35]. Замінюючи м'ясний фарш на борошно та шрот амаранту, можна досягти повноцінної заміни за складом білків та кількістю незамінних амінокислот.

Білок амаранту має високу біологічну цінність [38], яка обумовлена наявністю таких амінокислот, як лізин, триптофан, треонін, лейцин, валін та ізолейцин. Крім того, насіння амаранту містить приблизно від 48 % до 69 % вуглеводів, переважно у формі крохмалю [39]. Однак амарант все ще вважається недостатньо розвиненою культурою, особливо для функціонального аналізу амарантових білків, а також для їх застосування в харчових продуктах.

Кіноа має відповідні поживні та функціональні властивості завдяки високоякісному білку з широким спектром амінокислот, особливо багатим на лізин. Зріле насіння кіноа переважно складається з глобуліну, що становить близько 37 % загального білка, а також альбуміну, що становить 35 % білка

насіння, обидва стабілізовані дисульфідними містками. Отже, враховуючи відповідні функціональні властивості білка кіноа, його можна використовувати як заміник тваринного білка [40].

В останні роки відстежуємо інтерес до використання зерна гречки в м'ясних продуктах. Приблизний склад зерен гречки подібний до складу зернових культур, таких як пшениця, натомість за амінокислотним складом білок гречки максимально схожий на склад білку рису [41, 42]. На основі літератури, білок гречки має величезний потенціал для використання у структуруванні харчових продуктів та розробці функціональних продуктів на основі пептидів для профілактики захворювань [43].

Враховуючи зміну кліматичних умов в Україні, а саме, підвищення середньорічної температури, зменшення опадів, особливої уваги заслуговує зернобобова культура – нут, яка має високу врожайність і засухостійкість.

Завдяки гідрофільних та адсорбційних властивостей білки нуту здатні поглинати та утримувати воду приблизно на рівні м'язової тканини [33].

Прекрасним джерелом білка є горох, який також багатий на лізин, треонін і низку інших незамінних амінокислот. Завдяки своєму низькому глікемічному індексу він має значні переваги для здоров'я. Наукові дослідження демонструють його роль у попередженні раку товстої кишки, а також ефективність у підтримці лікування таких захворювань, як рак молочної залози, підшлункової залози, простати, легенів та лейкоз [44]. У дисертаційній роботі Штонди О.А. [45] зазначено, що заміна до 15 % яловичини гороховою білковою пастою позитивно впливає на поліпшення складу незамінних амінокислот, підвищення перетравності «in vitro» та відносної біологічної цінності. Джерелом рослинних білків також є і насіння сільськогосподарських культур, особливої уваги заслуговує насіння олійних культур, окрім ліпідів вони містять значну кількість білків (табл. 1.6) [46].

Таблиця 1.6

Вміст білка в насінні сільськогосподарських культур

Культура	Вміст білків (у % на суху речовину)
Пшениця	8-27
Ячмінь	8-22
Овес	9,6-21
Квасоля	17-32
Соняшник	13-20
Соя	40-50
Ріпак	25-30
Льон	25

Білкові продукти з шротів олійних культур використовують як добавки в харчових продуктах. Заміна м'ясної сировини знежиреним білковим концентратом з ядра соняшнику в кількості 10-15 % дає змогу отримати досить хороші функціонально-технологічні властивості фаршу [47]. Варто зазначити те, що до складу насіння сояшника входить хлорогенова кислота, яка після знежирення залишається в шроті в кількості від 1,0 до 6,5 %. У наслідок її полімеризації утворюються пігменти коричневого кольору. Хлорогенова кислота сприяє денатурації білків, знижуючи їх біологічну цінність. Для зменшення вмісту кислоти необхідно промивання білків водою або етиловим спиртом протягом 2-6 годин, одним із перспективних способів є мембранна технологія [46].

Порівнюючи сою з іншими зерновими культурами (табл. 1.6) визначили високий вміст 40-50 % високоякісного білка, який представляє собою складний комплекс високомолекулярних сполук, що різняться між собою за молекулярною масою, амінокислотним складом, а також вмістом азоту, сірки та фосфору. Всі ці сполуки поділяються на кілька фракцій залежно від їхньої розчинності. Основну частину білка сої (88-95 %) становить водорозчинна фракція, яка включає легко розчинні глобуліни (60-81 %), альбуміни (8-25 %) та важкорозчинні глобуліни (3-7 %). Біологічна цінність соєвого білка

визначається його показником, що в середньому дорівнює 96 умовним одиницям, тоді як для білка яєць цей показник становить 97 [48]. Соевий білок добре збалансований за незамінними амінокислотами, за винятком метіоніну та цистеїну. За білковим комплексом та вмістом незамінних амінокислот (лізин, триптофан тощо) соєвий білок ближче до білків тваринного походження, тому організми тварин і людини витрачають мінімальні зусилля на перетворення соєвого білка в білки організму [49]. Окрім білка, соєві продукти містять не менш цінні компоненти — клітковину, ізофлавоїни, сапоніни.

Численні дослідження підтверджують, що соєві боби містять антиоксиданти. Використання їх у харчуванні уможлиблює підвищити імунітет організму та зменшити алергію. Доведено, що соя сприяє нормалізації холестерину та рівню глюкози в крові, зміцнює кістки, запобігає захворюванням серця та судин, а також підтримує функціонування нирок і жовчного, запобігаючи утворенню каменів. Особливу цінність сої зумовлює наявність омега-3 – жирна кислота, яка знижує ризик розвитку серцевих та онкологічних захворювань [50].

Соевий білок є гарною альтернативою м'ясу з погляду амінокислотного складу та текстурних властивостей. Однак використання сої є досить суперечливим серед споживачів внаслідок високого рівня антинутрієнтів, зокрема фітинової кислоти. Речовина спричиняє накопичення газів у кишечнику людини, що ускладнює їх споживання. Водночас існує наука технологічних заходів, які дають змогу суттєво знизити концентрацію фітинової кислоти, часто удвічі, а також сприяють збільшенню вмісту незамінних амінокислот, підвищуючи біологічну цінність продукту.

Білкові продукти рослинного походження, здебільшого отримані шляхом переробки сої, представлені такими продуктами, як соєве борошно (масова частка білка в сухій речовині складає щонайменше 45 %), соєвий концентрат (не менше 65 % білкової складової) та соєвий ізолят (з вмістом білка не менш ніж 91 %). Завдяки численным функціональним

характеристикам, високій сумісності з м'ясною сировиною, значній біологічній цінності та економічній доцільності ці білкові препарати широко застосовують у виробництві ковбасних виробів. Важливо зазначити, що харчова цінність білкових продуктів тваринного походження перевищує відповідний показник їхніх рослинних аналогів [6].

Використання соєвих білкових ізолятів в м'ясних виробках дозволило отримати продукт, що містить повноцінні білки рослинного та тваринного походження і може бути рекомендовано для людей, які працюють з підвищеним фізичним навантаженням [51].

Додавання соєвих білкових концентратів у м'ясні системи забезпечує утворення м'ясних емульсій, стабілізує їхні властивості, підвищує рівень засвоєння жиру, водозв'язувальну здатність та клейкість фаршу. В результаті зростає вихід готової продукції. За своїми функціональними та технологічними властивостями соєвий білковий концентрат діє подібно до структуроутворюючих м'язових білків нежирного м'яса [52].

Запровадження рослинних білків у виробництво м'ясопродуктів відкриває нові перспективи для розвитку галузі, зокрема створення комбінованих продуктів, оптимізацію собівартості, розширення асортименту функціональних і дієтичних харчових продуктів, а також вихід на нові сегменти ринку: вегетаріанські та загальнооздоровчі. Хоча така заміна може впливати на технологічні властивості кінцевої продукції, існують різноманітні технологічні методи, спрямовані на мінімізацію таких змін, одним найбільш ефективних із яких є текстуризація білка.

1.4 Роль термопластичної екструзії у формуванні структури білкових текстуратів

Відповідно до звітів Світового банку, спостерігаємо зростання попиту на тваринний білок, який неможливо задовольнити, звідси й потреба в більш інтенсивній роботі над новими джерелами білка [53]. Варто також зазначити,

що вартість виробництва рослинного білка значно нижча, ніж вартість виробництва тваринного білка [44].

Як аналоги м'яса все більшої популярності набувають текстуровані рослинні білки (ТРБ), які можуть частково замінити м'ясну сировину в ковбасних výroбах, забезпечуючи економічний, функціональний та високобілковий харчовий інгредієнт.

ТРБ — це текстурати, утворені з води та джерел білка, які пройшли процес перетворення їх із порошкоподібних матеріалів на структуровані матеріали. Розрізняють із низьким вмістом води, який має губчасту структуру, та з високим вмістом води, що має волокнисту структуру, подібну до м'язового м'яса [54]. Найпопулярнішим методом текстуризації є екструзія, яка дає можливість виробляти волокнисті структури з окремих рослинних білків або їх сумішей [55].

Метою екструзії є отримання пластичних полімерних мас. Первинно цей метод застосовували для отримання текстурованих соєвих пластівців, після розроблення екструдера високого тиску сировиною може бути як соєве борошно, так і концентрати та ізоляти [46]. Щоб забезпечити достатнє постачання білка для населення, науковці досліджують різні джерела білка на основі їх фізичних, хімічних, функціональних властивостей та харчової цінності. Автор у своїй статті [56] запропонував переробити багаті на білок, ріпак та горох в екструдати для використання як аналоги м'яса. Отриманий текстурат мав збалансований амінокислотний склад, однак значення сірковмісних амінокислот дещо менше за стандартну вимогу.

Процес екструзії відкриває можливості для впровадження абсолютно нових матеріалів, застосування яких раніше було обмеженим через технічні складнощі або економічну невигідність [57] та завдяки своїм специфічним характеристикам, шляхом високого тиску та термічної обробки, дає можливість отримувати пористі продукти з волокнистою структурою [58, 59].

Додатковими перевагами екструзійного приготування є денатурація білків, інактивація інгібіторів трипсину, контроль гірких смаків та однорідне зв'язування інгредієнтів, які можуть включати барвники, хімічні речовини та інші добавки, що може впливати на зовнішній вигляд або текстурну якість [52].

Це показує, що процес екструзії має значний потенціал, і пошук нової сировини, яку можна адаптувати для безпосереднього споживання або стати доповненням до інших продуктів харчування, є виправданим.

Однією із сировини, яка досі переважно вважалася відходами, є пивна дробина. У наукових студіях було висловлено припущення, що екструдовані крупи з вмістом пивної дробини характеризуються нижчим коефіцієнтом розширення та підвищеною щільністю порівняно зі стандартними продуктами, наприклад, виготовленими з кукурудзяної крупи та рису [60, 61, 62, 63].

Також виявлено, що додавання пивної дробини до екструдатів може призвести до збільшення пористості цих продуктів [63]. Інші автори зазначають, що високе дозування пивної дробини в екструдовану суміш зазвичай призводить до підвищення твердості таких продуктів. Дослідники в своїх працях [60, 64] стверджують, що збільшення твердості екструдатів поряд зі збільшенням частки пивної дробини, може бути одним із факторів, що обмежують популярність таких харчових продуктів. Проведені дослідження, виявили можливість використання цієї сировини як добавки до екструдованих продуктів в кількості не більше 30 % [62, 65]. Беручи до уваги вищезазначене, необхідно ретельніше вивчити вплив пивної дробини на властивості зернових екструдатів.

Підсумовуючи, можна стверджувати, що отримані на сьогодні результати стосуються невеликої групи продуктів, тому виправдано шукати нові способи застосування екструдованих продуктів із часткою пивної дробини.

1.5. Раціональне використання відходів пивоварного виробництва в харчовій промисловості

Відповідно до Закону України «Про управління відходами» №17 ст.75, 2023 року, щодо запобігання утворенню, зменшення обсягів відходів, зменшення негативних наслідків, пов'язаних із процесами управління ними, а також стимулювання підготовки відходів до повторного використання спонукають науковців до розробки безвідходних технологій із впровадженням побічних продуктів як вторинної сировини, у харчовій промисловості, що дає змогу знизити вплив на довкілля, підвищити продуктивність виробництва та забезпечити додаткову економічну вигоду [66].

Харчові відходи — це перспективне джерело цінних поживних речовин, таких як вуглеводи, білки, ліпіди та комплексні нутрицевтики. У контексті біоекономіки досліджують варіанти їх утилізації шляхом перетворення відновлюваних біологічних ресурсів у продукцію, що має економічну та біоенергетичну ефективність [67].

Скорочення відходів позитивно впливає на екологію (грунт, воду, атмосферу) та сприяє пом'якшенню наслідків зміни клімату [68].

В Україні стрімко розвивається пивоварна галузь. Все більшої популярності набувають міні пивоварні, які сприяють розширенню асортименту та випуску якісних видів пива.

Основною сировиною в пивоварінні є ячмінний солод, який отримують зі спеціальних сортів ячменю. Хімічний склад зерна залежить від сортових особливостей, умов культивування та кліматичних факторів. У середньому злакове зерно містить близько 85 % сухих речовин та 15 % води. Хімічний склад пивоварного ячмінного зерна в перерахунку на суху речовину наведено в табл. 1.7.

Таблиця 1.7

Середній хімічний склад пивоварного ячменю, % на суху речовину

№	Показники	Ячмінь
1	Вміст білка, %	12
2	Крохмаль	55
3	Цукри	4
4	Целюлоза	6
5	Геміцелюлоза	11
6	Жир	2
7	Мінеральні речовини	3,5

Надзвичайно важливими вимогами до якісних показників ячменю є вміст у ньому білка. Під час солодощення, під дією протеази, високомолекулярні запасні білки перетворюються на низькомолекулярні сполуки, які транспортуються у вигляді водних розчинів до зародку для його живлення. В рослинних клітинах відбувається тільки частковий гідроліз білків.

Від білкових молекул відщеплюються лише ті амінокислоти, які беруть участь у процесах обміну речовин. Склад білкових фракцій ячменю при пророщуванні змінюється (табл. 1.8).

Таблиця 1.8

Порівняльний склад азотистих речовин ячменю та солоду, %

Фракція азотистих речовин	Ячмінь	Солод
Небілковий азот	7	32
альбумін	5	9
глобулін	10	11
проламін	37	17
глютелін	30	21

У результаті пророщування в зерні зменшується вміст нерозчинних білків, натомість збільшується кількість водорозчинних білків і продуктів їх ферментативного гідролізу — пептонів, поліпептидів, амінокислот. У готовому солоді, у наслідок біохімічних перетворень основних біополімерів солоду (крохмалю та білків), накопичується близько 10-15 % водорозчинних речовин до маси сухих речовин. Також відомо, що на стадії солодоращення втрачається близько 12 % білкових речовин від їх кількості у вихідному ячмені [69].

Свіжопророслий солод під час сушіння та витримки зазнає біохімічних змін, які залежать від температури та умов процесу [70]. Так як свіжовисушений солод не придатний для переробки, його витримують 3-4 тижні на складі. Зміна вмісту амінокислот у процесі сушки та витримки солоду представлена в табл. 1.9.

Таблиця 1.9

Вміст амінокислот у світлому солоді залежно від технологічного процесу

Амінокислоти	Вміст амінокислот (в мг на 100 г СР) у солоді		
	Свіжопророслий	Свіжовисушений	Витриманий
1	2	3	4
Незамінні амінокислоти			
Валін	79,3	77,5	78,5
Ізолейцин	52,7	49,0	48,2
Лейцин	85,9	83,3	86,8
Лізин	44,3	44,0	45,5
Метіонін	5,3	8,1	9,0
Фенілаланін	86,1	93,2	92,8
Замінні амінокислоти			
Аланін	19,8	43,4	47,4
Аргінін	63,2	115,6	118,2
Аспарагінова кислота	61,9	54,1	53,1
Гістидин	44,8	42,2	39,9
Гліцин	66,4	51,9	45,5

Продовження табл. 1.9

1	2	3	4
Глутамінова кислота	6,4	12,5	13,3
Пролін	206,1	235,0	222,3
Серин	53,7	41,2	45,3
Тирозин	59,4	69,2	69,2
Треонін	46,8	45,0	48,6

Як видно з наведених даних кількість деяких амінокислот (валіну, лейцину, лізину, метіоніну, аланіну, аргініну, глутамінової кислоти, проліну, тирозину, треоніну) порівняно зі свіжопророслим солодом, збільшується саме під час витримки. До того ж під час сушіння - лейцин, лізин, треонін дещо зменшуються, а під час витримки — збільшуються.

Основним параметром, який впливає на склад амінокислот, є температура сушіння. Зниження вмісту як окремих амінокислот, так й α -амінного азоту відбувається за рахунок утворення барвних та ароматичних речовин. Під час сушіння світлого солоду ці зміни не значні щодо темних типів, висока температура сприяє інтенсивності меланоїдиноутворення, що суттєво зменшує кількість амінокислот. Взаємодія цукрів та амінокислот зумовлює утворення не тільки меланоїдинів, але й летких альдегідів, які впливають на аромат солоду. Найбільшою реакційною здатністю до меланоїдиноутворення відрізняються аргінін, тирозин і триптофан. У процесі синтезу меланоїдинів утворюються редуکتони, до яких належать сполуки ароматичного ряду — пірокатехін і гідрохінон. Забарвлення редуктонів відбувається в дегідроформі. Амінокислоти також реагують із квінонами, утворюючи сполуки, які розкладаються викликаючи побуріння. На смак солоду впливають гліцин та аланін, які під час конденсації з глюкозою дають карамельний присмак, валін — приємний аромат хлібної корки [69].

Подальший гідроліз білкових речовин, але дещо менше, ніж при солодощенні, проходить під час пивоваріння. Головною стадією технології пива є приготування пивного сусла, яке включає такі операції: затирання

зернопродуктів, фільтрації та охмелення. Солод, що надходить на приготування затору, характеризується досить високим вмістом протеолітичних ферментів: ендопептидаз та екзопептидаз. Останні представлені в солоді амінопептидазою, дипептидазою та карбоксипептидазою.

Для отримання пива не потрібно, щоб білкові речовини, повністю перетворювалися на продукти розпаду, оскільки має бути певне співвідношення окремих фракцій білків.

Мета затирання — вилучення екстрактивних речовин із зернопродуктів, які отримують завдяки ферментам при оптимальних для їх дії температур [69, 71]. Після проведення протеолізу в заторі містяться розчинні білки, пептиди та амінокислоти. Білки поділяють на дві основні групи: прості та складні. Прості білки складаються винятково з залишків амінокислот, які утворюють поліпептидні ланцюги. Складні білки, крім амінокислот, містять інші біомолекули або іони металів, що приєднуються до них за допомогою ковалентного зв'язку [72]. Основну масу білків зернових культур становлять прості білки, які за ступенем розчинності поділяють на глобуліни, альбуміни, глютеліни та гордеїни (проламіни) [73]. Альбумін та глобулін містяться в невеликій кількості, мають гідрофільний характер і залишаються в суслі.

Найбільш поширені білки у пивній дробині — це глютеліни та гордеїни, також відомі як проламіни через їх високий вміст проліну та глютаміну. Саме ці білки є джерелом незамінних та замінних амінокислот [74, 75]. Глютелін є другою за поширеністю фракцією в запасних білках ячменю, що становить 35–45 % від загального запасного білка. Він містить високий рівень глютаміну, проліну та гліцину, а також багатий на інші гідрофобні амінокислоти [76].

Амінокислоти виконують роль структурних елементів білків, відрізняються одна від одної будовою бічних ланцюгів та поділяються на 2 групи:

1. Амінокислоти з неполярними (гідрофобними) аліфатичними (аланін, валін, лейцин, ізолейцин, метіонін, пролін) або ароматичними (фенілаланін і триптофан) R — групами.

2. Амінокислоти з полярними (гідрофільними) R — групами [73].

Заторна маса складається з двох фракцій: твердої та рідкої. Рідка – це розчин екстрактивних речовин (сусло), а тверду називають дробиною. Для виробництва пива використовують лише сусло, яке відокремлюють від дробини та спрямовують на охмеління. Розділення фаз називають фільтруванням затору. Після фільтрації неполярні амінокислоти переважно залишаються в пивній дробині, а полярні у пивному суслі.

Пивна дробина є основним відходом пивоварної галузі, яку отримують на стадії фільтрації сусла, в кількості до 30 % від початкової сировини [77]. У 2024 році в Україні було вироблено 140 млн. дал пива [78]. 10 дал пива дає 20 кг вологої пивної дробини (ВПД) [79, 80], що означає, що в 2024 році було вироблено 280 тис. тонн ВПД. До складу якої входить 17 % целюлози, 28 % нецелюлозних полісахаридів (переважно арабіноксиланів) та 28% лігніну. У дробини залишається близько 70 % білків, що містяться в солоді. Високий вміст клітковини та білка сприяє застосування дробини в розробці функціональних харчових продуктів [81].

В останні роки біоактивні сполуки, зокрема, фенольні сполуки, отримали значну увагу для додавання у харчові продукти завдяки їхньому потенціалу для сприяння здоров'ю людини, такому як антиоксидантна, антиалергічна, протизапальна та антимікробна дія та зниження захворюваності на діабет і рак, а також факторів ризику серцево-судинних захворювань. Завдяки цьому важливому корисному впливу на здоров'я людини, дослідження, спрямовані на пошук природних ресурсів, багатих на біоактивні фенольні сполуки, активізувалися [82]. За даними польських дослідників пивна дробина, до складу якої входить світлий солод, містить більшу кількість поліфенолів порівнянно з темним солодом [83]. Ця різниця може бути пов'язана з меланоїдинами, вміст яких залежить від температури

сушіння. Відомо, що меланоїдини можуть утримувати поліфеноли у своїй структурі, знижуючи вміст вільних фенольних сполук [84].

Враховуючи високу вологість пивної дробини (близько 80 %), що обумовлює обмежений термін зберігання, останнім часом все більше пивоварних підприємств в Україні впроваджують стадію сушки.

Середній хімічний склад пивної дробини наведений в табл. 1.10 [85].

Таблиця 1.10

Середній хімічний склад пивної дробини

Дробина	Склад, %					
	вода	білок	безазотні речовини	жир	клітковина	зола
Сира	75,0	5,0	11,0	2,0	6,0	1,0
Висушена	10,5	19,0	38,0	7,5	18,0	7,0

Пивна дробина також є джерелом вітамінів, мікро- макроелементів (табл. 1.11).

Таблиця 1.11

Хімічний склад пивної дробини (г/1000 г)

№ п/п	Показник	Сира	Суша
1	2	3	4
1	Суша речовина	232	887
2	Сирий протеїн	58	217
3	Лізин	2,2	7,7
4	Метіонін + цистин	1	3,5
5	Сира клітковина	39	160
6	Безазотисті екстрактивні речовини (МЕВ)	107	406
7	Сирий жир	17	60
8	Кальцій	0,5	3
9	Калій	0,3	1,7
10	Фосфор	1,1	6,6
11	Магній	0,4	1,9
12	Натрій	0,65	3
13	Залізо, мг	50	290
14	Мідь, мг	2,2	21,3

Продовження табл. 1.11

1	2	3	4
15	Цинк, мг	22	108
16	Марганець, мг	8	37,6
17	Кобальт, мг	0,05	0,2
18	Йод, мг	0,02	0,1
19	Каротин, мг	1,6	-
20	Вітамін Е (токоферол), мг	14	23
21	Вітамін В1 (тіамін), мг	0,2	0,6
22	Вітамін В2 (рибофлавін), мг	0,3	0,9
23	Вітамін В4 (холін), мг	510	1300
24	Вітамін РР (нікотинова кислота), мг	13	36

Із таблиці 1.11 визначили, що пивна дробина містить основні мікро-, макроелементи (Са, Р, Fe, Mn, Cu, Zn), вітаміни Е, В і РР. Значний вміст фосфору сприяє регуляції обміну речовин, необхідний для утворення АТФ. У разі нестачі знижується розумова й фізична працездатність.

Залізо — кровотворний елемент, що сприяє перенесенню кисню, який надходить із повітря до тканин організму. У разі дефіциту спостерігаємо зменшення концентрації гемоглобіну та кількості еритроцитів у крові, що призводить до анемії [11]. Також кровотворні властивості має цинк, якого в 100 г пивної дробини міститься 108 мг. Особливої уваги заслуговують вітаміни.

Вітамін В4 —належить до вітаміноподібних речовин, бере участь в обміні жирів, нестача холіну призводить до порушення функції нирок та цирозу печінки. Нікотинова кислота має гіполіпідемічну дію й активний вплив на фібринолітичну систему [86].

Внесення пивної дробини до рецептур дає можливість забезпечувати харчові продукти триацилгліцеридами, діацилгліцеридами, жирними кислотами, стеролами, стеринними ефірами та стеринними глюкозидами, а також різними вуглеводами (зокрема алкани та каротиноїди) [87].

Завдяки білкам, до складу яких входять незамінні амінокислоти, дробина сприятливо впливає на організм людини [60].

Відомо, що амінокислотний склад пивної дробини залежить від сировини, яку використовують у процесі пивоваріння, а саме солоду та несолодженого зерна (кукурудзи, ячменю, пшениці, рису). Основна сировина — це пивоварний ячмінний солод, який відповідно до ДСТУ 4282:2018 [88] поділяють на: світлий, темний, карамельний та палений тип. У дослідженні [89] було проведено порівняльну характеристику амінокислотного складу білка ПД отриманої зі світлих та темних типів солоду. Результати показали, що пивна дробина до складу якої входить лише світлий солод, мала вищий рівень усіх амінокислот, з яких найбільше глютаміну, проліну, лейцину та аспарагіну.

Це зумовлено тим, що темні типи солоду проходять високотемпературну сушку, в результаті чого амінокислоти розкладаються або використовуються в реакціях типу Майяра. Такі амінокислоти, як лізин, треонін, аргінін, валін, метіонін, цистеїн є нестійкими до високих температур, в результаті розщеплення яких виокремлюється сірководень, що суттєво впливає на органолептичні властивості продукту, а саме – запах. Відносно стабільними до високих температур є пролін, ізолейцин, аланін і аспарагінова кислота [90, 91].

Використання несолодженої сировини в пивоварінні призводить до зміни профілю та вмісту амінокислот білку ПД [92, 93].

Завдяки своєму багатому на білок складу, пивна дробина, до складу якої входить 100% світлий солод, має потенціал для використання, забезпечуючи користь для здоров'я споживачів.

Згідно з ДСТУ 7345:2021 [94] дробина пивоваріння має відповідати фізико-хімічним та органолептичним показникам, зазначеним у таблицях 1.12, 1.13.

Дробина пивоваріння сира та сира збагачена

Таблиця 1.12

Фізико-хімічні показники дробини пивоваріння сирії та сирії
збагаченої

Назва показника	Значення		Метод контролювання
	дробини пивоваріння сирії	дробини пивоваріння сирії збагаченої	
Масова частка вологи, %, не більше ніж	88,0		Відповідно до ДСТУ 7345:2021

Таблиця 1.13

Органолептичні показники дробини пивоваріння сирії та сирії збагаченої

Назва показника	Характеристика		Метод контролювання
	дробини пивоваріння сирії	дробини пивоваріння сирії збагаченої	
Зовнішній вигляд	Кашоподібний, від рідкого до розсипчастого		Відповідно до 7345:2021
Запах	Хлібний, слабо виражений. Не дозволено: запах плісняви, затхлий та інші сторонні запахи		Відповідно до 7345:2021
Колір	Від світло-жовтого до темно-коричневого		Відповідно до 7345:2021

Відповідно до стандарту [94] дробина пивоваріння сира - відхід (залишок) пивоварного виробництва, який одержаний після фільтрування пивного затору.

Дробина пивоваріння сира збагачена - відхід (залишок) пивоварного виробництва, одержаний після фільтрування пивного затору, з додаванням відходів пивоварного виробництва.

Дробина пивоваріння висушена та висушена збагачена

Дробина пивоваріння висушена — відхід (залишок) пивоварного виробництва, одержаний після сушіння дробини пивоваріння сирії.

Дробина пивоваріння висушена збагачена — відхід (залишок) пивоварного виробництва, одержаний після сушіння дробини пивоваріння сирії збагаченої [94].

За фізико-хімічними показниками дробина пивоваріння висушена та висушена збагачена має відповідати вимогам, зазначеним у табл. 1.14.

Таблиця 1.14

Фізико-хімічні показники дробини пивоваріння висушеної та висушеної збагаченої

Назва показника	Значення		Метод контролювання
	дробини пивоваріння висушеної	дробини пивоваріння висушеної збагаченої	
Масова частка води, %, не більше ніж	14,0		Відповідно до ДСТУ 7345:2021
Масова частка сирого протеїну в сухій речовині, %, не менше	17,0	18,0	Відповідно до ДСТУ 7345:2021
Масова частка сирії клітковини в сухій речовині, %, не більше	22,0		Відповідно до ДСТУ 7345:2021
Масова частка сирії золи в сухій речовині, %, не більше ніж	6,0		Відповідно до ДСТУ 7345:2021
Масова частка сирого жиру в сухій речовині, %, не більше ніж	12,0		Відповідно до ДСТУ 7345:2021

Вживання ПД корисно для здоров'я людини, зокрема: зменшує частоту утворення жовчних каменів та знижує рівень холестерину та глюкози, все це завдяки багатому на білок вмісту глутаміну, не целюлозних полісахаридів та

розчинних харчових волокон [87]. Також її можна додавати до їжі для збільшення вмісту клітковини та білка [65].

Завдяки своєму складу та наявності важливих азотовмісних поживних речовин пивну дробину активно використовують як біологічно активну добавку в харчовій промисловості [95]. Результати численних досліджень підтвердили її ефективність у збалансуванні рецептури продуктів, таких як хліб, вафлі, печиво, сухі сніданки, макарони та ковбаси. Додавання дробини до складу пшеничного хліба демонструє значне збільшення вмісту клітковини, зміни в жирності продукту, покращення водоутримувальної здатності та консистенції, а також надає виробам приємний солодкуватий смак [96, 97]. У Румунії м'ясопереробна галузь має високий рівень розвитку, зокрема копчені ковбаси мають високу популярність серед споживачів. З огляду на це, важливим завданням є розширення асортименту копчених ковбас шляхом використання рослинних компонентів, багатих на білок. У межах досліджень було запропоновано технологію виготовлення копчених ковбас із додаванням пивної дробини. За фізико-хімічними характеристиками спостерігалось покращення структури фаршу завдяки здатності білків утримувати воду, що підвищує водозв'язувальну властивість продукту. Щодо органолептичних характеристик суттєвих змін у смаку чи текстурі не зафіксовано [98]. Максимальна кількість пивної дробини в м'ясних виробках 15 %, під час використання екструзійної дробини не більше 10 %, так як змінюється колір, текстура та структура продуктів. Це призводить до отримання темніших продуктів із досить щільною структурою [99, 100].

Дослідження науковців засвідчують ефективність додавання борошна пивної дробини при виробництві сосисок. Контрольна сосиска отримала високі бали за органолептичними показниками. Авторами запропоновано використовувати ПД для виробництва м'ясних продуктів із низьким вмістом жиру та високим вмістом клітковини [100].

Використання ПД як сировини у технології ковбасних виробів сприяє зменшенню забруднення навколишнього середовища, знижує витрати на

виробництво, зменшуючи собівартість готових виробів, та кількісно визначає їхню харчову цінність [101].

Висновки до 1 розділу:

1. Проаналізувавши літературні джерела визначили, що в Україні є попит на ковбасні вироби у населення. Але враховуючі гострий дефіцит м'ясної сировини та, зниження купівельної спроможності населення, спонукає науковців до розробки нових рецептур, поєднуючи тваринну та рослинну сировину.

2. Проведено аналіз основної сировини варено-копчених ковбас. Встановлено, що тваринний жир є джерелом енергії, до складу якого входять біологічноактивні тригліцериди (лінолева, ліноленова, та арахідонова), поліненасичені жирні кислоти, які не синтезуються в організмі людини і є джерелом жиророзчинних вітамінів, відповідно, які мають назву - вітамін F. Також визначено, що тваринний білок належить до повноцінного, так як містить усі незамінні (есенціальні) амінокислоти.

3. Доведено, що рослинна сировина дозволяє збагачувати м'ясні вироби функціональними інгредієнтами та підвищуючи харчову цінність готового продукту. Визначено доцільність використання текстурованих рослинних білків, які можуть частково замінити м'ясну сировину в ковбасних виробках, забезпечуючи економічний, функціональний та високобілковий харчовий інгредієнт.

4. Показана доцільність додавання пивної дробини до екструдатів, для покращення текстури продукту, зменшення собівартості і вирішення питання щодо утилізації відходу пивоварної промисловості. Аналіз вітчизняної та зарубіжної літератури свідчить, що пивна дробина є цінною сировиною з високим вмістом поживних речовин. Використання якої, в якості сировини, в харчовій промисловості, зокрема і в ковбасних виробках, сприяє зменшенню забруднення навколишнього середовища, знижує витрати на виробництво, зменшуючи собівартість готових виробів, та кількісно визначає їхню харчову цінність.

РОЗДІЛ 2

ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження дисертаційної роботи проводили в лабораторії кафедри технології м'ясних, рибних та морепродуктів Національного університету біоресурсів і природокористування України у відділі аналітичних досліджень та якості харчової продукції Інституту продовольчих ресурсів Національної академії аграрних наук України та випробувальній лабораторії харчової промисловості Черкаської філії державного підприємства «Полтавського регіонального науково-технічного центру стандартизації, метрології та сертифікації».

2.1 Асортимент та характеристика сировини використаної під час проведення досліджень

Асортимент сировини наведений у таблиці 2.1 [94, 102-109].

Таблиця 2.1

Асортимент та характеристика сировини

№ п/п	Сировина	Нормативний документ
1	2	3
1	М'ясо свинини	ДСТУ 7158:2010 М'ясо. Свинина в тушах і півтушах. Технічні умови.
2	М'ясо яловичини	ДСТУ 6030:2008 М'ясо. Яловичина та телятина в тушах, півтушах і чвертинах. Технічні умови.
3	Пивна дробина	ДСТУ 7345:2021 Дробина пивоваріння. Технічні умови.
4	Технологічна вода	ДСТУ 7525:2014 Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості.
5	Сіль	ДСТУ 3583:2015 Сіль кухонна. Загальні технічні умови.
6	Цукор	ДСТУ 4623:2023 Цукор. Технічні умови.

Продовження табл. 2.1

1	2	3
7	Перець чорний	ДСТУ ISO 959-1:2008 Перець (<i>Piper nigrum</i> L.) горошком чи змелений. Технічні умови. Частина 1. Чорний перець (ISO 959-1:1998, IDT).
8	Мускатний горіх	ДСТУ 7411:2013 Прянощі. Мускатний горіх. Технічні умови.

2.2 Програма та схема проведення досліджень

Схему проведення досліджень представлено на рис. 2.1

На першому етапі досліджень проведено аналіз науково-технічної літератури за темою дисертаційного дослідження серед провідних публікацій України та світу. Розглянуто асортимент м'ясних продуктів на продовольчому ринку України, проаналізовано основну сировину (свинину та яловичину) у виробництві варено-копчених ковбас, за фізико-хімічними показниками та амінокислотним складом тваринних білків. Крім цього, опрацьовано літературу щодо використання в м'ясопереробній промисловості нетрадиційної рослинної сировини, зокрема пивної дробини та білкових текстуратів.

На другому етапі в експериментальній частині, на основі даних літературних джерел, отримано суху пивну дробину, в якій визначено фізико-хімічні показники, доведено, що пивна дробина багата на білки та клітковину, що спонукало до розробки технології злаково-соєвого текстурованого продукту, в якому знежирене соєве борошно частково замінено ПД. В отриманому ЗСТП визначено фізико-хімічні, органолептичні та мікробіологічні показники.

На цьому ж етапі розроблено рецептури варено-копчених ковбас із частковою заміною м'ясної сировини ПД та ЗСТП та проведено фізико-хімічні, структурно-механічні, органолептичні та мікробіологічні дослідження напівфабрикатів та готових продуктів.



Рисунок 2.1 Схема проведення досліджень

Показано математичне моделювання методом факторних просторів, яке є одним із найважливіших під час виробництва варено-копчених ковбас.

Заключним етапом є розрахунок економічної ефективності заміни м'ясної сировини у виробництві варено-копчених ковбас на альтернативні рослинні білкові інгредієнти та впровадження результатів у виробництво.

2.3 Об'єкт та предмет досліджень

Об'єкт досліджень — технологія варено-копчених ковбас із використанням рослинних білків.

Предмет досліджень — пивна дробина, соєвий білковий текстурат, злаково-соєвий текстурований продукт, фаршева система, варено-копчені ковбаси.

2.4 Методи проведення досліджень

Аналіз сировини, напівфабрикатів та готової продукції проведено за загальноприйнятими методиками. Відбір і підготовку дослідних проб для мікробіологічних аналізів проведено згідно з ДСТУ 8051:2015 [110] та ДСТУ 8381:2015 [111] відповідно. Відбір проб та органолептичне оцінювання свіжості м'яса та м'ясної сировини здійснено згідно з ДСТУ 7963:2015 [112] та ДСТУ 7992:2015 [113].

Для оцінки якості проведені наступні експериментальні дослідження:

Вміст вологи в пивній дробині та злаково-соєвому текстурованому продукті визначали згідно з ДСТУ ISO 6496:2005 [114] методом висушування, до постійної маси, в сушильній шафі при температурі 103 °С. У м'ясному фарші та готовій продукції — методом висушування наважки масою 5,0 гр у сушильній шафі при температурі 130-150 °С до постійної маси [12, 118].

Масову частку вологи розраховано за формулою:

$$W = \left(\frac{m_1 - m_2}{m_1 - m} \right) \cdot 100, \quad (2.1)$$

де W – масова частка вологи, %,

m_1 – маса бюкса з наважкою до висушування, г;

m_2 – маса бюкса з наважкою після висушування, г;

m – маса порожнього бюкса, г.

Масову частку сирого протеїну визначено методом К'ельдаля, згідно з ДСТУ 7169:2010 р.7 [115]. Цей метод ґрунтується на повній мінералізації наважки досліджуваного матеріалу концентрованою сірчаною кислотою за допомогою каталізаторів, відгонці аміаку та титруванням досліджуваної проби [118].

Метод визначення масової частки сирогої клітковини, ґрунтовано на вилученні з продукту кислотно-лужно-розчинених речовин і визначенні маси залишку, який умовно беруть як клітковину за ДСТУ 8844:2019 [116].

Масову частку жиру в пивній дробині та злаково-соєвому текстурованому продукті визначено за ДСТУ ISO 6492:2003 [117]. У зразках варено-копчених ковбас визначення проведено на аналізаторі жиру SOX 406 (Китай) екстракційно-ваговим методом Сокслета. Після екстрагування з наважки жиру за допомогою петролейного ефіру розчинника, гільзу висушено до постійної маси. Вміст жиру розраховано за формулою 2.2, згідно з ДСТУ ISO 1443:2005 [120]:

$$X = \left(\frac{m_1 - m_2}{m} \right) \cdot 100, \% \quad (2.2)$$

де m_1 – маса гільзи з наважкою до екстракції, г;

m_2 – маса гільзи з наважкою після екстракції, г;

m – маса досліджуваного зразка (перед висушуванням), г.

Масову частку хлоридів розраховано за методом Мора. До наважки додали дистильованої води (1:20), перемішували протягом 30 хв та фільтрували. Отриманий фільтрат титрували 0,05 N розчином нітрату срібла, з

додаванням хромат-іону як індикатор, до появи оранжевого забарвлення розчину [118].

Масову частку хлоридів визначено за формулою 2.3:

$$X = \frac{0,00292 \cdot K \cdot V_a \cdot 100 \cdot 100}{m_0 \cdot V_B}, \quad (2.3)$$

де 0,00292 - кількість NaCl, яка витрачається при обробці фільтрату 1 см³

0,05н розчину нітрату срібла, г;

K - поправочний коефіцієнт до титру 0,05 н. розчину AgNO₃;

V_a - кількість розчину AgNO₃ витрачена на титрування, см³;

V_B - кількість фільтрату, відібрана на титрування, см³;

m₀ - наважка продукту, г.

Масову частку золи визначено шляхом спалювання наважки у муфельній печі при температурі (550 ± 25) °С згідно з ДСТУ ISO 936:2008 [121].

Визначення вологостійкості зв'язувальної здатності м'ясних фаршевих систем проводилося «Методом пресування», який ґрунтується на виділенні води дослідним зразком масою 300 мг при пресуванні вантажем масою 1000 г, сорбції води, що виділяється через фільтрувальний папір. Кількість вологи обраховують за площею плями, яку вона залишає на фільтрувальному папері [12].

ВЗЗ розраховано за формулами:

$$X_1 = \frac{(M-8,4S)100}{m_0}; \quad (2.4)$$

$$X_2 = \frac{(M-8,4S)100}{M}; \quad (2.5)$$

де X₁ - масова частка зв'язаної вологи в м'ясному фарші, % до маси м'яса;

X_2 - масова частка зв'язаної води в м'ясному фарші, % до загальної води;

S - площа вологої плями, мг;

m_0 – наважка м'яса, мг;

M - загальна маса води в наважці, мг.

Пластичність фаршевих систем визначено за даними, отриманими при визначенні ВЗЗ. Для обчислення використовували площу вологої плями, що утворилася під дією навантаження масою 1000 г упродовж 10 хв і визначали за формулою [12]:

$$\Pi = \frac{V_{\phi} \cdot 10^6}{m}; \quad (2.6)$$

де V_{ϕ} - площа плями фаршу, см²;

m – маса пресуємої наважки, мг;

10^6 - коефіцієнт переведення розмірностей маси з мг у кг.

рН визначали потенціометричним методом. Метод заснований на вимірі електрорушійної сили, яка виникає в системі двох електродів. Електроди занурюють у дослідну рідину та проводять підрахунок показників по шкалі приладу [12].

Показник penetрації готових виробів визначено на пенетрометрі Ulab 3 – 31 М - голковим індентором. Для проведення вимірювання пробу поміщали в бокс, для уникнення повітряних включень продукт ущільнювали за допомогою шпателя. Загалом здійснено три вимірювання на відкритій поверхні зразка. Виміри виконано на відстані щонайменше 10 мм від краю зразка і якомога далі від місць проведення інших вимірювань, щоб уникнути потрапляння деформованої ділянки поверхні в область вимірювання [119].

Перерахунок значення penetрації в Па здійснено за формулою:

$$\theta = Ph^{-2} = mgh^{-2}, \quad (2.7)$$

де Р- задане зусилля, Н;

h - глибина занурення голкового індентора, м;

g - прискорення вільного падіння ($9,8 \text{ м/с}^2$);

m - маса голки, штанги та додаткового вантажу, кг.

m штанги - 47,3г, m вантажу - 50,0г, m голки - 2,7г.

Вихід готового продукту розраховано за різницею мас варено-копчених ковбас до і після його теплової обробки.

Втрати під час термічної обробки, %:

$$X = \frac{(a-a_1)-(b-b_1)}{a-a_1}, \quad (2.8)$$

де a – маса батончика до термічної обробки, г;

a₁ - маса оболонки до термічної обробки, г;

b - маса батончика після термічної обробки, г;

b₁ - маса оболонки після термічної обробки, г.

