

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Кваліфікаційна наукова  
праця на правах рукопису

**РУДЮК ВІТАЛІЙ ПЕТРОВИЧ**

УДК 637.523.034:637.14-048.78(043.5)

**ДИСЕРТАЦІЯ**

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ НАПІВКОПЧЕНИХ КОВБАС З  
ВИКОРИСТАННЯМ ПРОДУКТІВ ПЕРЕРОБКИ МОЛОКА**

181 Харчові технології  
18 Виробництво та технології

Подасться на здобуття наукового ступеня доктора філософії

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

  
В.П. Рудюк

Науковий керівник: Пасічний Василь Миколайович, доктор технічних наук,  
професор



Київ - 2023

## АНОТАЦІЯ

Рудюк В.П. Удосконалення технології напівкопчених ковбас з використанням продуктів переробки молока — кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 181 «Харчові технології» — Національний університет харчових технологій, Київ, 2023.

Метою дисертаційної роботи є удосконалення технології напівкопчених ковбас, шляхом збагачення готових виробів продуктами переробки молока.

У першому розділі дисертаційної роботи проведено аналіз літературних джерел, за обраною тематикою. Проведено аналіз ринку ковбасних виробів та ринку м'яса і м'ясних продуктів. На даний час, враховуючи проблеми, що створилися внаслідок політично-економічної ситуації в Україні та світі, актуальними є пошук рішень, що дозволять виготовляти м'ясні продукти комбінованого складу, що матимуть високі показники харчової та біологічної цінності. При цьому варто враховувати, можливості логістики та зберігання сировини, що може використовуватись, для виготовлення напівкопчених ковбас.

Молочні білки, являються дуже цінним продуктом, для використання у м'ясних виробках. Сучасні методи обробки та виготовлення молочних білків, білкових концентратів, копреципітатів, дозволяють широко застосовувати їх у різних галузях харчової промисловості. Завдяки використанню молочних білків можна значно покращити структурно-механічні показники та споживчу цінність готових м'ясних виробів.

У другому розділі дисертації, обґрунтовані методика, які використовувалися для аналізу сировини та готової продукції. Для визначення функціонально-технологічних характеристик готового продукту і сировини були застосовані інструментальні та фізико-хімічні методи. Для визначення вмісту фракцій білка в

продукті використовувалися спектрометричні методи. Ці методи дозволяють точно визначити фракційний склад білка в продукті і контролювати його якість.

Мікробіологічні методи були використані для оцінки показників безпеки готової продукції. В процесі досліджень визначали кількість патогенних мікроорганізмів, плісняви, дріжджів, а також бактерій групи кишкових паличок. Також визначалась кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів. Для оцінки консистенції фаршів, харчових добавок молочних білків та білково-жирових наповнювачів використовували реологічні показники. Ці методи дозволяють визначити текстурні характеристики продукту. Оцінка органолептичних властивостей готової продукції проводилася за допомогою сенсорного аналізу за 5-бальною шкалою оцінювання. Цей метод дозволяє оцінити смакові, ароматичні та зовнішні властивості продукту з точки зору сприйняття органами чуття. Таким чином, зазначені методики досліджень були використані для ретельного аналізу сировини та готової продукції, що дозволило отримати детальну інформацію про їх характеристики та якість.

Розроблено загальний план досліджень, який складається з наступних етапів:

- теоретичний етап, аналіз літературних джерел за обраною тематикою дисертаційної роботи;
- формування мети і завдань досліджень;
- експериментальні дослідження;
- промислову апробацію на м'ясоперобних підприємствах;
- формування висновків.

У третьому розділі дисертаційної роботи розроблено напівкопчені ковбаси, з використанням в складі рецептур, продуктів переробки молока. На першому етапі досліджували основну м'ясну та молочну сировину для виробництва напівкопчених ковбас, з використанням у складі продуктів переробки молока. На основі результатів дослідження сировини, було розроблено модельні рецептури напівкопчених ковбас, з використанням молочних білків, у якості додаткового

джерела білка та поліпшувача структурно-механічних властивостей ковбас. Виготовлені зразки порівняно із контролем (у якості білкової добавки використано ізолят соєвого білка). Доведено, що використання казеїну та казеїнату натрію у кількості 2% значно покращують структурно-механічні та споживчі властивості напівкопчених ковбас. Використання добавок на основі молочних білків, позитивно впливають на ВУЗ та ЖУЗ. Встановлено, що під час зберігання, використання білкових добавок у складі напівкопчених ковбас, дозволяє значною мірою призупинити процес втрати вологи, та скоротити його до 0,15% на добу. Доведено, що використання білкових добавок, не впливає на мікробіологічну стабільність під час зберігання.