Амінокислотний склад дослідних зразків, згідно нормативним документом ДСТУ ISO 13903:2009, визначено на високоефективному рідинному хроматографі (HPLC) [122]. Для визначення біологічної цінності білків використовують метод, згідно з яким розраховано показник амінокислотного скору (АС): відношення вмісту незамінної амінокислоти (а.к.) в досліджуваному білку до її кількості в еталонному білку. Формула (в %) має вигляд: [27].

$$AC = \frac{\text{мг а.к. в 1 г білка}}{\text{мг а.к. в 1 г етанолу}} \cdot 100. \quad (2.9)$$

Розраховано коефіцієнт утилітарності, який досить повно відображає збалансованість незамінних амінокислот відносно еталона [12]:

$$U = \frac{\sum_{j=1}^k (A_j a_j)}{\sum_{j=1}^k (A_j)}, \quad (2.10)$$

де A_j – вміст j -ї незамінної амінокислоти в продукті, г/100г білка;

a_j – коефіцієнт утилітарності j -ї незамінної амінокислоти (частки одиниці);

Коефіцієнт розрізнення амінокислотного скору (КРАС, %) показує середній надлишок амінокислотного скору незамінних амінокислот порівняно з найменшим рівнем скору будь-якої незамінної кислоти. Оцінку ступеня використання білка розраховано за формулою [12]:

$$\text{КРАС} = \frac{\sum_{j=1}^n (AC_i - AC_{\text{л}})}{n}, \quad (2.11)$$

де AC_j – значення амінокислотного скору i -тої амінокислоти, %;

$AC_{\text{л}}$ - значення амінокислотного скору лімітуючої амінокислоти, %.

n – кількість незамінних амінокислот.

Розрахунок біологічної цінності харчового білка, %, визначено за формулою [12].

$$\text{БЦ} = 100 - \text{КРАС}, \% \quad (2.12)$$

Визначення жирнокислотного складу зразків ковбас проведено згідно з ДСТУ EN ISO 12966-4:2019 [123]. Хроматографічний аналіз жирних кислот виконано на газовому хроматографі «Кристал 2000».

Мікробіологічний аналіз за: загальною кількістю мезофільних аеробних та факультативно анаеробних мікроорганізмів (МАФАНМ) згідно з ДСТУ 8446:2015 [124], кількістю бактерій групи кишкової палички (БГКП) згідно з ДСТУ ГОСТ 30726-2002 [125], кількістю патогенних мікроорганізмів із роду Сальмонела згідно з Інструкцією 1135-73 ст.37, ДСТУ EN12824:2004 [126], плісняві гриби згідно з ДСТУ 8447:2015 [127].

Мікробіологічні показники готової продукції визначено відповідно до вимог стандарту [124, 125, 126, 128].

Органолептичне оцінювання проводили для визначення таких показників, як вигляд на розрізі, смак, аромат та консистенції за допомогою органів чуття. Оцінювання проведено за п'ятибальною шкалою. До того ж дегустаторів попередньо ознайомлювали з переліком встановлених показників і характеристик для кожного балу обраної системи оцінювання [12, 129, 130].

2.5 Методи статистичної обробки даних

Дисертаційна робота виконана з використанням комп'ютерної техніки та інформаційних технологій. Для швидкого пошуку та обробки необхідної інформації використовували систему Google, табличний процесор Excel 2010, Power Point.

Висновки до розділу 2

1. Визначено об'єкт досліджень, яким є технологія варено-копчених ковбас із використанням рослинних білків, а також предмет досліджень – м'ясна сировина, пивна дробина, борошно пивної дробини, соєвий білковий текстурат, злаково-соєвий текстурований продукт, варено-копчені ковбаси.
2. Розроблено схему теоретичних та експериментальних досліджень із удосконалення технології варено-копчених ковбас.
3. Підібрані методики експериментальних досліджень для визначення наступних показників: фізико-хімічних, структурно-механічних, мікробіологічних та органолептичних.
4. Використано сучасні методи математичного моделювання варено-копчених ковбас, які забезпечують високу точність результатів.

РОЗДІЛ 3

РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОТРИМАННЯ ЗЛАКОВО-СОЄВОГО ТЕКСТУРОВАНОГО ПРОДУКТУ (ЗСТП)

3.1 Характеристика пивної дробини як харчової сировини

Основним завданням технології виробництва варено-копчених ковбас із додаванням рослинного білка є підбір білкововмісної сировини рослинного походження з такими показниками, як: економічність, технологічність та безпечність. Значна увага надається вторинним ресурсам харчових виробництв, які можуть бути перероблені або відновлені для подальшого використання. З огляду на економічні та екологічні аспекти, пивна дробина виступає найбільш перспективним джерелом рослинного білка [23].

Відхід пивоваріння, волога пивна дробина (ВПД) характеризується складним хімічним складом, який варіюється залежно від сорту ячменю, часу збору врожаю, процесу солодощення та затирання. Високий вміст харчових волокон, білка, мінералів, поліфенолів, вітамінів та ліпідів завжди входить до складу ПД. Ці якісні характеристики, на додаток до його низької вартості та високого рівня доступності, роблять ПД придатну як функціональний харчовий інгредієнт [87]. Висока вологість, яка становить близько 80 %, обмежує її термін придатності до 7–10 днів [131]. Для продовження терміну зберігання можливе консервування, яке здійснюють або за допомогою органічних кислот (молочної, бензойної, мурашиної чи оцтової), що менш привабливо для споживачів, які прагнуть натуральності в продуктах, або шляхом додавання суміші бензоату, пропіонату та сорбату в концентрації 0,2–0,3 % (об./об.), що забезпечує подовження строку придатності на 4–5 днів [80]. Найбільш ефективним методом консервування ВПД вважається сушіння. Цей процес зазвичай проводять у два етапи: попереднє пресування і власне сушіння, при якому вологість матеріалу знижують до 10 %. За даними дослідження [80], існують й альтернативні підходи до сушіння:

- Сушіння в конвективній сушарці при температурі 60 °С.

- Автоклавування при температурі 121 °С упродовж години, але це призводить до розчинення полісахаридів і фенольних сполук.

- Метод сушіння шляхом заморожування потребує великого приміщення для зберігання, можуть відбуватися зміни вмісту арабінози.

- Пресування у поєднанні з мембранною фільтрацією та вакуумним сушінням, а завершальне сушіння на повітрі протягом двох днів дає можливість знизити вологість до 10 % і гарантує захист продукту від мікробного росту протягом шести місяців.

Для довготривалого зберігання оптимальною є вологість на рівні 10 %.

У роботі використовували пивну дробину отриману на ПП «Альтамар» Пивоварні «Оскар» після фільтрації затору з 100 % ячмінного світлого солоду, виготовленому на ТОВ «Канів-солод».

Сушіння вологої пивної дробини проводили за технологією, яку впроваджено при Радомишльському пивзаводі Житомирської області [85].

Дробину ($W = 72-76\%$) зневоднювали на механічному пресі до вмісту в ній води 55-57 %, що забезпечує її збереженість до 78 годин при температурі не вище 20 °С. Воду, отриману після пресування, можна направити на очисні споруди для біологічного очищення або повторно використовувати під час процесу затирання зернових продуктів [132]. Відомі дослідження, під час яких, пресову воду в концентрації 5, 10 та 20 % додавали до пивного сусла перед кип'ятінням, та було визнано, що дослідне пиво, за фізико-хімічними та органолептичними показниками, майже не відрізнялося від контрольного [133].

Це уможлиблює не тільки усунути проблему забруднення навколишнього середовища, але й зекономити витрати води для отримання необхідної екстрактивності пивного сусла під час його охмелення.

Висушували ВПД у конвективній сушарці при температурі 60 °С. Аналіз сухої пивної дробини проводили у випробувальній лабораторії харчової промисловості Черкаської філії державного підприємства «Полтавського регіонального науково-технічного центру стандартизації, метрології та сертифікації». Випробувальний центр акредитований національним агентством

з акредитації України на випробування відповідно до вимог ДСТУ EN ISO/IEC 17025:2019 (EN ISO/IEC 17025:2017, IDT; ISO/IEC 17025:2017, IDT). Атестат про акредитацію № 20632 чинний до 01.04.2028. Результати випробування порівняно зі стандартом ДСТУ 7345:2021 [94] наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Хімічний склад сухої пивної дробини

№	Назви показників, одиниці вимірювання	Позначення НД на метод випробування	Результати випробування	Показники згідно з ДСТУ 7345:2021
1	Масова частка вологи, %	DSTU ISO 6496:2005	5,9	Не більше 14
2	Масова частка сирого протеїну в перерахунку на суху речовину, %	DSTU 7169:2010, р.7	19,7	Не менше 17
3	Масова частка сирії клітковини в перерахунку на суху речовину, %	DSTU 8844:2019	18,0	Не більше 22
4	Масова частка сирії клітковини, %	DSTU 8844:2019	16,9	-
5	Масова частка сирого жиру в перерахунку на суху речовину, %	ГОСТ 13496.15-97 DSTU ISO 1443:2005	7,17	Не більше 12,0
6	Масова частка сирого жиру, %	ГОСТ 13496.15-97 DSTU ISO 1443:2005	6,75	-
7	Масова частка сирого протеїну, %	DSTU 7169:2010, р.7	18,5	-

Джерело: розроблено автором на основі власних досліджень

3.2 Технологічні аспекти одержання та склад злаково-соевого текстурованого продукту

Текстуровані рослинні білки є основними інгредієнтами аналогів білків м'яса, і їх зазвичай виробляють методом екструзії [134, 135], який використовується для надання білкам волокнистої текстури, що імітує структуру м'яса.

Розробку технології текстурату проводили на базі інноваційно-виробничого комплексу ТОВ «КР Інгредієнтс». Акт приймання-передачі виконаних робіт за Договором № 10 від 20 вересня 2024 р. наведений у додатку В. Предметом дослідження були соєве борошно та пивна дробина (основна сировина).

Соєве знежирене борошно та борошно пивної дробини отримують шляхом розмелювання та просіювання відповідно знежиреного соєвого шроту та висушеної пивної дробини.

До складу соєвого знежиреного борошна входить 52 % білка, 38 % вуглеводів, 1 % жирів, 35 % сирової клітковини та 5 % золи [136].

Шрот - це продукт переробки олійних культур (сої), містить значну кількість білків (до 50 %), жиру - 0,5-1,5 %, клітковини - 7,0 %, золи - 1,5 %. та має високу ступінь розчинності білків (80 % до загального вмісту протеїну). Білкові добавки, які отримують із шроту, використовують у різних харчових продуктах [46].

Глютен – білок, який отримують із зерен пшениці, володіє високою вологозв'язуючою здатністю. В м'ясній промисловості використовують для покращення текстури виробу.

Всі інгредієнти, відповідно до рецептури (табл. 3.2), змішували з водою, інтенсивно перемішували на високих обертах протягом 2-5 хв., завантажували в екструдер, в якому за рахунок зовнішньої керамічної тени, нагрівали до температури 120-210 °С. У наслідок високої температури сировина перетворюється на розплав, білки денатурують. Під час виходу розплаву із екструдера відбувається різке зниження температури та інтенсивне

випаровування вологи й утворюється пористий текстурований білок із волокнистою макроструктурою.

Таблиця 3.2

Рецептура злаково-соєвого текстурованого продукту

№	Сировина	Масова частка сирого протеїну в перерахунку на суху речовину, %	Маса сировини на 100 кг продукту
1	Знежирене соєве борошно	52	26
2	Соєвий шрот	46	25
3	Пивна дробина	19.7	6,5
4	Глютен	90	6,5
5	Бікарбонат натрію	-	2.5
6	Хлорид натрію	-	2,5
7	Вода	-	31

Джерело: розроблено автором на основі власних досліджень

Аналогічний спосіб отримання текстурованого соєвого продукту був запатентований Глущенко С.О. [137], в якому запропоновано як сировину використовувати соєвий шрот «біла пелюстка», соєвий ізолят білка, соєве борошно, пшеничний глютен, бікарбонат натрію, хлорид натрію. Сировину змішували з водою до вологості 18-30 % і отриману масу екструдували в інтервалі температур від 110 до 210 °С.

У дослідних зразках запропоновано часткову заміну соєвого борошна на пивну дробину з метою зменшення собівартості продукту та вирішення питання щодо раціонального використання відходів пивоваріння [138, 139].

Готовий продукт аналізували за органолептичними, фізико - хімічними та мікробіологічними показниками.

Органолептичні показники належать до невимірних і мають переважно описовий характер. Завдяки сенсорної оцінки можна швидко й об'єктивно надати загальну оцінку якості харчовому продукту. Результати отриманого зразка порівнювали з вимогами стандарту ДСТУ 4538:2006 [104], визначили

високі сенсорні характеристики, які оцінювали за п'ятибальною шкалою. За зовнішнім виглядом, кольором і смаком зразок отримав по п'ять балів щодо запаху, був злегка відчутий солодовий тон, що обумовлює наявність пивної дробини. В табл. 3.3 представлені результати дослідження сенсорних показників злаково-соєвого текстурованого продукту.

Таблиця 3.3

Сенсорні показники злаково-соєвого текстурованого продукту

№	Назва показників	Бали	Характеристика
1	Зовнішній вигляд	5	Волокниста структура, яка нагадує волокна м'язової тканини.
2	Колір	5	Світло - коричневий
3	Смак	5	Без специфічних присмаків, гіркоти, кислуватого та інших сторонніх присмаків
4	Запах	4	Властивий для текстурату соєвого харчового, відчуються легкі солодові нотки
Середній бал		4,75	

Джерело: розроблено автором на основі власних досліджень

Злаково-соєвий текстурований продукт має волокнисту структуру, утворену орієнтованими макромолекулами білка та нагадує волокна м'язової тканини (рис.3.1), що дасть змогу його використовувати як білкову сировину в технології ковбасних виробів, посічених напівфабрикатів та м'ясних і м'ясорослинних консервів.



Рисунок 3.1 Злаково-соевий текстурований продукт

Джерело: розроблено автором на основі власних досліджень

Фізико-хімічні показники злаково-соевого текстурованого продукту мають важливе значення у виробництві м'ясопродуктів. Основна властивість, від якої залежить якість м'ясних виробів — це вологозв'язувальна здатність білків. У м'ясі вода є природнім компонентом, входить до складу високомолекулярних сполук, утворюючи стійкі структурні елементи. Розрізняють такі форми зв'язку, як фізична (структурна), вільна та осмотична (капілярна).

На властивості м'яса, включаючи його консистенцію, значно впливає кількість зв'язаної води та її розподіл за формами й силою зв'язку. У тваринних білках волога більше зв'язана з колагеном і еластином, які переважно є в кістках, м'язах та шкірці тварин. Для виготовлення ковбасних виробів використовують рублене м'ясо, в якому вміст білка, як правило, нижчий, ніж у шматках м'язового м'яса. В цій категорії продуктів тваринний білок може бути замінений рослинним білком з високими функціональними властивостями [140]. Ніколаєнко М.С. у своєму дослідженні [141] довів, що під час додавання рослинного білка до м'ясного фаршу на 15 % збільшувалась вологозв'язувальна здатність.

Дослідження злаково-соєвого текстурованого продукту проводили згідно зі стандартними методами дослідження [114, 115, 116, 120,], отримані показники порівнювали з ДСТУ 4538:2006 [104].

Фізико-хімічні показники наведені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

Фізико-хімічні показники злаково-соєвого текстурованого продукту

№	Назви показників, одиниці вимірювання	Позначення НД на метод випробування	Результати випробування	Показники згідно з ДСТУ 4538:2006
1	2	3	4	5
1	Масова частка сирії клітковини в перерахунку на суху речовину, %	ДСТУ 8844:2019	6,4	-
2	Масова частка сирії клітковини, %	ДСТУ 8844:2019	5,9	-
3	Масова частка сирого жиру в перерахунку на абсолютно суху речовину, %	ДСТУ ISO 1443:2005	6,9	15,0
4	Масова частка сирого жиру, %	ДСТУ ISO 1443:2005	6,3	-
5	Масова частка сирого протеїну в перерахунку на абсолютно суху речовину, %	ДСТУ 7169:2010, р.7	45,4	45,0
6	Масова частка сирого протеїну, %	ДСТУ 7169:2010, р.7	41,5	-
7	Масова частка вологи, %	ДСТУ ISO 6496:2005	8,8	9,0

Джерело: розроблено автором на основі власних досліджень

За стандартом [104], масова частка сирого протеїну в перерахунку на абсолютно суху речовину для текстурату соєвого харчового, виготовленого з соєвого харчового борошна та шроту, повинна становити не менше 45%. В отриманому злаково-соєвому текстурованому продукті цей показник дорівнював 45,4 %. Щодо жиру, спостерігалось його зменшення на 46 % порівняно зі стандартом. Це пояснюється тим, що борошно пивної дробини та сої піддавали процесу знежирення для поліпшення гідрофільності білків.

Клітковина, яка є рослинним полісахаридом, потрапляє в організм людини винятково з їжею.

Додавання клітковини до м'ясних виробів впливає на реологічні властивості продукту завдяки її високій вологоутримувальній здатності. Це сприяє покращенню процесу формування виробів, підвищенню виходу готової продукції та покращенню органолептичних показників. Крім того, відбувається збагачення продуктів харчовими волокнами й зменшення їх калорійності. Клітковина також має важливе значення для здоров'я людини, сприяє стабілізації рівня цукру й холестерину в крові [142]. Мікробіологічний контроль харчових продуктів дає змогу оперативно виявляти патогенну мікрофлору, мінімізувати ризик харчових отруєнь і запобігати розвитку сапрофітів, які є ключовими збудниками псування готових виробів. Для оцінки якості сировини, напівфабрикатів та готової продукції згідно з ДСТУ 8446:2015 [124] використовується показник санітарно-гігієнічного стану — загальна чисельність мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів (МАФАМ).

Мезофільні мікроби мають оптимальну температуру росту в межах 25–40°C і можуть існувати як за наявності кисню, так і без нього. До них належать гнильні спорові та неспороутворювальні бактерії, коки (стафілококи, мікрококи, сарцини), а також деякі умовно-патогенні організми. Підвищення показника МАФАМ засвідчує про ймовірне попадання до об'єкта дослідження збудників інфекційних хвороб або харчових отруєнь [143].

Основними санітарно-показовими мікроорганізмами є бактерії групи кишкової палички (БГКП), які поділяються на три роди: *Escherichia*, *Citrobacter* та *Enterobacter* із сімейства *Enterobacteriaceae*. Найпоширенішим представником є *Escherichia*. БГКП характеризуються високою мінливістю, і під час потрапляння у зовнішнє середовище вони можуть втрачати багато своїх характерних ознак. Тому всі різновиди кишкової палички належать до санітарно-показових мікроорганізмів. Їх наявність у досліджуваному продукті засвідчує про порушення технологічного режиму. Значне забруднення об'єктів кишковими паличками може вказувати на потенційну наявність таких небезпечних мікроорганізмів, як збудники холери чи дизентерії.

Мікробіологічні дослідження показали, що в зразку не було виявлено патогенних мікроорганізмів, що повністю відповідає вимогам національного стандарту ДСТУ 4538:2006 «Текстурат соєвий харчовий». Щодо мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів (МАФАМ), при допустимій нормі вмісту $1,0 \cdot 10^5$ мікроорганізмів на 1 г текстурата було отримано показник $5,1 \cdot 10^2$, що підтверджує безпечність продукту. Стан санітарної якості харчових продуктів також оцінюється за присутністю пліснявих грибів і дріжджів. Гриби здатні продукувати мікотоксини з канцерогенними властивостями, а дріжджі скорочують термін придатності готових виробів. За результатами тестування по БГКП показники є у межах допустимих норм, а дріжджі не були виявлені (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

Мікробіологічні показники злаково-соєвого текстурованого продукту

№	Назва показників	Норми згідно ДСТУ 4538:2006	Результат и випробування	Позначення НД на метод випробування
1	2	3	4	5
1	Кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів, КУО в 1 г, не більше ніж	$1,0 \cdot 10^5$	$5,1 \cdot 10^2$	DSTU 8446:2015

Продовження табл. 3.5

1	2	3	4	5
2	Бактерії групи кишкових паличок (коліформи)	Не допускають	Не виявлено	DSTU 30726-2002. (2003)
3	Патогенні мікроорганізми, зокрема роду <i>Salmonella</i> , в 25 г.	Не допускають	Не виявлено	DSTU EN 12824:2004
4	Плісняві гриби, КУО в 1 г, не більше ніж	$1,0 \cdot 10^2$	Не виявлено (менше 10^*)	DSTU 8447:2015
5	Дріжджі, КУО в 1 г, не більше ніж	$1,0 \cdot 10^2$	Не виявлено (менше 10^*)	DSTU 8447:2015

Джерело: розроблено автором на основі власних досліджень

Отримані показники вказують на доцільність виробництва текстурованого соєвого білка з частковою заміною знежиреного соєвого борошна на борошно з пивної дробини. Розроблена технологія забезпечує отримання продукту, що відповідає високим стандартам безпеки, містить значну частку білка (45,4 %) та має низький рівень жиру (6,1 %).

Результати дослідження наведено в пп. 3.2 та опубліковано у фаховій публікації Cherpurna, O., & Shtonda, O. [139].

3.2.1 Амінокислотний склад білкових текстуратів

Порівнюючи амінокислотний склад білкової фракції рослинних інгредієнтів, які входять до складу текстурованих білкових продуктів (ТБП), можна знайти оптимальні рішення щодо вдосконалення та розширення нових продуктів із функціональними властивостями. Цей підхід може надати цінні рекомендації виробникам під час розробки продуктів, адаптованих до переходу на рослинні дієти, та визначення інноваційних джерел рослинного білка.

Порівняльна характеристика сировини текстурованих рослинних білків (ТРБ) за амінокислотним профілем наведена на рис.3.2 [136, 144, 145, 146, 147].

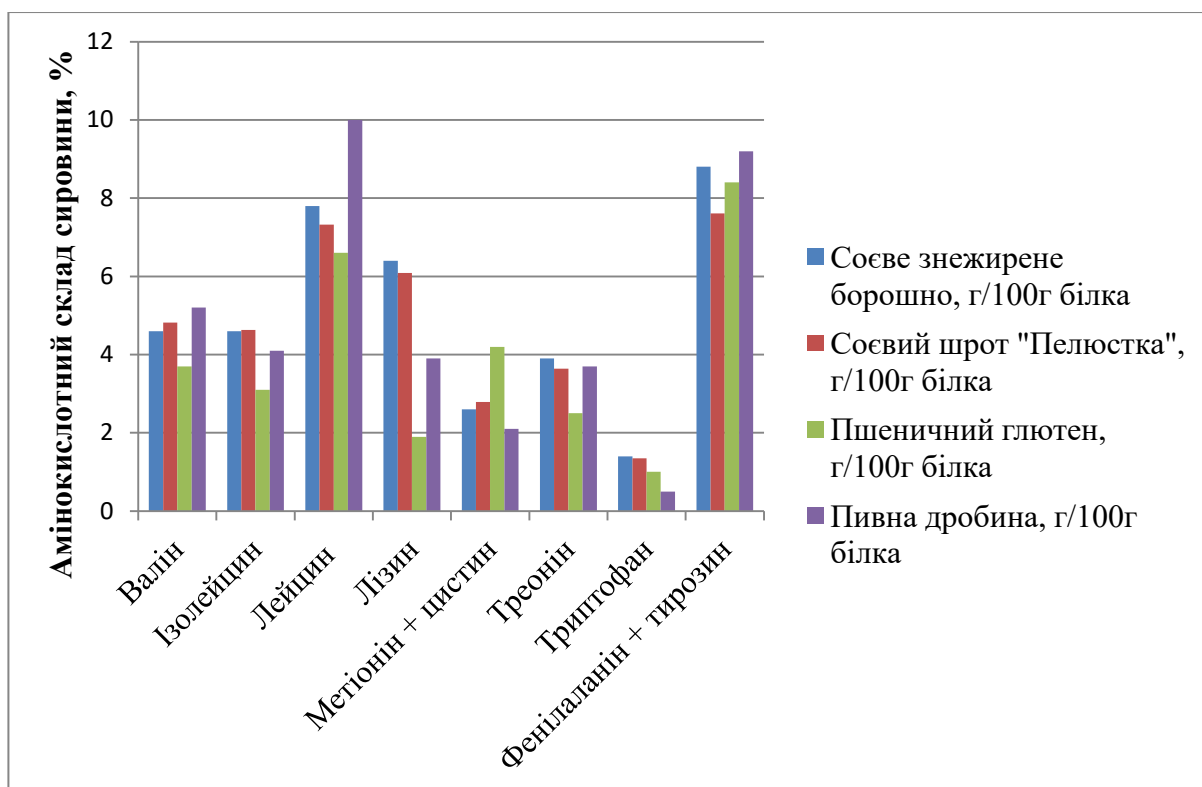


Рисунок 3.2 Вміст незамінних амінокислот у інгредієнтах, що входять до складу текстурованих рослинних білків

За результатами рис.3.2 визначили, що найменший вміст амінокислот спостерігається в пшеничному глютені. Соєвий шрот, соєве знежирене борошно та пивна дробина мають приблизно однакову кількість ізолейцину — 4,1-4,63 г/100 г білка, метіоніну+цистину — 2,1-2,79 г/100 г білка, треоніну — 3,64-3,9 г/100 г. Білки сої мають досить високий вміст лізину, але дефіцит лейцину, фенілаланіну, тирозину поєднання з додатковим джерелом білка, таким як ПД, може слугувати для збільшення коефіцієнта засвоюваності незамінних амінокислот та забезпечення білка високої якості. Також варто визначити, що загальна кількість незамінних амінокислот білка пивної дробини лише на 3,5 % менше ніж у соєвого знежиреного борошна, але на 1,2 % більше ніж у соєвого шроту і на 18,9 % більше ніж у пшеничного глютену (рис. 3.3).

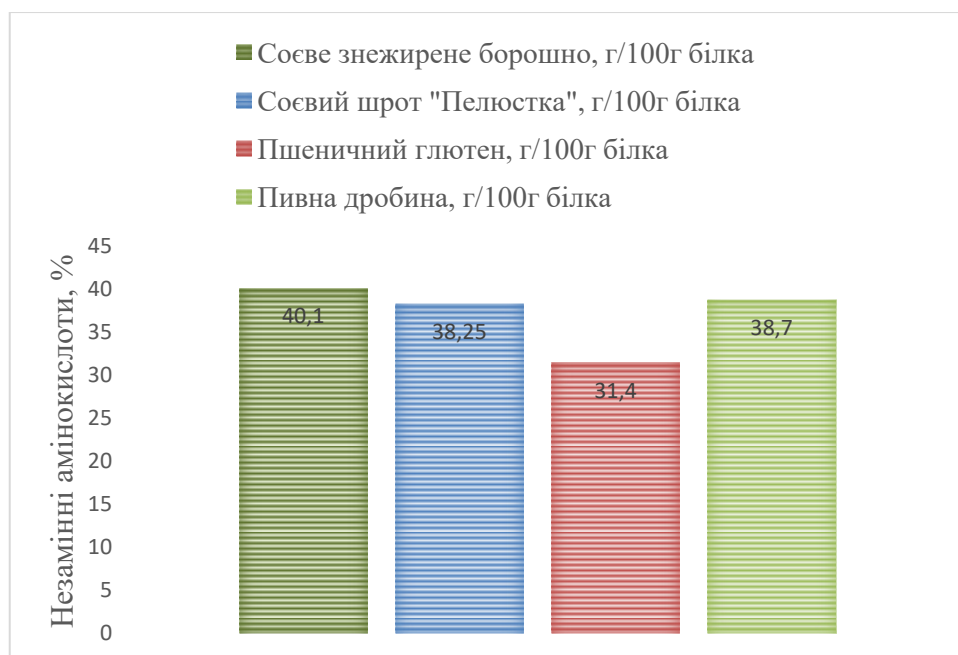


Рисунок 3.3 Загальна кількість незамінних амінокислот у інгредієнтах, що входять до складу текстурованих білкових продуктів

Наступним етапом досліджень було визначено амінокислотний склад та амінокислотний скор ЗСТП та ТБП (табл. 3.6, 3.7, рис. 3.4).

Таблиця 3.6

Вміст незамінних амінокислот та амінокислотний скор злаково-соєвого текстурованого продукту, n=5

Амінокислоти	Соєве знежирене борошно, г/100г білка	Соєвий шрот «Пелюстка», г/100г білка	Пшеничний глютен, г/100г білка	Пивна дробина, г/100г білка	Злаково-соєвий текстурований продукт, г/100г білка	Ідеальний білок за шкалою ФАО(ВООЗ) (2011р.), г/100 г білка
Валін	0,667±0,010	0,554±0,008	0,233±0,070	0,080±0,000	3,410	5,000
Ізолейцин	0,667±0,010	0,533±0,000	0,195±0,003	0,063±0,000	3,240	4,000
Лейцин	1,131±0,100	0,842±0,040	0,416±0,005	0,154±0,001	5,650	7,000
Лізин	0,928±0,080	0,700±0,090	0,120±0,001	0,060±0,001	4,018	5,500
Метіонін + цистин	0,377±0,000	0,321±0,001	0,265±0,001	0,032±0,000	2,211	3,500
Треонін	0,5655±0,005	0,419±0,002	0,158±0,000	0,057±0,002	2,664	4,000
Триптофан	0,203±0,000	0,155±0,000	0,063±0,000	0,008±0,000	9,532	1,000
Фенілаланін + тирозин	1,276±0,090	0,875±0,100	0,529±0,006	0,142±0,003	6,271	6,000
Всього	5,815±0,04	4,399±0,030	1,978±0,011	0,596±0,001	28,417	36,000

Таблиця 3.7

Вміст незамінних амінокислот текстурованого білкового продукту, n=5

Амінокислоти	Соеве знежирене борошно, г/100г білка	Соевий шрот «Пелюстка», г/100г білка	Пшеничний глютен, г/100г білка	Текстурований білковий продукт, г/100г білка	Ідеальний білок за шкалою ФАО(ВООЗ) (2011р.), г/100 г білка
Валін	0,828±0,011	0,554±0,008	0,233±0,070	3,590	5,000
Ізолейцин	0,828±0,011	0,533±0,000	0,195±0,003	3,457	4,000
Лейцин	1,404±0,080	0,842±0,040	0,416±0,005	5,915	7,000
Лізин	1,152±0,060	0,700±0,090	0,120±0,001	4,382	5,500
Метіонін + цистин	0,468±0,006	0,321±0,001	0,265±0,001	2,341	3,500
Треонін	0,702±0,007	0,419±0,002	0,158±0,000	2,840	4,000
Триптофан	0,252±0,002	0,155±0,000	0,063±0,000	1,045	1,000
Фенілаланін + тирозин	1,584±0,040	0,875±0,100	0,529±0,006	6,641	6,000
Всього	7,218±0,03	4,399±0,04	1,978±0,011	30,211	36,000

Порівняльна характеристика амінокислотного скору ЗСТП та ТБП наведена на рисунку 3.4.

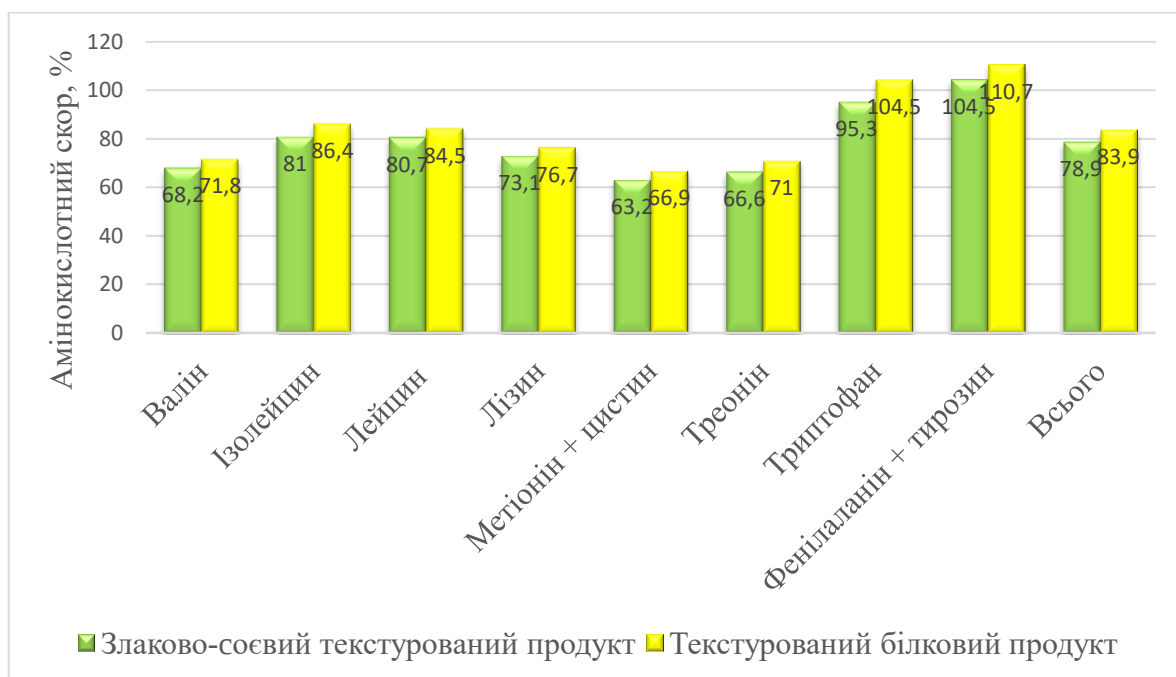


Рисунок 3.4 Скор амінокислот ЗСТП і ТБП

Розрахований АС показує, що злаково-соевий текстурований продукт і текстурований білковий продукт є цінним джерелом білків за наступними амінокислотами: фенілаланін+тирозин, скор яких перевищує «еталонний» білок щодо триптофану, у ЗСТП він майже відповідає «еталонному», а у ТБП на 4,5 % перевищує.

Наближені до «еталону»: ізолейцин — 81 % та 86,4 %, лейцин — 80,7 % та 84,5 %, лізин — 73,1 % та 76,7 %. Амінокислота, скор якої має найменше значення, називається лімітованою. В обох зразках найменший показник має метіонін + цистин: ЗСТП — 63,2 %, у ТБП показник вищий на 5,5 % і становить 66,9 %. Також варто зазначити, що загальний амінокислотний скор ЗСТП лише на 5,9 % нижчий ніж у ТБП.

Амінокислотний скор, отриманий у результаті розрахунків, не може повністю відобразити біологічну цінність білка, адже він не враховує баланс між усіма незамінними амінокислотами [148].

Основним показником біологічної цінності білка є рівень його засвоюваності — коефіцієнт утилітарності (U). Від цього показника залежить забезпечення амінокислотами, які сприяють виконанню ключових функцій в організмі. Оцінку ступеня використання білка визначають за коефіцієнтом розбалансованості амінокислотного складу (КРАС). Чим менший цей показник тим вища біологічна цінність білка. Отримані дані наведені в таблиці 3.8.

Таблиця 3.8

Біологічна цінність білків рослинних текстуратів

Найменування продукту	Вміст білку, %	АС _{min} , %	Коефіцієнт утилітарності U	КРАС, %	БЦ, %
ЗСТП	45,4	63,2	0,85	15,0	85,0
ТБП	45,0	66,9	0,80	17,16	82,8

Джерело: розроблено автором на основі власних досліджень

Значення коефіцієнта утилітарності амінокислотного складу ЗСТП та ТБП складає 0,85 та 0,80, що підтверджує високу відповідність амінокислотного складу досліджуваного білка еталонному (рис 3.5).

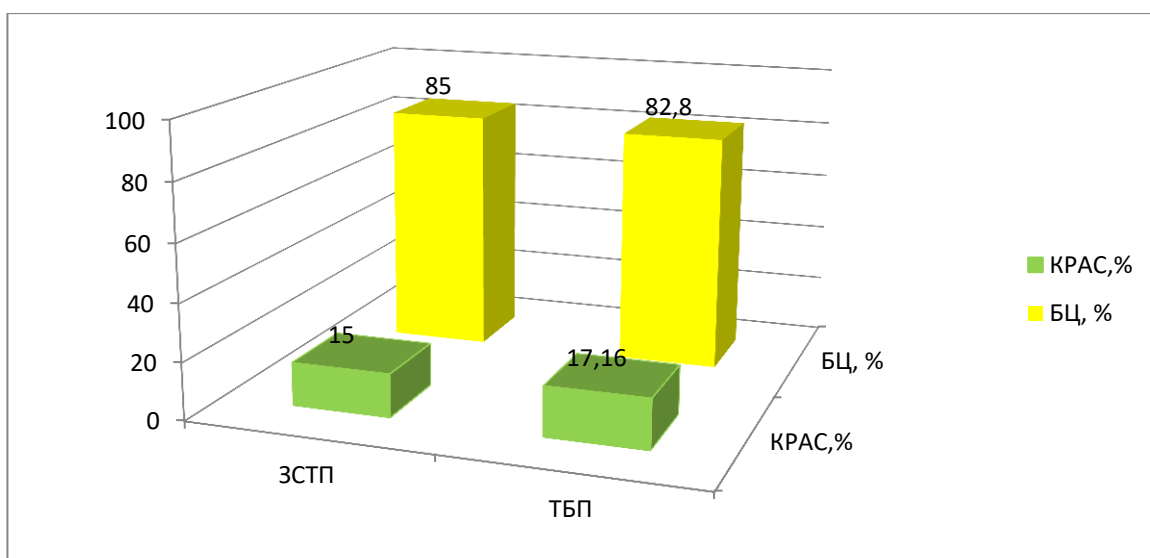


Рисунок 3.5 Показники біологічної цінності ЗСТП та ТБП.

За біологічною цінністю ЗСТП на 2,6 % має більший показник ніж ТБП. Отримане значення КРАС для ЗСТП складає 15,0 %, для ТБП — 17,16 %.

Висновки до 3 розділу

1. Проаналізовано загальний хімічний склад пивної дробини.

Встановлено, що пивна дробина має високий вміст харчових волокон, білка, мінералів, поліфенолів, вітамінів та ліпідів. Для збільшення терміну зберігання запропоновано сушіння в конвективній сушарці при температурі 60°C. В отриманій сухій пивній дробині визначили: вологість — 5,9 %, протеїну — 18,5 %, клітковини — 16,9 %, жиру — 6,75 %.

2. Із метою доцільного використання відходу пивоварного виробництва, та зменшення собівартості білкових текстурованих продуктів запропоновано рецептуру злаково-соевого текстурованого продукту в якому знежирене соєве борошно частково замінювали пивною дробиною. Такий підхід сприяє зниженню собівартості продукту, оскільки суха пивна дробина має вартість у 2,5 рази нижчу за соєве борошно.

Органолептичне оцінювання ЗСТП підтверджує його придатність для використання у виробництві ковбасних виробів. Фізико-хімічні показники відповідають стандарту ДСТУ 4538:2006. Визначено, що вміст клітковини становить 5,9 %, протеїну — 45,4 %, жиру — 6,3 %. Мікробіологічні показники доводять, що отриманий продукт відповідає високим стандартам безпеки.

3. Результати дослідження дають змогу зробити висновок, що розроблений злаково-соевий текстурований продукт, в якому соєве знежирене борошно частково замінювали на пивну дробину, уможлиблює не тільки вирішити питання пов'язані з утилізацією відходів пивоваріння, а й отримати продукт із високою біологічною цінністю за рахунок білків та незамінних амінокислот. Встановлено, що білки пивної дробини, на відмінну від іншої сировини білкового текстурату, характеризуються значним вмістом незамінних амінокислот (валін, фенілаланін + тирозин). Розраховано амінокислотний скор, коефіцієнт утилітарності, коефіцієнт розбалансованості амінокислотного складу та біологічну цінність білка. Проведені розрахунки показують, що біологічна цінність білка ЗСТП є вищою (85 %) за біологічну цінність ТБП (82,8 %).

РОЗДІЛ 4

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВАРЕНО-КОПЧЕНИХ КОВБАС З ДОДАВАННЯМ РОСЛИННИХ БІЛКІВ

4.1 Розробка рецептур варено-копчених ковбас з використанням білкової рослинної сировини

Розробка нових рецептур варено-копчених ковбас спрямована на вирішенні двох завдань: використання сировини рослинного походження для економії м'яса, а також створення функціональних продуктів високої якості.

За основу модельного зразка була обрана класична рецептура варено-копченої ковбаси «Любительська» вищого гатунку згідно з ДСТУ 4591:2006 [149].

Під час створення рецептури використовували традиційну основну сировину: м'ясо яловичини і свинину і як додаткову сировину: нітритну сіль, цукор, мелений духмяний та чорний перець, мускатний горіх.

М'ясо тварин вважають унікальним видом сировини. Воно є джерелом повноцінного білка та біоактивних речовин [11]. Але гострий дефіцит м'яса в Україні спонукає науковців до пошуку нової альтернативної сировини під час розробки рецептур м'ясних виробів.

Автори у своїй роботі [150] стверджують, що удосконалення м'ясних виробів, підвищення їх біологічної цінності, збагачення мінеральним та вітамінним складом можливе за рахунок рослинних компонентів. Тому одним із перспективних напрямків є розробка технології комбінованих варено-копчених ковбас в яких м'ясну сировину частково замінюють на рослинну.

Для заміни частини яловичого м'яса використовували злаково-соєвий текстурований продукт (ЗСТП) та пивну дробину (ПД), гідратовані водою у співвідношенні: вода : ЗСТП – 1:1,5, вода : ПД – 1:3 (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Рецептури варено-копчених ковбас з додаванням рослинної сировини

Рецептура варено-копчених ковбас							
Назва сировини	Контроль – ковбаса варено-копчена "Любительська" вищого ґатунку	Зразок № 1	Зразок № 2	Зразок № 3	Зразок № 4	Зразок № 5	Зразок № 6
Основна сировина, кг на 100 кг основної сировини							
Яловичина жилована 1-й сорт	65	62,5	61	59,5	63,5	62,5	61,5
Свинна грудинка	35	35	35	35	35	35	35
ПД (гідромодуль 1:3)	0	2,5	4	5,5	0	0	0
ЗСТП (гідромодуль 1:1,5)	0	0	0	0	1,5	2,5	3,5
Допоміжна сировина, кг на 100 кг основної сировини							
Нітритна сіль	3	3	3	3	3	3	3
Цукор	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Перець чорний	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Перець духмянний	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Мускатний горіх	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03

Враховуючи різні аспекти технологічного процесу виробництва ковбасних виробів з додаванням білкової рослинної сировини було розроблено технологічну схему виробництва, представлену на рис. 4.1

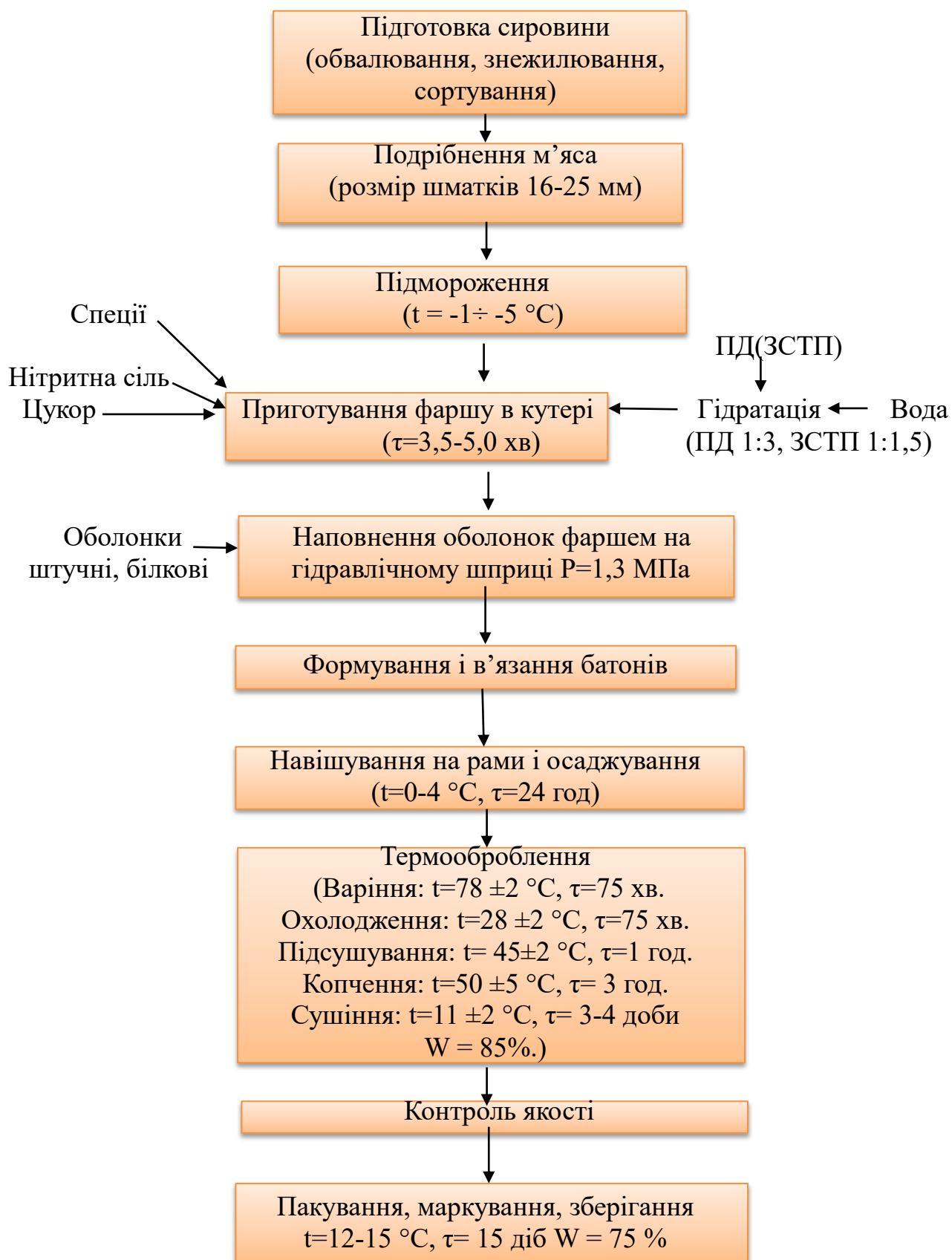


Рисунок 4.1 Технологічна схема виробництва варено-копчених ковбас з додаванням білкової рослинної сировини

Представлена технологічна схема виробництва варено-копчених ковбас (рис.4.2) відрізняється від класичної тим, що до рецептури входить рослинна сировина, яка частково замінює м'ясу. Завдяки цьому зменшується собівартість продукту, покращуються структурно-технологічні показники та підвищується функціональність.

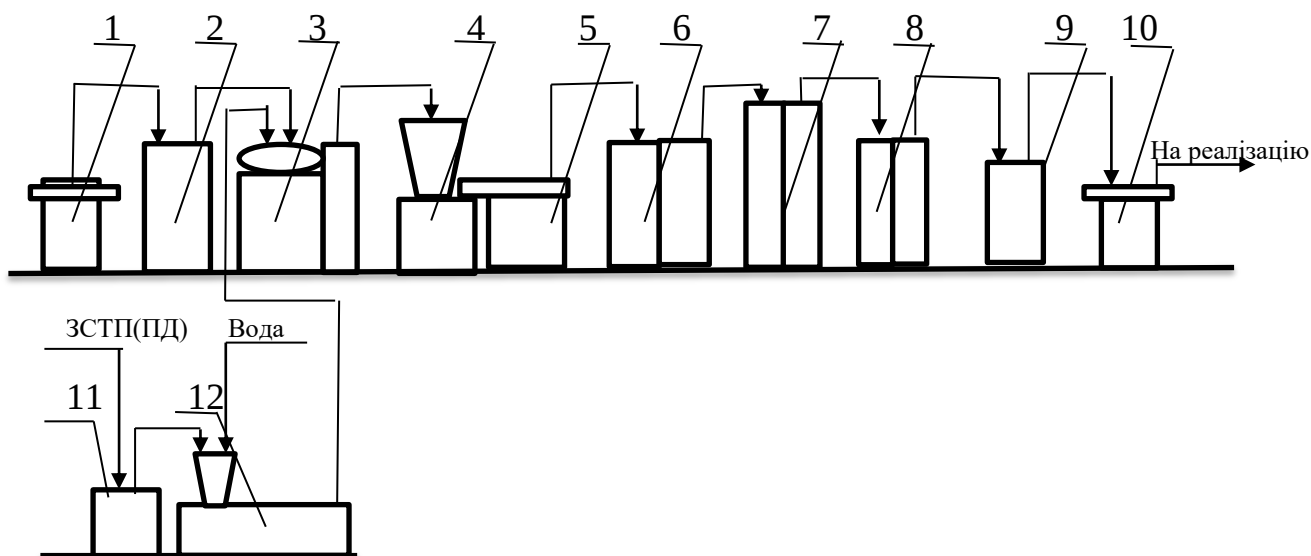


Рисунок 4.2 Апаратна схема лінії виробництва варено-копчених ковбас з додаванням білкової рослинної сировини

Основною сировиною є м'ясо яловичини та свинини, підготовка якого розпочинається зі столу обвалювання, знежилування та сортування 1. Обвалювання – це відокремлення від кісток м'яких тканин після розрубання туш або напівтуш. Наступний процес після обвалювання – знежилування, мета якого відокремлення від м'яса найменш цінних тканин і утворень, для покращення якості сировини та забезпечення однорідності м'ясної маси в ковбасному фарші. Під час жилування яловичину розділяють на 3 сорти (вищий, перший і другий). До вищого відносять м'ясо, яке не містить сполученої, жирової та інших тканин, до першого – допускають не більше 6 % сполучених тканин, другий до 20 % відповідних тканин. Свинину сортують залежно від вмісту жиру. Розрізняють за вмістом жирової тканини: нежирну — не більше 10 %, напівжирну — 30-50 %, жирну – 50-85 %. М'ясо попередньо

подрібнюють на шматки розміром 16-25 мм та підморожують у морозильному агрегаті 2 за температури $-1 \div -5$ °С.

Для забезпечення стабільного зв'язування вологи і жиру, як під час технологічного оброблення, так і в готовому виробі, проводять тонке подрібнення м'яса у кутері 3. Під час здрібнювання до кутера 3 додають сухі інгредієнти (цукор, сіль, чорний перець, духмяний перець, мускатний горіх), які зважують у приміщенні для дотикових матеріалів, та білкову рослинну сировину. Як білкову рослинну сировину використовували пивну дробину (ПД) або злаково-соевий текстурований продукт (ЗСТП), якими частково замінювали м'ясо яловичини. ПД та ЗСТП подрібнювали на дробарці 11. У мішалці 12 проводили гідратацію у співвідношенні: вода: ЗСТП — 1:1,5, вода: ПД — 1:3. Після кутерування наповнення штучних білкових оболонок фаршем здійснюють на гідравлічному шприці 4 під тиском $P=1,3$ МПа. Ковбасні батони, за відсутності клипсатора, в'яжуть на столі для перев'язки ковбас 5. Сформовані батони підвішують на рами 6, піддають осаджуванню за температури 0-4 °С протягом 24 год.

Термообробку проводять у термоагрегаті 7 таким чином: ковбасу варять за температури 78 ± 2 °С та охолоджують до $t=28 \pm 2$ °С. У коптильній камері 8 ковбаси підсушують за температури 45 °С протягом однієї години та проводять копчення димом, отриманим від спалювання тирси твердих листяних порід ($t=50 \pm 5$ °С, $\tau=3$ год).

Після закінчення коптіння варено-копчену ковбасу сушать у сушильній камері 9 протягом 3-4 діб при $t=11 \pm 2$ °С. Контроль якості готових ковбасних батонів проводять на столі 10 і направляють на зберігання та реалізацію.

Акт впровадження дослідно-промислової партії наведено в додатку Г.

4.2 Дослідження показників якості варено-копчених ковбас з додаванням білкової рослинної сировини

Предметом дослідження є фізико-хімічні, структурно-механічні, функціонально-технологічні, органолептичні та мікробіологічні властивості

фаршу та варено-копчених ковбас в яких м'ясну сировину частково замінювали на рослинну.

4.2.1 Дослідження функціонально-технологічних показників фаршевих систем варено-копчених ковбас

Пластичність фаршу, вологозв'язувальна здатність та вміст води до загальної води є основними функціонально-технологічними показниками якості фаршевих систем у виробництві ковбасних виробів (рис. 4.3, рис. 4.4, рис.4.5).

Дослідження здійснювалося за допомогою проведення вимірювань у п'яти пробах кожного окремого зразка.

Пластичність фаршу – це його властивість чинити опір статичному навантаженню, яке розраховують на одиницю маси (1 кг).

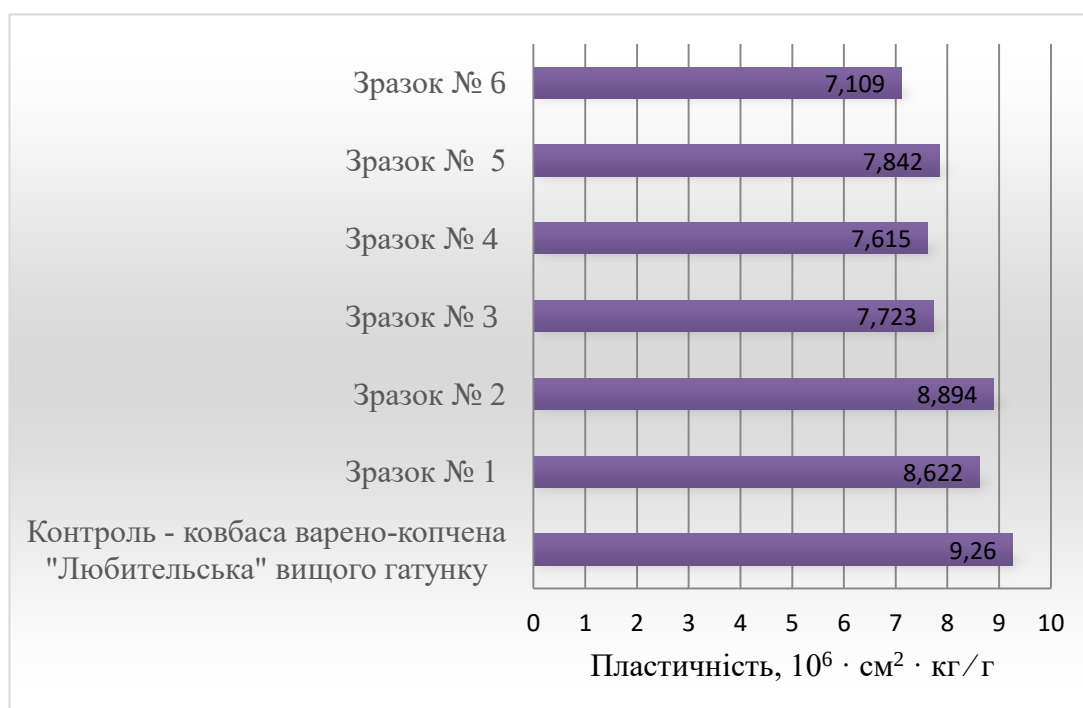


Рисунок 4.3 Пластичність фаршевих систем контролю та зразків з додаванням ПД та ЗСТП

Як видно з рис. 4.3 здатність фаршевих систем до незворотної деформації в усіх дослідних зразках відносно контрольного менша, що є позитивним фактором.

Вміст зв'язаної води фаршевих систем до маси м'яса наведений на рис. 4.4.

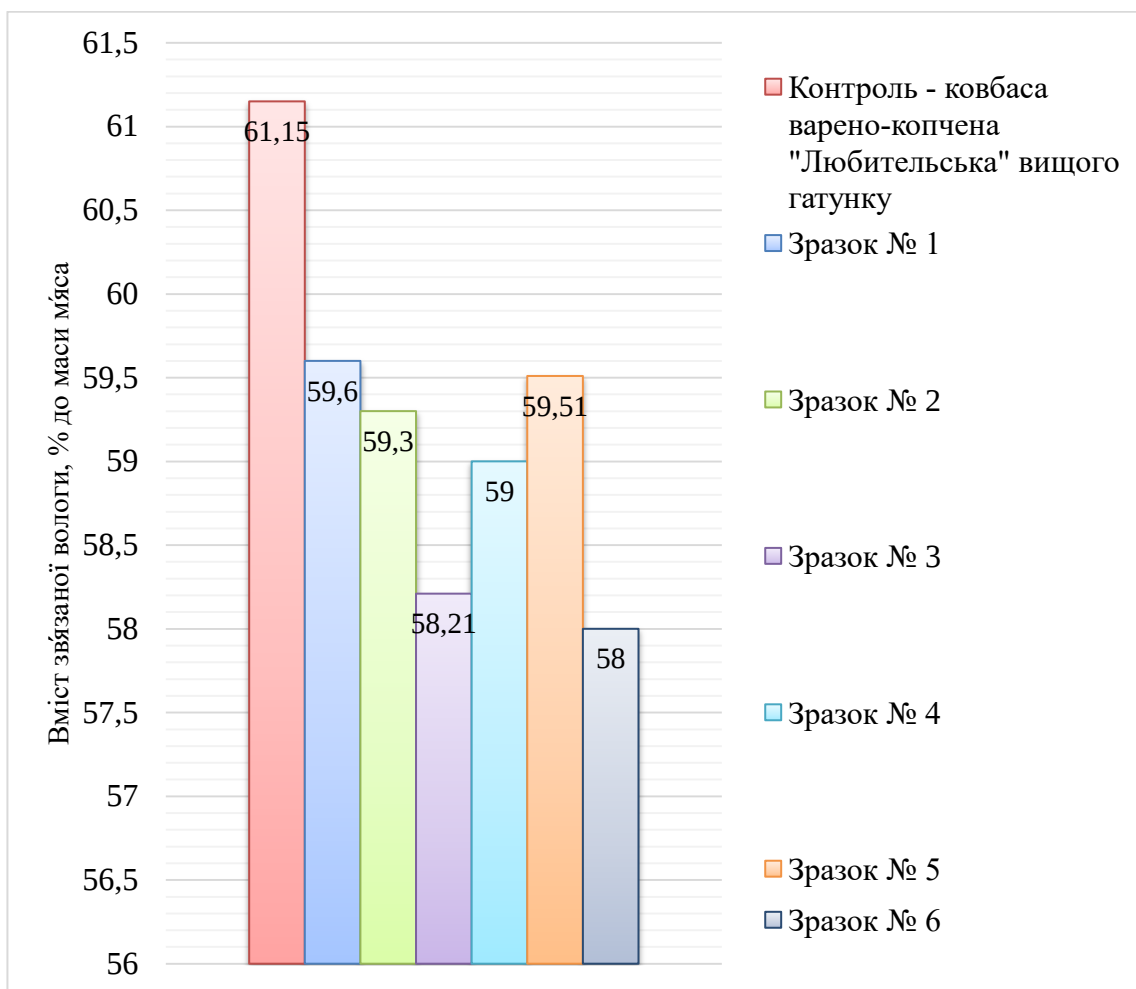


Рисунок 4.4 Вологозв'язувальна здатність фаршевих систем

Вологозв'язувальна здатність фаршевих систем характеризує здатність утримувати вологу. Здобуті результати демонструють, що ВЗЗ у фаршах не суттєво відрізнялась між собою. Однак, додаючи ПД та ЗСТП, спостерігаємо зменшення вологозв'язувальної здатності, особливо у зразках № 3 та № 6.

Вміст зв'язаної води, % до загальної води – це кількісний показник щодо вмісту води, яка утримується в м'ясних виробах білками, жирами та

іншими елементами м'язової структури. Чим вищий цей показник, тим менше вільної води у продукті, що підвищує його стійкість до розвитку патогенної мікрофлори.

На рис.4.5 наведені показники вологозв'язувальної здатності до загального вмісту води дослідних зразків.

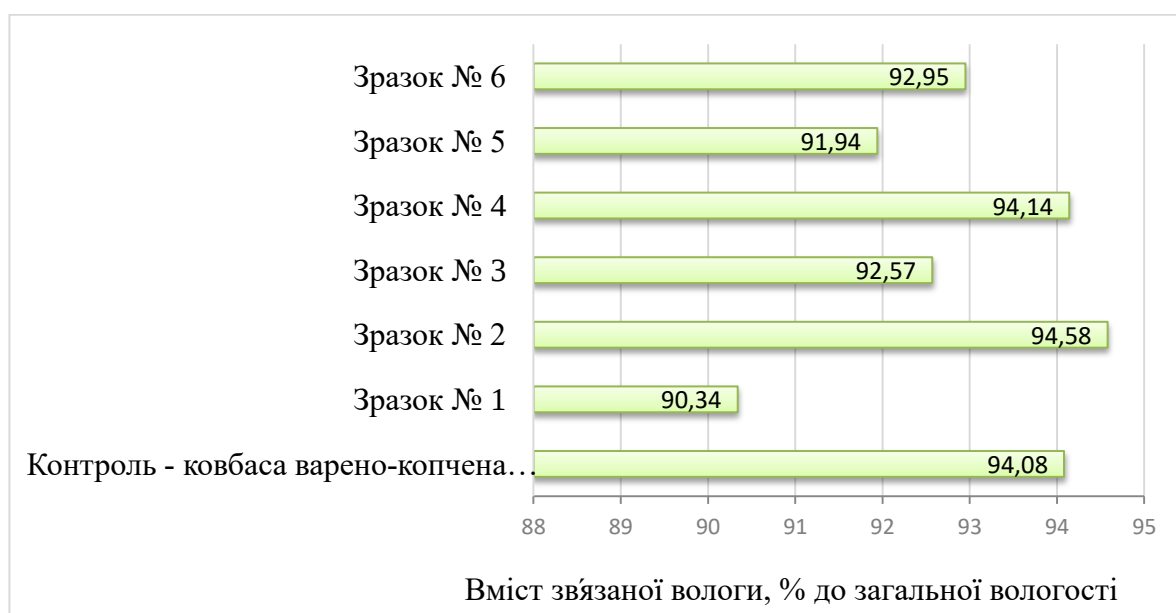


Рисунок 4.5 Вологозв'язувальна здатність до загального вмісту води фаршевих систем

Всі показники ВЗЗ до загальної вологості, крім зразка №1 (90,34 %), мають значення в межах 91,94 %— 94,58 %, що позитивно впливає на показники якості під час зберігання продукту.

Харчову цінність ковбасних виробів характеризують за хімічним складом за такими основними показниками як: вміст білку, вміст жиру, вміст води, вміст вуглеводів та вміст золи.

Хімічний склад дослідних зразків показує, що часткова заміна м'ясної сировини ЗСТП та ПД не погіршує хімічний склад продукту в порівнянні з контрольним зразком.

Вміст білка, вміст жиру та вміст води у контрольних та дослідних зразках відповідали чинному стандарту ДСТУ 4591:2006 [149]. Вміст води у

варено-копчених ковбасах згідно з стандартом має бути не більше 48 %. Всі зразки відповідають ДСТУ, але порівняно з контрольним, всі, крім третього, мали вищий вміст води (на 4,4 — 0,96 %) (рис.4.6).

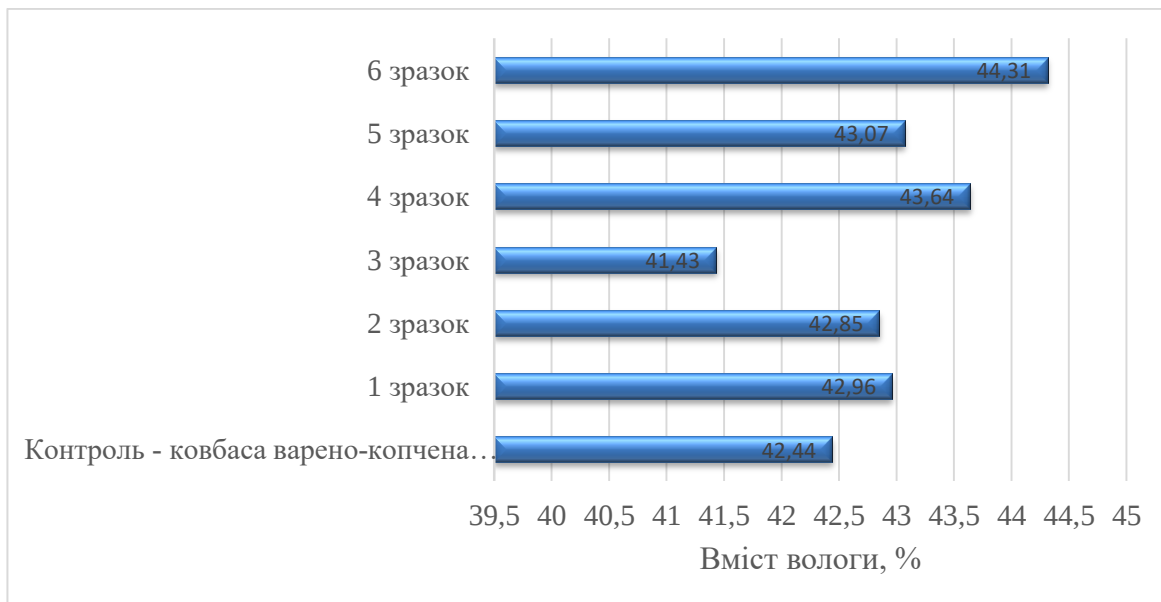


Рисунок 4.6 Вміст води у варено-копчених ковбасах залежно від виду та кількості рослинної сировини

Часткова заміна м'ясної сировини рослинними компонентами не спричинила істотних змін у кількості білка, хоча його показник в усіх дослідних зразках дещо зменшився: у варено-копчених ковбасах з борошном пивної дробини на 3,24 % — 1,30 %, зі злаково-соевим текстурованим продуктом на 2,59 % — 0,39 %.

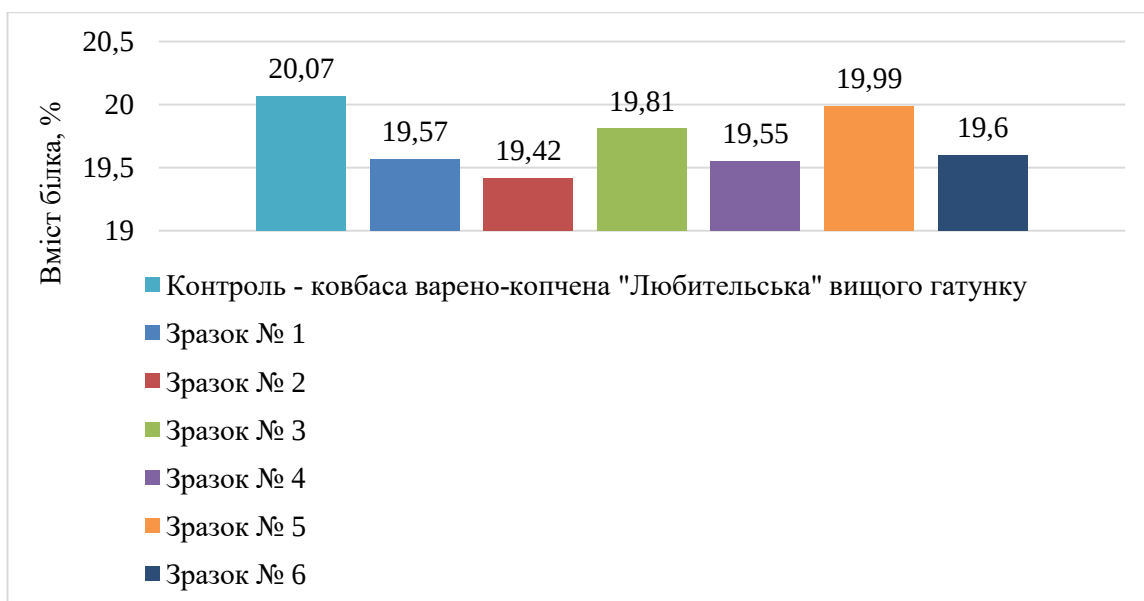


Рисунок 4.7 Вміст білка у варено-копчених ковбасах залежно від виду та кількості доданої білкової рослинної сировини

Масова частка жирів у дослідних зразках була дещо меншою (крім третього зразка) в порівнянні з контрольним (різниця була в межах 3,62—1,28 %).

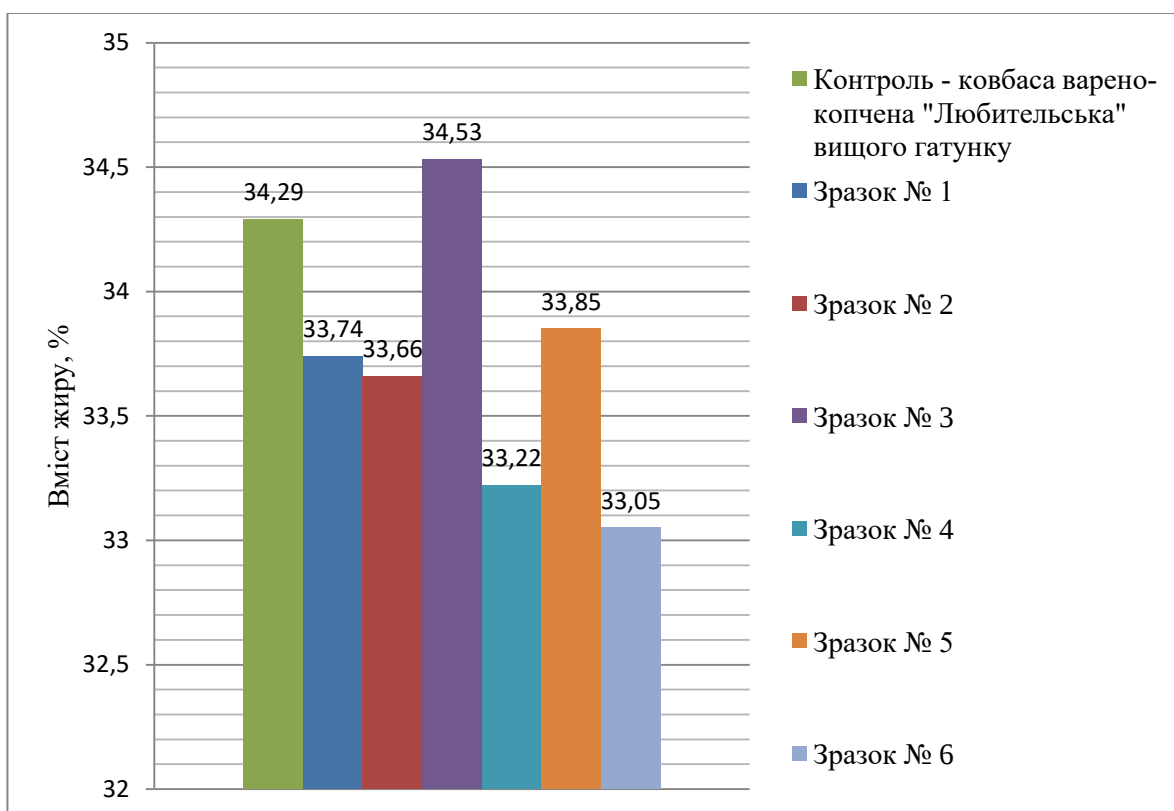


Рисунок 4.8 Вміст жиру у варено-копчених ковбасах залежно від виду та кількості доданої білкової рослинної сировини

Щодо вуглеводів, то в усіх дослідних зразках їх вміст значно збільшився: з ПД на 82,3—68,3 %, ЗСТП на 20 % відповідно. Таке збільшення вуглеводів, особливо у зразках з ПД, пов'язано з фітополісахаридами (клітковини, геміцелюлози та пектинових речовин), які є основними компонентами рослинної клітинної стінки [73].

Оскільки пивна дробина має високий вміст клітковини, додавання її до харчових продуктів має певні переваги для здоров'я, а саме: запобігання утворення жовчних каменів, зниження рівня холестерину в плазмі та рівня глюкози в сироватці крові після прийому їжі. Пивна дробина може бути використана для виробництва м'ясних продуктів з низьким вмістом жиру збагачуючи клітковиною [82].

Додавання рослинної сировини до рецептури варено-копчених ковбас дещо зменшило концентрацію солі. Ці зміни є закономірними, оскільки рослинні білки зв'язують частину іонів Na^+ і Cl^- , що зменшує частку вільної солі у продукті, яка визначається під час аналітичних вимірювань.

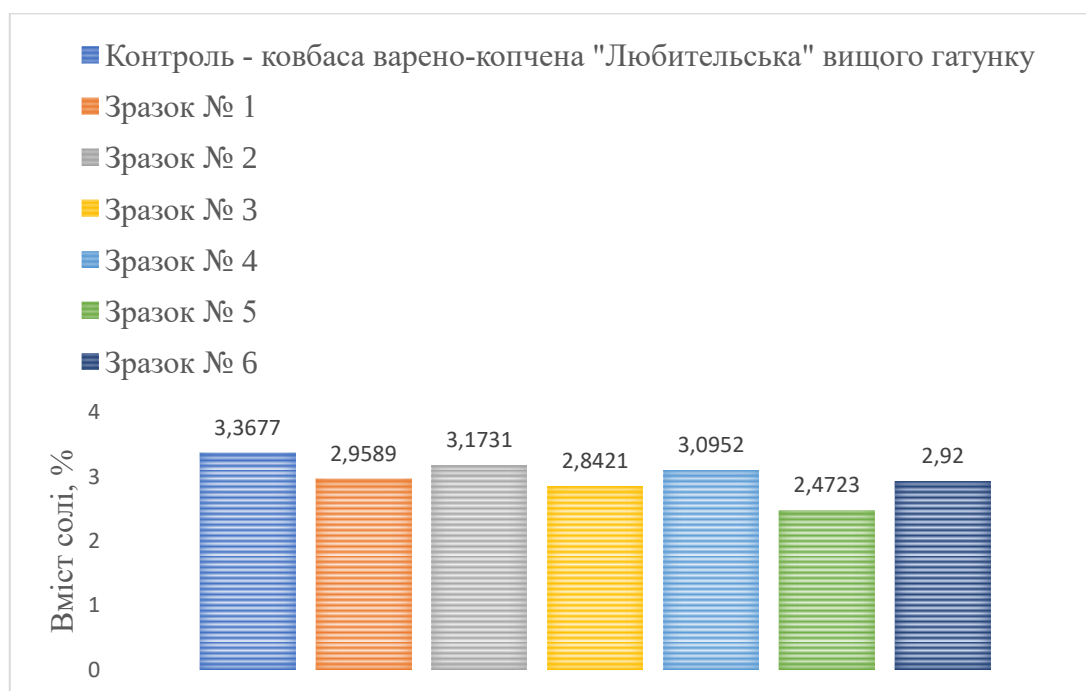


Рисунок 4.9 Вміст солі у варено-копчених ковбасах залежно від виду та кількості доданої білкової рослинної сировини

Підвищений вміст золи у зразках № 1, № 2, № 3, у яких м'ясну сировину частково замінювали на пивну дробину, має цілком логічне наукове пояснення.

Пивна дробина містить значну кількість мікро - та макроелементів (табл. 1.12), які залишаються після відділення екстрактивних речовин у процесі пивоваріння. Саме ці елементи формують «зольний залишок» після спалювання зразка.

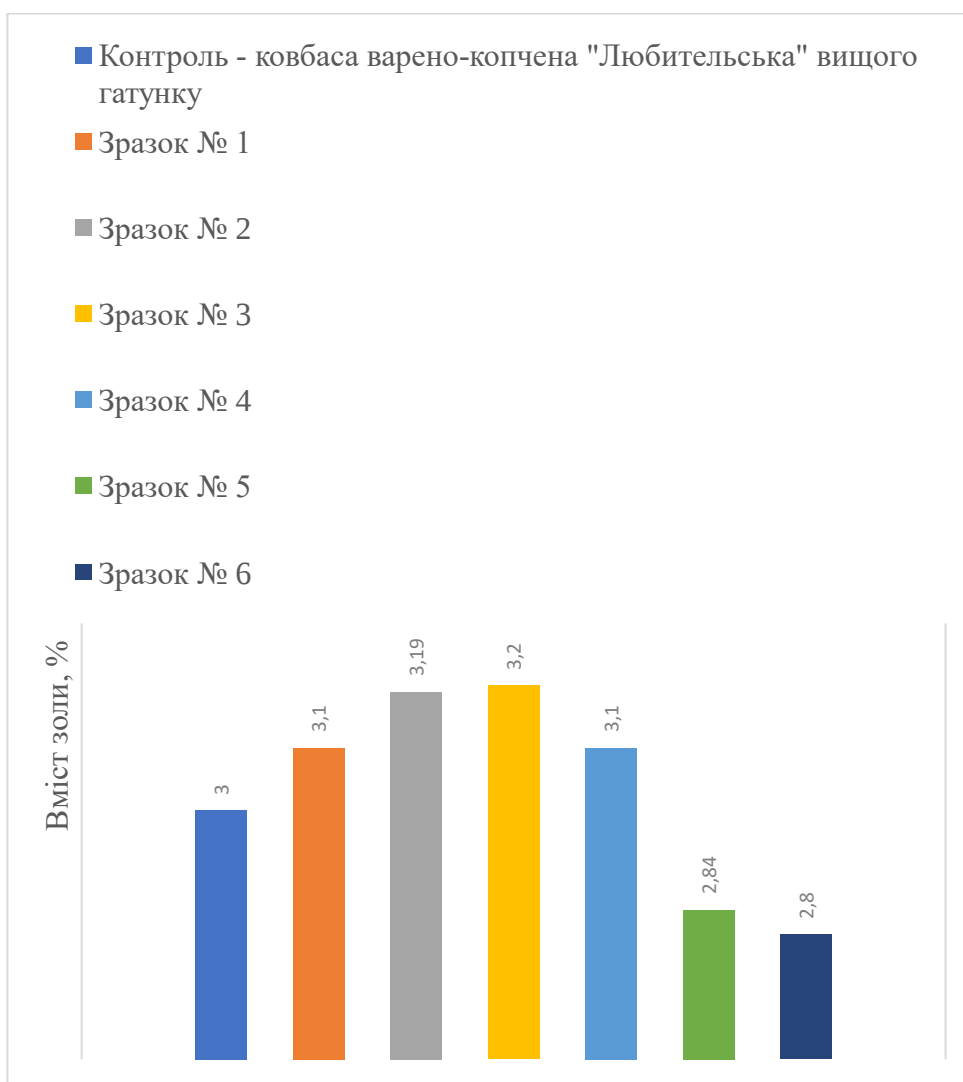


Рисунок 4.10 Вміст золи у варено-копчених ковбасах в залежності від виду та кількості доданої білкової рослинної сировини

Якість готових ковбасних виробів визначають за показником рН, який впливає на колір, текстуру і термін зберігання. Вважають, що надто високий

показник ($>6,0$) створює кращі умови для розвитку сторонньої мікробіоти, тим самим зменшуючи термін зберігання, низький ($< 5,5$) сприяє зниженню вологоутримувальної здатності і ковбаса стає більш сухою, щільнішою, іноді крихкою, натомість, низький рН сприяє пригніченню розвитку патогенної мікрофлори. У дослідних зразках рН в межах норми 5,5—5,88, контрольний дещо нижчий показник 5,44. Результати показні в графічному вигляді на рис. 4.11

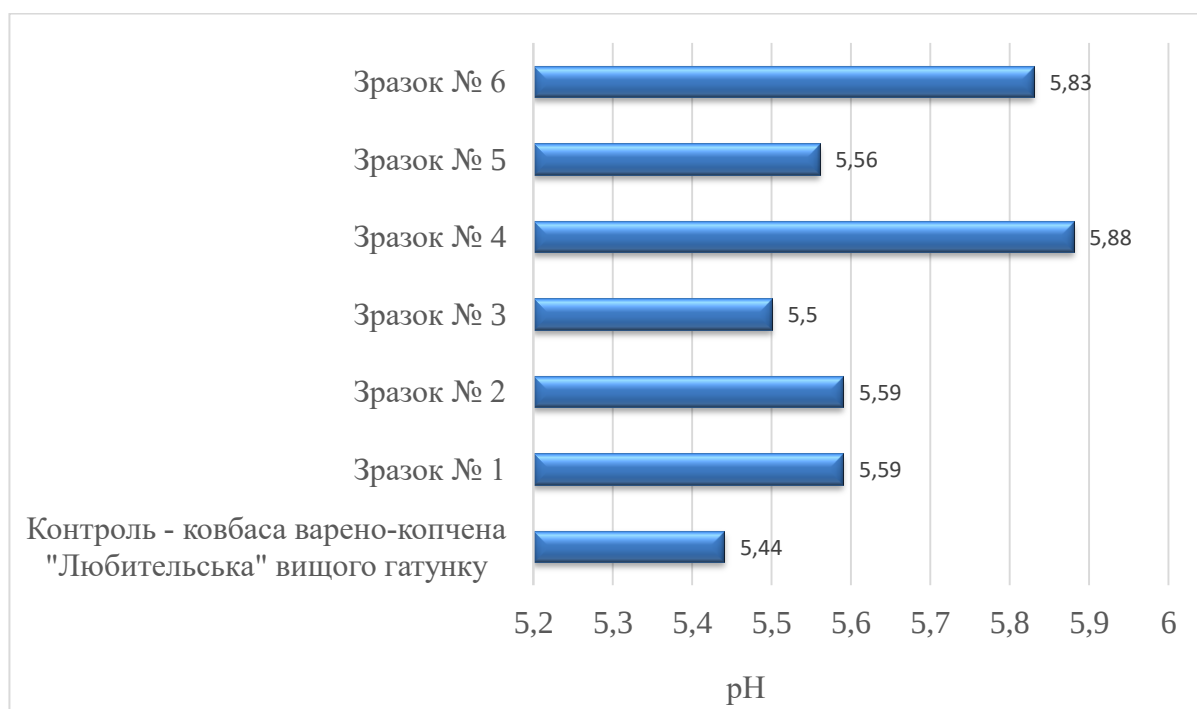


Рисунок 4.11 Зміна показника рН у зразках варено-копчених ковбас

Для отримання результатів впливу рослинної сировини на структуру та консистенцію продукту, було проведено дослідження пенетраційної напруги (рис. 4.12).



Рисунок 4.12 Зміна пенетраційної напруги в дослідних зразках залежно від вмісту білкової рослинної сировини

Результати дослідження зміни пенетраційної напруги підтверджують, що жорсткість у зразках, виготовлених з додаванням ПД і ЗСТП (крім зразка №3), порівняно з варено-копченою ковбасою «Любительською» вищого ґатунку зменшується, що свідчить про позитивний вплив рослинної сировини на структури грубих волокон м'яса.

На рис.4.13 зафіксовано, що у зразках № 2, 4 і 6 втрати при термообробці варено-копчених ковбас знижуються, натомість вихід готових виробів збільшується.



Рисунок 4.13 Втрата маси у процесі термічної обробки і вихід готових варено-копчених ковбас, %

Для отримання більш детальної інформації, щодо користі дослідних зразків та їх біологічної цінності дослідили амінокислотний склад продукту.

Враховуючи те, що рослинний білок, здебільшого, має нижчу харчову цінність, ніж тваринний білок, переважно через його незбалансований вміст амінокислот, було проаналізовано взаємодоповнюваність рослинних білків до тваринних та визначено, що білки ПД та ЗСТП є конкурентоспроможними альтернативами джерелам тваринного білка (табл. 4.2).

Таблиця 4.2

Порівняльний аналіз амінокислотного складу білків у дослідних зразках, (n = 5)

Амінокислоти	Шкала ФАО/ ВООЗ г/100г білка	Контроль – ковбаса варено- копчена «Любитель- ська» вищого гатунку	Зразок № 1	Зразок № 2	Зразок № 3	Зразок № 4	Зразок № 5	Зразок № 6
Вміст амінокислот, (г на 100 г білка)								
Валін	5	5,455±0,010	5,443±0,009	5,435±0,010	5,428±0,011	5,393±0,02	5,351±0,03	5,310±0,008
Ізолейцин	4	5,031±0,010	5,005±0,011	4,99±0,015	4,975±0,014	4,975±0,011	4,939±0,013	4,903±0,011
Лейцин	7	8,085±0,051	8,125±0,047	8,149±0,043	8,173±0,056	7,997±0,044	7,939±0,052	7,800±0,048
Лізин	5,5	7,995±0,094	7,890±0,087	7,827±0,083	7,764±0,094	7,901±0,100	7,838±0,087	7,775±0,088
Метіонін + цистин	3,5	3,731±0,035	3,688±0,037	3,662±0,032	3,904±0,028	3,688±0,044	3,600±0,029	3,632±0,039
Треонін	4	4,645±0,059	4,628±0,052	4,617±0,050	4,607±0,061	4,597±0,049	4,565±0,056	4,534±0,053
Триптофан	1	1,205±0,011	1,178±0,011	1,181±0,016	1,172±0,013	1,195±0,015	1,188±0,011	1,182±0,009
Фенілаланін + тирозин	6	7,165±0,090	7,215±0,093	7,245±0,089	7,275±0,083	7,069±0,098	7,006±0,093	6,942±0,095
Всього	36	43,31±0,045	43,17±0,043	43,11±0,042	43,30±0,045	42,82±0,045	42,43±0,043	42,16±0,044

Наведені дані табл. 4.2 підтверджують, що амінокислотний склад дослідних зразків відносно контрольного майже не змінився. У порівнянні з контрольним у зразках з пивною дробиною, валіну більше на 0,12—0,26 %. Валін – амінокислота, що сприяє активації розумової діяльності та фізичної активності, а також сприяє гліконезу [15]. Фенілаланін і тирозин збільшилися на 1,93 - 0,87 %, вони є стимулятором центральної нервової системи, поліпшують функціонування кровоносної системи, сприяють функціонуванню щитоподібної залози [15]. В зразках зі злаково-соєвоєвим текстурованим продуктом підвищення кількості амінокислот відносно контрольного не спостерігалось, але всі показники відповідають шкалі ФАО/ВООЗ.

Залежність функціонування організму від кількості амінокислот використовується для визначення біологічної цінності білка. При цьому важливе значення має засвоювальна здатність білків та їх співвідношення до норм еталонного. Вважають, що ідеальний білок збалансований, має високу харчову цінність та задовольняє фізіологічні потреби людського організму.

Використовується амінокислотна шкала Комітету ФАО/ВООЗ [25], яка показує вміст кожної незамінної амінокислоти в одному грамі стандартного білка.

Амінокислотний скор дослідних зразків наведено на рис.4.14.