Проведено аналіз структурно-механічних та органолептичних показників сирів та сирних продуктів під час та після нагрівання до 75°C. Експериментально доведено, що використання, в якості продуктів переробки молока, сирів (без використання заміників молочного жиру, та додаткових стабілізаторів), більш доцільне при використанні у продуктах, що передбачають повторне нагрівання. Доведено, що використання сирів із меншим вмістом жиру та вологи, більш стабільні під час нагрівання.

Розроблено рецептури напівкопчених ковбас з використанням сичужних сирів (у якості продуктів переробки молока), як наповнювачів. Визначено, що внесення до рецептур сичужних сирів, позитивно впливає на органолептичні показники ковбасних виробів.

Обґрунтовано оптимальні режими та період зберігання ковбасних виробів з сичужними сирами, та визначено, що після 14 діб зберігання, відбувається розвиток патогенної мікрофлори, що негативно впливає на якісні показники та безпечність продукту. Обґрунтовано оптимальний термін зберігання для напівкопчених ковбас з продуктами переробки молока – 12 діб при 4-6°C, та відносній вологості 75%.

У четвертому розділі дисертаційної роботи проведено комплексне дослідження харчових компонентів-стабілізаторів консистенції. За результатами

реологічних досліджень структуроутворюючих добавок, таких як: модифіковані крохмалі гарячого набухання, карагенани, харчові волокна та карбоксилметилцелюлоза, визначено концентрації та режими внесення даних компонентів у суміші, для досягнення максимального ефекту використання. На основі отриманих результатів розроблено стабілізуючу композицію, що має високі показники гідратації, хорошу емульгуючу та вологоутримуючу здатність, надає продуктам із її використанням структурних властивостей.

Розроблено технологію та виготовлено модельні зразки безбілкових стабілізаторів структурно-механічних показників (БССМП), що можуть використовуватись для харчових продуктів з різними технологічними характеристиками. Сформовані матриці можуть слугувати носіями для додатково внесених, компонентів: білкових, жирових, вуглеводних, при цьому, скомбіновані композиції, мають форму структурної системи, що може нарізатися, та додаватися, в якості наповнювача до різних харчових продуктів.

Наступним етапом дослідження, визначено оптимальну кількість безбілкового стабілізатора структурно-механічних показників, для виготовлення молочних білково-жирових наповнювачів, що використовуватимуться у рецептурах напівкопчених ковбас. Змодельовано та досліджено білково-жирові наповнювачі, виявлено, що внесення казеїнату натрію в кількості 25% та КСБ 5%, ЗМЖ 10 %, дозволяє отримати систему із значним показником твердості. Слід зауважити, що зразок із зазначеним співвідношенням проявляє стійкість під час підвищення температури, демонструє стабільність зберігає форму та набуває відносної жорсткості. Ці показники сприяють позитивному впливу на характеристики кінцевого продукту, особливо при використанні цього наповнювача в процесі виготовлення напівкопчених ковбас.

У п'ятому розділі, наведено опис удосконаленої технологічної схеми виробництва напівкопчених ковбас з використанням продуктів переробки молока.

За удосконаленою технологією здійснено промислові апробації на підприємствах м'ясопереробної галузі.

Проведено розрахунок економічної ефективності рецептур напівкопчених ковбас, з використанням у складі, продуктів переробки молока. За результатами розрахунків підтверджено доцільність і перспективність впровадження розроблених рецептур та технологічних режимів виготовлення.

**Ключові слова:** промислова безпека, технологія напівкопчених ковбас, протеїни, продукти переробки молока, стабілізатори консистенції, харчові добавки, молокозмісні білково-жирові системи.

### **Перелік публікацій здобувача за тематикою дисертаційної роботи**

1. Рудюк, В. П., Пасічний, В. М., Хорунжа, Т. О., & Красуля, О. О. (2019). Кисломолочний продукт з підвищеним вмістом білка. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені СЗ Гжицького*, 21(91 (2)), 79-83.

2. Рудюк, В. П., Пасічний, В. М., Хорунжа, Т. О., & Красуля, О. О. (2019). Дослідження впливу використання білкових концентратів на реологічні показники кисломолочних продуктів та терміни їх зберігання. *Харчова промисловість, НУХТ, №25*, 70-77.

3. Рудюк, В. П., Толюпа, Т. І. & Пасічний, В. М. (2020). Розроблення альтернативних рецептур сирних продуктів для використання у м'ясній промисловості, *Харчова промисловість, НУХТ, №27*, 29-36.

4. Rudiuk, V., Pasichnyi, V., & Khorunzha, T. (2021). Rationale of cheese filling technology for the meat industry. *Proceedings, University of Ruse*, №60, 36-41.

5. Рудюк, В. П., Хорунжа Т.О., Фурсік О.П. & Пасічний, В. М. (2021). Дослідження стабільності показників плодових емульсійних соусів з використанням сухої молочної сироватки та кремнезему, *Наукові праці НУХТ, Том 27*, 164-171.

6. Рудюк В. П., Маринін А.І. & Пасічний, В. М. (2022). Доцільність використання сухих молочних концентратів, як білкової основи в аналогах сиру, для подальшого використання у м'ясних виробках, *Modern scientific strategies of development*, №1, 277-282.

7. Рудюк, В. П. & Пасічний, В. М. (2023). Оцінка функціонально-технологічних і реологічних показників стабілізаторів консистенції молочних білково-жирових систем для виробництва напівкопчених ковбас, *Технологічний аудит та резерви виробництва*, № 3/3 (71) , 41-45.

8. Рудюк, В. П. & Пасічний, В. М. (2023). Способи інтегрування молочних білків до рецептур напівкопчених ковбас, *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені СЗ Гжицького*, т.25, №99, 80-85.

#### **Патенти України на корисну модель**

9. Рудюк. В.П., Пасічний В. М., Маринін А. І., (2023). Спосіб виробництва білковмісного сирного продукту (*Патент на корисну модель, номер заявки и 2023 00169*).

#### **Тези доповідей і матеріали конференцій**

10. Рудюк, В. П. & Пасічний, В. М., (2019). Використання сирів у технології напівкопчених ковбас, *Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті Євроінтеграції*, 240-241.

11. Рудюк, В. П., Дяченко Є.О., Толюпа Т.І., & Пасічний, В. М (2020). Дослідження термостійкості сирів та сирних продуктів на предмет використання їх у ковбасному виробництві, *Наукові здобутки молоді - вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті*, Ч.1. , 243.

12. Рудюк, В. П. & Кітов М.Г. (2020). Філософія вегетеріанства, *Наукові здобутки молоді - вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті*, Ч.3., с. 262.

13. Рудюк, В. П., Толюпа Т.І., & Пасічний, В. М (2020). Розроблення альтернативних рецептур сирних продуктів для використання у м'ясній промисловості, *Actual problems of science and practice*, Стокгольм, Швеція – с. 138-141.
14. Рудюк, В. П., Хорунжа Т.О. & Пасічний, В. М (2020). Pasterized sausages enriched with heme iron for the prevention of iron deficiency, *About the problems of science and practice, tasks and ways to solve them*, Мілан, Італія, 539-541.
15. Рудюк, В. П., Тарахтій Д.Ю. & Пасічний, В. М (2020), Рецептури сирних продуктів, для використання у м'ясній промисловості, *Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті Євроінтеграції*, 206-207.
16. Рудюк, В. П. & Пасічний, В. М (2020), Розроблення рецептур сирних продуктів, для використання у м'ясній промисловості, в умовах дефіциту класичної сировини, *Інноваційні технології та перспективи розвитку м'ясопереробної галузі*, 91-93.
17. Рудюк, В. П., Хорунжа Т.І., Маринін А.І. & Пасічний, В. М, (2021), Перспективи використання молочних білків в технології сирних продуктів для виробництва пищевих, *Табиий бирикмалардан саноат ва қишлоқ хўжалигида фойдаланиши истиқболлари*, Республіка Узбекистан, 109-110.
18. Рудюк, В. П., Хорунжа Т.О. & Пасічний, В. М, (2021), Способи подрібнення сировини та складання фаршу у технології напівкопчених ковбас з використанням білково-жирового наповнювача, *Science and innovations in the 21st century: I Всеукраїнська Інтернет-конференція студентів та молодих вчених*, 54-55.
19. Rudiuk V., Khorunzha T. & Pasichnyi V, (2021), Rationale of cheese filling technology for the meat industry, *Biotechnologies and food technologies*, (Болгарія), Volume 60, book 10.2., 34.