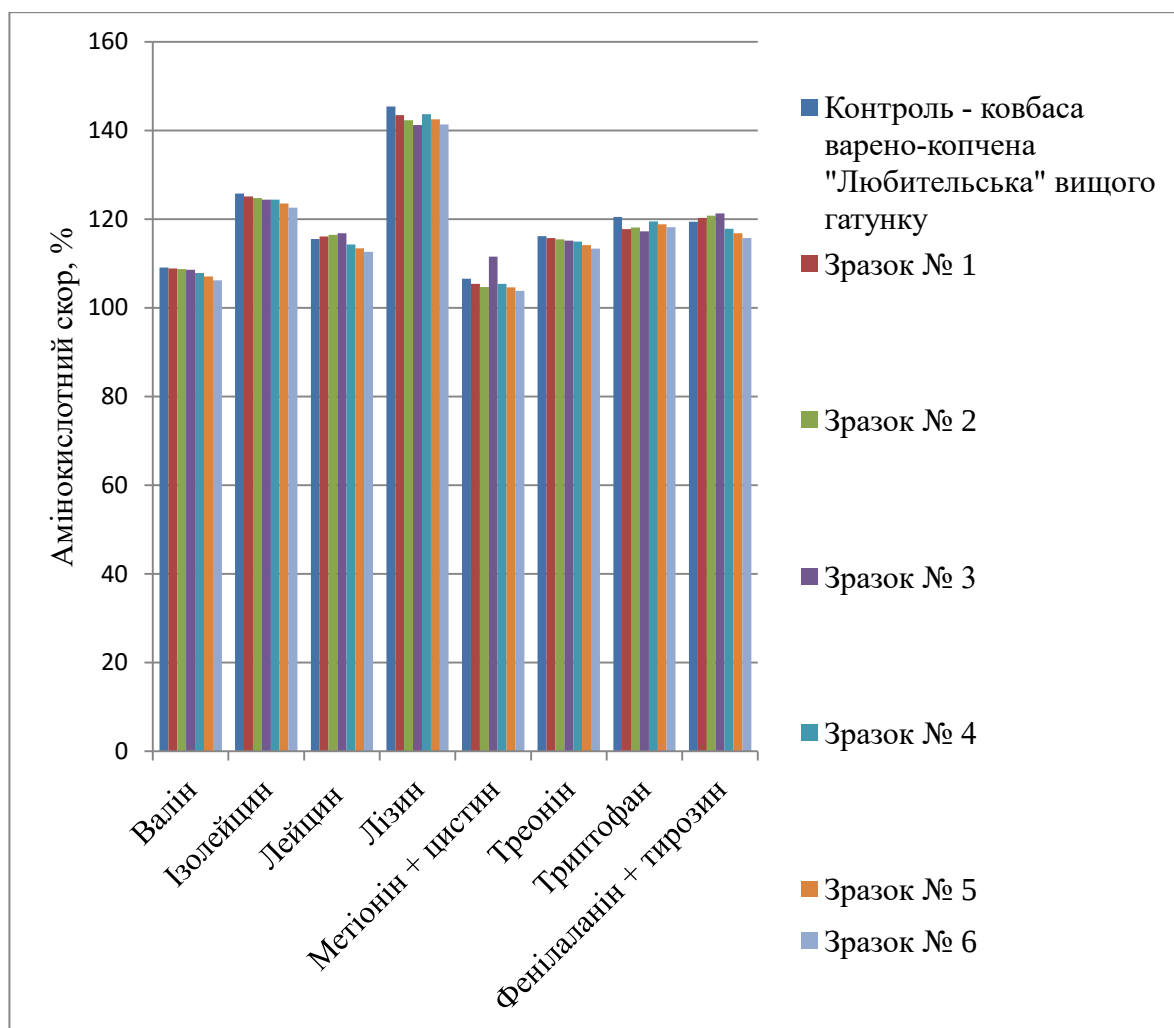


Рисунок 4.14 Амінокислотний скор варено-копчених ковбас

Отримані результати дають підстави стверджувати що, попри відмінності рослинних білків від тваринних за біологічною цінністю, амінокислотний склад комбінованих продуктів характеризується збалансованістю, що позитивно впливає на біологічну цінність варено-копчених ковбас.

Розрахункові показники амінокислотного скору як для контрольного так і для експериментальних зразків значно вищі за стандартний білок за всіма показниками.

У контексті збалансованого харчування дослідження жирів охоплює не лише оцінку їх масового вмісту, але й аналіз жирнокислотного складу, а також харчової і біологічної цінності. Продукти на основі рослинної сировини відрізняються вдосконаленим жирнокислотним складом, що позитивно впливає на їхню поживну якість.

Жири займають вагому роль у харчуванні людини, оскільки вони слугують джерелом енергії та забезпечують постачання комплексу незамінних речовин, які не виробляє організм, але значно впливають на фізіологічні процеси. Під час окиснення жирів в організмі утворюється 39 кДж енергії на кожен грам жиру, що більш ніж удвічі перевищує тепловий ефект окиснення вуглеводів чи білків. Ще одна важлива особливість цього процесу полягає в тому, що 100 г жиру забезпечує утворення приблизно 107 г води. Це ендогенне джерело води відіграє суттєву роль у забезпеченні водного балансу організму [27]. Одним із важливих компонентів жирів є насичені і ненасичені жирні кислоти. Насичені жирні кислоти (НЖК) містяться переважно у тваринних жирах, а ненасичені більше входять до рослинних. Найпоширенішими є жирні кислоти з довгим вуглецевим ланцюгом, що містить від 12 до 18 атомів. Жирні кислоти (ЖК), які мають один подвійний зв'язок, класифікують як мононенасичені (МНЖК), а з двома і більше поліненасичені (ПНЖК). Поліненасичені жирні кислоти поділяють на ω -6 (похідні лінолевої кислоти C18:2) та ω -3 (похідні ліноленової кислоти C18:3) [15].

У табл. 4.3 наведено результати дослідження вмісту НЖК у різних рецептурах варено-копчених ковбас.

Таблиця 4.3

Вміст насичених жирних кислот у зразках варено-копчених ковбас (НЖК), % (n = 5)

Жирна кислота	Контроль - ковбаса варено- копчена «Любительська» вищого гатунку	Зразок № 1	Зразок № 2	Зразок № 3	Зразок № 4	Зразок № 5	Зразок № 6
Масляна C4	0,019±0,000	0,026±0,001	0,014±0,000	0,000±0,000	0,011±0,000	0,001±0,000	0,001±0,000
Капронова C6	0,009±0,000	0,027±0,001	0,017±0,000	0,003±0,000	0,001±0,000	0,022±0,001	0,016±0,000
Каприлова C8	0,011±0,000	0,014±0,000	0,01±0,000	0,011±0,000	0,006±0,000	0,011±0,000	0,006±0,000
Капринова C10:0	0,085±0,003	0,087±0,003	0,087±0,003	0,092±0,003	0,053±0,002	0,054±0,002	0,057±0,002
Ундеканова C11:0	0,006±0,000	0,006±0,000	0,002±0,000	0,002±0,000	0,002±0,000	0,002±0,000	0,001±0,000
Лауринова C12:0	0,183±0,011	0,179±0,011	0,147±0,009	0,161±0,010	0,143±0,009	0,086±0,005	0,164±0,010
Міристинова C14:0	3,553±0,114	4,079±0,130	3,365±0,108	3,022±0,096	3,201±0,106	2,090±0,070	3,508±0,114
Пентадексадонова C15:0	0,621±0,017	0,755±0,020	0,728±0,020	0,495±0,013	0,630±0,018	0,540±0,015	0,528±0,015
Пальмітинова C16:0	25,718±0,267	27,208±0,277	27,217±0,286	25,972±0,266	25,310±0,289	25,029±0,299	24,886±0,270
Маргарінова C17:0	1,044±0,015	1,222±0,018	1,236±0,018	0,892±0,013	1,232±0,017	1,198±0,015	0,901±0,013
Стеаринова C18:0	14,072±0,226	13,019±0,212	15,275±0,244	14,23±0,237	16,995±0,256	16,922±0,246	14,003±0,219

НЖК мають специфічний вплив на організм людини. Вони слугують джерелом енергії, сприяють захисту ліпідів клітинних мембран від процесів окиснення, проте їх надлишок підвищує рівень холестерину в організмі, що суттєво впливає на серцево-судинну систему. Тому рекомендовано вживати НЖК до 10-30 % від загальної калорійності раціону.

Додавання рослинної сировини дещо змінило загальний профіль ЖК, що зумовило істотне зниження їх відсоткового вмісту, порівняно з контрольним зразком таких жирних кислот:

- масляна С4 – з додаванням ПД в 3 і 4 зразках зменшилася на 26,3-100 %, з ЗСТП в усіх зразках на 42,1-94,7 %. Масляна кислота необхідна для травлення, в організмі вона синтезується в кишечнику. Відомо, що клітковина, якої достатньо в ПД та ЗСТП, сприяє утворенню С4 в людському організмі. У харчових продуктах її вміст має бути дещо обмеженим, оскільки вона негативно впливає на сенсорні характеристики готових варено-копчених ковбас, викликаючи неприємний запах та різкий солодкуватий (ефірний) присмак;

- капронова С6, каприлова С8, капринова С10:0, ундеканова С11:0 - їх вміст коливався залежно від виду і кількості рослинної сировини у дослідних зразках, мали тенденцію як до збільшення, так і до зменшення.

В усіх дослідних зразках у порядку спадання була лауринова кислота С12:0. У 1, 2, та 3 зразках її вміст зменшився максимально на 19,7 %, а в 4, 5, 6 на – 53 % відповідно.

Найбільший відсоток у зразках – це пальмітинова кислота 25,7–27,2 % та стеаринова – 13,019–15,275 %. Головна їхня біологічна роль – енергетична, під час окиснення однієї молекули С16 в організмі людини утворюється 130 молекул АТФ [72].

Важливу роль у харчуванні людей відіграють саме НЖК, які підрозділяють на класи омега, що позначають залежно від положення подвійного зв'язку найближчого до метильного або ω - карбону.

Відповідно до цього жирні кислоти ω -9 (олеїнова і олеїнопальметинова) - впливають на рівень холестерину в крові та підвищують захисні функції організму, нормалізують обмін речовин організму і сприяють синтезу гормонів. Омега-6 (лінолева, арахідонова і γ -ліноленова) — відіграють роль регуляції загальних процесів, допомагають зменшити рівень цукру в крові, підвищують захист оболонки шлунка, сповільнюють процеси старіння шкіри. ω -3 (α -ліноленова, докозагексаєнова та ейкозопентаєнова) — важливі для підтримки серцево-судинної системи через зниження рівня холестерину, має протизапальні властивості, підтримує імунну систему, регулює гормональний фон, стимулює процеси регенерації тканин, є сильними антиоксидантами. ω -9 вважається необхідною для організму людини, але її відмінність від ω -3 та ω -6 в тому, що її організм може синтезувати самостійно.

Характеристика ненасичених жирних кислот дослідних зразків наведена у табл. 4.4, 4.5.

Таблиця 4.4

Вміст ненасичених жирних кислот варено-копчених ковбас з додаванням

ПД, % (n = 5)

Жирна кислота	Контроль - ковбаса варено- копчена «Любительська» вищого гатунку	Зразок № 1	Зразок № 2	Зразок № 3
1	2	3	4	5
ω -3				
α -Ліноленова C18:3n3	0,865±0,020	1,073±0,022	0,801±0,016	0,544±0,011
Ейкозопентаєва C20:5n3	0,000±0,000	0,001±0,000	0,002±0,000	0,004±0,001
Ейкозатрієнова C20:3n3	0,000±0,000	0,101±0,002	0,133±0,003	0,192±0,004
Цис-4,7,10,13,16,19- Докозагексаєнова C22:6n3	0,002±0,000	0,006±0,000	0,000±0,000	0,002±0,000
ω -6				
Лінолева C18:2 n6т	0,055±0,001	0,114±0,002	0,043±0,001	0,024±0,000

Продовження табл. 4.4

C18:2 н6с	7,836±0,128	3,388±0,055	6,207±0,102	11,496±0,187
Арахідонова C20:4н6	0,025±0,003	0,044±0,006	0,053±0,007	0,038±0,005
Ліноленова C18:3 н6	0,042±0,015	0,003±0,001	0,035±0,012	0,045±0,016
Цис-8,11,14- ейкозатрієнова C20:3н6	0,118±0,015	0,109±0,014	0,121±0,015	0,126±0,016
ω-9				
Олеїнова C18:1 н9т	2,472±0,102	2,397±0,099	2,638±0,109	1,402±0,058
C18:1 н9с	36,41±0,464	36,947±0,47 8	35,26±0,445	35,082±0,451
Ерукова C22:1 н9	0,147±0,001	0,035±0,000	0,063±0,001	0,129±0,001

Таблиця 4.5

Вміст ненасичених жирних кислот варено-копчених ковбас із додаванням
ЗСТП, % (n = 5)

Жирна кислота	Контроль - ковбаса варено- копчена «Любительська» вищого гатунку	Зразок № 4	Зразок № 5	Зразок № 6
1	2	3	4	5
ω-3				
Ліноленова C18:3н3	0,865±0,020	0,994±0,019	0,688±0,013	1,079±0,021
Ейкозапентаєва C20:5н3	0,000±0,000	0,000±0,000	0,014±0,003	0,007±0,001
Ейкозатрієнова C20:3н3	0,000±0,000	0,159±0,003	0,216±0,004	0,167±0,003
Цис- 4,7,10,13,16,19- Докозагексаєнова C22:6н3	0,002±0,000	0,001±0,000	0,002±0,000	0,000±0,000
ω-6				
Лінолева C18:2 н6т	0,055±0,001	0,052±0,001	0,034±0,001	0,043±0,001
C18:2 н6с	7,836±0,128	5,861±0,102	8,115±0,146	8,588±0,145
Арахідонова C20:4н6	0,025±0,003	0,042±0,005	0,060±0,007	0,048±0,006

Продовження табл. 4.5

1	2	3	4	5
Ліноленова C18:3 н6	0,042±0,015	0,039±0,014	0,037±0,013	0,041±0,015
Цис-8,11,14- ейкозатрієнова C20:3н6	0,118±0,015	0,120±0,015	0,162±0,021	0,111±0,014
ω-9				
Олеїнова C18:1 н9т	2,472±0,102	2,680±0,114	2,699±0,116	1,756±0,073
C18:1 н9с	36,41±0,464	36,260±0,424	36,34±0,406	37,449±0,460
Ерукова C22:1 н9	0,147±0,001	0,070±0,001	0,129±0,001	0,109±0,001

У процесі визначення біологічної цінності жирів велике значення має наявність і кількісний вміст «тріади» есенціальних (незамінних) ЖК — лінолевої, ліноленової, арахідонової. Ці кислоти є життєво необхідними речовинами, що мають вітамінну активність, мають назву вітамін F.

Згідно з науковими дослідженнями, збалансоване харчування повинно мати у своєму складі 0,1 % арахідонової або 1 % лінолевої і ліноленової кислот.

Це обґрунтовується тим, що арахідонова кислота синтезується в печінці людини з лінолевої кислоти [72].

За результатами досліджень визначено, що переважна кількість серед ненасичених жирних кислот належить саме лінолевій кислоті C18:2 н6с, частка якої змінювалась залежно від кількості виду доданої рослинної сировини. У 3 зразку її кількість збільшилась на 46,7 %, щодо 6 зразка на 9,6 % відносно контрольного. Не менш важливою незамінною жирною кислотою є ліноленова (C18:3н3), кількість якої збільшується у 1 та 6 зразку на 24 % щодо контрольного. Збільшення ліноленової кислоти сприяє підвищенню вмісту ω-3 ЖК, що контролює вміст холестерину в людському організмі та покращенню серцево-судинного здоров'я [151].

На рис.4.15, 4.16 представлені результати жирних кислот у дослідних зразках, а саме — суми насичених та ненасичених кислот, ω-6 та ω-3.

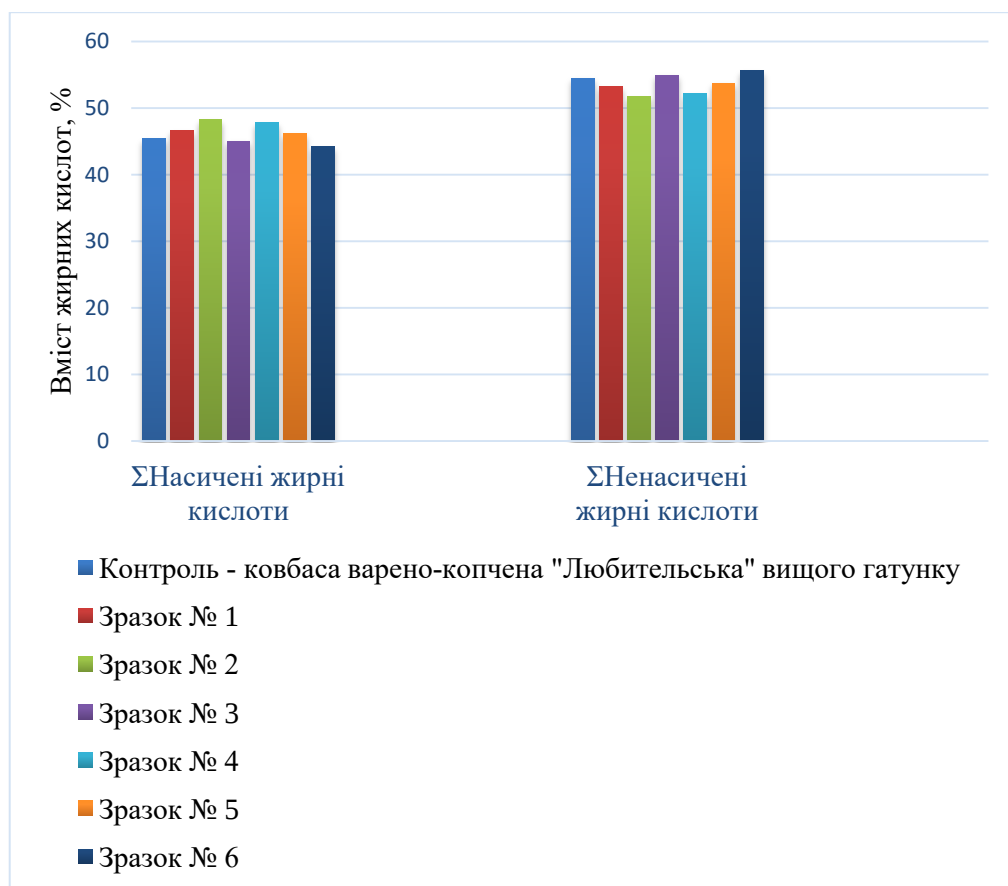


Рисунок 4.15 Вміст насичених та ненасичених жирних кислот у дослідних зразках, %

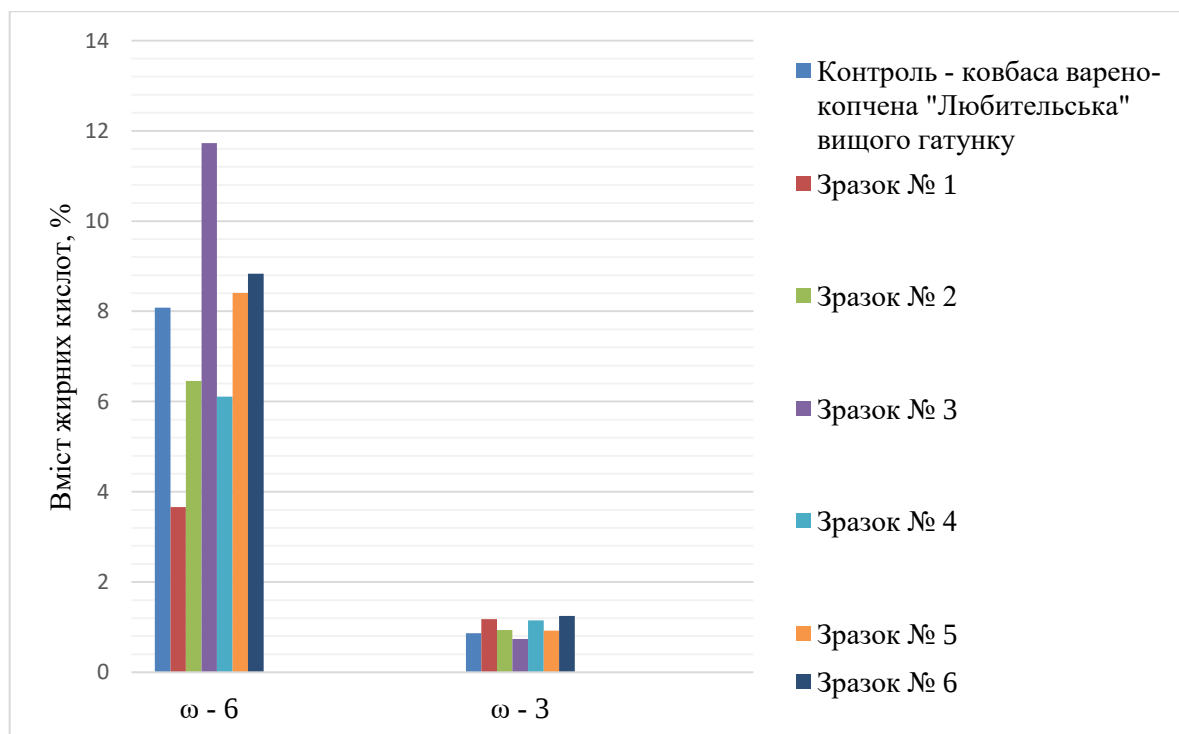


Рисунок 4.16 Вміст ω -6 та ω -3 у дослідних зразках, %

За даними проведених досліджень можна зробити висновок, що вміст ЖК в усіх зразках щодо контрольного суттєво не змінився. Що стосується суми омега-3 показник збільшився в усіх зразках, крім 3, у межах 8,05-43,68 %, омега- 6 підвищився у 3, 5 та 6 зразку на 45,2, 4,8 та 9,3 %.

Біологічну цінність жирів визначили за показниками жирно кислотного спектра [15], які наведено у табл. 4.6.

Таблиця 4.6

Показники біологічної ефективності ЖК варено-копчених ковбас

Назва	МНЖК : ПНЖК : НЖК	ΣПНЖН : ΣНЖК	Лінолева (18:2) : Олеїнова (18:1)	Лінолева (18:2) :Ліноленова (18:3)	ω6:ω3
Гіпотетично ідеальний жир	1:1:1	0,2–0,4	>0,25	>0,7	10:1 (4:1)
Контроль - ковбаса варено- копчена «Любительська» вищого гатунку	1:0,2:1	0,2	0,22	9,06	9,1:1
Зразок № 1	1:0,1:1	0,1	0,092	3,16	3,3:1
Зразок № 2	1:0,2:1	0,2	0,18	7,75	7,9:1
Зразок № 3	1:0,3:1	0,3	0,33	21,13	21:1
Зразок № 4	1:0,2:1	0,15	0,17	5,89	5,96:1
Зразок № 5	1:0,2:1,1	0,2	0,22	11,79	11,73:1
Зразок № 6	1:0,2:1	0,23	0,23	7,96	7,96:1

Поживну цінність жиру зазвичай оцінюють за допомогою співвідношення ω-6/ω-3. За даними FAO немає раціональних рекомендацій щодо співвідношення ω-6/ω-3, є тільки рекомендовані. Однак останнім часом спостерігається зростання споживання ω-6 жирних кислот, натомість ω-3 жирних кислот зменшилося, що призвело до значного збільшення співвідношення ω-6/ω-3 до 20:1 або навіть вище. Таке збільшення сприяє поширенню атеросклерозу, ожиріння та діабету [152]. За табличними даними у

дослідних зразках біологічна цінність відповідає гіпотетичному «ідеальному» жиру.

Виходячи з вищезазначеного, можна стверджувати, що варено-копчені ковбаси з додаванням пивної дробини мають високу біологічну цінність та будуть позитивно впливати на організм людини під час їх споживання.

4.2.2 Дослідження динаміки змін мікробіологічних показників варено-копчених ковбас

Безпечність м'ясної продукції є одним з головних питань як виробників, так і споживачів. Незважаючи на термічну обробку варено-копчених ковбас, ризик мікробіологічного забруднення досить високий [153]. М'ясна сировина — ідеальне середовище для розвитку таких патогенів як: *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella spp.*, *Clostridium perfringens* [154, 167, 168, 169], що призводить до зміни фізико-хімічних показників та псування готових виробів [155, 170].

Для варено-копчених ковбас показник КМАФАнМ відображає динаміку накопичення мікробіоти. Чим він вищий, тим більша ймовірність наявності в продукті патогенної мікрофлори [155, 171].

Мікробіологічний контроль, що здійснюється поетапно, проводять з метою встановлення орієнтовного терміну зберігання. Під час оцінки залишкової мікрофлори ковбасних виробів слід враховувати, що первинна контамінація м'ясної продукції відбувається досить швидко, переважно за участю бактерій, які здатні повністю розщеплювати білки та жири, спричиняючи процеси протеолізу й ліполізу. Зважаючи на це, під час приготування і зберігання продуктів необхідно забезпечувати дотримання відповідних технологічних умов. Початкову перевірку зразків проводили через п'ять днів зберігання за температури 4 ± 2 °C [156]. Результати отриманих випробувань представлено в таблиці 4.7.

Таблиця 4.7

Мікробіологічні показники зразків варено-копчених ковбас на п'яту добу

№	Назва показників	Результати випробування						
		Контроль - ковбаса варено- копчена «Любительська» вищого гатунку	Зразок № 1	Зразок № 2	Зразок № 3	Зразок № 4	Зразок № 5	Зразок № 6
1	Кількість мезофільних аеробних та факультативно- анаеробних мікроорганізмів, КУО в 1 г, не більше ніж	$6,0 \cdot 10^1$	$2,9 \cdot 10^3$	$1,0 \cdot 10^3$	$1,0 \cdot 10^2$	$1,0 \cdot 10^2$	$1,9 \cdot 10^2$	$4,0 \cdot 10^1$
2	Бактерії групи кишкових паличок (коліформи) в 1,0 г.	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
3	Staphylococcus aureus, КУО/г.	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
4	Сульфітредукувальні кlostридії, КУО в 0,01 г.	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
3	Патогенні мікроорганізми, зокрема роду Salmonella, в 25 г.	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено

Джерело: розроблено автором на основі власних досліджень (2024)

З аналізу результатів, представлених у табл. 4.7, встановлено, що у всіх зразках варено-копчених ковбас патогенна мікробіота не виявлена. Щодо КМАФАнМ, порівняння дослідних зразків із контрольним показало, що в дослідних зразках, окрім шостого, спостерігалось незначне збільшення цього показника, особливо в першому зразку. Однак усі значення залишалися в межах допустимої норми (для готових ковбас ця норма зазвичай становить $\leq 1 \times 10^5$ КУО/г). Для оцінки безпечності дослідних зразків у процесі зберігання було проведено аналіз мікробіологічних показників після 15 діб зберігання за температури 4 ± 2 °C [156], результати якого наведено в табл. 4.8.

Таблиця 4.8

Мікробіологічні показники зразків варено-копчених ковбас на п'ятнадцятий день зберігання

№	Назва показників	Результати випробування						
		Контроль - ковбаса варено- копчена «Любительська» вищого гатунку	Зразок № 1	Зразок № 2	Зразок № 3	Зразок № 4	Зразок № 5	Зразок № 6
1	Кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів, КУО в 1 г, не більше ніж	$6,2 \cdot 10^1$	$2,3 \cdot 10^2$	$1,5 \cdot 10^2$	$5,0 \cdot 10^1$	$1,5 \cdot 10^2$	$2,3 \cdot 10^2$	$4,4 \cdot 10^1$
2	Бактерії групи кишкових паличок (коліформи) в 1,0 г.	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
3	<i>Staphylococcus aureus</i> , КУО/г.	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
4	Сульфітредукувальні клостридії, КУО в 0,01 г.	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
3	Патогенні мікроорганізми, зокрема роду <i>Salmonella</i> , в 25 г.	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено

Джерело: розроблено автором на основі власних досліджень (2024)

Результати досліджень показали, що показники КМАФАнМ на п'ятнадцяту добу в зразках з ПД суттєво зменшилися. У першому зразку на $2,8 \cdot 10^4$ КУО в 1 г, другому — $7,7 \cdot 10^2$ КУО в 1 г, третьому — $5,0 \cdot 10^1$ КУО в 1 г.. Таке зменшення можна пояснити наявністю в пивній дробині фенольних сполук та фітонцидів, які мають бактерицидну дію та низький показник рН вхідної сировини (ПД) [157], що значно уповільнює ріст мікроорганізмів. Щодо контрольного зразка і зразків з ЗСТП показники дещо збільшилися, але це збільшення не впливає на якість готового продукту. Вмісту БГКП, *Staphylococcus aureus*, Сульфітрeredукувальні клостридії, *Salmonella* не виявлено. Отримані показники доводять мікробіологічну стабільність ковбасних виробів у процесі зберігання [156].

Для визначення безпечності варено-копчених ковбас, виготовлених з додаванням пивної дробини, проведено дослідження щодо впливу терміну зберігання пивної дробини на мікробіологічні показники. У дослідних ковбасах м'ясну сировину частково замінювали пивною дробиною, яка зберігалася понад пів року. Результати наведено в табл. 4.9.

Таблиця 4.9

Мікробіологічні показники зразків варено-копчених ковбас з ПД

№	Назва показників	Результати випробування на 5 день			Результати випробування на 15 день		
		Зразок № 1	Зразок № 2	Зразок № 3	Зразок № 1	Зразок № 2	Зразок № 3
1	Кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів, КУО в 1 г, не більше ніж	$8,7 \cdot 10^3$	$1,6 \cdot 10^4$	$3,8 \cdot 10^4$	$9,3 \cdot 10^3$	$1,8 \cdot 10^4$	$5,0 \cdot 10^4$
2	Бактерії групи кишкових паличок (коліформи) в 1,0 г.	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
3	<i>Staphylococcus aureus</i> , КУО/г.	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
4	Сульфітрeredукувальні клостридії, КУО в 0,01 г.	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
3	Патогенні мікроорганізми, зокрема роду <i>Salmonella</i> , в 25 г.	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено

Джерело: розроблено автором на основі власних досліджень (2024)

Експериментальні показники свідчать про те, що пивна дробина має обмежений термін зберігання, тому рекомендовано для м'ясних продуктів використовувати пивну дробину з терміном зберігання до 6 місяців.

Відомо, що мікробіота впливає на органолептичні показники готових виробів. Мікробний розклад вуглеводів, жирів та білків спричиняє небажані зміни у запаху, смаку, консистенції й аромату м'ясного продукту, а також може супроводжуватися утворенням слизу, що робить його непридатним для споживання. Колір м'яса, особливо червоного, часто виступає першим показником якості, за яким оцінюють придатність продукту. Наприклад, бактерії виду *Pseudomonas aeruginosa* здатні виділяти широкий спектр пігментів (синіх, зелених, жовтих), що спричиняє позеленіння м'яса внаслідок впливу кисню на нітрозоміоглобін. Це позеленіння може проявлятися як на розрізі ковбаси, так і на її поверхні [156, 158].

4.2.3 Дослідження органолептичних показників варено-копчених ковбас з додаванням рослинної сировини

Органолептичне оцінювання проводять з метою визначення придатності ковбасних виробів до вживання.

Дослідження проводили на кафедрі м'ясних, рибних та морепродуктів Національного університету біоресурсів і природокористування України. Експертами були викладачі та студенти, яким були надані дегустаційні листи, в яких виділено такі показники: смак, запах, вигляд на розрізі, консистенція.

Визначаючи сенсорні якості зразків варено-копчених ковбас, кожен експерт індивідуально оцінював інтенсивність всіх показників за 5-ти бальною шкалою.

Результати були внесені до дегустаційних листів і за отриманими результатами побудували профілі зовнішнього вигляду, консистенції, запаху, смаку.

На рис. 4.17 зображені дослідні зразки варено-копчених ковбас із додаванням ПД.



Контроль - ковбаса
варено-копчена
«Любительська»
вищого гатунку

Зразок № 1

Зразок № 2

Зразок № 3

Рисунок 4.17 Дослідні зразки з пивною дробиною

На рис.4.18 зображена профілографа зразків варено-копчених ковбас із додаванням пивної дробини.

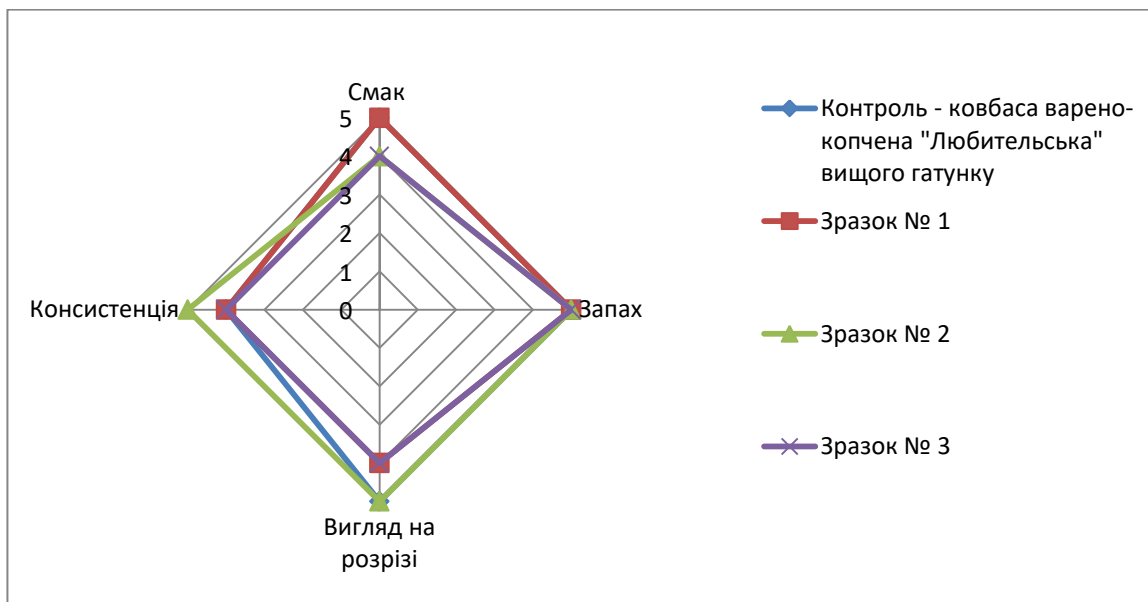


Рисунок 4.18 Органолептичні профілі варено-копчених ковбас із додаванням пивної дробини

За результатами оцінки зовнішнього вигляду всі зразки, включаючи контрольний, мали рівну, чисту та суху поверхню; оболонка щільно прилягала

до фаршу. Усі вироби отримали максимальну кількість балів. Більш ніжна консистенція була у другого зразка, перший мав злегка зернисту структуру, третій (з максимальною кількістю ПД) відрізнявся більш щільною структурою. За смаковими якостями всі зразки мали м'ясний смак з явно вираженим смаком прянощів, а саме — перцю і мускатного горіха. Зразок № 1 відрізнявся більш приємними смаковими характеристиками і отримав найвищу оцінку. У зразку № 2 та № 3 відчувався хлібно-зерновий присмак, обумовлений високою концентрацією пивної дробини.

За показником запаху, всі зразки отримали високий бал. Спостерігалось відчуття, яке асоціюється з наявністю м'яса в ковбасному виробі, коптильного диму та мускатного горіху. Вигляд на розрізі: в усіх зразках фарш рівномірно перемішаний, жирові включення без ознак розмазування. Максимальні бали у контрольного та другого зразка, перший і другий по чотири бали (мали дрібні вкраплення ПД).

На рис. 4.19 зображені зразки виготовлені з додаванням ЗСТП.



Контроль - ковбаса
варено-копчена
«Любительська»
вищого ґатунку

Зразок № 4

Зразок № 5

Зразок № 6

Рисунок 4.19 Дослідні зразки зі злаково-соевим текстурованим продуктом

Сенсорний аналіз варено-копченої ковбаси зі злаково-соевим текстурованим продуктом наведений на рис. 4.20.

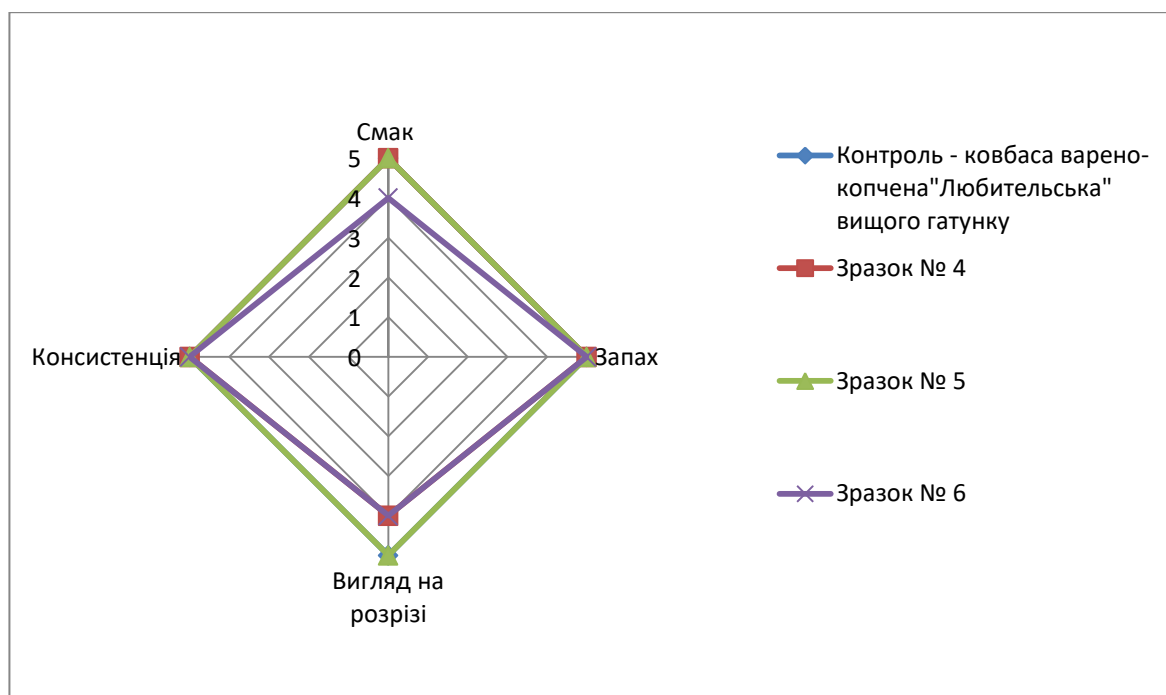


Рисунок 4.20 Органолептичні профілі варено-копчених ковбас з додаванням ЗСТП

В усіх зразках дегустатори відзначали високу якість, оцінивши високими балами. За зовнішній вигляд контрольний — ковбаса варено - копчена «Любительська» вищого ґатунку і зразок № 5 отримали по п'ять балів, у четвертому і шостому спостерігали включення у вигляді дрібних волокон, які порушували однорідність структури; щодо смаку і аромату — в усіх зразках відчутно виражений м'ясний смак з гармонійними копченими відтінками. Максимальну кількість балів отримали контрольний, четвертий і п'ятий зразки .

Шостий — чотири бали, оскільки дещо відрізнявся за смаковими властивостями, мав хлібний присмак та м'який горіховий відтінок. Поверхня в усіх зразках суха, рівна, консистенція — щільна. Всі зразки отримали п'ять балів [156].

Отже, заміна частини м'яса на рослинну сировину (ПД, ЗСТП) не погіршує органолептичні показники варено-копченої ковбаси.

4.3. Фізико-математичне моделювання процесу виробництва варено-копчених ковбас з використанням рослинної сировини

Однією з найважливіших проблем у забезпеченні якості варено-копчених ковбас із використанням рослинної сировини є визначення їх біологічної цінності за жирнокислотним складом. Щодо безпечності готової продукції, провідне місце посідають мікробіологічні показники.

4.3.1 Оцінка якісного стану досліджуваних варено-копчених ковбас

Як об'єкт досліджень у нашій науковій роботі були використані 6 зразків варено-копчених ковбас за розробленою рецептурою та контрольний зразок. За даними експериментальних досліджень у табл. 4.10 розмістили характеристики досліджуваних зразків ковбас.

Таблиця 4.10

Показники експериментальних досліджень

№	Найменування	Контроль - ковбаса варено- копчена «Любительська» вищого гатунку	Зразок № 1	Зразок № 2	Зразок № 3	Зразок № 4	Зразок № 5	Зразок № 6	Гранично- допустима норма
1	Масова частка вологи, %	42,44	42,96	42,85	41,43	43,64	43,07	44,31	40-50
2	Масова частка білка, %	20,07	19,57	19,42	19,81	19,55	19,99	19,60	15 - 25
3	Масова частка жиру, %	34,29	33,74	33,66	34,53	33,22	33,85	33,05	40-50
4	Вихід, %	63,18	60,8	64,3	61,4	65	60	63,5	60 –70
5	Сума поліненасичених жирних кислот(ПНЖК)	9,24	4,94	7,62	12,92	7,51	9,7	10,47	5-20
6	Сума ω 3 (п3) жирних кислот	0,87	1,18	0,94	0,74	1,15	0,92	1,25	0,5-2
7	Сума ω 6 (п6) жирних кислот	7,92	3,55	6,30	11,56	5,96	8,21	8,68	5-20
8	Лінолева C18:2 нбс	7,836	3,388	6,207	11,496	5,861	8,115	8,588	2-15
9	Відношення суми ω 6 до суми ω 3	9,1	3,3	7,9	21,0	5,96	11,73	7,96	4-15
10	КМАФАнМ, КУО/г г	$6,0 \cdot 10^1$	$2,3 \cdot 10^2$	$1,5 \cdot 10^2$	$5,0 \cdot 10^1$	$1,0 \cdot 10^2$	$1,9 \cdot 10^2$	$4,0 \cdot 10^1$	$10^2 - 10^3$

При використанні методу математичного моделювання «факторними площами» проводили розрахунок та побудову геометричних моделей якості досліджуваних зразків варено-копчених ковбас, для чого використано 10 параметрів даної продукції (таблиця 4.11). На 1 етапі моделювання перерахували вказані параметри у безрозмірні одиниці, використовуючи відповідні нормативні характеристики. Результати даного розрахунку для 1 зразка варено-копчених ковбас показані у таблиці 4.11.

Таблиця 4.11

Розрахункові параметри якості зразка №1 варено-копченої ковбаси за розробленою рецептурою

№ п/п	Експериментальні характеристики	Нормативні дані			Обрані критерії оцінки якості			
		F_c	F_{max}	F_i , ум. од.	R_i , ум. од.	$S_i, S_{max},$ S_n , ум. од. ²	$k_{в\dot{и}я}$	$k_{в\dot{г}н}$
1	Масова частка вологи, %	45	50	1,111	0,955	1,23 6,29 2,939	0,419	0,196
2	Масова частка білка, %	20	25	1,25	0,979			
3	Масова частка жиру, %	45	50	1,111	0,75			
4	Вихід готового продукту, %	65	70	1,077	0,935			
5	Сума поліненасичених жирних кислот (ПНЖК), %	12,5	20	1,6	0,395			
6	Сума ω 3 (n_3) жирних кислот, %	1,25	2	1,6	0,944			
7	Сума ω 6 (n_6) жирних кислот, %	12,5	20	1,6	0,284			
8	Лінолева C18:2 n_6 с, %	8,5	15	1,765	0,399			
9	Відношення суми ω_6 до суми ω_3 , %	9,5	15	1,579	0,347			
10	КМАФАнМ, КУО/г	550	1000	1,818	0,418			

Примітка: F_c та F_{max} – відповідно середнє та максимальне значення нормативної характеристики оціночного параметру; F_i – граничні нормативні характеристики, перераховані у безрозмірні одиниці за

максимальним нормативом, ум. од.; R_i – якісні характеристики досліджуваних зразків, перераховані у безрозмірні одиниці за середнім нормативом, ум. од.; S_i – величина факторних площ для обраних 10 параметрів якісного стану, ум. од²; S_n – величина нормативної факторної площі за середніми величинами нормованих параметрів, ум. од²; S_{max} – величина нормативної факторної площі за максимальними величинами нормованих параметрів, ум. од²; $k_{вія}$ та $k_{вгн}$ – відповідно критерії оцінки якісного стану для середніх та граничних нормативних характеристик

При здійсненні математичного моделювання якісного стану досліджуваних зразків варено-копчених ковбас вважали, що обрані експериментальні характеристики досліджуваної продукції інтегрально описуються факторними площами, алгебраїчне співвідношення яких з відповідними нормативними площами дає можливість оцінити межі безпеки продукції та тенденції ефективного застосування розроблених зразків (*перша гіпотеза*) [159, 160, 161]. Адекватність такої оцінки визначається можливістю застосування практично необмеженого числа застосованих експериментальних параметрів, вважаючи на кваліфікований їх вибір, що забезпечує інтегральну якісну експертизу (*друга гіпотеза*).