20. Рудюк, В. П., Хорунжа Т.О. & Пасічний, В. М, (2021), Технологічні властивості сирних продуктів на основі білкових концентратів, *Інноваційні технології та перспективи розвитку м'ясопереробної галузі «Реалії та перспективи м'ясопереробки»*, 60-61.

21. Рудюк, В. П., Хорунжа Т.О. & Пасічний, В. М, (2021), Аналіз ринку сировини для виготовлення сирів в Україні , *Інноваційні технології та перспективи розвитку м'ясопереробної галузі «Реалії та перспективи м'ясопереробки»*, 64.

22. Рудюк В.П., Савчук О.О., Піценко Б.І. & Пасічний, В. М, (2022), Дослідження хімічного складу молочних білковик концентратів, *Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті євроінтеграції*, 187.

23. Рудюк, В. П. & Пасічний, В. М (2022), Структуроутворювач універсальний для виробництва низькобілкових сирних продуктів, *Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті*, 212.

24. Рудюк, В. П. & Пасічний, В. М (2023), Структуроутворювач універсальний для виробництва низькобілкових сирних продуктів, *Промисловість та крафт для HoReCa в туризмі: досвід, проблеми, інновації*, 34-35.

25. Рудюк, В. П. & Пасічний, В. М (2023), Модифікований крохмаль, як основна стабілізуюча добавка, для структурних продуктів по типу аналогів сиру, *Промисловість та крафт для HoReCa в туризмі: досвід, проблеми, інновації*, 212-213.

26. Рудюк, В. П. & Пасічний, В. М (2023), Універсальний структуроутворювач для виробництва сирних продуктів, *Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті*, 283.

## SUMMARY

Rudyuk V.P. Improving the technology of semi-smoked sausages using milk processing products — qualifying scientific work with manuscript rights.

Dissertation for the Doctor of Philosophy degree in specialty 181 "Food Technologies" — National University of Food Technologies, Kyiv, 2023.

The aim of the dissertation is to improve the technology of semi-smoked sausages by enriching the finished products with milk processing products.

In the first chapter of the dissertation, an analysis of literary sources was carried out, according to the chosen topic. An analysis of the market of sausage products and the market of meat and meat products was carried out. Currently, taking into account the problems created as a result of the political and economic situation in Ukraine and the world, it is urgent to find solutions that will allow the production of meat products of a combined composition that will have high indicators of nutritional and biological value. At the same time, it is worth considering the possibilities of logistics and storage of raw materials that can be used for the production of semi-smoked sausages.

Milk proteins are a very valuable product for use in meat products. Modern methods of processing for the production of milk proteins, protein concentrates, co-precipitates allow their wide application in various branches of the food industry. Thanks to the use of milk proteins, it is possible to significantly improve the structural and mechanical indicators and consumer value of finished meat products.

In the second chapter of the dissertation, the methods used for the analysis of raw materials and finished products are substantiated. Instrumental and physicochemical methods were used to determine the functional and technological characteristics of the finished product and raw materials. Spectrometric methods were used to determine the content of protein fractions in the product. These methods allow you to accurately determine the fractional composition of protein in the product and control its quality.

Microbiological methods were used to evaluate indicators safety of finished products. In the process of research, the number of pathogenic microorganisms, mold, yeast, as well as bacteria of the group of *Escherichia coli* was determined. The number of mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms was also determined. Rheological indicators were used to evaluate the consistency of minced meat, food

additives of milk proteins and protein-fat fillers. These methods allow you to determine the textural characteristics of the product. Evaluation of the organoleptic properties of finished products was carried out using a sensory analysis on a 5-point rating scale. This method allows you to evaluate the taste, aroma and external properties of the product from the point of view of perception by the senses. Thus, the specified research methods were used for a thorough analysis of raw materials and finished products,

A general research plan has been developed, which consists of the following stages:

- theoretical stage, analysis of literary sources on the chosen topic of the dissertation work;
- formation of research goals and objectives;
- experimental research;
- industrial approval at meat processing enterprises;
- formation of conclusions;

In the third chapter of the dissertation, half-smoked sausages are developed, using as part of recipes, milk processing products. At the first stage, the main and auxiliary raw materials (milk proteins, cheeses, cheese products) for the production of semi-smoked sausages were studied, using them in the composition of milk processing products. Based on the results of raw material research, model recipes of semi-smoked sausages were developed, using milk proteins as an additional source of protein and an improver of the structural and mechanical properties of sausages. The manufactured samples are compared with the control (soy protein isolate was used as a protein supplement). It has been proven that the use of casein and sodium caseinate in the amount of 2% significantly improves the structural-mechanical and consumer properties of semi-smoked sausages. The use of additives based on milk proteins has a positive effect on high blood pressure and low blood pressure. It was established that during storage, the use of protein additives in the composition of semi-smoked sausages allows you to significantly stop the process of moisture loss and reduce it to 0.15% per day. It has been

proven that the use of protein additives does not affect the microbiological stability during storage.

An analysis of the structural-mechanical and organoleptic indicators of cheeses and cheese products during and after heating to 75°C was carried out. It has been experimentally proven that the use, as products of milk and cheese processing (without the use of milk fat substitutes and additional stabilizers), is more appropriate when used in products that require reheating. It has been proven that the use of cheeses with lower fat and moisture content have more stable performance during heating.

Recipes for semi-smoked sausages have been developed using rennet cheeses as milk processing products as fillers. It was determined that the addition of rennet cheeses to the recipes has a positive effect on the organoleptic parameters of sausage products.

The optimal modes and period of storage of sausage products with rennet cheeses were substantiated, and it was determined that after 14 days of storage, the development of pathogenic microflora occurs, which negatively affects the consumer properties and safety of the product. The optimal storage period for semi-smoked sausages with milk processing products is 12 days at 4-6°C and relative humidity of 75%.

In the fourth chapter of the dissertation, a comprehensive study of food was carried out. Stabilizer components consistency. According to the results of rheological studies of structure-forming additives, such as: modified hot-swelling starches, carrageenans, food fibers and carboxyl methyl cellulose, the concentrations for the modes of introduction of these components in the mixture were determined to achieve the maximum effect of use. Based on the obtained results, a stabilizing composition was developed, which has high hydration indicators, good emulsifying and moisture-retaining ability, and gives structural properties to products with its use.

The technology was developed and model samples of protein-free stabilizers of structural and mechanical parameters (BSSMP) were produced, which can serve as a basis for food products with different technological characteristics. The formed matrices can serve as carriers for additionally introduced components: protein, fat, carbohydrates, and

at the same time, combined compositions have the form of a structural system that can be cut and added as a filler to various food products.

The next stage of the research was to determine the optimal amount of a protein-free stabilizer of structural and mechanical parameters for the production of milk protein-fat fillers that will be used in the recipes of semi-smoked sausages. Protein-fat products were modeled and studied, and it was found that the addition of nartium caseinate in the amount of 25% and KSB 5%, ZMZ 10%, allows to obtain a system with a significant hardness indicator. It should be noted that the model sample with the specified ratio exhibits stability during temperature increase, demonstrates stability, retains its shape and acquires relative stiffness. This, in turn, contributes to a positive effect on the characteristics of the final product, especially when using this filler in the process of making semi-smoked sausages.

In the fifth chapter, a description of the improved technological scheme for the production of semi-smoked sausages using milk processing products is provided.

According to the improved technology, industrial approvals were carried out at enterprises of the meat processing industry.

The calculation of the economic efficiency of recipes of semi-smoked sausages, with the use of a milk-containing protein-fat filler in the composition, was carried out, the results of which confirmed the expediency and perspective of the introduction of the developed recipes and technological modes of production.