У процесі перерахунку оціночних характеристик у безрозмірні величини використовували співвідношення до відповідних нормативних їх значень [159, 160, 161].

Розраховані параметри відкладали по напівдіагоналях, використовуючи полярні системи координат. Тоді геометрична візуалізація моделі якісного стану певного зразка продукції була отримана у вигляді неправильного 10-кутника площею S_i , а факторна нормативна площа S_n – у вигляді правильного 10-кутника, так як його напівдіагоналі становлять одиницю.

Алгебраїчна оцінка даних геометричних фігур дозволила отримати для 10-факторного простору наступний математичний алгоритм [159, 160, 161, 162]:

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

де $m = 10$ - кількість оціночних параметрів, що складає відповідно кількість кутів багатокутника.

Нормативна факторна площа для 10-факторного простору визначали як для відповідної площі правильного багатокутника [159, 160, 161, 162]:

$$S_n = \frac{mR^2 \sin^2\left(\frac{180}{m}\right)}{\operatorname{tg}\left(\frac{180}{m}\right)} = mR^2 \sin\left(\frac{180}{m}\right) \cdot \cos\left(\frac{180}{m}\right) = \quad (4.2)$$

$$= 0,5mR^2 \sin\left(\frac{360}{m}\right) = 5\sin 36 = 2,939 \text{ ум.од}^2$$

В якості критеріїв якості досліджуваних зразків варено-копчених ковбас були обрані коефіцієнт відповідності заданому інтервалу якості $k_{в\text{ія}}$ та коефіцієнт відповідності граничним нормативам якості $k_{в\text{гн}}$, які визначали при допомозі формул (4.3) за співвідношеннями між наведеними вище факторними площами [159, 160, 161]:

$$k_{в\text{ія}} = S_i/S_n; \quad k_{в\text{гн}} = S_i/S_{\max} \quad (4.3)$$

Коефіцієнт відповідності заданому інтервалу якості $k_{в\text{ія}}$ характеризує середню межу безпеки певного зразка, а коефіцієнт відповідності граничним нормативам якості $k_{в\text{гн}}$ – граничну або максимальну межу.

За перерахованими у безрозмірні одиниці значеннями поточних якісних параметрів R_i (табл.4.11), побудували факторні площі якісного стану для зразка №1 досліджуваної варено-копченої ковбаси та відповідного нормативного показника на основі двобічного оцінювання (рис. 4.21).

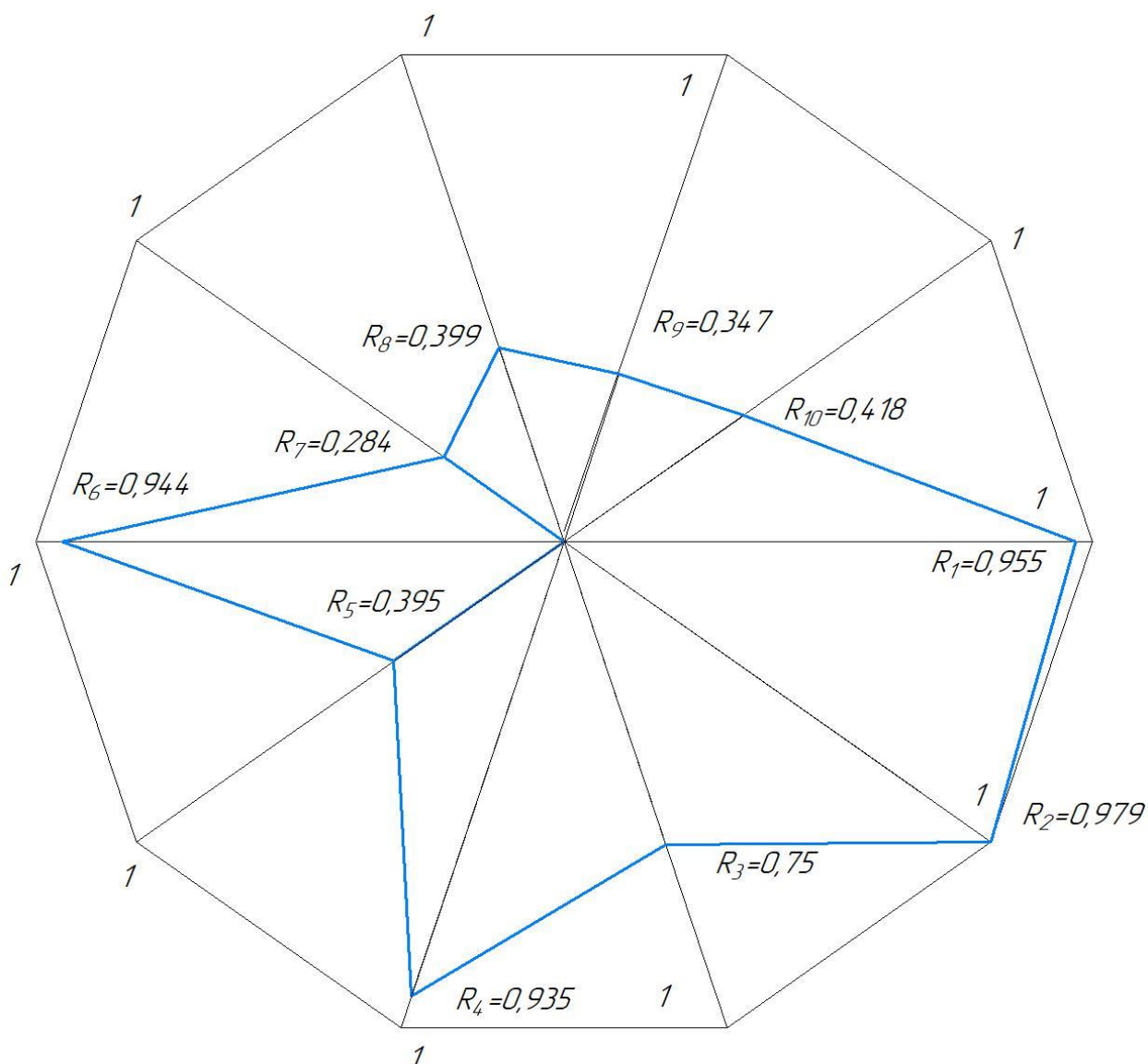


Рисунок 4.21 Моделі якісного зразка №1 досліджуваної варено-копченої ковбаси за експериментальними та нормативними характеристиками

Графоаналітичний аналіз нормативної та експериментальної для зразку №1 моделей якісного стану виявив, що зразок №1 варено-копченої ковбаси за розробленою рецептурою при використанні як диференціальної, так і інтегральної оцінки не перевищує середні нормативні значення за всіма оціночними характеристиками (рис. 4.21). Найбільш наближеними до середніх граничних величин, тобто найбільш ефективними, є масова частка вологи та білка, вихід готової продукції та сума омега 3 (n_3) жирних кислот (табл. 4.11). Проте ряд показників не досягають навіть 50 % якісного рівня за

середніми показниками, серед яких сума поліненасичених жирних кислот, сума омега 6 ($\omega 6$) жирних кислот, вміст ліноленової кислоти, відношення суми кислот $\omega 6$ до суми $\omega 3$. За інтегральною оцінкою факторний простір зазначеного зразка становить 41,9 % від факторної площі середніх допустимих параметрів; гранично-допустимі нормативи виконані. Така оцінка свідчить про невисокий якісний стан зразка №1 варено-копченої ковбаси за розробленою рецептурою.

За приведеною вище методикою переведення експериментальних даних для зразку № 2 варено-копченої ковбаси у безрозмірні одиниці отримали необхідні параметри для побудови геометричних моделей та критеріїв оцінки якісного стану (табл. 4.12).

Таблиця 4.12

Розрахункові параметри якості зразка №2 варено-копченої ковбаси за розробленою рецептурою

№ n/n	Експериментальні характеристики	Нормативні дані			Обрані критерії оцінки якості			
		F_c	F_{max}	F_i , ум. од.	R_i , ум. од.	$S_i, S_{max},$ S_n , ум. од. ²	$k_{вия}$	$k_{вгн}$
1	Масова частка вологи, %	45	50	1,111	0,952	1,56 6,29 2,939	0,531	0,248
2	Масова частка білка, %	20	25	1,25	0,971			
3	Масова частка жиру, %	45	50	1,111	0,748			
4	Вихід готового продукту, %	65	70	1,077	0,989			
5	Сума поліненасичених жирних кислот (ПНЖК), %	12,5	20	1,6	0,61			
6	Сума $\omega 3$ ($\omega 3$) жирних кислот, %	1,25	2	1,6	0,752			
7	Сума $\omega 6$ ($\omega 6$) жирних кислот, %	12,5	20	1,6	0,504			
8	Лінолева C18:2 $\omega 6$ с, %	8,5	15	1,765	0,73			
9	Відношення суми $\omega 6$ до суми $\omega 3$, %	9,5	15	1,579	0,832			
10	КМАФАнМ, КУО/г	550	1000	1,818	0,273			

Відкладаючи по напівдіагоналях розрахункові значення поточних параметрів R_i та нормативних $R=1$ (табл. 4.12), побудували геометричні моделі якісного стану нормативного та зразка №2 варено-копченої ковбаси за розробленою рецептурою на основі двобічного оцінювання (рис. 4.22).

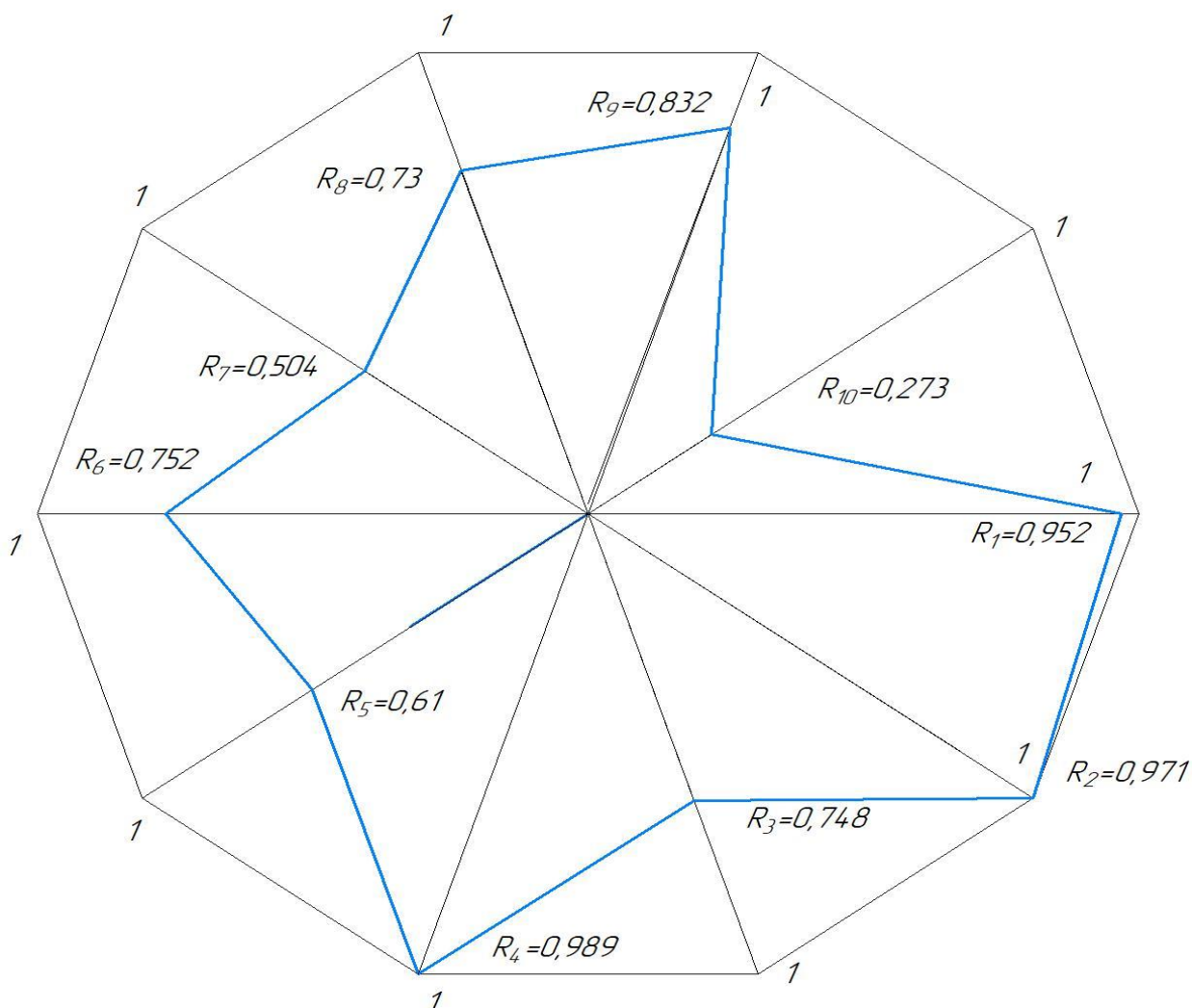


Рисунок 4.22 Моделі якісного зразка №2 досліджуваної варено-копченої ковбаси за експериментальними та нормативними характеристиками

Графоаналітичний аналіз нормативної та експериментальної для зразку №2 моделей якісного стану виявив, що зразок №2 варено-копченої ковбаси за розробленою рецептурою при використанні як диференціальної, так і інтегральної оцінки не перевищує середні нормативні значення за всіма оціночними характеристиками (рис. 4.22). Найбільш наближеними до

середніх граничних величин, тобто найбільш ефективними, є масова частка вологи та білка, вихід готової продукції та відношення суми кислот ω_6 до суми ω_3 (табл. 4.12). За інтегральною оцінкою факторний простір цього зразка становить 53,1 % від факторної площі середніх допустимих параметрів; гранично-допустимі нормативи виконані. Така оцінка свідчить про задовільний якісний стан зразка № 2 варено-копченої ковбаси за розробленою рецептурою.

За приведеною вище методикою переведення експериментальних даних для зразку № 3 варено-копченої ковбаси у безрозмірні одиниці отримали необхідні параметри для побудови геометричних моделей та критеріїв оцінки якісного стану (табл. 4.13).

Таблиця 4.13

Розрахункові параметри якості зразка № 3 варено-копченої ковбаси за розробленою рецептурою

№ n/n	Експериментальні характеристики	Нормативні дані			Обрані критерії оцінки якості			
		F_c	F_{max}	F_i , ум. од.	R_i , ум. од.	$S_i, S_{max},$ S_n , ум. од. ²	$k_{вия}$	$k_{гн}$
1	Масова частка вологи, %	45	50	1,111	0,921	2,67	0,908	0,424
2	Масова частка білка, %	20	25	1,25	0,991	6,29		
3	Масова частка жиру, %	45	50	1,111	0,767	2,939		
4	Вихід готового продукту, %	65	70	1,077	0,945			
5	Сума поліненасичених жирних кислот (ПНЖК), %	12,5	20	1,6	1,034			
6	Сума ω_3 (п3) жирних кислот, %	1,25	2	1,6	0,592			
7	Сума ω_6 (п6) жирних кислот, %	12,5	20	1,6	0,925			
8	Лінолева C18:2 п6с, %	8,5	15	1,765	1,352			
9	Відношення суми ω_6 до суми ω_3 , %	9,5	15	1,579	2,211			
10	КМАФАнМ, КУО/г	550	1000	1,818	0,091			

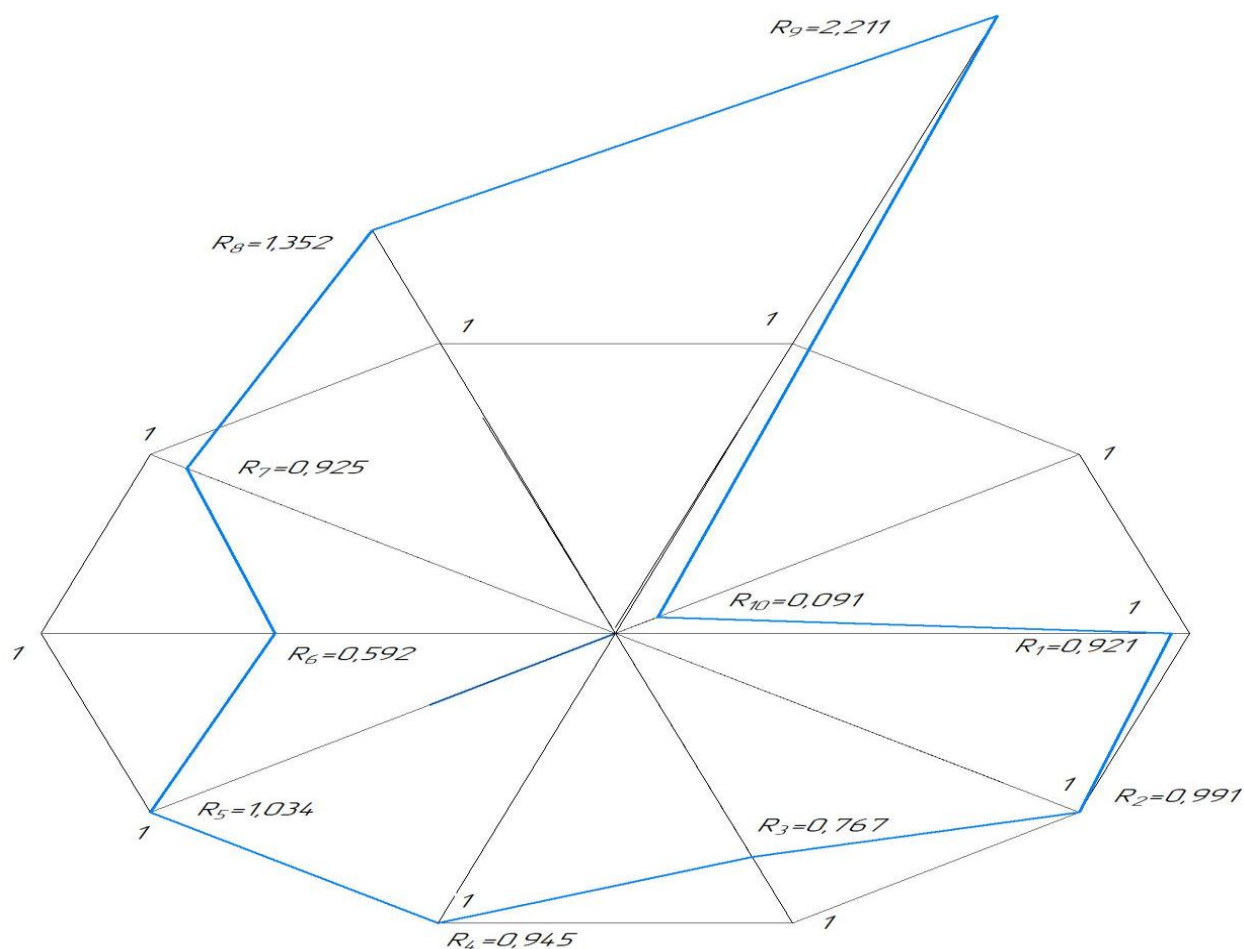


Рисунок 4.23 Моделі якісного зразка №3 досліджуваної варено-копченої ковбаси за експериментальними та нормативними характеристиками

На основі графоаналітичного аналізу геометричних моделей якісного стану зразку № 3 та нормативного очевидно, що для зразку варено-копченої ковбаси за розробленою рецептурою спостерігається перевищення середніх нормативних значень за вмістом лінолевої кислоти у 2,211 разів (рис. 4.23) та збільшення у 1,35 – за відношенням суми кислот ω_6 до суми ω_3 ; решта показників знаходиться у межах нормативних величин (табл. 4.13). Найбільш ефективними є масова частка вологи та білка, вихід готової продукції та сума омега 3 (ω_3) жирних кислот, сума поліненасичених жирних кислот та сума омега 6 (ω_6) жирних кислот (табл. 4.13). За інтегральною оцінкою факторний простір зазначеного зразка становить 90,8 % від факторної площі середніх допустимих параметрів, що є досить високим результатом; гранично-допустимі нормативи виконані. Така оцінка свідчить про високий якісний

стан зразка № 4 варено-копченої ковбаси за розробленою рецептурою принаймні за 8 оціночними характеристиками, хоча два представлені вище параметри можуть істотно зменшити якість досліджуваного зразка.

За приведеною вище методикою переведення експериментальних даних для зразку № 4 варено-копченої ковбаси у безрозмірні одиниці отримали необхідні параметри для побудови геометричних моделей та критеріїв оцінки якісного стану (табл. 4.14).

Відкладаючи по напівдіагоналях розрахункові значення поточних параметрів R_i та нормативних $R=1$ (табл. 4.14), побудували геометричні моделі якісного стану нормативного та зразка №4 варено-копченої ковбаси за розробленою рецептурою на основі двобічного оцінювання (рис. 4.24).

Таблиця 4.14

Розрахункові параметри якості зразка № 4 варено-копченої ковбаси за розробленою рецептурою

№ n/n	Експериментальні характеристики	Нормативні дані			Обрані критерії оцінки якості			
		F_c	F_{max}	F_i , ум. од.	R_i , ум. од.	$S_i, S_{max},$ S_n , ум. од. ²	$k_{вия}$	$k_{вгн}$
1	Масова частка води, %	45	50	1,111	0,97	1,49	0,507	0,237
2	Масова частка білка, %	20	25	1,25	0,978	6,29		
3	Масова частка жиру, %	45	50	1,111	0,738	2,939		
4	Вихід готового продукту, %	65	70	1,077	1,0			
5	Сума поліненасичених жирних кислот (ПНЖК), %	12,5	20	1,6	0,6			
6	Сума ω 3 (n3) жирних кислот, %	1,25	2	1,6	0,92			
7	Сума ω 6 (n6) жирних кислот, %	12,5	20	1,6	0,477			
8	Лінолева C18:2 n6c, %	8,5	15	1,765	0,69			
9	Відношення суми ω 6 до суми ω 3, %	9,5	15	1,579	0,627			
10	КМАФАнМ, КУО/г	550	1000	1,818	0,182			

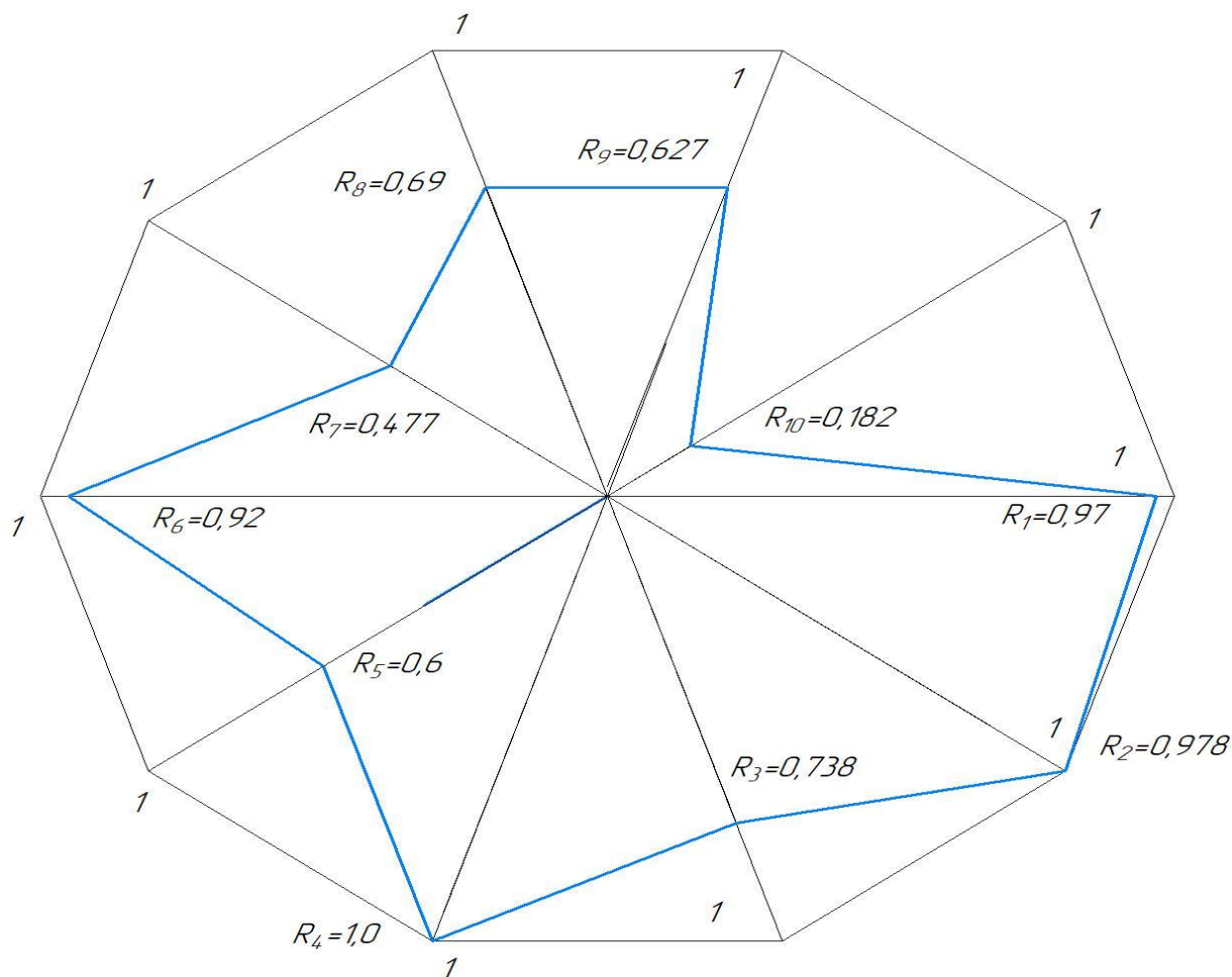


Рисунок 4.24 Моделі якісного зразка №4 досліджуваної варено-копченої ковбаси за експериментальними та нормативними характеристиками

Графоаналітичний аналіз нормативної та експериментальної для зразку №4 моделей якісного стану виявив, що зразок №4 варено-копченої ковбаси за розробленою рецептурою при використанні як диференціальної, так і інтегральної оцінки не перевищує середні нормативні значення за всіма оціночними характеристиками (рис. 4.24). Найбільш наближеними до середніх граничних величин, тобто найбільш ефективними, є масова частка води та білка, вихід готової продукції та сума омега 3 (n_3) жирних кислот (табл. 4.14). За інтегральною оцінкою факторний простір цього зразка становить 50,7 % від факторної площі середніх допустимих параметрів; граничнодопустимі нормативи виконані. Така оцінка свідчить про задовільний якісний стан зразка №4 варено-копченої ковбаси за розробленою

рецептурою.

За приведеною вище методикою переведення експериментальних даних для зразку № 5 варено-копченої ковбаси у безрозмірні одиниці отримали необхідні параметри для побудови геометричних моделей та критеріїв оцінки якісного стану (табл. 4.15).

Таблиця 4.15

Розрахункові параметри якості зразка № 5 варено-копченої ковбаси за розробленою рецептурою

№ п/п	Експериментальні характеристики	Нормативні дані			Обрані критерії оцінки якості			
		F _c	F _{max}	F _i , ум. од.	R _i , ум. од.	S _i , S _{max} , S _n , ум. од. ²	k _{вія}	k _{вгн}
1	Масова частка води, %	45	50	1,111	0,957	1,99	0,677	0,316
2	Масова частка білка, %	20	25	1,25	0,999	6,29		
3	Масова частка жиру, %	45	50	1,111	0,752	2,939		
4	Вихід готового продукту, %	65	70	1,077	0,923			
5	Сума поліненасичених жирних кислот (ПНЖК), %	12,5	20	1,6	0,776			
6	Сума ω 3 (п3) жирних кислот, %	1,25	2	1,6	0,736			
7	Сума ω 6 (п6) жирних кислот, %	12,5	20	1,6	0,657			
8	Лінолева C18:2 п6с, %	8,5	15	1,765	0,955			
9	Відношення суми ω6 до суми ω3, %	9,5	15	1,579	1,235			
10	КМАФАнМ, КУО/г	550	1000	1,818	0,346			

Відкладаючи по напівдіагоналях розрахункові значення поточних параметрів R_i та нормативних R=1 (табл. 4.15), побудували геометричні моделі якісного стану нормативного та зразка №5 варено-копченої ковбаси за розробленою рецептурою на основі двобічного оцінювання (рис. 4.25).

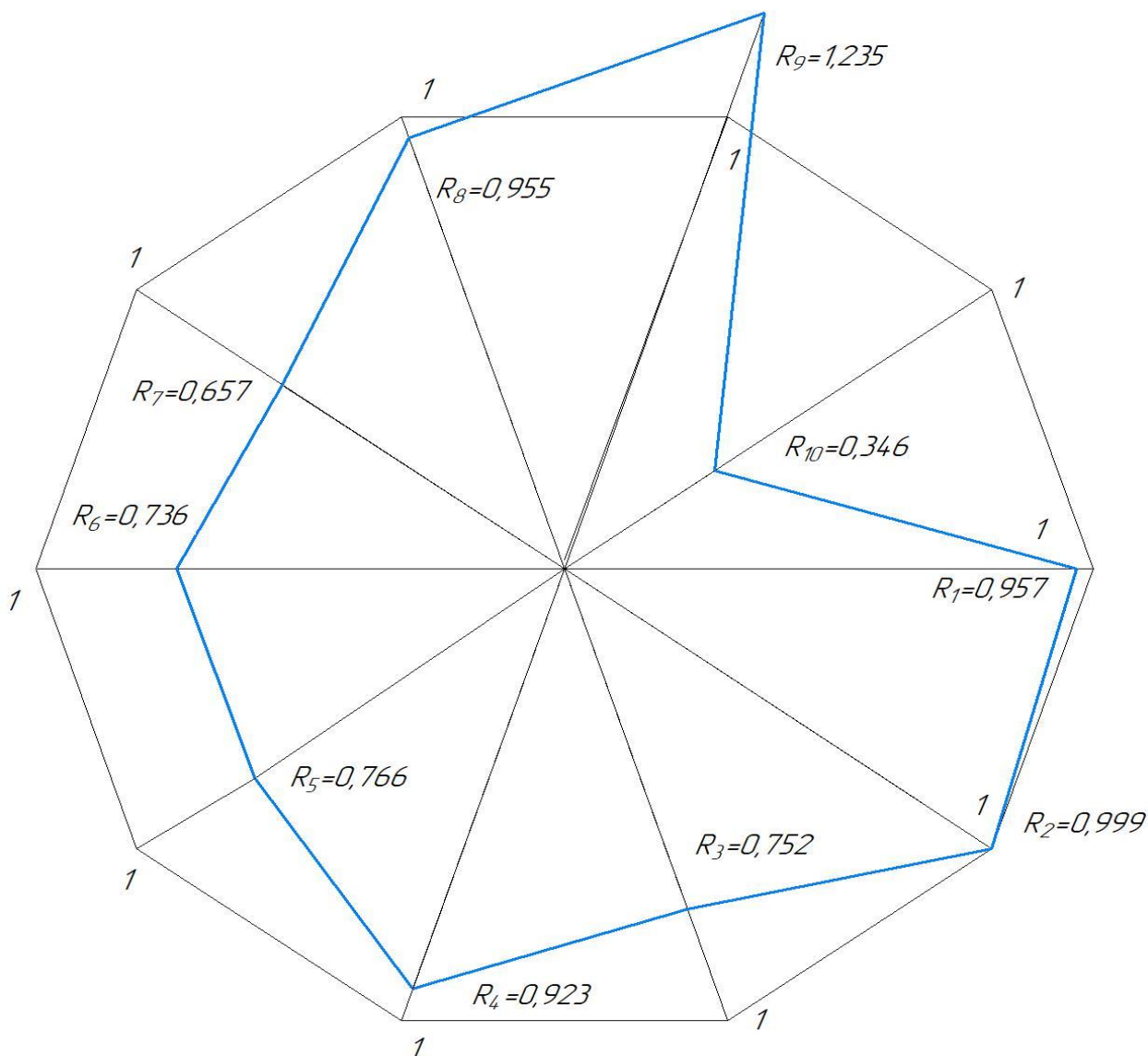


Рисунок 4.25 Моделі якісного зразка №5 досліджуваної варено-копченої ковбаси за експериментальними та нормативними характеристиками

На основі графоаналітичного аналізу геометричних моделей якісного стану зразку № 5 та нормативного очевидно, що для зразку варено-копченої ковбаси за розробленою рецептурою спостерігається перевищення у 1,235 – за відношенням суми кислот ω_6 до суми ω_3 (рис. 4.25) та збільшення; решта показників знаходиться у межах нормативних величин (табл. 4.15). Найбільш ефективними є масова частка води та білка, вихід готової продукції та вміст лінолевої кислоти (табл. 4.15). За інтегральною оцінкою факторний простір цього зразка становить 67,7 % від факторної площі середніх допустимих

параметрів, що є високим результатом; гранично-допустимі нормативи виконані. Така оцінка свідчить про високий якісний стан зразка № 5 варено-копченої ковбаси за розробленою рецептурою принаймні за 9 оціночними характеристиками, хоча і спостерігається перевищення середніх нормативних значень за відношенням суми кислот $\omega 6$ до суми $\omega 3$ на 23,5 %.

За приведеною вище методикою переведення експериментальних даних для зразку № 6 варено-копченої ковбаси у безрозмірні одиниці отримали необхідні параметри для побудови геометричних моделей та критеріїв оцінки якісного стану (табл. 4.16).

Таблиця 4.16

Розрахункові параметри якості зразка № 6 варено-копченої ковбаси за розробленою рецептурою

№ п/п	Експериментальні характеристики	Нормативні дані			Обрані критерії оцінки якості			
		F_c	F_{max}	F_i , ум. од.	R_i , ум. од.	$S_i, S_{max},$ S_n , ум. од. ²	$k_{вия}$	$k_{вгн}$
1	Масова частка вологи, %	45	50	1,111	0,985	1,9	0,646	0,302
2	Масова частка білка, %	20	25	1,25	0,98	6,29		
3	Масова частка жиру, %	45	50	1,111	0,734	2,939		
4	Вихід готового продукту, %	65	70	1,077	0,977			
5	Сума поліненасичених жирних кислот (ПНЖК), %	12,5	20	1,6	0,837			
6	Сума $\omega 3$ (п3) жирних кислот, %	1,25	2	1,6	1,0			
7	Сума $\omega 6$ (п6) жирних кислот, %	12,5	20	1,6	0,695			
8	Лінолева C18:2 п6с, %	8,5	15	1,765	1,01			
9	Відношення суми $\omega 6$ до суми $\omega 3$, %	9,5	15	1,579	0,838			
10	КМАФАнМ, КУО/г	550	1000	1,818	0,073			

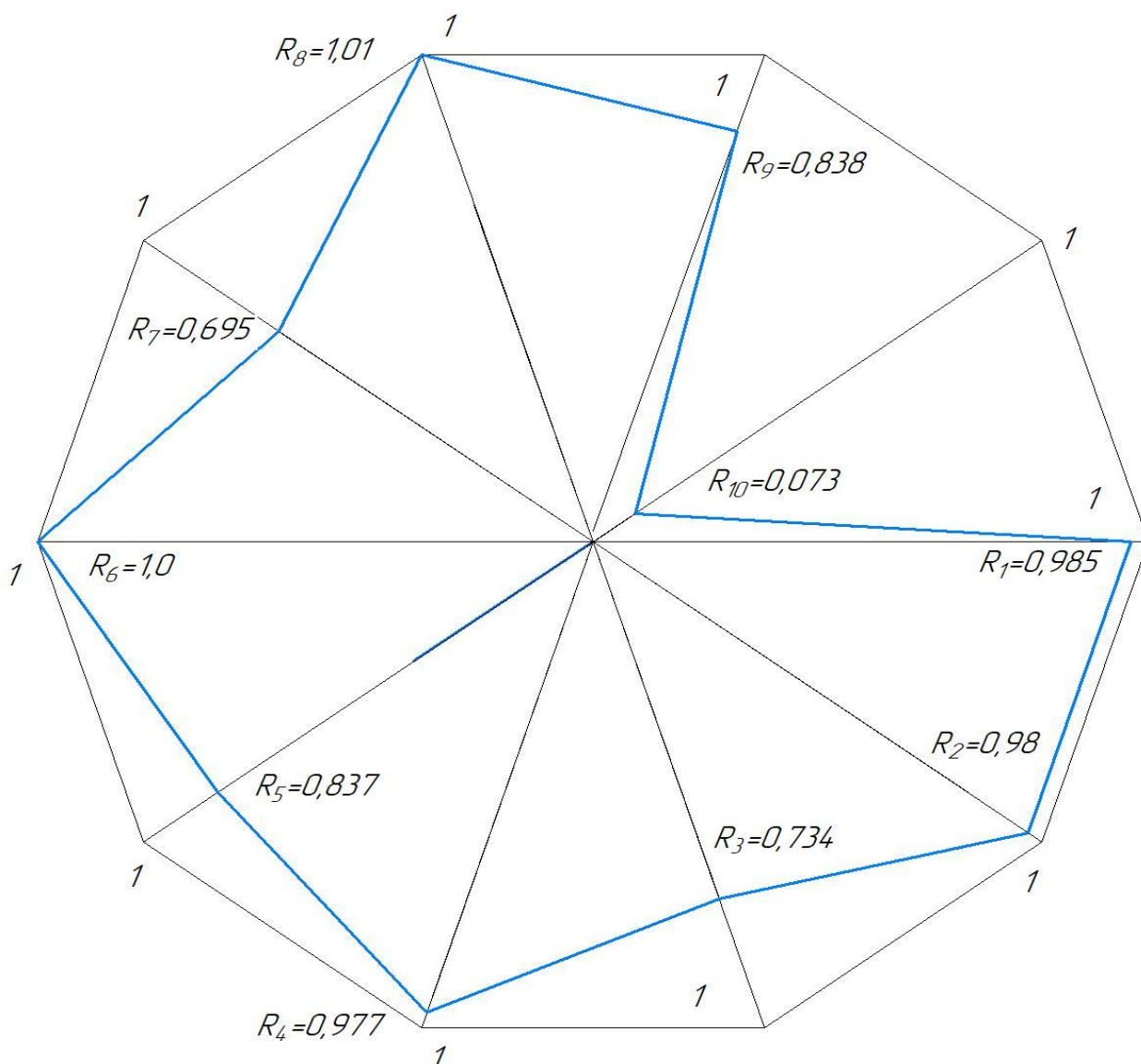


Рисунок 4.26 Моделі якісного зразка №6 досліджуваної варено-копченої ковбаси за експериментальними та нормативними характеристиками

Відкладаючи по напівдіагоналях розрахункові значення поточних параметрів R_i та нормативних $R=1$ (табл. 4.16), побудували геометричні моделі якісного стану нормативного та зразка №6 варено-копченої ковбаси за розробленою рецептурою на основі двобічного оцінювання (рис. 4.26).

Графоаналітичний аналіз нормативної та експериментальної для зразку №6 моделей якісного стану виявив, що зразок №6 варено-копченої ковбаси за розробленою рецептурою при використанні як диференціальної, так і інтегральної оцінки не перевищує середні нормативні значення за всіма оціночними характеристиками (рис. 4.26). Найбільш ефективними є масова

частка води та білка; вихід готової продукції; сума поліненасичених, омега 3 ($\omega 3$) та омега 6 ($\omega 6$) жирних кислот, вміст лінолевої кислоти та відношення суми $\omega 6$ до суми $\omega 3$ (табл. 4.18). За інтегральною оцінкою факторний простір цього зразка становить 64,6 % від факторної площі середніх допустимих параметрів; гранично-допустимі нормативи виконані. Така оцінка свідчить про найбільш високий якісний стан зразка № 6 варено-копченої ковбаси за розробленою рецептурою порівняно із досліджуваними зразками.

За приведеною вище методикою переведення експериментальних даних для зразку № 7 варено-копченої ковбаси у безрозмірні одиниці отримали необхідні параметри для побудови геометричних моделей та критеріїв оцінки якісного стану (табл. 4.17).

Таблиця 4.17

Розрахункові параметри якості контрольного зразка варено-копченої ковбаси

№ п/п	Експериментальні характеристики	Нормативні дані			Обрані критерії оцінки якості			
		F_c	F_{max}	F_i , ум. од.	R_i , ум. од.	S_i, S_{max}, S_n , ум. од. ²	$k_{в\dot{я}}$	$k_{вгн}$
1	Масова частка води, %	45	50	1,111	0,943	1,71	0,582	0,272
2	Масова частка білка, %	20	25	1,25	1,004	6,29		
3	Масова частка жиру, %	45	50	1,111	0,762	2,939		
4	Вихід готового продукту, %	65	70	1,077	0,972			
5	Сума поліненасичених жирних кислот (ПНЖК), %	12,5	20	1,6	0,74			
6	Сума $\omega 3$ ($\omega 3$) жирних кислот, %	1,25	2	1,6	0,696			
7	Сума $\omega 6$ ($\omega 6$) жирних кислот, %	12,5	20	1,6	0,634			
8	Лінолева C18:2 $\omega 6$ с, %	8,5	15	1,765	0,922			
9	Відношення суми $\omega 6$ до суми $\omega 3$, %	9,5	15	1,579	0,958			
10	КМАФАнМ, КУО/г	550	1000	1,818	0,11			

Відкладаючи по напівдіагоналях розрахункові значення поточних параметрів R_i та нормативних $R=1$ (табл. 4.17), побудували геометричні моделі якісного стану нормативного та зразка №7 варено-копченої ковбаси за розробленою рецептурою на основі двобічного оцінювання (рис. 4.27).