***Keywords:*** *industrial safety, semi-smoked sausages technology, proteins, milk processing products, consistency stabilizers, food additives, milk-containing protein-fat systems.*

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

1. Rudyuk, V. P., Pasichniy, V. M., Khorunzha, T. O., & Krasulya, O. O. (2019). A fermented milk product with a high protein content. *Scientific Bulletin of SZ Gzhitsky Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology*, 21(91 (2)), 79-83.
2. Rudyuk, V. P., Pasichny, V. M., Khorunzha, T. O., & Krasulya, O. O. (2019). Study of the influence of the use of protein concentrates on the rheological parameters of fermented milk products and their storage periods. *Food Industry, NUKHT*, No. 25, 70-77.
3. Rudyuk, V. P., Tolyupa, T. I. & Pasichny, V. M. (2020). Development of alternative recipes of cheese products for use in the meat industry, *Food Industry, NUHT*, No. 27, 29-36.
4. Rudiuk, V., Pasichnyi, V., & Khorunzha, T. (2021). Rationale of cheese filling technology for the meat industry. *Proceedings, University of Ruse*, No. 60, 36-41.
5. Rudyuk, V.P., Khorunzha, T.O., and Fursik, O.P. & Pasichniy, V. M. (2021). Study of stability of indicators of fruit emulsion sauces using dry whey and silica, *Scientific works of the NUKHT, Volume 27*, 164-171.
6. Rudyuk, V. P., Marinin A. I. & Pasichniy, V. M. (2022). The feasibility of using dry milk concentrates as a protein base in cheese analogues for further use in meat products, *Modern scientific strategies of development*, No. 1, 277-282.
7. Rudyuk, V. P. & Pasichniy, V. M. (2023). Evaluation of functional, technological and rheological indicators of consistency stabilizers of milk protein-fat systems for the production of semi-smoked sausages, *Technological audit and production reserves*, No. 3/3 (71), 41-45.
8. Rudyuk, V. P. & Pasichniy, V. M. (2023). Ways of integrating milk proteins into the recipes of semi-smoked sausages, *Scientific bulletin of SZ Gzhitsky Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology*, vol. 25, No. 99, 80-85.

## **Patents**

9. Rudyuk V.P., Pasichniy V.M., Marinin A.I., (2023). Method of production of protein-containing cheese products (Utility model patent, application number u 2023 00169).

### **Abstracts of reports and materials of conferences**

10. Rudyuk, V. P. & Pasichniy, V. M., (2019). The use of cheeses in the technology of semi-smoked sausages, *Scientific problems of food technology and industrial biotechnology in the context of European integration*, 240-241.

11. Rudyuk, V. P., Dyachenko E. O., Tolyupa T. I., & Pasichniy, V. M. (2020). Research on the thermal stability of cheeses and cheese products for the purpose of their use in sausage production, *Scientific achievements of youth - solving the problems of human nutrition in the 21st century, Part 1.* , 243.

12. Rudyuk, V.P. & Kitov, M.H. (2020). The philosophy of vegetarianism, *Scientific achievements of youth - solving the problems of human nutrition in the 21st century, Part 3.*, p. 262.

13. Rudyuk, V. P., Tolyupa T. I., & Pasichniy, V. M. (2020). Development of alternative recipes of cheese products for use in the meat industry, *Actual problems of science and practice*, Stockholm, Sweden - p. 138-141.

14. Rudyuk, V.P., Khorunzha, T.O. & Pasichniy, V. M. (2020). Pasteurized sausages enriched with heme iron for the prevention of iron deficiency, *About the problems of science and practice, tasks and ways to solve them*, Milan, Italy, 539-541.

15. Rudyuk, V.P., Tarakhtiy D.Yu. & Pasichniy, V. M (2020), Recipes of cheese products, for use in the meat industry, *Scientific problems of food technologies and industrial biotechnology in the context of European integration*, 206-207.

16. Rudyuk, V. P. & Pasichniy, V. M. (2020), Development of recipes for cheese products, for use in the meat industry, in conditions of shortage of classic raw materials, *Innovative technologies and prospects for the development of the meat processing industry*, 91-93.