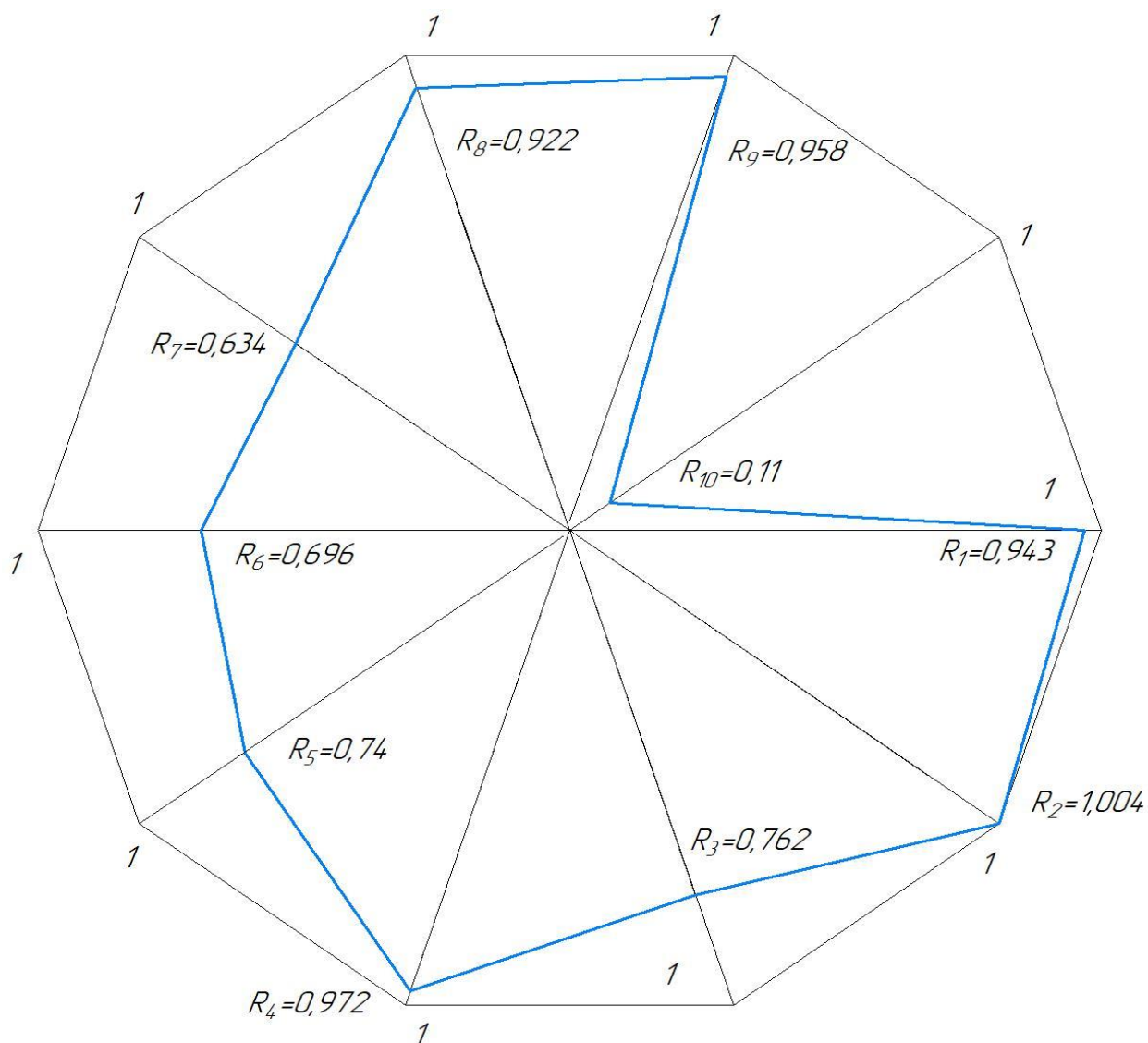


Рисунок 4.27 Моделі якісного зразка №7 досліджуваної варено-копченої ковбаси за експериментальними та нормативними характеристиками

Графоаналітичний аналіз нормативної та експериментальної для зразку №1 моделей якісного стану виявив, що зразок №1 варено-копченої ковбаси за розробленою рецептурою при використанні як диференціальної, так і інтегральної оцінки не перевищує середні нормативні значення за всіма

оціночними характеристиками (рис. 4.27). Найбільш ефективними є масова частка води та білку, вихід готової продукції, вміст лінолевої кислоти та відношення суми ω_6 до суми ω_3 (табл. 4.17). Решта параметрів відзначається середньо високими показниками якості. За інтегральною оцінкою факторний простір представленого зразка становить 58,2 % від факторної площі середніх допустимих параметрів; гранично-допустимі нормативи виконані. Така оцінка свідчить про високий якісний стан контрольного зразка.

Отримана у ході математичного моделювання розрахункова база даних (табл.4.11 – 4.17) та їх геометрична інтерпретація (рис. 4.21 – 4.27) дозволили систематизувати результати аналізу якісного стану досліджуваних зразків варено-копчених ковбас у табл. 4.18.

Таблиця 4.18

Критерії оцінки якості досліджуваних зразків ковбас

№ п/п	Зразки варено- копчених ковбас	Величина факторного простору		Обрані критерії оцінки якості	
		S_c , ум. од ²	S_i , ум. од ²	$k_{в\dot{я}}$	$k_{в\dot{гн}}$
1	Зразок №1	2,939	1,23	0,419	0,196
2	Зразок №2	2,939	1,56	0,531	0,248
3	Зразок №3	2,939	2,67	0,908	0,424
4	Зразок №4	2,939	1,49	0,507	0,237
5	Зразок №5	2,939	1,99	0,677	0,316
6	Зразок №6	2,939	1,9	0,646	0,302
7	Контрольний зразок	2,939	1,71	0,582	0,272

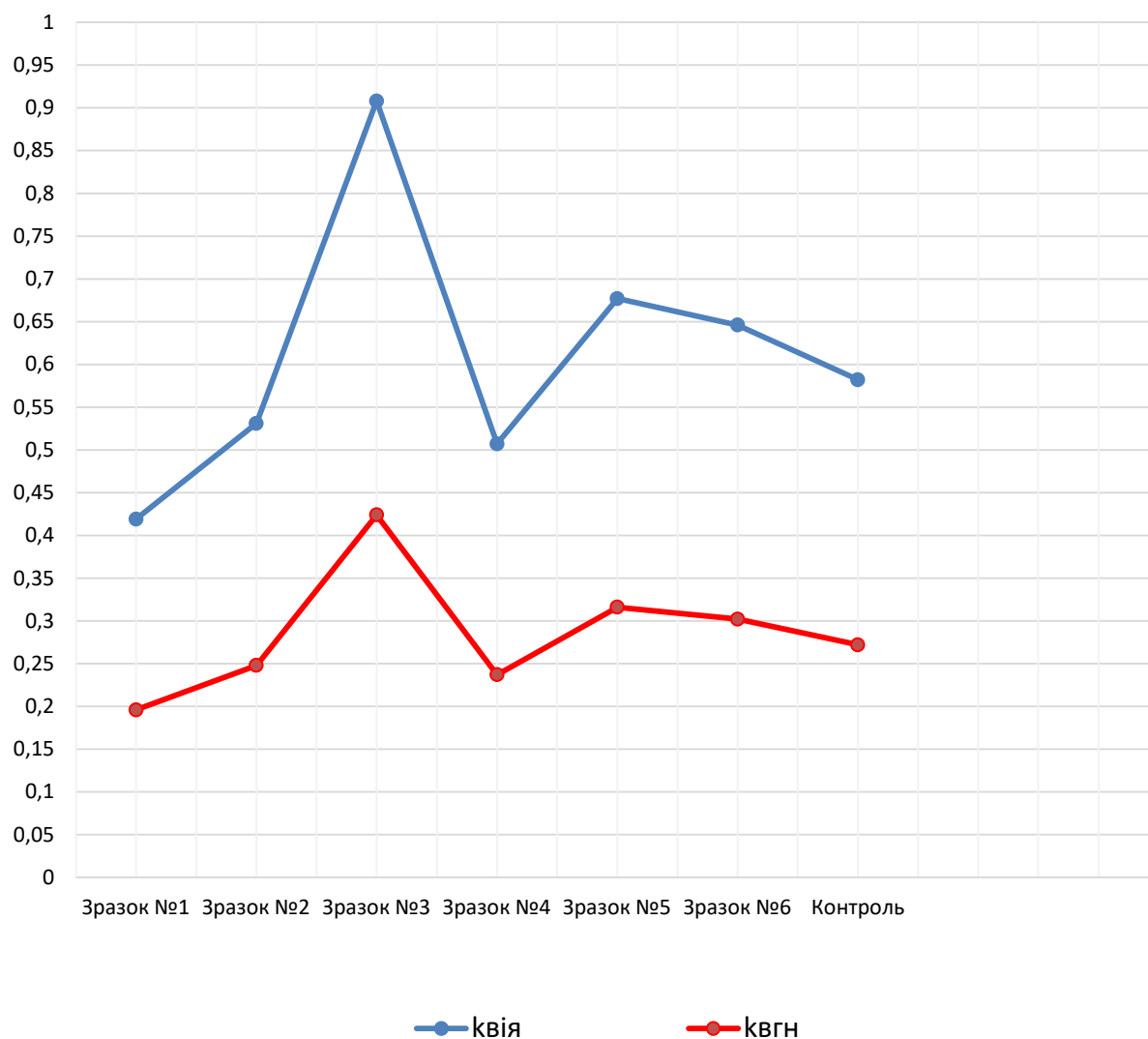


Рисунок 4.28. Динаміка зміни критеріїв оцінки якісного стану для контрольних та рецептурних зразків варено-копчених ковбас

Найбільший ефективний якісний стан спостерігається у зразка №3 варено-копченої ковбаси, що перевищує найближчий до нього за характеристиками якості зразок №6 та контрольний зразок (табл. 4.17). Окрім того, за інтегральною оцінкою характеристики зразка № 3 найбільше наближені до середньо нормативних. Проте за диференціальною оцінкою дві якісних характеристики вийшли за межі середньо допустимих для зразка № 3 та один параметр – для зразка № 5, хоча гранично допустимі нормативи для них виконані. Тому можна вважати, що зразок № 6 відзначається достатньо

високими якісними характеристиками, які не виходять за межі допустимих норм, що визначає його якісний стан найкращим.

Висновки до 4 розділу

З огляду на суттєве скорочення обсягів тваринництва у світі та зростання попиту на харчові продукти, науковці досліджують можливість використання альтернативної сировини з високою харчовою цінністю. Тому використання пивної дробини, побічного продукту пивоварної промисловості, є актуальним напрямком.

Встановлено, що вона є джерелом білків, мінералів, жирних кислот, амінокислот, клітковини, біоактивних речовин та може використовуватися як сировина білкового текстурату, що дає можливість не тільки скоротити кількість побічних продуктів у виробництві пива, але і покращити поживний вміст продукту. На основі експериментальних характеристик встановлено, що отриманий злаково-соєвий текстурований продукт має високі органолептичні та фізико-хімічні показники, які повністю відповідають стандарту ДСТУ 4538:2006 [104]. Але загальна сенсорика має легкі солодкуваті відтінки, що не впливає на якість готових виробів.

Проаналізувавши хімічний склад отриманого продукту, визначили, що високий вміст білка, наявність клітковини зумовлює підвищенню вологозв'язувальної та вологоутримувальної здатності м'ясних фаршів, тому ЗСТП можна використовувати як для приготування веганських продуктів так і в м'ясопереробній промисловості.

Досліджено вплив ПД та ЗСТП на показники пластичності та вологозв'язувальної здатності фаршу, у результаті встановлено зменшення показника пластичності, що є позитивним фактором. Показники ВЗЗ до загальної вологості, крім першого зразка, в межах норми (91,94-94,58 %).

У варено-копчених ковбасах, в яких частково м'ясну сировину замінювали рослинною (ЗСТП, ПД), визначали пенетраційну напругу,

показники якої зменшувались (крім третього зразка) у порівнянні з контрольним.

Розрахункові показники амінокислотного скору як контрольного, так і дослідних зразків перевищують значення «ідеального» білка.

Результати досліджень жирнокислотного складу варено-копчених ковбас з рослинною сировиною свідчать про високу біологічну цінність.

Аналіз результатів мікробіологічного дослідження доводить безпечність всіх зразків протягом всього терміну зберігання, оскільки всі мікробіологічні показники на 5 та 15 добу зберігання не перевищували нормативні значення.

Додавання ПД та ЗСТП не впливало на органолептичні показники готових виробів, які майже не відрізнялися від контрольного зразка.

Розроблені аналітичні та графічні моделі дозволили зробити порівняльну оцінку якісного стану зразків варено-копчених ковбас за розробленою рецептурою та контрольних для середньо та максимально граничних нормативних характеристик. Обрані як критерії оцінки коефіцієнт відповідності інтервалу якості $k_{в\text{ія}}$ дав можливість оцінити частку експериментальних характеристик у нормативному просторі, а розрахований коефіцієнт відповідності нормативної границі якості $k_{в\text{гн}}$ дозволив здійснити оцінку можливих відхилень характеристик продукції від гранично максимальних нормативних величин. Оцінку здійснювали як диференціально, так і інтегрально за 10 якісними характеристиками, зокрема, масові частки вологи, білку, жиру, золи; сумою омега 3, омега 6 та поліненасичених жирних кислот, вміст лінолевої кислоти, відношення суми $\omega 6$ до суми $\omega 3$ та вміст МАФАНМ.

За результатами математичного моделювання методом факторних площ найкращі характеристики виявились у зразка №6 варено-копченої ковбаси за розробленою рецептурою, що відзначається достатньо високими величинами масових часток вологи та білку; виходу готової продукції; сумі поліненасичених, омега 3 (п3) та омега 6 (п6) жирних кислот, вмісту

лінолевої кислоти та відношення суми ω_6 до суми ω_3 . За величиною факторного простору зразок №6 трохи поступається зразку №3 та контрольному, але всі його якісні характеристики не вийшли за межі як середньо, так і гранично допустимих норм.

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ РОСЛИННИХ БІЛКОВИХ ІНГРЕДІЄНТІВ У ВИРОБНИЦТВІ ВАРЕНО-КОПЧЕНИХ КОВБАС

5.1. Аналіз економічних показників використання рослинних білкових інгредієнтів у виробництві варено-копчених ковбас

В умовах воєнного стану в Україні та економічної нестабільності, що її супроводжує, продовольча безпека набуває особливого значення. Одним із напрямів її забезпечення є створення м'ясних продуктів з підвищеною харчовою цінністю, які б відповідали вимогам здорового харчування, були доступними за ціною, мали високу якість та тривалий термін зберігання. У цьому контексті виробники м'ясних продуктів шукають альтернативні інгредієнти, які дозволили б знизити вартість продукції без шкоди для її якості. Рослинні білки стають ефективними заміниками частини м'ясної сировини.

Інтеграція рослинних білків у рецептуру м'ясних виробів, зокрема варено-копчених ковбас, зумовлена сукупністю технологічних, економічних, харчових та екологічних чинників. Традиційне виробництво м'ясопродуктів базується на використанні м'ясної сировини (яловичина, свинина), вартість якої постійно зростає: в Черкаській області середні ціни на свинину з січня 2022 р. до січня 2025 р. зросли з 129,51 грн/кг до 184,67 грн/кг, тобто на 42,6 %, а середні ціни на яловичину за той же період зросли з 184,96 грн/кг до 278,70 грн/кг, тобто на 50,75. У квітні 2025 р. середні ціни на свинину становили 214,39 грн/кг, що на 16,1 % більше порівняно з початком року, а середні ціни на яловичину становили 291,04 грн/кг, що на 4,4 % більше порівняно з початком року [163, 164].

Зауважимо, що ціни на свинину в сусідніх країнах майже не відрізняються від українських: у Польщі — 325 грн/кг, у Румунії — 285 грн/кг, у Молдові — 353 грн/кг.

Проте яловичина в Європі коштує значно дорожче — у Румунії 532 грн/кг, у Польщі 582 грн/кг [165].

Зростання цін на сировину тваринного походження у 2022–2025 рр. призвело до значного підвищення собівартості варено-копчених ковбас. За даними виробників, питома вага м'ясної сировини в собівартості таких виробів становить до 40 %, тому навіть незначні коливання цін на м'ясо безпосередньо впливають на економічну ефективність виробництва [166]. У зв'язку з цим, доцільним є використання альтернативних білкових компонентів, зокрема інгредієнтів рослинного походження, які мають нижчу вартість, хороші функціонально-технологічні характеристики та дозволяють частково замінити м'ясну сировину без суттєвого погіршення органолептичних показників готової продукції.

Вважаємо, що використання альтернативних білкових компонентів дає можливість частково вирішити проблему постійного зростання ціни на м'ясну сировину. Зауважимо, що застосування альтернативної сировини у виробництві м'ясних продуктів активно практикується у країнах ЄС, США, Канаді та Японії. Українські виробники також поступово впроваджують інноваційні компоненти, однак наукових обґрунтувань економічної доцільності для таких рецептур поки недостатньо. Тому подальше дослідження полягає у комплексному вивченні впливу використання рослинних білків у виробництві варено-копчених ковбас на якість і собівартість варено-копчених ковбас.

У дисертації пропонується у якості альтернативної рослинної сировини використовувати пивну дробину (ПД) або злаково-соевий текстурований продукт (ЗСТП).

Зауважимо, що пивна дробина є вторинним продуктом пивоварної промисловості, який утворюється внаслідок відокремлення пивного сусла на

стадії фільтрації сусла. До її складу входять оболонки та залишки ендосперму ячмінного зерна. За органолептичними властивостями пивна дробина характеризується світло-коричневим забарвленням, типовим солодовим ароматом і смаком, а також щільною, в'язкою консистенцією з наявністю грубих і твердих частинок. Її хімічний склад залежить від типу використаного солоду, частки несоложеної сировини та сорту пива. Згідно з науковими джерелами, висушена пивна дробина є цінним джерелом поживних речовин, зокрема містить білки (до 19 %), безазотні речовини (7,5 %), жири (7,5 %), клітковину (18 %), золу (7 %). До складу пивної дробини входять амінокислоти (до 19,31 %), зокрема лізин, аргінін, глютамінова кислота та інші, а також мінеральні речовини, зокрема кальцій, натрій, калій, магній, алюміній, залізо, барій і стронцій. Високий вміст амінокислот, жирних кислот, вітамінів та клітковини зумовлює значну харчову й біологічну цінність цього вторинного продукту [85, 101]. Тому пивну дробину доцільно розглядати як перспективну функціональну добавку в технологіях харчових продуктів. На сьогоднішній день пивну дробину активно використовують у виробництві хлібобулочних, кондитерських, макаронних виробів, а також у технології продуктів із м'яса та молока. З-поміж різних форм застосування найбільш поширеним є використання борошна з пивної дробини, а також її екстрактів, кислот і дріжджових концентратів. Борошно пивної дробини має здатність до утримання води, жирів і підвищує в'язкість м'ясного фаршу.

Злаково-соевий текстурований продукт є сумішшю соєвого борошна та пивної дробини, соєвого шроту, глютену та харчових добавок. Він вирізняється високим вмістом білка, хорошими водозв'язувальними властивостями і здатністю імітувати структуру м'ясного білка. Дослідження вітчизняних і зарубіжних науковців доводять, що заміщення до 20-25 % м'ясної сировини на пивну дробину або злаково-соевий текстурований продукт дозволяє знизити собівартість продукції на 12-18 % залежно від конкретної рецептури. При цьому сенсорні показники (колір, текстура, смак)

залишаються на рівні класичного зразка, а в окремих випадках навіть покращуються за рахунок покращеної водоутримувальної здатності фаршу (до 94,2 % у дослідних зразках проти 89,5 % у класичному) та зменшення втрат при термічній обробці (на 5,7-8,3 %) [139, 156]. Враховуючи зазначені характеристики, вважаємо, що злаково-соевий текстурований продукт, в якому знежирене соєве борошно частково замінюється на знежирене борошно пивної дробини, також може бути відмінною сировиною для використання у виробництві варено-копчених ковбас.

Завдяки високому вмісту функціональних компонентів, рослинні білки покращують зв'язування води, стабільність фаршу, а також частково компенсують відсутність м'ясної сировини за рахунок білково-вуглеводної структури. Це дозволяє зберегти цілісність емульсії та м'ясної системи навіть при зменшенні частки яловичини. Крім того, харчові волокна у складі пивної дробини позитивно впливають на структуру готового продукту.

Узагальнений аналіз основних фізико-хімічних властивостей пивної дробини та злаково-соевого текстурованого продукту свідчить про їх високу поживну цінність і наявність функціонально-технологічних властивостей, що є важливими з точки зору їх застосування в м'ясопереробній промисловості.

Зокрема, висока концентрація білкових сполук, значна кількість харчових волокон, наявність мінеральних елементів, а також здатність до зв'язування води та жирів дають змогу розглядати ці компоненти як потенційні альтернативи традиційній м'ясній сировині або як функціональні інгредієнти у виробництві ковбасних виробів.

Застосування пивної дробини та злаково-соевого текстурованого продукту в рецептурі варено-копченої ковбаси може забезпечити не лише зменшення вартості готового продукту, а й підвищення його харчової цінності, поліпшення структурно-механічних властивостей та збалансування амінокислотного складу. Водночас надмірна заміна м'ясної сировини нетрадиційними компонентами може впливати на органолептичні показники, консистенцію, колір та загальну якість продукту, що потребує детального

наукового дослідження. У зв'язку з цим постає актуальне завдання – експериментально обґрунтувати оптимальну частку заміни м'яса на пивну дробину та злаково-соєвий текстурований продукт у рецептурі варено-копченої ковбаси, з урахуванням їхнього впливу на основні фізико-хімічні, структурно-механічні, органолептичні та економічні характеристики готового продукту. Саме це і стало метою подальшого експериментального етапу нашого дослідження.

Отже, для проведення експериментального дослідження було обрано два альтернативних білкових компоненти: пивну дробину (ПД) й злаково-соєвий текстурований продукт (ЗСТП). Усі інші інгредієнти (м'ясо, спеції, сіль, цукор тощо) відповідали діючій рецептурі варено-копчених ковбас.

Було сформовано три зразки для дослідження:

1. Класичний зразок – рецептура традиційної варено-копченої ковбаси без будь-яких рослинних добавок.
2. Дослідний зразок з пивною дробиною – 5,5 % маси м'ясного фаршу замінено на пивну дробину. Вміст яловичини знижено з 65 до 59,5 кг на 100 кг загальної м'ясної сировини.
3. Дослідний зразок з злаково-соєвим текстурованим продуктом – 3,5 % маси м'ясного фаршу замінено на злаково-соєвий текстурований продукт. Вміст яловичини знижено з 65 кг до 61,5 кг на 100 кг загальної м'ясної сировини.

У табл. 5.1 наведено рецептури варено-копчених ковбас відповідно до трьох сформованих для дослідження зразків.

Зауважимо, що усі рецептури розраховані на 100 кг основної сировини, що забезпечує уніфікованість та зіставність між класичним і дослідними зразками. Основною відмінністю дослідних варіантів є введення пивної дробини (ПД) у першому дослідному зразку та злаково-соєвого текстурованого продукту (ЗСТП) – у другому. Відповідно, у цих рецептурах зменшено частку яловичини при збереженні незмінної кількості свинини. Усі рецептури включають однаковий набір допоміжних компонентів (сіль

харчова, нітрит натрію, цукор, спеції), які забезпечують формування традиційних органолептичних властивостей, збереження смакових характеристик та стабільність кольору готового продукту. Їх кількісні показники залишаються незмінними у кожному зразку, що дозволяє виключити вплив допоміжних речовин на результати дослідження.

Таблиця 5.1

Рецептура варено-копчених ковбас

Сировина	Класичний зразок		Дослідний зразок з додавання ПД		Дослідний зразок з додавання ЗСТП	
	кг	Питома вага, %	кг	Питома вага, %	кг	Питома вага, %
Основна сировина, кг на 100 кг основної сировини						
Яловичина	65	62,87	59,5	57,55	61,5	59,48
Свинина	35	33,85	35	33,85	35	33,85
ПД	-	-	5,5	5,32	-	-
ЗСТП	-	-	-	-	3,5	3,39
Допоміжна сировина, кг на 100 кг основної сировини						
Сіль харчова	3,0	3,28	3,0	3,28	3,0	3,28
Нітрит натрію	0,01		0,01		0,01	
Цукор	0,2		0,2		0,2	
Перець чорний	0,1		0,1		0,1	
Перець духмянний	0,05		0,05		0,05	
Мускатний горіх	0,03		0,03		0,03	
Разом	103,39	100	103,39	100	103,39	100

Джерело: розроблено автором на основі власних досліджень

Загальна маса кожної рецептурної суміші становить 103,39 кг, що враховує не лише основну сировину, але й усі технологічні добавки. Такий підхід дає можливість забезпечити однакове навантаження на технологічне обладнання при виготовленні зразків, а також унеможлиблює похибки, пов'язані з об'ємом партій. Таким чином, представлена рецептурна модель

дозволяє виконати цілісне порівняльне оцінювання впливу різних функціональних рослинних інгредієнтів на якісні характеристики варено-копченої ковбасної продукції при збереженні базових технологічних параметрів.

У контексті співвідношення м'ясної та нем'ясної сировини спостерігаються помірні рівні заміни: у першому дослідному зразку частка рослинного компонента (ПД) становить 5,5 % загальної маси м'ясного фаршу, тоді як у другому (із ЗСТП) – 3,5 %. Це забезпечує зниження кількості яловичини на 5,5 кг і 3,5 кг відповідно, що в загальній масі ковбасного фаршу становить скорочення на 5,32 % і 3,39 % від її вихідної кількості у класичному зразку. Незважаючи на введення нем'ясних інгредієнтів, загальна маса сировини у кожній рецептурі збережена на сталому рівні, що дозволяє об'єктивно порівнювати зміни у фізико-хімічних та органолептичних властивостях готової продукції без впливу зовнішніх технологічних змін. Заміна виконувалася із урахуванням функціонально-технологічної еквівалентності добавок, зокрема їх вологоутримувальної здатності, вмісту білка та впливу на текстурні характеристики, що має важливе значення для збереження структурної цілісності ковбасного фаршу.

Для кожної сформованої у табл. 5.1 рецептури варено-копчених ковбас було виконано розрахунок витрат на сировину (табл. 5.2, 5.4). Зауважимо, що ціни на сировину визначено як середні закупівельні вартості, розраховані на підставі офіційно оприлюднених статистичних даних. Зокрема, джерелами інформації слугували матеріали, розміщені на вебсайтах Державної служби статистики України, Міністерства економіки України та Міністерства фінансів України, які регулярно публікують узагальнені показники середніх закупівельних та споживчих цін на продовольчі товари, що дає змогу об'єктивно оцінити вартість сировинних ресурсів, які використовуються у виробництві м'ясних продуктів. У процесі формування аналітичної таблиці використовувалися середньозважені ціни, актуальні на період дослідження.

Також важливо підкреслити, що масові частки решти сировинних компонентів (свинина, сіль, спеції, цукор, нітрит натрію) залишилися незмінними як за кількістю, так і за вартістю. Це свідчить про те, що технологічні параметри рецептури були змінені мінімально, а коригування стосувалося лише часткової заміни дорогої м'ясної сировини на відносно дешевший, але функціонально придатний компонент рослинного походження.

Таблиця 5.2

Витрати на сировину для варено-копченої ковбаси
з додаванням борошна пивної дробини

Вид сировини	Маса сировини без пивної дробини, кг	Маса сировини з пивною дробиною, кг	Ціна сировини, грн/кг	Витрати на сировини у без пивної дробини, грн	Витрати на сировини у з пивною дробиною, грн	Зміни витрат на сировину	
						грн	%
Склад основної сировини, кг на 100 кг основної сировини							
Яловичина	65,0	59,5	300	19500	17850	-1650	-8,46
Свинина	35,0	35	200	7000	7000	0	0,00
Борошно пивної дробини	0,0	5,5	8	0,0	44	+44	+100
Склад допоміжної сировини, кг на 100 кг основної сировини							
Сіль харчова	3,0	3,0	15	45	45	0	0,00
Нітрит натрію	0,01	0,01	180	1,8	1,8	0	0,00
Цукор	0,2	0,2	30	6	6	0	0,00
Перець чорний	0,1	0,1	400	40	40	0	0,00
Перець духмянний	0,05	0,05	650	32,5	32,5	0	0,00
Мускатний горіх	0,03	0,03	300	9	9	0	0,00
Разом	103,39	103,39	x	26634,3	25028,3	-1606	-6,03

Джерело: розроблено і розраховано автором

У табл. 5.2 представлено порівняльні дані щодо витрат на сировину при виробництві варено-копченої ковбаси за двома варіантами рецептур: класичний зразок (без використання пивної дробини) та дослідний зразок (з її додаванням). Розрахунки здійснено на 100 кг основної сировини, із поділом на основні та допоміжні інгредієнти.

Аналіз структури витрат показує, що найбільш суттєвий економічний ефект досягається за рахунок часткової заміни яловичини на пивну дробину, що є низьковартісною добавкою з високим вмістом клітковини та білків. У варіанті з додаванням пивної дробини маса яловичини зменшена з 65,0 кг до 59,5 кг, що зумовило зниження витрат на дану сировину з 19 500 грн до 17 850 грн, тобто на 1 650 грн або на 8,46 %. У той же час, витрати на саму добавку (борошно пивної дробини) склали лише 44 грн (5,5 кг за ціною 8 грн/кг), що є незначним у порівнянні з економією на яловичині. У випадку купівлі 5,5 кг яловичини витрати становили б 1650 грн. Внаслідок цього загальні витрати на основну сировину зменшилися з 26 634,3 грн до 25 028,3 грн, що становить економію 1606 грн або 6,03 %. Варто зазначити, що всі інші компоненти рецептури (свинина, сіль, нітрит натрію, спеції та цукор) залишилися без змін як за масою, так і за вартістю, що підтверджує цілеспрямований характер коригування рецептури лише за рахунок використання альтернативного джерела білково-клітковинного походження.

Таким чином, запропонована рецептура з додаванням борошна пивної дробини забезпечує зниження собівартості продукції без погіршення якісного складу, що свідчить про її економічну доцільність та ефективність у контексті раціонального використання сировинних ресурсів.

Також доцільно зауважити, що у сучасному виробництві м'ясних виробів, зокрема варено-копчених ковбас, широко застосовуються рослинні білкові компоненти з метою оптимізації рецептур, зниження собівартості та збереження органолептичних властивостей продукції. Одним з таких компонентів є соєвий текстурат – високоочищений білковий продукт, який

зазвичай містить у своєму складі знежирене соєве борошно, соєвий шрот, пшеничний глютен, харчову соду, сіль та воду. Завдяки високому вмісту повноцінного білка, добрим водо- і жирозв'язувальним властивостям, а також здатності імітувати структуру м'ясної тканини, соєвий текстурат є одним із найпоширеніших замінників м'ясної сировини у промислових умовах.

У межах дисертаційного дослідження запропоновано модифікувати склад соєвого текстурату шляхом введення до його рецептури пивної дробини (ПД) замість частини знежиреного соєвого борошна. Такий підхід дозволяє створити злаково-соєвий текстурований продукт (ЗСТП), який за рахунок включення ПД частково заміщує більш вартісні компоненти, зокрема знежирене соєве борошно.

У табл. 5.3 представлено структуру витрат на сировину для виготовлення текстурованого білкового продукту (ТБП) й злаково-соєвого текстурованого продукту (ЗСТП).

Таблиця 5.3

Витрати на сировину для злаково-соєвого текстурованого продукту

Вид сировини	Маса сировини для ТБП, кг	Маса сировини для ЗСТП, кг	Ціна сировини, грн/кг	Витрати на сировину для ТБП, грн	Витрати на сировину для ЗСТП, грн	Зміни витрат на сировину	
						грн	%
1	2	3	4	5	6	7	8
Знежирене соєве борошно	36,0	29,0	75	2700	2175	-525	-19,44
Борошно пивної дробини	0,0	7,0	8	0	56	56	
Соєвий шрот	25,0	25,0	20	500	500	0	0,00
Глютен	7,0	7,0	144	1008	1008	0	0,00
Харчова сода	0,5	0,5	24	12	12	0	0,00

Продовження табл. 5.3

1	2	3	4	5	6	7	8
Сіль харчова	0,5	0,5	15	7,5	7,5	0	0,00
Вода	31,0	31,0	30	930	930	0	0,00
Разом	100,0	100,0	x	5157,5	4688,5	-469	-9,09

Джерело: розроблено і розраховано автором

Одним із найбільш витратних компонентів традиційного рецептурного складу є знежирене соєве борошно, ціна якого становить 75 грн/кг. Його питома маса у базовому варіанті рецептури становила 36,0 кг, що зумовлювало значні витрати – 2700 грн на 100 кг продукту. З метою оптимізації рецептури та зменшення собівартості готового ЗСТП, частину соєвого борошна (7,0 кг) було замінено на пивну дробину (ПД), що має значно нижчу вартість (8 грн/кг) і при цьому містить харчові волокна та білкові сполуки, які можуть бути використані як наповнювач у структурі рослинного текстурату. У результаті такої заміни витрати на знежирене соєве борошно знизилися на 525 грн (на 19,44 %), а вартість доданого борошна пивної дробини становила лише 56 грн.

Загалом, загальні витрати на сировину зменшилися з 5157,5 грн до 4688,5 грн, що забезпечило економію в розмірі 469 грн або 9,09 % від початкової вартості.

Усі інші інгредієнти рецептури – соєвий шрот, глютен, харчова сода, сіль та вода – залишилися незмінними за кількісними і вартісними показниками, що дозволяє зробити висновок про цілеспрямований характер коригування рецептури лише за рахунок заміни найдорожчого компонента.

Розрахунок ціни 1 кг текстурованого білкового продукту (ТБП) і злаково-соєвого текстурованого продукту (ЗСТП) здійснювався за формулою:

$$Ц = \frac{BC}{100 \text{ кг}}, \quad (5.1)$$

де Π – ціна 1 кг продукту, грн;

ВС – загальні витрати на сировину.

Таким чином, загальні витрати на сировину для текстурованого білкового продукту становлять:

$$\Pi_{\text{СТ}} = \frac{\text{ВС}_{\text{ТБП}}}{100 \text{ кг}} = \frac{5157,5}{100} = 51,58 \text{ грн/кг}$$

де $\Pi_{\text{ТБП}}$ – ціна 1 кг соєвого текстуранту, грн;

$\text{ВС}_{\text{ТБП}}$ – загальні витрати на сировину для текстурованого білкового продукту.

Загальні витрати на сировину для злаково-соєвого текстурованого продукту становлять:

$$\Pi_{\text{ЗСТП}} = \frac{\text{ВС}_{\text{ЗСТП}}}{100 \text{ кг}} = \frac{4688,5}{100} = 46,89 \text{ грн/кг}$$

де $\Pi_{\text{ЗСТП}}$ – ціна 1 кг соєвого текстуранту, грн;

$\text{ВС}_{\text{ТБП}}$ – загальні витрати на сировину для текстурованого білкового продукту.

Для оцінки економічної доцільності заміни традиційного текстурованого білкового продукту (ТБП) на злаково-соєвий текстурований продукт (ЗСТП), який містить борошно пивної дробини, доцільним є використання показників абсолютного та відносного відхилення. Абсолютне відхилення ($\Delta_{\text{абс}}$) показує, наскільки вартість ЗСТП відрізняється у грошовому вимірі від вартості ТБП:

$$\Delta_{абс} = Ц_{ТБП} - Ц_{ЗСТП}. \quad (5.2)$$

$$\Delta_{абс} = 51,58 - 46,89 = 4,69 \text{ грн.}$$

Відносне відхилення ($\Delta_{відн}$) відображає економію у відсотках від базової вартості (ТБП):

$$\Delta_{відн} = \left(\frac{\Delta_{абс}}{Ц_{ТБП}} \right) \times 100 \%. \quad (5.3)$$

$$\Delta_{відн} = \left(\frac{4,69}{51,58} \right) \times 100\% = 9,09 \%.$$

Результати проведених розрахунків свідчать про те, що включення пивної дробини до складу текстурату дозволяє зменшити вартість одного кілограма продукту з 51,58 грн до 46,89 грн, при цьому загальна маса продукту залишається незмінною. Абсолютне відхилення становить 4,69 грн, що еквівалентно 9,09 % відносної економії. Отже, розроблений злаково-соевий текстурований продукт забезпечує значне зниження вартості сировинної складової при збереженні функціонально-технологічних властивостей, що робить його доцільним для впровадження у виробництво варено-копчених ковбас.

У табл. 5.4 наведено порівняльну характеристику витрат на сировину при виготовленні варено-копченої ковбаси за двома рецептурами: класичним (без використання злаково-соевого текстурованого продукту – ЗСТП) та удосконаленим (з додаванням ЗСТП). Розрахунки, як і в попередньому дослідному зразку, здійснено на умовну масу 100 кг основної сировини, із виокремленням основної та допоміжної сировини.

З метою зниження собівартості продукції в удосконаленій рецептурі частину яловичини (3,5 кг) було замінено на ЗСТП, що дало змогу зменшити витрати на м'ясну сировину з 65,0 кг до 61,5 кг. Внаслідок цього витрати на яловичину знизилися з 19 500 грн до 18 450 грн, тобто на 1 050 грн або на

5,38 %. Водночас, додавання 3,5 кг ЗСТП за ціною 46,89 грн/кг спричинило зростання витрат на новий компонент до 164,12 грн. Таким чином, загальна сума витрат на сировину зменшилася з 26 634,3 грн у класичному зразку до 25 748,42 грн у рецептурі з ЗСТП, що становить економію 885,88 грн або 3,33 %.

Загалом, додавання злаково-соевого текстурованого продукту дозволило досягти економії витрат при збереженні рецептурної маси продукту, що є ключовим чинником у впровадженні ресурсозберігаючих технологій у м'ясопереробній галузі.

Таблиця 5.4

**Витрати на сировину для варено-копченої ковбаси
з додаванням злаково-соевого текстурованого продукту**

Вид сировини	Маса сировини без ЗСТП, кг	Маса сировини з ЗСТП, кг	Ціна сировини, грн/кг	Витрати на сировину без ЗСТП, грн	Витрати на сировину з ЗСТП, грн	Зміни витрат на сировину	
						грн	%
Склад основної сировини, кг на 100 кг основної сировини							
Яловичина	65,0	61,5	300	19500	18450	-1050	-5,38
Свинина	35,0	35	200	7000	7000	0	0,00
ЗСТП	-	3,5	46,89	-	164,12	+164,12	+100
Склад допоміжної сировини, кг на 100 кг основної сировини							
Сіль харчова	3,0	3,0	15	45	45	0	0,00
Нітрит натрію	0,01	0,01	180	1,8	1,8	0	0,00
Цукор	0,2	0,2	30	6	6	0	0,00
Перець чорний	0,1	0,1	400	40	40	0	0,00
Перець духмяний	0,05	0,05	650	32,5	32,5	0	0,00
Мускатний горіх	0,03	0,03	300	9	9	0	0,00
Разом	103,39	103,39	х	26634,3	25748,42	-885,88	-3,33

Джерело: розроблено і розраховано автором

Виконаний у підрозділі 5.1 аналіз економічних показників використання рослинних білків у рецептурах варено-копчених ковбас дав змогу кількісно оцінити рівень витрат на сировину, показники економії, рентабельності, а також фінансової доцільності заміни м'ясної сировини альтернативними інгредієнтами. Одержані результати свідчать про наявність суттєвих економічних переваг у разі впровадження таких замінників, водночас виявляючи характерні відмінності між досліджуваними варіантами за низкою окремих критеріїв.

Однак для прийняття обґрунтованого управлінського рішення доцільним є не лише аналіз окремих показників, а й їх комплексне узагальнення. З цією метою подальше дослідження передбачає розробку інтегральної моделі оцінювання економічної ефективності заміни м'ясної сировини на рослинні білкові інгредієнти при виробництві варено-копчених ковбас, яка поєднує в собі як економічні, так і технологічні та споживчі аспекти, дозволяючи надати узагальнену кількісну характеристику кожного з варіантів заміни білкових інгредієнтів.

5.2 Інтегральна модель оцінювання економічної ефективності заміни м'ясної сировини на рослинні білкові інгредієнти при виробництві варено-копчених ковбас

Економічна доцільність застосування рослинних білків у виробництві варено-копчених ковбас визначається не лише показниками якості продукції, але й комплексним аналізом витрат на сировину. З метою всебічної оцінки ефективності запропонованих рецептурних змін було використано систему аналітичних коефіцієнтів, яка дозволяє охарактеризувати економічний ефект від заміни частини м'ясної сировини альтернативними інгредієнтами – пивної дробини (ПД) та злаково-соєвим текстурованим продуктом (ЗСТП).

1. Абсолютна економія витрат на сировину (ΔC , грн) – цей показник визначає загальне зменшення витрат на сировину внаслідок рецептурних змін. Обчислення проводиться за формулою:

$$\Delta C = C_{\text{баз}} - C_{\text{дослід}}, \quad (5.4)$$

де $C_{\text{баз}}$ – витрати на сировину за базовим рецептом, грн;

$C_{\text{дослід}}$ – витрати на сировину за відповідним варіантом заміни ($C_{\text{ПД}}$ – витрати на сировину для дослідного зразку з пивною дробиною; $C_{\text{ЗСТП}}$ – витрати на сировину для дослідного зразку із злаково-соевим текстурованим продуктом).

Для досліджуваних варіантів:

$$\Delta C_{\text{ПД}} = C_{\text{баз}} - C_{\text{ПД}} = 26634,3 - 25028,3 = 1606,0 \text{ грн}$$

$$\Delta C_{\text{ЗСТП}} = C_{\text{баз}} - C_{\text{ЗСТП}} = 26634,3 - 25748,42 = 885,88 \text{ грн}$$

Таким чином, заміна частини м'ясної сировини на пивну дробину дозволить зекономити 1606 грн, а заміна на злаково-соевий текстурований продукт дозволить зекономити 885,88 грн, що свідчить про реальне зниження витрат завдяки новим рецептурам.

2. Відносна економія витрат (E , %) – цей показник визначає частку економії відносно початкових витрат:

$$E = \left(\frac{\Delta C}{C_{\text{баз}}} \right) \times 100 \%. \quad (5.5)$$

Для досліджуваних варіантів:

$$E_{\text{ПД}} = \left(\frac{\Delta C_{\text{ПД}}}{C_{\text{баз}}} \right) \times 100 \% = \left(\frac{1606,0}{26634,3} \right) \times 100 \% = 6,03\%$$

$$E_{\text{ЗСТП}} = \left(\frac{\Delta C_{\text{ЗСТП}}}{C_{\text{баз}}} \right) \times 100 \% = \left(\frac{885,88}{26634,3} \right) \times 100 \% = 3,33\%$$

Використання пивної дробини дасть змогу скоротити витрати на 6,03 %, а використання злаково-соевого текстурованого продукту сприятиме скороченню витрат на 3,33 %, що підтверджує вищу ефективність першого замітника в контексті економії.

3. Коефіцієнт зниження собівартості ($K_{ЗС}$) – відображає, у скільки разів зменшуються витрати на купівлю сировини:

$$K_{ЗС} = \frac{C_{\text{дослід}}}{C_{\text{баз}}}. \quad (5.6)$$

Для досліджуваних варіантів:

$$K_{ЗС(ПД)} = \frac{C_{ПД}}{C_{\text{баз}}} = \frac{25028,3}{26634,3} = 0,94$$

$$K_{ЗС(ЗСТП)} = \frac{C_{ЗСТП}}{C_{\text{баз}}} = \frac{25748,42}{26634,3} = 0,97$$

Значення коефіцієнта зниження собівартості при використанні пивної дробини становить 0,94, а при використанні злаково-соевого текстурованого продукту – 0,97, що свідчить про більший потенціал скорочення собівартості при використанні пивної дробини.

4. Економія на 1 кг продукції ($\Delta C_{1 \text{ кг}}$) – дозволяє оцінити ефект в перерахунку на одиницю продукції:

$$\Delta C_{1 \text{ кг}} = \frac{\Delta C}{M}, \quad (5.7)$$

де M – маса продукції (у нашому випадку $M = 103,39$ кг).

Для досліджуваних варіантів:

$$\Delta C_{1 \text{ кг (ПД)}} = \frac{\Delta C_{\text{ПД}}}{M} = \frac{1606,0}{103,39} = 15,53 \text{ грн}$$

$$\Delta C_{1 \text{ кг (ЗСТП)}} = \frac{\Delta C_{\text{ЗСТП}}}{M} = \frac{885,88}{103,39} = 8,57 \text{ грн}$$

Для виготовлення кожного кілограма варено-копченої ковбаси економія становитиме 15,53 грн (при додаванні пивної дробини) і 8,57 грн (при додаванні злаково-соєвого текстурованого продукту), що є суттєвою економією при великомасштабному виробництві.

5. Умовна прибутковість вкладень у сировину ($P_{\text{ум}}$) – цей коефіцієнт показує, який економічний ефект дає кожна гривня витрат:

$$P_{\text{ум}} = \left(\frac{\Delta C}{C_{\text{дослід}}} \right) \times 100\%. \quad (5.8)$$

Для досліджуваних варіантів:

$$P_{\text{ум (БПД)}} = \left(\frac{\Delta C_{\text{ПД}}}{C_{\text{ПД}}} \right) \times 100 \% = \left(\frac{1606,0}{25028,3} \right) \times 100 \% = 6,42 \%$$

$$P_{\text{ум (ЗСТП)}} = \left(\frac{\Delta C_{\text{ЗСТП}}}{C_{\text{ЗСТП}}} \right) \times 100 \% = \left(\frac{885,88}{25748,42} \right) \times 100 \% = 3,44 \%$$

Доцільно зауважити, що умовна прибутковість вкладень у сировину за економічним змістом фактично є рентабельністю заміни частини м'яса на білкові продукти. Отже, кожна вкладена гривня у варіант з додаванням пивної дробини дає 6,42 % умовного прибутку, а з додаванням злаково-соєвого текстурованого продукту – 3,44 %, що свідчить про те, що перший варіант є вигіднішим з точки зору ефективності витрат.

6. Індекс ефективності заміни (I_E) – показує на скільки 1 кг заміненої сировини скорочує витрати:

$$I_E = \frac{\Delta C}{M_{\text{дослід}}}, \quad (5.9)$$

де $M_{\text{дослід}}$ – маса заміненої сировини.

Для досліджуваних варіантів:

$$I_{E(\text{БПД})} = \frac{\Delta C_{\text{ПД}}}{M_{\text{ПД}}} = \frac{1606,0}{5,5} = 292,00 \text{ грн/кг}$$

$$I_{E(\text{ЗСТП})} = \frac{\Delta C_{\text{ЗСТП}}}{M_{\text{ЗСТП}}} = \frac{885,88}{3,5} = 253,11 \text{ грн/кг}$$

Виготовлення одного кілограму варено-копченої ковбаси з використанням пивної дробити сприяє економії на суму 292,00 грн, тоді як при використанні злаково-соєвого текстурованого продукту економія становитиме 253,11 грн, що вказує на перевагу першого замітника.

7. Індекс технологічної компактності ($I_{\text{ТК}}$) – свідчить про те, наскільки ефективно (компактно) використовується білковий замітник у рецептурі варено-копченої ковбаси:

$$I_{\text{ТК}} = \frac{1}{M_{\text{дослід}}}. \quad (5.10)$$

Зауважимо, що чим менша кількість замітника потрібна для досягнення ефекту, тим вищою є «компактність» з точки зору зручності транспортування, меншого навантаження на технологічне обладнання,

адаптації до існуючих рецептур.

Для досліджуваних варіантів:

$$I_{\text{тк (ПД)}} = \frac{1}{M_{\text{ПД}}} = \frac{1}{5,5} = 0,182$$

$$I_{\text{тк (ЗСТП)}} = \frac{1}{M_{\text{ЗСТП}}} = \frac{1}{3,5} = 0,286$$

Оскільки рецептура з використанням злаково-соевого текстурованого продукту має вищий індекс технологічної компактності (0,286 проти 0,182), тому його застосування більш компактне та менш ресурсомістке для технологічного процесу.

8. Коефіцієнт технологічної сумісності ($K_{\text{тс}}$) – дозволяє оцінити легкість інтеграції нового інгредієнта у стандартний технологічний процес з мінімальними змінами устаткування, рецептури та органолептичних характеристик кінцевого продукту за шкалою від 0 до 1. Цей коефіцієнт показує реальні виробничі наслідки заміни інгредієнтів. Оскільки злаково-соевий текстурований продукт більш подібний до м'яса, тому при термообробці фаршева маса з використанням ЗСТП буде поводити себе більш стабільно, практично не відрізняючись від базової (класичної) рецептури, що дозволяє встановити коефіцієнт технологічної сумісності на рівні 0,9. Пивна дробина потребує незначного корегування рецептури, воно менш схоже на м'ясо і має незначний вплив на текстуру та колір, тому коефіцієнт технологічної сумісності є дещо нижчим – 0,7.

9. Індекс органолептичної експертизи ($I_{\text{ое}}$) – дозволяє оцінити органолептичну прийнятність зразків варено-копчених ковбас з ПД і ЗСТП у порівнянні з базовим (класичним) рецептом шляхом сенсорного аналізу за такими критеріями: зовнішній вигляд, консистенція, смак, аромат, загальне враження. Кожний критерій оцінювався за п'ятибальною шкалою від 1 до 5, де 1 – найнижча оцінка, 5 – найвища, й визначався середній бал, як сума всіх

виставлених оцінок поділена на 4 (кількість показників).

$$I_{oe}(\text{ПД}) = \frac{4,3 + 4,3 + 5,0 + 4,3}{4} = 4,4$$

$$I_{oe}(\text{ЗСПТ}) = \frac{4,7 + 5,0 + 4,3 + 5,0}{4} = 4,8$$

Так як за смаковими та зовнішніми характеристиками рецептура з використанням злаково-соевого текстурованого продукту має вищий індекс органолептичної експертизи – 4,8, у порівнянні з 4,5 для рецептури з використанням пивної дробини, то це свідчить про кращу сприйнятність споживачами саме рецептури з використанням ЗСТП.

З метою врахування розрахованих показників економічної ефективності для двох зразків варено-копченої ковбаси (з пивною дробиною й зі злаково-соевим текстурованим продуктом) в єдиному числовому показнику, було розраховано комплексний індекс економічної ефективності за такою формулою:

$$KI_e = \omega_1 \cdot \frac{1/C}{(1/C)_{max}} + \omega_2 \cdot \frac{E}{E_{max}} + \omega_3 \cdot \frac{1/K_{зс}}{(1/K_{зс})_{max}} + \omega_4 \cdot \frac{\Delta C_{1кг}}{\Delta C_{1кг}^{max}} + \\ + \omega_5 \cdot \frac{\Pi_{ум}}{\Pi_{ум}^{max}} + \omega_6 \cdot \frac{I_e}{I_e^{max}} + \omega_7 \cdot \frac{I_{тк}}{I_{тк}^{max}} + \omega_8 \cdot \frac{K_{тс}}{K_{тс}^{max}} + \omega_9 \cdot \frac{I_{oe}}{I_{oe}^{max}}, \quad (5.11)$$

де C – витрати на сировину, грн (при розрахунку ефективності використовуємо обернений показник $1/C$, оскільки чим менші витрати на купівлю сировини, тим краще;

E – відносна економія витрат, %;

$K_{зс}$ – коефіцієнт зниження собівартості (при розрахунку ефективності використовуємо обернений показник $1/K_{зс}$, оскільки чим менші витрати на купівлю сировини, тим краще);

$\Delta C_{1 \text{ кг}}$ – економія на 1 кг продукції, грн;

$\Pi_{\text{ум}}$ – умовна прибутковість вкладень у сировину, %;

I_E – індекс ефективності заміни;

$I_{\text{тк}}$ – індекс технологічної компактності;

$K_{\text{тс}}$ – коефіцієнт технологічної сумісності;

$I_{\text{ое}}$ – індекс органолептичної експертизи;

$\omega_1, \omega_2, \omega_3, \omega_4, \omega_5, \omega_6, \omega_7, \omega_8, \omega_9, \omega_{10}$ – вагові коефіцієнти для кожного з показників економічної ефективності, при цьому: $\omega_1 + \omega_2 + \omega_3 + \omega_4 + \omega_5 + \omega_6 + \omega_7 + \omega_8 + \omega_9 = 1$.

Таблиця 5.5

Вихідні дані для розрахунку комплексного індексу економічної ефективності для варено-копченої ковбаси з додаванням пивної дробини і злаково-соєвого текстурованого продукту

№ з/п	Показник	Позначення	Значення		Вага
			для ПД	для ЗСТП	
1	2	3	4	5	6
1	Обернений показник витрат на сировину	$1/C$	$1/25028,3 = 0,00003995$	$1/25748,42 = 0,00003884$	0,10
2	Відносна економія витрат, %	E	6,03	3,33	0,15
3	Обернений коефіцієнт зниження собівартості	$1/K_{\text{зс}}$	$1/0,94 = 1,063$	$1/0,97 = 1,031$	0,10
4	Економія на 1 кг продукції, грн	$\Delta C_{1 \text{ кг}}$	15,53	8,57	0,15
5	Умовна прибутковість вкладень у сировину, %	$\Pi_{\text{ум}}$	6,42	3,44	0,15
6	Індекс ефективності заміни, грн/кг	I_E	292,00	253,11	0,10
7	Індекс технологічної компактності	$I_{\text{тк}}$	0,182	0,286	0,10

Продовження табл. 5.5

1	2	3	4	5	6
8	Коефіцієнт технологічної сумісності	K_{tc}	0,7	0,9	0,075
9	Індекс органолептичної експертизи	I_{oe}	4,4	4,8	0,075
Разом					1

Джерело: розроблено і розраховано автором

Для досліджуваних варіантів:

$$\begin{aligned}
 KI_e(\text{ПД}) &= 0,1 \cdot \frac{0,00003995}{0,00003995} + 0,15 \cdot \frac{6,03}{6,03} + 0,1 \cdot \frac{1,063}{1,063} + 0,15 \cdot \frac{15,53}{15,53} + \\
 &+ 0,15 \cdot \frac{6,42}{6,42} + 0,1 \cdot \frac{292,00}{292,00} + 0,1 \cdot \frac{0,182}{0,286} + 0,075 \cdot \frac{0,7}{0,9} + 0,075 \cdot \frac{4,4}{4,8} = \\
 &= 0,1 \cdot 1 + 0,15 \cdot 1 + 0,1 \cdot 1 + 0,15 \cdot 1 + 0,15 \cdot 1 + 0,1 \cdot 1 + 0,1 \cdot 0,64 + \\
 &+ 0,075 \cdot 0,78 + 0,075 \cdot 0,91 = 0,941
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 KI_e(\text{ЗСТП}) &= 0,1 \cdot \frac{0,00003884}{0,00003995} + 0,15 \cdot \frac{3,33}{6,03} + 0,1 \cdot \frac{1,031}{1,063} + 0,15 \cdot \frac{8,57}{15,53} + \\
 &+ 0,15 \cdot \frac{3,44}{6,42} + 0,1 \cdot \frac{253,11}{292,00} + 0,1 \cdot \frac{0,286}{0,286} + 0,075 \cdot \frac{0,9}{0,9} + 0,075 \cdot \frac{4,8}{4,8} = \\
 &= 0,1 \cdot 0,97 + 0,15 \cdot 0,55 + 0,1 \cdot 0,97 + 0,15 \cdot 0,55 + 0,15 \cdot 0,54 + 0,1 \cdot 0,87 + \\
 &+ 0,1 \cdot 1 + 0,075 \cdot 1 + 0,075 \cdot 1 = 0,777
 \end{aligned}$$

Комплексний індекс ефективності для варіанту з ПД становить 0,941, що свідчить про його загальну перевагу за сукупністю показників. Він забезпечує максимальний рівень економії витрат на сировину (1606,00 грн або 6,03 %), високу умовну прибутковість (6,42 %) та економію на одиницю продукції (15,53 грн/кг), а також найвищий індекс ефективності заміни (292 грн/кг замінника). Такі результати роблять цей варіант оптимальним для

підприємств, які орієнтуються на зниження собівартості та масштабне виробництво.

Водночас варіант із ЗСТП, маючи комплексний індекс 0,777, демонструє стійку економічну ефективність (економія витрат – 885,88 грн або 3,33 %, індекс ефективності заміни – 253,11 грн/кг), але водночас має низку важливих технологічних і споживчих переваг. Зокрема, ЗСТП відзначається меншим обсягом необхідного замітника (3,5 кг проти 5,5 кг у ПД), що знижує навантаження на технологічне обладнання, транспорт і пакування. Крім того, ЗСТП має вищу технологічну сумісність із класичною рецептурою (коефіцієнт– 0,9) та кращі органолептичні характеристики за результатами дегустаційної оцінки (4,8 бали проти 4,4 у ПД).

Висновки до розділу 5

Таким чином, на основі виконаного комплексного аналітичного оцінювання економічної ефективності заміни м'ясної сировини у виробництві варено-копчених ковбас на альтернативні рослинні білкові інгредієнти встановлено, що обидва досліджувані варіанти – із використанням пивної дробини (ПД) та злаково-соєвого текстурованого продукту (ЗСТП) – є економічно доцільними, кожен зі своїми характерними перевагами. Рецептура із використанням пивної дробини є оптимальною за умов пріоритетного значення показників економії сировинних витрат та зниження собівартості продукції. Натомість застосування злаково-соєвого текстурованого продукту доцільне у випадках, коли визначальними факторами є якість готової продукції, технологічна зручність впровадження та стабільність рецептурної композиції.

ВИСНОВКИ

У результаті проведених теоретичних та практичних досліджень запропоновано удосконалену технологію варено-копчених ковбас із використанням рослинних білків.

1. Здійснено аналіз сучасних напрямів використання пивної дробини у виробництві харчових продуктів як в Україні, так і за кордоном; доведено її позитивний вплив на якість готової продукції.

2. Розроблено технологію злаково-соєвого текстурованого продукту в якому знежирене соєве борошно частково замінювали пивною дробиною. Такий підхід сприяє зниженню собівартості продукту, оскільки суха пивна дробина має вартість у 2,5 рази нижчу за соєве борошно. Розрахунок економічної ефективності показує, що часткова заміна знежиреного соєвого борошна на пивну дробину забезпечило економію в розмірі 469 грн або 9,09 % від початкової вартості.

Визначено, що вміст компонентів у ЗСТП становить: клітковини 5,9 %, протеїну — 45,4 %, жиру — 6,3 %. Мікробіологічні показники доводять, що отриманий продукт відповідає високим стандартам безпечності.

Встановлено, що білки пивної дробини, на відмінну від іншої сировини білкового текстурату, характеризуються значним вмістом незамінних амінокислот (валін, фенілаланін + тирозин). Проведені розрахунки показують, що біологічна цінність білка ЗСТП є вищою (85 %) за біологічну цінність ТБП (82,8 %).

3. Розроблено технологію варено-копчених ковбас в яких м'ясну сировину частково замінювали на злаково-соєвий текстурований продукт (ЗСТП) і пивну дробину (ПД). Дослідили вплив ЗСТП та ПД на показники пластичності та вологозв'язувальної здатності фаршу, у результаті встановлено зменшення показника пластичності, що є позитивним фактором. Показники ВЗЗ до загальної вологості, крім першого зразка, в межах норми (91,94—94,58 %). У варено-копчених ковбасах в яких частково м'ясну сировину замінювали рослинною (ЗСТП, ПД) визначали пенетраційну

напругу, показники якої зменшувались (крім третього зразка) у порівнянні з контрольним. Розрахункові показники амінокислотного скору як контрольного, так і дослідних зразків перевищують значення «ідеального» білка. Результати досліджень жирнокислотного складу варено-копчених ковбас з рослинною сировиною свідчать про високу біологічну цінність. Аналіз результатів мікробіологічного дослідження доводить безпечність всіх зразків протягом всього терміну зберігання, оскільки всі мікробіологічні показники на 5 та 15 добу зберігання не перевищували норму.

4. За результатами математичного моделювання побудовано багатокутники на відповідних графічних моделях, які дають змогу оцінити якість досліджуваних зразків варено-копчених ковбас з додаванням рослинної сировини як візуально, так і аналітично завдяки використанню математичних співвідношень.

5. На основі отриманих результатів розроблено технологічну схему виробництва варено-копчених ковбас з додаванням білкової рослинної сировини та проведено апробацію отриманих результатів у промислових умовах ТОВ «МК Смаковинка».

6. Розрахунок економічної ефективності заміни м'ясної сировини у виробництві варено-копчених ковбас на альтернативні рослинні білкові інгредієнти доводить, що обидва досліджувані варіанти – із використанням пивної дробини (ПД) та злаково-соєвого текстурованого продукту (ЗСТП) – є економічно доцільними, кожен зі своїми характерними перевагами.

Використання пивної дробини дасть змогу скоротити витрати на 6,03 %, а використання злаково-соєвого текстурованого продукту сприятиме скороченню витрат на 3,33 %. Водночас варіант із ЗСТП має низку важливих технологічних і споживчих переваг. Зокрема, ЗСТП має вищу технологічну сумісність із класичною рецептурою (коефіцієнт – 0,9) та кращі органолептичні характеристики за результатами дегустаційної оцінки (4,8 бали проти 4,4 у ПД).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Огляд впливу війни на промисловість України та прогноз перспектив в економіці. URL: <https://uspp.ua/news/actual/2018/ohliad-vplyvu-viiny-na-promyslovist-ukrainy-ta-prohnoz-perspektyv-v-ekonomitsi>
(дата звернення: 10.08.2025)
2. Аналітика ринку м'ясо-ковбасних виробів <https://pro-consulting.ua/ua/pressroom/pro-consulting-vystupila-na-meatforum-analitika-rynka-myaso-kolbasnyh-izdelij> (дата звернення: 10.08.2025)
3. Копитець Н. Г.; Волошин В. М. Сучасний стан та тенденції ринку м'яса. *Ekonomika APK*. 2020. № 6. С. 59-67.
4. М'ясо з-за кордону: Україна різко збільшила імпорт свинини. <https://dengi.ua/ua/agro/9755180-myaso-z-za-kordonu-ukrayina-rizko-zbilshila-import-svinini> (дата звернення: 06.08.2025).
5. Виробництво м'яса в Україні URL: <https://agro-business.com.ua/agrobusiness/item/25775-vyrobnytstvo-miasa-v-ukraini-vpalo-maizhe-na-20protsent.html> (дата звернення: 15.07.2025).
6. Загальні технології харчової промисловості. Навчальний посібник у 2 ч. Ч. 1 / уклад. Ф.В. Перцевой, В.І. Ладика, П.П.Пивоваров, О.О. Гринченко, Н.В. Камсуліна, О.Б. Дроменко, О.Ю. Мельник, О.В. Котляр, А.М. Діхтярь, С.Б. Омельченко, С.П. Боковець – Х. : СНАУ, 2021. 317 с.
7. Клименко М. М., Віннікова Л. Г., Береза І. Г. Технологія м'яса та м'ясних продуктів: підручник, ред. М. М Клименка. Київ: Вища освіта. 2006. 640 с.
8. Ринок ковбас, ковбасних виробів і м'ясних делікатесів <https://pro-consulting.ua/uploads/files/Press%20centr/presentations/rynok-kovbas-pro-consulting.pdf> (дата звернення: 10.08.2025)
9. Мартин О. М. Мікроекономіка: теорія, тести, задачі. Частина І: навчальний посібник. Львів : ЛДУ БЖД, 2021. 271 с.
10. Мікроекономіка: Навч. посібник / Н. М. Каменева, М. В. Косич, О. Ю. Александрова та ін. – Харків: УкрДУЗТ, 2022. 305 с.

11. Павловська Л. Ф., Дуденко Н. В., Дмитрієвич Л. Р. Основи фізіології, гігієни харчування та проблеми безпеки харчових продуктів: Навчальний посібник. Суми: ВТД «Університетська книга». 2007. 441 с.
12. Кишенько І. І. Технологія м'яса та м'ясопродуктів. Практикум : навч. посібник. Київ: НУХТ. 2010. 367 с.
13. Янчева М. О., Пешук Л. В., Дроменко О. Б. Фізико-хімічні основи технології м'яса та м'ясопродуктів: Навч. пос. К.: Центр учбової літератури. 2009. 304 с.
14. Yoo S. S., Kook S. H., Park S. Y., Shim J. H., Chin, K. B. Physicochemical characteristics, textural properties and volatile compounds in comminuted sausages as affected by various fat levels and fat replacers. *International Journal of Food Science and Technology*. 2007. Vol. 42. P. 1114 – 1122.
15. Зубар Н. М. Основи фізіології та гігієни харчування: Підручник. – К.: Центр учбової літератури. 2010. 336 с.
16. Харчова хімія : Навч. посібник / Дуленко Л.В., Горайнова Ю.А., Полякова А.В. та ін. Київ : Кондор, 2012. 248 с.
17. Тютюнников Б. Н. Хімія жирів. Харків: НТУ «ХПІ». 2002. 452 с.
18. Гаубер-Швенк, Г. Харчування: К.: Знання-Прес. 2004. 183 с
19. Cherpurna O., Shtonda O., Osypenkova I., Kurylenko Y. Determination of the dependence of the fatty acid composition of boiled-smoked sausages with the addition of vegetable raw materials. *Technology audit and production reserves. Chemical engineering*. 2025. Vol. 1 No. 3(81). P. 45-50.
20. Данілова, І. С. Вміст жирних кислот у м'ясі різних видів равликів. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. № 4. С. 168-173.
21. Ayman N. M. K., Herbert W. O. The effect of the replacement of fat of cooked beef and turkey luncheon by fat replacers on their physical and sensory quality. *Bioscience Research*. 2019. Vol. 16 (S1-2), P. 173-182.
[https://www.isisn.org/BR16\(SI-2\)2019/173-182-16\(SI-2\)2019BR19-SI-06.pdf](https://www.isisn.org/BR16(SI-2)2019/173-182-16(SI-2)2019BR19-SI-06.pdf)

22. Паска М. З., Маркович І. І. Використання борошна сочевиці при виробництві ковбасних виробів та технологія його отримання. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені СЗ Гжицького. Серія: Харчові технології*. 2016. № 18 (1 (4)). С. 107-114.
23. Чепурна О. Л., Штонда О. А. Амінокислотний склад та біологічна цінність білкових текстуратів з використанням нетрадиційної сировини. *Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки*. 2025. Том 349 № 2. С. 481–486.
24. Dimina L., Rémond D., Huneau J. F., Mariotti F. Combining plant proteins to achieve amino acid profiles adapted to various nutritional objectives—an exploratory analysis using linear programming. *Frontiers in nutrition*. 2022. № 8. 809685.
25. FAO/WHO. Protein quality evaluation report of Joint FAO/WHO Expert Consultation, Food and Agricultural Organization of the United Nations. FAO Food and Nutrition Paper 1991. № 51. 247 p.
26. Кутас О. О. Теоретичні та практичні аспекти забезпечення інноваційного розвитку м'ясопереробних підприємств. *Проблеми управління підприємствами в сучасних умовах*. 2025. С. 80-84.
27. Скоробогатий Я. П, Гузій А. В., Заверуха О. М. Харчова хімія : Навчальний посібник / Львів : «Новий Світ – 2000», 2020. 514 с.
28. Van Vliet S., Burd N. A., Van Loon L. J. The skeletal muscle anabolic response to plant-versus animal-based protein consumption. *The Journal of nutrition*. 2015. Vol. 145, № 9. С. 1981-1991.
29. Mariotti F. Animal and plant protein sources and cardiometabolic health. *Adv Nutr*. 2019. Vol. 10. P. 351–366.
30. Mariotti F. Arginine supplementation and cardiometabolic risk. *Curr Opin Clin Nutr Metabol Care*. 2020. Vol. 23. P. 29–34.

31. Pirzadah T. B., Malik B. Pseudocereals as super foods of 21st century: Recent technological interventions. *Journal of agriculture and food research*. 2020. № 2. 100052.
32. Gorissen S. H, Witard O. C. Characterising the muscle anabolic potential of dairy, meat and plant-based protein sources in older adults. *Proceedings of the Nutrition Society*. 2018. Vol. 77. P. 20–31.
33. Холодова О. Ю. Підвищення якості ковбасних виробів за рахунок використання зернобобової сировини. Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі. 2013. Вип. 1(17), Ч. 2. С. 141-149.
34. Graziano S, Agrimonti C, Marmiroli N, Gulli M. Utilisation and limitations of pseudocereals (quinoa, amaranth, and buckwheat) in food production: a review. *Trends Food Sci Technol*. 2022. Vol. 125. P. 154–165.
35. Zhang X., Shi J., Fu Y., Zhang T., Jiang L., Sui X. Structural, nutritional, and functional properties of amaranth protein and its application in the food industry: A review. *Sustainable Food Proteins*. 2023. Vol. 1. P. 45–55.
36. Ланиця І.Ф. Удосконалення товарознавчих властивостей посічених м'ясних напівфабрикатів з використанням продуктів переробки зерна амаранту: дис. . канд. техніч. наук: 05.18.15. Львів, 2021. 225 с.
37. Martínez-Villaluenga C, Peñas E, Hernández-Ledesma B. Pseudocereal grains: nutritional value, health benefits and current applications for the development of gluten-free foods. *Food Chem Toxicol*. 2020. Vol. 137. 111178.
38. Manassero C. A., Añón M. C., Speroni F. Development of a high protein beverage based on amaranth. *Plant Foods Hum Nutr*. 2020. es MTMR. Quinoa and amaranth as functional foods: a review. *Food Rev Intl*. 2021. Vol. 37. P. 1–20.
39. Coelho L.M., Silva P.M., Martins J.T., Pinheiro A.C., Vicente A. A. Emerging opportunities in exploring the nutritional/functional value of amaranth. *Food Funct*. 2018. Vol. 9. P. 5499–5512.

40. Dakhili S., Abdolalizadeh L., Hosseini S. M., Shojaee-Aliabadi S., Mirmoghtadaie L. Quinoa protein: composition, structure and functional properties. *Food Chem.* 2019. Vol. 299. 125161.
41. Świeca M., Regula J., Suliburska J., Zlotek U., Gawlik-Dziki U., Ferreira I. M. Safeness of diets based on gluten-free buckwheat bread enriched with seeds and nuts — effect on oxidative and biochemical parameters in rat serum. *Nutrients.* 2019. Vol. 12. P. 41.
42. Zhu F. Buckwheat proteins and peptides: biological functions and food applications. *Trends Food Sci Technol.* 2021. Vol. 110. P. 155–167.
43. Jin J, Ohanenye I. C, Udenigwe C. C. Buckwheat proteins: functionality, safety, bioactivity, and prospects as alternative plant-based proteins in the food industry. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2022. Vol. 62. P. 1752–1764.
44. Kurek M. A., Onopiuk A., Pogorzelska-Nowicka E., Szpicer A., Zalewska M., Póltorak A. Novel protein sources for applications in meat-alternative products—Insight and challenges. *Foods.* 2022. Vol. 11, № 7. P. 957.
45. Штонда О. А. Розробка технології ковбасних виробів з використанням гороху : автореф. дис... канд. техн. наук: 05.18.04 / Штонад Оксана Анатоліївна ; Національний університет харчових технологій. Київ, 2004. 18 с.
46. Пешук Л. В. Біохімія та технологія оліє-жирової сировини : навч. посіб. / Л. В. Пешук, Т. Т. Носенко. К.: НУХТ, 2008. 296 с.
47. Камсуліна Н. В., Скуріхіна Л. А., Губаль Л. М. Дослідження функціонально-технологічних властивостей білків із насіння соняшнику. Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі. 2015. Вип. 2(22). С. 50-61.
48. Заболотний Г. М., Мазур В. А., Циганська О. І., Дідур І. М., Циганський В. І., Панцирева Г. В. Агробіологічні основи вирощування сої та шляхи максимальної реалізації її продуктивності. : *монографія*. Вінниця. 2020. 276 с./Рек. до друку рішенням ВР ВНАУ (Протокол № 6 від 18. 12. 2020 р.).

49. Лещенко А. К. Культура сої на Україні. К.: Урожай, 1961. 325 с.
50. Burssens S., Pertry I., Ngudi D. D., Kuo Y. H., Van Montagu M., Lambein F. Soya, human nutrition and health. *Soya bean meal and its extensive use in livestock feeding and nutrition InTech*. 2011. P. 157-180.
51. Пешук Л., Носенко Т., Гащук О. Розширення асортименту м'ясних продуктів для людей, які працюють з підвищеним фізичним навантаженням. *Продовольчі ресурси*. 2021. Vol. 3(05). С. 99–102.
<https://iprjournal.kyiv.ua/index.php/pr/article/view/379>
52. Singh P., Kumar R., Sabapathy S. N., Bawa A. S. Functional and edible uses of soy protein products. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 2008. Vol. 7(1). P. 14-28.
53. Boye J., Zare F., Pletch A. Pulse Proteins: Processing, Characterization, Functional Properties and Applications in Food and Feed. *Food Res. Int.* 2010. Vol. 43. P. 414–431.
54. Zhang T., Dou W., Zhang X., Zhao Y., Zhang Y., Jiang L., Sui X. The development history and recent updates on soy protein-based meat alternatives. *Trends in Food Science & Technology*. 2021. Vol. 109. P. 702-710.
55. Beck S. M., Knoerzer K., Foerster M., Mayo S., Philipp C., Arcot J. Low moisture extrusion of pea protein and pea fibre fortified rice starch blends. *Journal of Food Engineering*. 2018. Vol. 231. P. 61-71.
56. Zahari I., Ferawati F., Purhagen J. K., Rayner M., Ahlström C., Helstad A., Östbring K. Development and characterization of extrudates based on rapeseed and pea protein blends using high-moisture extrusion cooking. *Foods*. 2021. Vol. 10, № 10. 2397.
57. Żelaziński T., Ekielski A., Siwek A., Dardziński L. Characterisation of corn extrudates with the addition of brewers' spent grain as a raw material for the production of functional batters. *Acta Sci.Pol. Technol. Aliment.* 2017. Vol. 16 (3), P. 247-254 <https://doi.org/10.17306/J.AFS.2017.0487>

58. Ekielski A., Żelaziński T. Application of Weibull distribution for predicting the distribution of cereal extrudate fractions. *Ann. Warsaw Univ. Life Sci. – SGGW, Agriculture (Agric. For. Eng.)*. 2016. Vol. 67. P. 139–147
59. Moraru C. I., Kokini J. L. Nucleation and expansion during extrusion and microwave heating of cereal foods. *Compr. Rev. Food Sci. Food Safety*. 2003. Vol. 2. P. 147–165. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1541-4337.2003.tb00020.x>
60. Ainsworth P., İbanoğlu Ş., Plunkett A., İbanoğlu E., Stojceska V. Effect of brewers spent grain addition and screw speed on the selected physical and nutritional properties of an extruded snack. *J. Food Eng.* 2007. Vol. 81(4). P. 702–709. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2007.01.004>
61. Makowska A., Mildner-Szkudlarz S., Obuchowski W. Effect of brewer's spent grain addition on properties of corn extrudates with an increased dietary fibre content. *Polish J. Food Nutr. Sci.* 2013. Vol. 63(1), P. 19–23.
62. Nascimento T. A., Calado V., Carvalho C. W. Effect of Brewer's spent grain and temperature on physical properties of expanded extrudates from rice. *LWT – Food Sci. Technol.* 2017. Vol. 79, P. 145–151.
63. Stojceska V., Ainsworth P., Plunkett A., İbanog˘lu S. The recycling of brewer's processing by-product into ready-to-eat snacks using extrusion technology. *J. Cereal Sci.* 2008. Vol. 47(3). P. 469–479. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2007.05.016>
64. Ktenioudaki A., Crofton E., Scannell A. G. M., Hannon J. A., Kilcawaley K. N., Gallagher E. Sensory properties and aromatic composition of baked snacks containing brewer's spent grain. *J. Cereal Sci.* 2013. Vol. 57, P. 384–390. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcs.2013.01.009>
65. Siwek A., Ekielski A., Żelaziński T., Nowak D., Miarka D., Żukowska J., Bakula S. Wybrane właściwości ekstrudatów kukurydzianych z dodatkiem młota browarnianego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 2014. Vol. 579 P. 79–89.

66. Закон України. Про управління відходами. (Відомості Верховної Ради (ВВР), 2023, № 17, ст.75) <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2320-20#Text> (дата звернення: 05.07.2025).
67. Roth M., Jekle M., Becker T. Opportunities for upcycling cereal byproducts with special focus on Distiller's grains. *Trends Food Sci. Technol.* 2019, Vol. 91. P. 282–293.
68. Yamakawa C. K., Qin F., Mussatto S. I. Advances and opportunities in biomass conversion technologies and biorefineries for the development of a bio-based economy. *Biomass Bioenerg.* 2018. Vol. 119. P. 54–60.
69. Домарецький В.А. Технологія солоду та пива: підручник для студентів вищих навчальних закладів. К.: ІНКОС, 2004. 426 с.
70. Колотуша П.В. Технологія пива. Київ. ІСДО. 1996. 228 с.
71. Куц А. М. Технологія бродильних виробництв : конспект лекцій з дисц. "Загальні технології харчової промисловості" для студ. ден. та заоч. форм навч. напряму підготовки 6.051701 "Харчові технології та інженерія" К.:НУХТ, 2011. 156 с.
72. Губський Ю.І. Біологічна хімія. Підручник. – Київ – Вінниця: НОВА КНИГА, 2007. – 656 с.
73. Харчова хімія / В.В. Євлаш, О.І. Торяник, В.О. Коваленко та ін. // Харків : Світ книг, 2019. 504 с.
74. Mussatto SI, Roberto IC. 2006. Chemical characterization and liberation of pentose sugars from brewer's spent grain. *J Chem Technol Biot* 81(3):268–74.
75. Huige N. 2006. Brewery by-products and effluents. *Food Sci Technol.* New York: CRC Press. p 655–713.
76. Zhao, J.; Tian, Z.; Chen, L. Effects of Deamidation on Aggregation and Emulsifying Properties of Barley Glutelin. *Food Chem.* 2011, 128, 1029–1036.
77. Aliyu S., Bala M. Brewer's spent grain: A review of its potentials and applications. *African Journal of Biotechnology.* 2011. Vol. 10, № 3. P. 324-331.

78. «Укрпиво» <https://ain.ua/2025/01/21/ukrayina-vigotovili-140-mln-dal-piva-u-2024-roci-ukrpivo/> (дата звернення 21.07.2025)

79. Fărcaș A. C., Socaci S. A., Dulf F. V., Tofană M., Mudura E., Diaconeasa Z. Volatile profile, fatty acids composition and total phenolics content of brewers' spent grain by-product with potential use in the development of new functional foods. *Journal of Cereal Science*. 2015. Vol. 64, P. 34-42.

80. Lynch K. M., Steen E. J., Arendt E. K. Brewers' spent grain: a review with an emphasis on food and health. *Journal of the Institute of Brewing*. 2016. Vol. 122, № 4. P. 553-568.

81. Mussatto S. I., Dragone G., Roberto I. C. Brewers' spent grain: generation, characteristics and potential applications. *Journal of cereal science*. 2006. Vol. 43, № 1. P. 1-14.

82. Mussatto S. I. Brewer's spent grain: A valuable feedstock for industrial applications. *J. Sci. Food Agric*. 2014. Vol. 94. P. 1264–1275.

83. Moreira M. M., Morais S., Carvalho D. O., Barros A. A., Delerue-Matos, C., Guido, L. F. Brewer's spent grain from different types of malt: Evaluation of the antioxidant activity and identification of the major phenolic compounds. *Food research international*. 2013. Vol. 54, № 1. P. 382-388.

84. Maillard M. N., Berset C. Evolution of antioxidant activity during kilning: Role of insoluble bound phenolic acids of barley and malt. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 1995. Vol. 43, № 7. P. 1789-1793.

85. Сухенко Ю. Г., Серьогін О. О., Сухенко В. Ю., Рябоконь Н. В. Ресурсозберігаючі технології в харчових і переробних виробництвах: [Підручник] / За ред. проф. О.О.Серьогіна. К.: ЦП «КОМПРИНТ», 2016. 338 с.

86. Біологічна хімія з біохімічними методами дослідження: підручник / О.Я. Склярів, Н.В. Фартушок, Л.Д. Сойка, І.С. Смачило. – К.: Медицина, 2009. – 352 с.

87. Farcas M., Tofana M., Socaci S., Mudura E., Scrob S., Salanta L., Muresan, V. Brewer's spent grain – A new potential ingredient for functional foods, *J. Agroalim. Proc. Technol.* 2014. Vol.20 (2). P. 137–141.

88. ДСТУ 4282:2018. Солод пивоварний ячмінний. Загальні технічні умови. [Чинний від 03.01.2019]. — К.:– (Державний стандарт України). 19 с. (Інформація та документація).

89. Connolly A., Piggott C. O., Fitzgerald R. J. Characterisation of Protein-Rich Isolates and Antioxidative Phenolic Extracts from Pale and Black Brewers' Spent Grain. *Int. J. Food Sci. Technol.* 2013. Vol. 48. P. 1670–1681.

90. Treimo J., Aspmo S. I., Eijsink V. G. H. Horn S. J. Enzymatic solubilization of proteins in brewer's spent grain. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2008. Vol. 56. P. 5359–5365.

91. Белінська С., Левицька С. Біологічна цінність білка капусти броколі. *Товари і ринки*. 2016. № 2. С. 92-99.

92. Fařcas A., Socaci S., Mudura E., Dulf F., Vodnar D., Tofana M., Salanta L. C. Exploitation of brewing industry wastes to produce functional ingredients. In: *Brewing technology*. Budapest. 2017. Vol. 1. P. 1–40.

93. Taylor P., Bechtel D. B. Properties of Whole and Undigested Fraction of Protein Bodies of Milled Rice Preparations Had Higher Fat Content than Whole PB Preparation. Endosperm Protein of Rice Exists Mainly as That the Protein Fraction Rendered Undigested. *Agric. Biol. Chem.* 2015. Vol. 42. P. 2015–2023.

94. ДСТУ 7345:2021. Дробина пивоваріння. Технічні умови. [Чинний від 15.09.2021]. — К.:– (Державний стандарт України). 8 с. (Інформація та документація).

95. Rachwał K., Wařko A., Gustaw K., Polak-Berecka M. Utilization of Brewery Wastes in Food Industry. *PeerJ*. 2020. Vol. 8. 9427.

96. Cappa C. Brewer's Spent Grain Valorization in Fiber-Enriched Fresh Egg Pasta Production: Modelling and Optimization Study. *Food Sci. Technol.* 2017. Vol. 82, P. 464–470. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.04.068>
97. Combest S., Warren C. Perceptions of College Students in Consuming Whole Grain Foods Made with Brewers' Spent Grain. *Food Sci. Nutr.* 2019. Vol. 7. P. 225–237.
98. Nagy M, Semeniuc C.A, Socaci S.A, Pop C.A, Rotar A.M, Salagean.C.D, Tofana M. Utilization of brewer's spent grain and mushrooms in fortification of smoked sausages. *Food Science and Technology (Campinas)*. 2017. Vol. 37, № 2. P. 315-320.
99. McCarthy A. L., O'Callaghan Y. C., Piggott C. O., FitzGerald R. J., O'Brien N. M. Brewers' spent grain; Bioactivity of phenolic component, its role in animal nutrition and potential for incorporation in functional foods. a review. *Proceedings of the Nutrition Society*. 2013. Vol. 72. P. 117–125.
100. Özvural E. B., Vural H., Gökbulut İ., Özboy-Özbaş Ö. Utilization of brewer's spent grain in the production of Frankfurters. *International Journal of Food Science and Technology*. 2009. Vol. 44, № 6. P. 1093-1099.
101. Чепурна О. Л., Штонда О. А. Раціональне використання відходів пивоварного виробництва в харчовій промисловості. *Продовольчі ресурси*. 2024. Том 12, № 23. С. 207-213.
102. ДСТУ 7158:2010. М'ясо. Свинина в тушах і півтушах. Технічні умови. [Чинний від 01.07.2011]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України. 2011. 14с. (Інформація та документація).
103. ДСТУ 6030:2008. М'ясо. Яловичина та телятина в тушах, півтушах і четвертинах. Технічні умови. [Чинний від 01.04.2009]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України. 2009. 16с. (Інформація та документація).
104. ДСТУ 4538:2006. Текстурат соєвий харчовий. Технічні умови. [Чинний від 01.01.2008]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України. 2007. 15с. (Інформація та документація).

105. ДСТУ 7525:2014. Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості. [Чинний від 01.02.2015]. Вид. офіц. Київ: Мінекономрозвитку України. 2014. 28с. (Інформація та документація).

106. ДСТУ 3583:2015. Сіль кухонна. Загальні технічні умови. З поправкою. [Чинний від 01.07.2017]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ». 2016. 16с. (Інформація та документація).

107. ДСТУ 4623:2023. Цукор. Технічні умови. [Чинний від 01.11.2023]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ». 2023. 15с. (Інформація та документація).

108. ДСТУ ISO 959-1:2008. Перець (*Piper nigrum* L.) горошком чи змелений. Технічні умови. Частина 1. Чорний перець (ISO 959-1:1998, IDT). [Чинний від 01.07.2006]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України. 2006. 11с. (Інформація та документація).

109. ДСТУ 7411:2013. Прянощі. Мускатний горіх. Технічні умови. [Чинний від 01.07.2006]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України. 2006. 11с. (Інформація та документація).

110. ДСТУ 8051:2015. Продукти харчові. Методи відбирання проб для мікробіологічних аналізів. [Чинний від 01.01.2017]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2017. 11 с. (Інформація та документація).

111. ДСТУ 8381:2015. М'ясо та м'ясні продукти. Організація та методи мікробіологічних досліджень. [Чинний від 01.07.2017]. Вид.офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2017. 48 с. (Інформація та документація).

112. ДСТУ 7963:2015. Продукти харчові. Готування проб для мікробіологічних аналізів. [Чинний від 01.01.2017]. Вид. офіц. Київ: ДНДПКІ «Консервпромкомплекс». 2017. (Інформація та документація).

113. ДСТУ 7992:2015. М'ясо та м'ясна сировина. Методи відбирання проб та органолептичного оцінювання свіжості. [Чинний від 01.01.2017]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2017. 9 с. (Інформація та документація).

114. ДСТУ ISO 6496:2005. Корми для тварин. Визначення вмісту вологи та інших летких речовин (ISO 6496:1999, IDT). [Чинний від 01.07.2006]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України. 2006. 11с. (Інформація та документація).

115. ДСТУ 7169:2010. Корми, комбікорми, комбікормова сировина. Методи визначання вмісту азоту і сирого протеїну. [Чинний від 01.07.2011]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України. 2011. 20с. (Інформація та документація).

116. ДСТУ 8844:2019. Корми, комбікорми, комбікормова сировина. Методи визначення сирої клітковини. Методи визначання вмісту азоту і сирого протеїну. [Чинний від 01.09.2020]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ». 2020. 11с. (Інформація та документація).

117. ДСТУ ISO 6492:2003. Корми для тварин. Визначання вмісту жиру (ISO 6492:1999, IDT). З Поправкою (ІПС № 9-2016). [Чинний від 01.07.2005]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України. 2005. 12с. (Інформація та документація).

118. Баль-Прилипко Л. В. Методичні вказівки щодо виконання лабораторних робіт з дисципліни «Актуальні проблеми галузі» для студентів ОКР «Магістр» спеціальності 8.05170104 «Технології зберігання, консервування та переробки м'яса». Київ: НУБіП України, 2014. 40 с.

119. Крижова Ю.П. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Сучасні методи досліджень у рибній галузі» для студентів ОС «Магістр» спеціальності 181 „Харчові технології”. Київ: НУБіП України, 2017. 66 с.

120. ДСТУ ISO 1443:2005. «М'ясо та м'ясні продукти. Методи визначення вмісту жиру (ISO 1443:1973, IDT). [Чинний від 01.04.2007]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2007. 8 с. (Інформація та документація).

121. ДСТУ ISO 936:2008. М'ясо та м'ясні продукти. Методи визначення масової частки загальної золи (ISO 936:1998, IDT). [Чинний від

16.04.2008]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2008. 10 с. (Інформація та документація).

122. ДСТУ ISO 13903:2009. Корми для тварин. Метод визначення вмісту амінокислот (ISO 13903:2005. IDT). [Чинний від 01.01.2011]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2013. 18 с. (Інформація та документація).

123. ДСТУ EN ISO 12966-4:2019. Жири тваринні і рослинні та олії. Газова хроматографія метилових ефірів жирних кислот. Частина 4. Визначення методом капілярної газової хроматографії (EN ISO 12966-4:2015, IDT; ISO 12966-4:2015, IDT). [Чинний від 01.09.2019]. Вид.офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2015. 26 с. (Інформація та документація).

124. ДСТУ 8446:2015. Продукти харчові. Методи визначення кількості мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів. [Чинний від 01.07.2017]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2017. 16 с. (Інформація та документація).

125. ДСТУ ГОСТ 30726-2002. Продукти харчові. Методи виявлення та визначення кількості бактерій виду *Escherichia coli* (ГОСТ 30726-2001, IDT). [Чинний від 01.01.2003]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2003. 13 с. (Інформація та документація).

126. ДСТУ EN 12824:2004. Мікробіологія харчових продуктів і кормів для тварин. Горизонтальний метод виявляння *Salmonella* (EN 12824:1997, IDT). [Чинний від 01.07.2005]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2005. 24 с. (Інформація та документація).

127. ДСТУ 8447:2015. Продукти харчові. Метод визначення дріжджів і плісневих грибів. [Чинний від 01.07.2017]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ». 2017. 15с. (Інформація та документація).

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

129. ДСТУ 4823.1:2007. Продукти м'ясні. Органолептичне оцінювання показників якості. Частина 1. Терміни та визначення понять. [Чинний від 01.01.2009]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2009. 17 с.(Інформація та документація).

130. ДСТУ 4823.2:2007. Продукти м'ясні. Органолептичне оцінювання показників якості. Частина 2. Загальні вимоги. [Чинний від 01.01.2009]. Вид.офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2009. 14 с. (Інформація та документація).

131. Chetrariu A., Dabija A. Brewer's spent grains: Possibilities of valorization, a review. *Applied Sciences*. 2020. Vol. 10, № 16. P. 5619. <https://doi.org/10.3390/app10165619>

132. Кошова В. М., Куц А. М., Лубяной М. О. Чисте довкілля— додатковий прибуток. *Харчова промисловість*. 2014. № 15. С. 72-77.

133. Finley J. W., Walker C. E., Hautala, E Utilisation of press water from brewer's spent grains. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 1976. Vol. 27, № 7. P. 655-660.

134. De Angelis D., Kaleda A., Pasqualone A., Vaikma H., Tamm M., Tammik M.L., Squeo G., Summo C. Physicochemical and sensorial evaluation of meat analogues produced from dry-fractionated pea and oat proteins. *Foods* 2020. Vol. 9, № 12. P. 1754. <https://doi.org/10.3390/foods9121754>

135. Dekkers B.L., Boom R.M., Van der Goot A.J. Structuring processes for meat analogues. *Trends in Food Science & Technology*. 2018. Vol. 81. P. 25–36. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.08.011>

136. Дробот В.І., Арсеньева Л.Ю., Махинько В.Н. Удосконалення технології виробництва хлібобулочних виробів з соєвими продуктами. *Зернові продукти і комбікорми*. 2001. №3. С. 29 – 33.

137. Патент №151271. МПК 23J3/16, A23J1/14, Спосіб отримання харчового продукту із соєвого текстурату [UA] / Глущенко С.О. заявлено 28.12.2021, опубліковано 29.06.2022, Бюл. № 26/2022

138. Чепурна О.Л., Штонда О. А. Виробництво текстурованого білка з додаванням борошна пивної дробини. International scientific-practical conference «Current issues of science, education and technology in the context of modern challenges»: conference proceedings. Aarhus, Denmark. 2024. P. 50-52.
139. Cherpurna O., Shtonda O. Application of brewer's spent grain in the technology of protein texturates for the meat processing industry. *Animal Science and Food Technology*. 2024. Vol.15(4), P.120-131.
140. Day Li, Julie A. Cakebread, and Simon M. Loveday. Food proteins from animals and plants: Differences in the nutritional and functional properties. *Trends in Food Science & Technology*. 2022. Vol. 119. P. 428-442.
141. Ніколаєнко М.С. Удосконалення технології функціональних м'ясних напівфабрикатів у тістовій оболонці. *Тваринництво та харчові технології*. К.: НУБіП України. 2021. Том 12, № 1. С. 19-27.
142. Берник І. М., Новгородська Н. В., Соломон А. М., Овсієнко С. М., Бондар М. М. Інноваційні технології харчових виробництв : моногр. Вінниця: Видавець ФОП Кушнір Ю. В., 2022. 300 с.
<http://repository.vsau.org/getfile.php/32594.pdf>
143. Соломон А.М., Казьмірук Н.М., Тузова С.Д. Мікробіологія харчових виробництв: навчальний посібник для студентів напряму підготовки «Харчові технології». Вінниця: РВВ ВНАУ, 2020. 312 с.
144. Матвєєва Т., Папченко В., Белінська А., Хареба О. Розробка харчових систем підвищеної біологічної цінності на основі олієвмісної сировини та борошна. *Вісник аграрної науки*. 2021. № 99(5). С. 72-79.
145. Rombouts I., Lamberts L., Celus I., Lagrain B., Brijs K., Delcour J. A. Wheat gluten amino acid composition analysis by high-performance anion-exchange chromatography with integrated pulsed amperometric detection. *Journal of Chromatography A*. 2009. Vol. 1216, № 29. P. 5557-5562.
146. Jaeger A, Zannini E, Sahin AW, Arendt EK. Barley protein properties, extraction and applications, with a focus on brewers' spent grain protein. *Food*. 2021. Vol. 10, №6. 1389.

147. Nyhan L., Sahin A. W., Schmitz H. H., Siegel J. B., Arendt E. K. Brewers' spent grain: An unprecedented opportunity to develop sustainable plant-based nutrition ingredients addressing global malnutrition challenges. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2023. Vol. 71, № 28. P. 10543-10564.
148. Стеценко Н.О., Гойко І.Ю. Комп'ютерне моделювання рецептури комбінованого рослинного протеїну для харчування спортсменів. *Modern engineering and innovative technologies*. 2022. С. 110-115.
149. ДСТУ 4591:2006. Ковбаси варено-копчені. Загальні технічні умови. [Чинний від 09.06.2006]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2007. 19 с. (Інформація та документація).
150. Bal-Prylypko L. V. Innovative technologies of high-quality and safe meat products: monograph. Kyiv: Publishing Center of NUBiP of Ukraine. 2012. 207 p.
151. Lowry J. R., Marshall N., Wenzel T. J., Murray T. E., Klegeris A. The dietary fatty acids α -linolenic acid (ALA) and linoleic acid (LA) selectively inhibit microglial nitric oxide production. *Molecular and Cellular Neuroscience*. 2020. Vol. 109. 03569. <https://doi.org/10.1016/j.mcn.2020.103569>
152. Пешук Л.В., Радзієвська І.Г., Штик І.І. Біологічна роль жирних кислот тваринного походження. Харч. пром-сть. 2011. № 10/11. С. 108-111.
153. Güngör E., Gökoğlu N. Determination of microbial contamination sources at a Frankfurter sausage processing line. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*. 2010. Vol. 34(1). P. 53-59.
154. Carballo J. Sausages: Nutrition, safety, processing and quality improvement. *Foods*. 2021. Vol. 10(4). 890.
155. Anas M., Ahmad S., Malik A. Microbial escalation in meat and meat products and its consequences. *Health and safety aspects of food processing technologies*. 2019. P. 29-49.
156. Чепурна О., Штонда О. Мікробіологічна оцінка варено-копчених ковбас із рослинними білками. *Здоров'я людини і нації*. 2025. № 3.2. С. 19-30.

157. Moreira M. M., Morais S., Carvalho D. O., Barros A. A., Delerue-Matos C., Guido L. F. Brewer's spent grain from different types of malt: Evaluation of the antioxidant activity and identification of the major phenolic compounds. *Food research international*. 2013. Vol. 54(1). P. 382-388.
158. Azad M. A. K., Rahman M. M. Meat microbiota: A conceptual review. *Meat Research*. 2022. Vol. 2(3). P. 1-8.
159. Паламарчук І. П., Загорко Н. П., Яременко Я. В., Сватова Н.С. Математичні моделі якості м'ясопродуктів з рослинними домішками // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету: наукове фахове видання / ТДАТУ; гол. ред. д.т.н., проф. В. М. Кюрчев. Запоріжжя: ТДАТУ, 2024. Вип. 24, т. 3. С. 177-187.
160. Palamarchuk Igor P., Adamchuk Leonora, Palamarchuk Vladyslav I., T., Hutsol Taras, O., Bezalychna, Olena. Assessment of the Ecological Safety of Honey with the Help of «Factor Area» Models. Sustainability (Switzerland), 2024. <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57208018791>
161. Palamarchuk I., Mushtruk M., Piddubny V., Tkachenko H. Modeling of the qualitative state of oilseeds from soybean seeds by multifactorial analysis of factor areas. *Scifood*. Vol.19. 2025. <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57208018791>
162. Mushtruk M., Palamarchuk I., Palamarchuk V., Petrychenko I., Pylypchuk O. Mathematical modelling of quality assessment of cooked sausages with the addition of vegetable additives. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Science* *this link is disabled*. 2023. Vol. 17. P. 242–255. <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57208018791>
163. Середні ціни в Черкаській області: свинина / Мінфін : офіційний сайт. URL: <https://index.minfin.com.ua/ua/markets/product-prices/cherkasskaya/pork>. (дата звернення: 28.07.2025)
164. Середні ціни в Черкаській області: яловичина / Мінфін : офіційний сайт. URL: <https://index.minfin.com.ua/ua/markets/product-prices/cherkasskaya/beef>. (дата звернення: 30.07.2025)

165. Як в Україні зросли ціни на курятину, яловичину та свинину у 2025 р. *Агрономія сьогодні. Журнал практичних порад для агрономів*. 11 липня 2025 р. URL: <https://agronomy.com.ua/novyny/3624-yak-v-ukraini-zrosly-tsiny-na-kuriatynu-ialovychynu-ta-svynynu-u-2025-r.html>. (дата звернення: 05.08.2025)
166. Гончарук Я.В. Економіка м'ясної промисловості. Київ : НАУ, 2020. 246 с.
167. Karama L., Armani M., Hadjicharalambous A., Cenci-Goga B. T. Staphylococcus aureus enterotoxin in food of animal origin and staphylococcal food poisoning risk assessment from farm to table. *Italian Journal of Animal Science*. 2021. Vol. 20(1). P. 677-690.
168. Naushad S., Ogunremi D., Huang H. Salmonella: a brief review. *Salmonella—Perspectives for Low-Cost Prevention, Control and Treatment; Huang, H., Naushad, S., Eds.* 2023. P. 1-22.
169. Wessels K., Rip D., Gouws P. Salmonella in chicken meat: Consumption, outbreaks, characteristics, current control methods and the potential of bacteriophage use. *Foods*. 2021. Vol. 10. 1742.
170. Madoroba E., Magwedere K., Chaora N. S., Matle I., Muchadeyi F., Mathole M. A., Pierneef R. Microbial communities of meat and meat products: An exploratory analysis of the product quality and safety at selected enterprises in South Africa. *Microorganisms*. 2021. Vol. 9 (3). 507 p.
171. Bendary M. M., Abd El-Hamid M. I., El-Tarabili R. M., Hefny A. A., Algendy R. M., Elzohairy N. A., Moustafa W. H. Clostridium perfringens associated with foodborne infections of animal origins: Insights into prevalence, antimicrobial resistance, toxin genes profiles, and toxinotypes. *Biology*. 2022. Vol. 11(4), 551 p.
172. Капрельянц Л.В., Пилипенко Л. М., Єгорова А. В. та ін. Мікробіологія харчових виробництв: навчальний посібник. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС. 2017. 478 с.

ДОДАТКИ





УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **160331** (13) **U**

(51) МПК

A23J 1/14 (2006.01)**A23J 3/26** (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2025 00993 (22) Дата подання заявки: 06.03.2025 (24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 28.08.2025 (46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 27.08.2025, Бюл.№ 35	(72) Винахідник(и): Штонда Оксана Анатоліївна (UA), Чепурна Оксана Леонідівна (UA), Бейко Людмила Анатоліївна (UA) (73) Володілець (володільці): НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ, вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041 (UA)
---	---

(54) СПОСІБ ВИРОБНИЦТВА ЗЛАКОВО-СОЄВОГО ТЕКСТУРОВАНОГО ПРОДУКТУ**(57) Реферат:**

Спосіб виробництва злаково-соєвого текстурованого продукту включає перемішування знежиреного соєвого борошна, соєвого шроту, глютену, бікарбонату натрію, хлориду натрію і води, термопластичну екструзію, сушіння, охолодження, подрібнення, фасування. На етапі перемішування вносять знежирене борошно пивної дробини у кількості 7 %. Отриману суміш екструдують в інтервалі температур від 160 до 210 °С.

UA 160331 U

UA 160331 U

Корисна модель належить до харчової промисловості, а саме до способів отримання харчового злаково-соевого текстурованого продукту шляхом додавання попередньо знежиреного борошна пивної дробини, і може бути використана як білкова добавка у кондитерський, м'ясопереробний та інших галузях харчової промисловості.

- 5 Пивна дробина - побічний продукт пивоварної промисловості, отриманий під час фільтрації затору. Це натуральний, екологічно чистий продукт з високим вмістом білка, основними амінокислотами якого є валін, аланін, серин і гліцин, а також глутамінова кислота, аспарагінова кислота та лейцин [S. Olivares-Galván, M.L. Marina, M.C. García. (2022). Extraction of valuable compounds from brewing residues: Malt rootlets, spent hops, and spent yeast, Trends in Food Science & Technology, Volume 127, 2022, Pages 181-197. ISSN 0924-2244, <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.06.002>].

- 10 В роботі [Sam, Odele & Niringiyimana, Eric & Extension, Kiu Publication. (2024). Assessment of Brewery Spent Grains as a Source of Protein in Food Applications. IAA Journal of Applied Sciences. 11. 22-31. 10.59298/IAAJAS/2024/113.2231] встановлено, що пивоварне зерно містить близько 25 % білка від маси сухої речовини, і запропоновано спосіб вилучення білка та подальшого перетворення на білкове борошно або концентрат, які можуть бути основним або додатковим джерелом рослинного білка в різних продуктах харчування.

- 15 В статті [Chetrariu, A., & Dabija, A. (2023). Spent Grain: A Functional Ingredient for Food Applications. Foods, 12(7), 1533. <https://doi.org/10.3390/foods120715331>] розглянуті можливості використання пивної дробини як вторинної сировини при виробництві харчових продуктів.

- 20 Автори роботи [Gutiérrez-Barrutia MB, Del Castillo MD, Arcia P, Cozzano S. (2022) Feasibility of Extruded Brewer's Spent Grain as a Food Ingredient for a Healthy, Safe, and Sustainable Human Diet. Foods. 2022 May 12;11(10):1403. doi: 10.3390/foods11101403. PMID: 35626975; PMCID: PMC9140782] вивчали вплив екструзії на дробину і виявили позитивні зміни, а саме збільшився вміст розчинних харчових волокон, знизився вміст крохмалю, натомість підвищився вміст глюкози, амінокислотний склад білка майже не змінився.

- 25 Проаналізувавши наукові публікації, можна зробити висновок, що пивна дробина - це джерело високоякісного рослинного білка та харчових волокон, використання якої дозволить отримати нові продукти з підвищеною харчовою цінністю, знизити собівартість та вирішити питання щодо утилізації відходу пивоварного виробництва.

- 30 Враховуючи вищевикладене, не викликає сумніву, що дана корисна модель становитиме значний інтерес для науки і практики як у світі, так і в нашій країні. Відомий спосіб отримання текстурованого соєвого продукту [Патент України № 2683, кл. A23L 1/10; бюл. № 7, 2004 р.], що включає зволоження здрібненої знежиреної соєвої сировини і її термопластичну екструзію в екструдері з наступним подрібненням та фасуванням. Таким чином досягається отримання якісного текстурованого соєвого харчового продукту з високим вмістом білка і амінокислот рослинного походження, високим ступенем гідратації, високим ступенем імітації волокнистої структури натурального м'яса і підвищенням терміном придатності.

- Недоліком відомого способу є висока вартість соєвої сировини.

- 40 Найбільш близьким до корисної моделі є спосіб виробництва білкового текстурату шляхом використання рослинної сировини, а саме: соєвого знежиреного борошна, соєвого білка, пшеничного білка, різноманітних круп, дієтичної клітковини або висівки зернових і бобових культур [Патент України № 151271, кл. A23J 1/14; бюл. № 26, 2022 р].

- 45 Недоліком відомого способу є низькотемпературна екструзія, що знижує ступінь денатурації білкових макромолекул, відбувається недостатнє випаровування води і продукт потребує більше часу на сушіння.

- В основу корисної моделі поставлено задачу покращення способу виробництва текстурованого соєвого продукту.

- 50 Поставлена задача вирішується тим, що в способі виробництва злаково-соевого текстурованого продукту, що включає перемішування знежиреного соєвого борошна, соєвого шроту, глютену, бікарбонату натрію, хлориду натрію і води, термопластичну екструзію, сушіння, охолодження, подрібнення, фасування, згідно з корисною моделлю, на етапі перемішування вносять знежирене борошно пивної дробини у кількості 7 % і отриману суміш екструдують в інтервалі температур від 160 до 210 °C.

- 55 Злаково-соевий текстурований продукт отримували на базі інноваційно-виробничого комплексу ТОВ "КР Інгредієнтс" за традиційною технологією. Основною сировиною для виробництва текстурату є знежирене соєве борошно з вмістом білка близько 52 %, яке змішували з соєвим шротом із вмістом білка - 46 % та з знежиреним борошном пивної дробини з вмістом білка 20-25 %. До суміші додавали глютен (вміст білка - 90 %), бікарбонат натрію, хлорид натрію і змішували з водою, інтенсивно перемішували на високих обертах впродовж 2-5

UA 160331 U

хв. та проводили термопластичну екструзію. В результаті проведеного дослідження отримали пористий текстурований білок з волокнистою макроструктурою.

Приклад. Сировину змішували в наступних кількостях: знежирене соєве борошно - 27-31 %, соєвий шрот - 23-27 %, знежирене борошно пивної дробини - 7 %, глютен - 7 %, харчова сода - 0,5 %, харчова сіль - 0,5 %, воду додавали в кількості 31 %.

Зволожена сировина завантажується в екструдер, який має 4 керамічні тени із зовнішнім обігрівом, за рахунок яких продукт нагрівається до температури 160-210 °С. Внаслідок високої температури білкові макромолекули зазнають денатурації, розриваються водневі зв'язки, виникає метастабільний стан, який при певних умовах може бути зворотнім. Денатурований білок втрачає розчинність і легше перетравлюється трипсином. Під час виходу продукту з екструдера, в наслідок різкого перепаду тиску, швидко випаровується волога і формується продукт, який має високоволокнисту структуру, ідентичну текстурі натурального м'яса. Отриманий продукт сушать, охолоджують, подрібнюють, фасують. Приклад рецептури та органолептичні показники якості злаково-соєвого текстурованого продукту наведені у таблиці 1.

Таблиця 1

Рецептура та органолептичні показники якості злаково-соєвого текстурованого продукту

Назва	№ прикладу			
	1	2	3	4
		Рецептура		
Знежирене соєве борошно, %	31	29	31	27
Соєвий шрот, %	25	25	23	27
Глютен, %	7,0	7,0	7,0	7,0
Харчова сода, %	0,5	0,5	0,5	0,5
Харчова сіль, %	0,5	0,5	0,5	0,5
Знежирене борошно пивної дробини, %	5,0	7,0	7,0	9,0
Вода, %	31	31	31	31
Органолептичні показники				
Зовнішній вигляд	Досить щільна волокниста структура	Волокниста структура, якого нагадує волокна м'язової тканини		Спостерігається порушення волокнистої структури
Колір	Продукт світло-коричневого кольору			
Смак	Без специфічного бобового присмаку, гіркоти, кислуватого та інших сторонніх присмаків			
Запах	Властивий для текстурату соєвого харчового (без стороннього запаху)	Властивий для текстурату соєвого харчового, відчуються легкі солодові нотки		Властивий для текстурату соєвого харчового, відчуються занадто виражений солодовий запах

Визначено, що за органолептичними показниками оптимальним є внесення знежиреного борошна пивної дробини у кількості 7 % (таблиця 1).

Фізико-хімічні показники злаково-соєвого текстурованого продукту при додаванні 7 % знежиреного борошна пивної дробини наведені у таблиці 2.

UA 160331 U

Таблиця 2

Фізико-хімічні показники злаково-соевого текстурованого продукту

№п/п	Назви показників, одиниці вимірювання	Результати
1	Масова частка сирової клітковини в перерахунку на суху речовину, %	6,4
2	Масова частка сирого жиру в перерахунку на суху речовину, %	6,9
3	Масова частка сирого протеїну в перерахунку на суху речовину, %	45,4
4	Водоутримувальна здатність, %	156
5	Жироутримувальна здатність, %	57
6	Жироемульгована здатність, %	60

Отриманий злаково-соевий текстурований продукт повністю відповідає вимогам стандарту [ДСТУ 4538:2006 Текстурат соєвий харчовий. Технічні умови].

- 5 Технічним результатом є покращення якості харчового злаково-соевого текстурованого продукту та вирішення питання, щодо зменшення собівартості продукту за рахунок додавання знежиреного борошна пивної дробини, вартість якої в 2,5 рази менша ніж вартість соєвого борошна і в 2 рази менша ніж вартість соєвого шроту, а також забезпечення екологічної безпеки населення шляхом вирішення проблеми утилізації відходів пивоварного виробництва.

10

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

- 15 Спосіб виробництва злаково-соевого текстурованого продукту, що включає перемішування знежиреного соєвого борошна, соєвого шроту, глютену, бікарбонату натрію, хлориду натрію і води, термопластичну екструзію, сушіння, охолодження, подрібнення, фасування, який відрізняється тим, що на етапі перемішування вносять знежирене борошно пивної дробини у кількості 7 % і отриману суміш екструдують в інтервалі температур від 160 до 210 °C.



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **161134** (13) **U**
(51) МПК
A23L 13/60 (2016.01)
A23L 33/105 (2016.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2025 00994	(72) Винахідник(и): Штонда Оксана Анатоліївна (UA), Чепурна Оксана Леонідівна (UA), Назаренко Марина Вікторівна (UA)
(22) Дата подання заявки: 06.03.2025	
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 13.11.2025	(73) Володілець (володільці): НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ, вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041 (UA)
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 12.11.2025, Бюл.№ 46	

(54) СПОСІБ ВИРОБНИЦТВА ВАРЕНО-КОПЧЕНОЇ КОВБАСИ З ВИКОРИСТАННЯМ ЗЛАКОВО-СОЄВОГО ТЕКСТУРОВАНОГО ПРОДУКТУ

(57) Реферат:

Спосіб виробництва варено-копченої ковбаси з використанням злаково-соєвого текстурованого продукту включає підморожування знежилової м'ясної сировини до температури -1...-5 °С, приготування фаршевої суміші у кутері, наповнення оболонок фаршем на гідравлічному шприці, формування батонів, осадження, варіння, охолодження, коптіння, сушіння. При цьому на етапі приготування фаршевої суміші у кутері вносять гідратований злаково-соєвий текстурований продукт у кількості 1,5...3,5 %.

UA 161134 U

UA 161134 U

Корисна модель належить до м'ясопереробної промисловості, а саме стосується виробництва варено-копчених ковбас з використанням злаково-соевого текстурованого продукту, і може бути застосована на м'ясопереробних підприємствах у складі різних видів ковбас, фаршів і формових м'ясних виробів.

5 У роботі [Jovanovic, I & Novic, G & Jovanovic, M & Vujacic, Lj. (2019) Characteristics of textured soy protein products as raw materials in the meat industry. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 333. 012068. 10.1088/1755-1315/333/1/012068] розглянута можливість використання соєвого текстурату як функціональної добавки (емульгатора, стабілізатора) та для поліпшення поживних властивостей м'ясних продуктів. Ці позитивні ефекти досягаються завдяки функціональним властивостям соєвих білків (вологозв'язування, набухання, тощо), амінокислотному складу, подібному до м'ясних білків, а також наявності вітамінів і мінералів.

10 Аналогом корисної моделі є спосіб виробництва варених ковбас, з додаванням білкової емульсії у кількості 10...25 % від маси м'яса [патент України № 66091, МПК А24L 1/22; Бюл. № 24, 2011 р.].

15 Недоліком аналога є те, що в рецептурі присутня досить висока концентрація білкової емульсії (до 25 %), яка погано взаємодіє з м'ясними компонентами, що призводить до зниження щільності ковбасних виробів та погіршення органолептичних характеристик.

Найближчим аналогом корисної моделі є спосіб виробництва варено-копчених ковбас з м'яса качки мускусної із додаванням соєвого ізоляту в кількості 8-12 % [патент України № 121263, МПК А23L 13/40; бюл. № 8, 2020 р.]

20 Недоліком найближчого аналога є висока жирність, яка обумовлена наявністю в рецептурі качиною м'яса.

В основу корисної моделі поставлена задача отримати варено-копчену ковбасу високої якості з оригінальними органолептичними властивостями, підвищеною харчовою цінністю за рахунок введення до складу фаршу злаково-соевого текстурованого продукту.

25 Поставлена задача вирішується тим, що спосіб виробництва варено-копченої ковбаси з використанням злаково-соевого текстурованого продукту, згідно з корисною моделлю, включає: підморожування знежиреного м'ясної сировини до температури -1...-5 °С, приготування фаршевої суміші у кутері згідно з рецептурою, наповнення оболонок фаршем на гідравлічному шприці, формування батонів, осадження за температури 2-4 °С тривалістю 1 добу, варіння при температурі 74±1 °С, охолодження, коптіння за температури 45±5 °С, сушіння при температурі 10-12 °С, згідно з корисною моделлю, на стадії приготування фаршу додається гідратований злаково-соевий текстурований продукт у кількості 1,5...3,5 %.

30 Використання злаково-соевого текстурованого продукту дозволяє підвищити біологічну цінність готового продукту за рахунок збільшення вмісту поліненасичених жирних кислот, отримати продукт з покращеними органолептичними властивостями, високим виходом, мікробіологічною чистотою та знизити собівартість готового продукту, за рахунок часткової заміни дорожівартісної м'ясної сировини при збереженні високої якості продукції.

40 Технічний результат полягає у тому, що спосіб та дана рецептура для виробництва варено-копчених ковбас дозволяє отримати продукт, який має високі органолептичні показники, підвищену біологічну цінність, знижену собівартість, безпечність та повністю відповідає вимогам стандарту [ДСТУ4591:2006 Ковбаси варено-копчені. Загальні технічні умови].

Приклади рецептур та основні показники якості варено-копчених ковбас із злаково-соевим текстурованим продуктом наведені у Таблиці.

Таблиця

Приклади рецептур варено-копченої ковбаси із злаково-соевим текстурованим продуктом та показники їх якості

Сировина	1 зразок	2 зразок	3 зразок	4 зразок	5 зразок
Вміст інгредієнтів, (кг на 100 кг несолоної сировини)					
Яловичина	64	63,5	62,5	61,5	61,0
Свинна грудинка	35	35	35	35	35

UA 161134 U

Продовження таблиці

Злаково-соевий текстурований продукт (гідромодуль 1:1,5)	1,0	1,5	2,5	3,5	4,0
Допоміжна сировина					
Сіль харчова	3	3	3	3	3
Нітритна сіль	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Цукор	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Перець чорний	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Перець духмянний	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Мускатний горіх	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Органолептичні показники					
Консистенція	Щільна	Щільна	Щільна	Щільна	Щільна
Смак і запах	Смак і запах приємний з вираженим ароматом копчення та прянощів	Запах і смак приємний, властивий даному виду продукту, вираженим ароматом прянощів копчення, сторонніх присмаку аромату	Запах і смак приємний, властивий даному виду продукту, вираженим ароматом прянощів і копчення, без сторонніх присмаку аромату	Смак і запах приємний, аромат копчення та прянощів, відчувається солодкуватий присмак злаково-соевого текстурованого продукту	Смак і запах приємний, аромат копчення та прянощів, відчувається ярко виражений присмак злаково-соевого текстурованого продукту
Вихід готового продукту, %	76,0	79,0	76,1	78,4	77,9
Масова частка поліненасичених жирних кислот, %	6,44	7,26	9,33	10,08	10,16
Кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів (КМАФАнМ), КУО в 1 г	$2,0 \cdot 10^2$	$1,0 \cdot 10^2$	$1,9 \cdot 10^2$	$4,0 \cdot 10^1$	$4,8 \cdot 10^1$

5 При внесенні гідратованого злаково-соевого текстурованого продукту у кількості, меншій ніж 1,5 %, знижується вміст поліненасичених жирних кислот, збільшення понад 3,5 % призводить до погіршення органолептичних показників готового виробу.

Мікробіологічні показники мають допустимі норми та доводять якість і безпечність дослідних зразків.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

10

Спосіб виробництва варено-копченої ковбаси з використанням злаково-соевого текстурованого продукту, який відрізняється тим, що включає підморожування знежиреної м'ясної сировини до температури $-1 \dots -5$ °C, приготування фаршевої суміші у кутері, наповнення оболонки фаршем на гідралічному шприці, формування батонів, осадження, варіння, охолодження, коптіння, сушіння, при цьому на етапі приготування фаршевої суміші у кутері вносять гідратований злаково-соевий текстурований продукт у кількості 1,5...3,5 %.

15

Коментар:

За фактом надання послуг, виконання робіт сторонами складається відповідний документ, що підтверджує належне виконання виконавцем (підрядником) його договірних зобов'язань, відсутність претензій у замовника до результатів виконаних робіт, наданих послуг. Цей же документ, як правило, служить і підставою для здійснення розрахунків між сторонами.

Нижче пропонується шаблон такого документа – Акта приймання-передачі робіт, який, після відповідної редакції, м. б. використаний і для оформлення результатів виконання договору на надання послуг.

АКТ**приймання-передачі виконаних робіт
за Договором № 10 від «20» вересня 2024 р.**

м. Київ «20» вересня 2024 р.

Цей Акт складено на виконання Договору № 10 про виконання замовлення від «20» вересня 2024 р., (надалі іменується – «Договір») укладеного між Чепурна Оксана Леонідівна (надалі іменується «Замовник») та "КР Інґредієнтс" (надалі іменується «Виконавець»).

Ми, що нижче підписались, Виконавець, в особі Шиптицький Ярослав Валентинович що діє на підставі Начальника цеху текстурованої продукції, з однієї сторони, та Замовник, в особі Чепурна Оксана Леонідівна, що діє на підставі написання патенту, з іншої сторони, склали цей Акт про те, що роботи, передбачені Договором, здійснені Виконавцем у встановлений термін, у повному обсязі та з дотриманням усіх інших умов Договору.

Перелік виконаних робіт:

1. Виготовлення текстурату на основі ячмінної сировини, на високотехнологічному станку "Екструдер";

Вартість виконаних робіт склала: 1200.00 грн (Одна тисяча двісті гривень).

У Замовника претензій щодо якості виконаних робіт немає.

Цей Акт є підставою для розрахунків, порядок яких визначений у Договорі.

Акт складено у двох екземплярах – по одному для Замовника та для Виконавця.

Від Замовника: Від Виконавця:

Від Замовника: Від Виконавця:

М. П. П.

М. П. П.



Yusef Ali

Погоджено
Проректор з наукової роботи та
інноваційної діяльності
Оксана ТОНХА
«13» 2025р.



Затверджую
Директор ТОВ «МК Смаковинка»
Олег КРАСНОЩОКОВ
«13» 2025р.



АКТ

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

Даним актом стверджується, що результати дисертаційної роботи на тему: Удосконалення технології варено-копчених ковбас з використанням рослинних білків», що представлена на здобуття наукового ступеня доктора філософії PhD із спеціальності 181 «Харчові технології», ОНП «Харчові технології», виконаної Чепурною Оксаною Леонідівною, впроваджені у ТОВ «МК Смаковинка».

1. Вид впроваджуваних результатів: Технологія варено-копчених ковбас з використанням рослинних білків.

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

3. Практичне впровадження/використання результатів: ТОВ «МК Смаковинка».

4. Значущість отриманих результатів: Економічний ефект від реалізації варено-копчених ковбас з використанням рослинних білків полягає у зменшенні собівартості продукції, збільшення рентабельності та покращення біологічної цінності ковбасних виробів.

5. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами: Дисертаційна робота виконувалась в межах наукової теми «Наукове обґрунтування та розроблення новітніх агроінженерних рішень моделювання сировини заданого нутрієнтного складу для військовослужбовців», код державної реєстрації 00493706, № 0124U001737.

Від Національного університету
біоресурсів і природокористування
України

Начальник науково-дослідної

частини


(підпис) Володимир ОТЧЕНАШКО

« 14 » 03 2025 р.

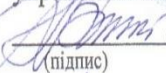
Від організації
ТОВ «МК Смаковинка»

Начальник ковбасного цеху


(підпис) Володимир ГУЗЕНКО

« 14 » 03 2025 р.

Декан факультету харчових технологій та
управління якістю продукції АПК


(підпис) Лариса БАЛЬ-ПРИЛИПКО

« 14 » 03 2025 р.

Здобувач


(підпис) Оксана ЧЕПУРНА

« 14 » 03 2025 р.

Додаток Д

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Ректор Черкаського державного
технологічного університету
д.політ.н., професорОлег ГРИГОР
«_____» _____ 2025 р.

АКТ

впровадження результатів дисертаційної роботи

Чепурної Оксани Леонідівни

Комісія в складі:

Грецький Д.В. – голова комісії, к.т.н., доцент

Осипенкова І.І. – член комісії, к.т.н., доцент

Чемерис І.А. – член комісії, к.б.н., доцент

встановила, що результати дисертаційної роботи на тему «Удосконалення технології варено-копчених ковбас з використанням рослинних білків», виконаних Чепурною Оксаною Леонідівною вперше реалізовані в навчальному процесі кафедри харчових технологій Черкаського державного технологічного університету при викладанні дисципліни «Екологічна експертиза та утилізація відходів харчових виробництв» для підготовки здобувачів освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 181 Харчові технології за ОП «Харчові технології та інженерії» та дисципліни «Інноваційні технології м'ясних продуктів» освітнього ступеня «магістр» спеціальності 181 Харчові технології за ОП «Харчові технології».

Теоретичні основи забезпечення утилізації та переробки відходів пивоварного виробництва використані в навчальному процесі при читанні лекції з дисципліни «Екологічна експертиза та утилізація відходів харчових виробництв» до теми «Характеристика вторинних ресурсів харчових і переробних підприємств. Технології переробки вторинних ресурсів пивоварного виробництва».

В лекції на тему «Технології застосування рослинних білків в м'ясній промисловості» з дисципліни «Інноваційні технології м'ясних продуктів» розглянуто удосконалення технології м'ясних виробів шляхом додавання відходу пивоварного виробництва, пивної дробини, в якості джерела рослинного білка.

Використання борошна пивної дробини дозволяє збільшити асортимент ковбасних виробів, розширити сировинну базу м'ясопереробного виробництва при цьому досягається економія м'ясних ресурсів та частково вирішується питання утилізації відходів пивоварного виробництва.

Голова комісії декан факультету
технологій, будівництва та раціонального
природокористування
кандидат технічних наук, доцент Денис ГРЕЦЬКИЙ

Члени комісії:

Завідувач кафедри харчових
технологій
кандидат технічних наук, доцент Ірина ОСИПЕНКОВА

Завідувач кафедри лісового
господарства та раціонального
природокористування
кандидат біологічних наук, доцент Інгрида ЧЕМЕРИС

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях України

1. **Чепурна О. Л., Штонда О. А.**, Раціональне використання відходів пивоварного виробництва в харчовій промисловості. Продовольчі ресурси. 2024. Т. 12. № 23. С. 207–213. *(Чепурною О. Л. проаналізовано якісний склад відходів пивоварної галузі. Штондою О. А. визначено доцільність використання відходів пивоварної галузі у харчовій промисловості).*

2. **Чепурна О. Л., Штонда О. А.** Амінокислотний склад та біологічна цінність білкових текстуратів з використанням нетрадиційної сировини. Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. 2025. Т. 349. № 2. С. 481–486. *(Чепурною О. Л. проведено порівняльну характеристику за вмістом незамінних амінокислот основної сировини, зроблено розрахунок амінокислотного скору та показників біологічної цінності злаково-соевого текстурованого продукту та соєвого текстурату. Штондою О. А. розглянуто актуальність створення білкових текстуратів із використанням нетрадиційної сировини).*

3. **Чепурна О. Л., Штонда О. А.** Мікробіологічна оцінка варено-копчених ковбас із рослинними білками. Здоров'я людини і нації. 2025. Т. 3. № 2. С. 19–30. *(Чепурною О. Л. виконано та проаналізовано мікробіологічні дослідження варено-копчених ковбас збагачених рослинними компонентами. Штондою О. А. підібрано методи досліджень та формування висновків).*

Статті у науковому виданні,

включені до міжнародних наукометричних баз даних

Scopus та/або Web of Science Core Collection

4 **Chepurna O., Shtonda O.** Application of brewer's spent grain in the technology of protein texturates for the meat processing industry. Animal Science

and Food Technology. 2024. Vol. 15 (4). P. 120–131. (*Chepurna O. розроблено рецептуру білкового текстурату на основі створення безвідходних технологій та екологічно чистих виробництв. Shtonda O. визначено актуальність отриманих показників якості готового продукту*).

5. **Chepurna O.**, Shtonda O., Osypenkova I., Kurylenko Y. Determination of the dependence of the fatty acid composition of boiled-smoked sausages with the addition of vegetable raw materials. Technology Audit and Production Reserves. Chemical Engineering. 2025. Vol. 1. No. 3 (81). P. 45–50. (*Chepurna O. проведено аналіз підвищення біологічної цінності варено-копчених ковбас з додаванням борошна пивної дробини за рахунок збільшення есенціальних жирних кислот. Shtonda O. підібрано методи досліджень. Osypenkova I. визначено актуальність дослідження, проведено літературний пошук. Kurylenko Y. здійснено формування висновків*).

Патенти України на корисну модель

6. Штонда О. А., **Чепурна О. Л.**, Бойко Л. А. Спосіб виробництва варено-копчених ковбас з використанням злаково-соевого текстурованого продукту: патент на корисну модель № 161134 UA, МПК A23L13/60 (2006.01), A23L33/105 (2006.01); заявник Національний університет біоресурсів і природокористування України; u 2025 00994; заявлено 06.03.2025; опубліковано 12.11.2025; Бюлетень № 46/2025. (*Штондою О. А. взято участь у розроблені рецептури та проведенні досліджень. Чепурною О. Л. здійснено патентний пошук та порівняльний аналіз наявних аналогів. Бойко Л. А. підготовлено заявку на патент*).

7. Штонда О. А., **Чепурна О. Л.**, Назаренко М.В;. Спосіб виробництва злаково-соевого текстурованого продукту: патент на корисну модель № 160331 UA, МПК A23J1/14 (2006.01), A23J3/26 (2006.01); заявник Національний університет біоресурсів і природокористування України; u 2025 00993; заявлено 06.03.2025; опубліковано 28.08.2025;

Бюлетень № 35/2025. *(Штондою О. А. узагальнено та систематизовано результати дослідження. Чепурною О. Л. розроблено рецептури та здійснено патентний пошук. Назаренко М. В. підготовлено заявку на патент).*

Тези наукових доповідей

8. Ємцева А. О., **Чепурна О. Л.** Отримання рослинного білка з пивної дробини. Інтеграційні та інноваційні напрями розвитку харчової індустрії: V Міжнародна науково-практична конференція, м. Черкаси, 2021 року: тези доповіді. Черкаси, 2021. С. 83–88. *(Ємцевою А. О. досліджено вплив температури і рН середовища на вихід білка з пивної дробини. Чепурною О. Л. підібрано методи дослідження).*

9. Чепурна О. Л. Перспективи використання пивної дробини в м'ясних виробках. Інтеграційні та інноваційні напрями розвитку харчової індустрії: VII Міжнародна науково-практична конференція, м. Черкаси, 2–3 листопада 2023 року: тези доповіді. Черкаси, 2023. С. 23–24.

10. **Чепурна О. Л.**, Штонда О. А. Перспективи виробництва м'ясних виробів з функціональними властивостями. Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті: 90-а Міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів, м. 11–12 квітня 2024 року: тези доповіді. Київ, 2024. Ч. 1. С. 301. *(Чепурною О. Л. проаналізовано дослідження наукових праць видатних українських та європейських науковців щодо можливості використання білкового гідролізату з пивної дробини в технології м'ясних виробів. Штондою О. А. здійснено підготовку матеріалів до публікації).*

11. **Чепурна О. Л.**, Штонда О. А. Виробництво текстурованого білка з додаванням борошна пивної дробини. Current issues of science, education and technology in the context of modern challenges: International Scientific-Practical Conference, Aarhus, Denmark, June 29, 2024: books of abstract. Aarhus, 2024. P. 50–51. *(Чепурною О. Л. проведено аналіз застосування борошна пивної*

дробини в рецептурі рослинного білкового текстурау. Штондою О. А. здійснено аналіз актуальності теми дослідження).

12. Чепурна О. Л. Перспективи використання рослинних білків у харчових продуктах. Туристичний та готельно-ресторанний бізнес в Україні: проблеми розвитку та регулювання: XV Міжнародна науково-практична конференція, м. Черкаси, 28–29 березня 2024 року: тези доповіді. Черкаси, 2024. С. 148–150.

13. Чепурна О. Л. Використання пивної дробини як побічного продукту пивоварного виробництва в м'ясопереробній промисловості. Інтеграційні та інноваційні напрями розвитку харчової індустрії: VIII Міжнародна науково-практична конференція, м. Черкаси, 16–17 грудня 2024 року: тези доповіді. Черкаси, 2025. С. 66–67.

14. Штонда О. А., **Чепурна О. Л.** Підвищення біологічної цінності варено-копчених ковбас. Evolving Science: Theories, Discoveries and Practical Outcomes: 3rd International Scientific and Practical Conference, February 3–5, 2025. Zurich, Switzerland: books of abstract. Zurich, 2025. P. 33–34. *(Штондою О. А. здійснено аналіз актуальності проведених досліджень. Чепурною О. Л. проаналізовано амінокислотний склад білка пивної дробини).*

15. Штонда О. А., Чепурна О. Л. Використання борошна пивної дробини у технології варено-копчених ковбас. Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства: XIII Міжнародна науково-практична конференція вчених, аспірантів і студентів, м. Київ, 10–11 квітня 2025 року: тези доповіді. Київ, 2025. С. 184–186. *(Штондою О. А. взято участь у розробленні рецептури варено-копчених ковбас із частковою заміною м'ясної сировини на пивну дробину. Чепурною О. Л. проаналізовано жирнокислотний склад ковбасних виробів).*

16. Чепурна О. Л. Комбінація тваринних і рослинних білків як шлях подолання дефіциту м'ясної сировини. Туристичний та готельно-ресторанний бізнес в Україні: проблеми розвитку та регулювання: XVI

Міжнародна науково-практична конференція, м. Черкаси, 10–12 вересня 2025 року: тези доповіді. Черкаси, 2025. С. 122–123.