17. Rudyuk, V. P., Khorunzha T. I., Marinin A. I. & Pasichniy, V. M, (2021), Prospects for the use of milk proteins in the technology of cheese products for the production of food, *Tabiy birykmalardan sanayuva va kishlyhmatzkada uzutsya rovaclary*, Republic of Uzbekistan, 109-110.
18. Rudyuk, V.P., Khorunzha, T.O. & Pasichniy, V. M, (2021), Methods of grinding raw materials and assembling minced meat in the technology of semi-smoked sausages using a protein-fat filler, *Science and innovations in the 21st century: I All-Ukrainian Internet Conference of students and young scientists*, 54-55.
19. Rudiuk V., Khorunzha T. & Pasichnyi V, (2021), Rationale of cheese filling technology for the meat industry, *Biotechnologies and food technologies*, (Bulgaria), Volume 60, book 10.2., 34.
20. Rudyuk, V.P., Khorunzha, T.O. & Pasichniy, V. M, (2021), Technological properties of cheese products based on protein concentrates, *Innovative technologies and prospects for the development of the meat processing industry "Realities and prospects of meat processing"*, 60-61.
21. Rudyuk, V.P., Khorunzha, T.O. & Pasichniy, V. M, (2021), Market analysis of raw materials for cheese production in Ukraine, *Innovative technologies and prospects for the development of the meat processing industry "Realities and prospects of meat processing"*, 64.
22. Rudyuk V.P., Savchuk O.O., Pitsenko B.I.& Pasichniy, V. M, (2022), Study of the chemical composition of milk protein concentrates, *Scientific problems of food technologies and industrial biotechnology in the context of European integration*, 187.
23. Rudyuk, V. P. & Pasichniy, V. M. (2022), The structure former is universal for the production of low-protein cheese products, *Scientific achievements of youth - solving the problems of human nutrition in the 21st century*, 212.

24. Rudyuk, V. P. & Pasichniy, V. M. (2023), The structure former is universal for the production of low-protein cheese products, *Industry and craft for HoReCa in tourism: experience, problems, innovations*, 34-35.

25. Rudyuk, V. P. & Pasichniy, V. M. (2023), Modified starch as the main stabilizing additive for structural products similar to cheese, *Industry and craft for HoReCa in tourism: experience, problems, innovations*, 212-213.

26. Rudyuk, V. P. & Pasichniy, V. M. (2023), Universal structure former for the production of cheese products, *Scientific achievements of youth - solving the problems of human nutrition in the 21st century*, 283.

ЗМІСТ.....	18
Вступ.....	21
<b>Розділ 1. ПЕРСПЕКТИВНІСТЬ ВИРОБНИЦТВА НАПІВКОПЧЕНИХ КОВБАС З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОДУКТІВ ПЕРЕРОБКИ МОЛОКА ...</b>	<b>27</b>
1.1. Сучасний стан ринку ковбасних виробів України.....	27
1.2. Проблеми та перспективи м'ясопереробної галузі в Україні .....	31
1.3. Використання молочних продуктів у м'ясній промисловості.....	37
1.4 Сучасні підходи виготовлення та використання молочних білків ...	40
<b>ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1.....</b>	<b>49</b>
<b>РОЗДІЛ 2. ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕНЬ, ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ .....</b>	<b>50</b>
2.1. Характеристика сировини для виготовлення напівкопчених ковбасних виробів .....	50
2.2. Організація експериментів, об'єкти та методи досліджень, їх характеристика .....	51
2.3. Загальний план експериментальних досліджень.....	59
<b>ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2.....</b>	<b>61</b>
<b>РОЗДІЛ 3. ОБГРУНТУВАННЯ РЕЦЕПТУР НАПІВКОПЧЕНИХ КОВБАС З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОДУКТІВ ПЕРЕРОБКИ МОЛОКА .....</b>	<b>62</b>
3.1 Підбір сировини та матеріалів для напівкопчених ковбасних виробів .....	62
3.2 Моделювання рецептур напівкопчених ковбас з використання молочних білкових продуктів .....	74
3.3 Моделювання рецептур напівкопчених ковбас з використанням сичужних сирів .....	83
<b>ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3.....</b>	<b>98</b>
<b>РОЗДІЛ 4. РОЗРОБЛЕННЯ МОЛОКОВМІСНОГО БІЛКОВО-ЖИРОВОГО НАПОВНЮВАЧА ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ У КОВБАСНИХ ВИРОБАХ</b>	<b>99</b>
4.1 Аналіз компонентів для виготовлення стабілізуючої композиції для виготовлення сирного продукту .....	99
4.2 Розроблення структуроутворюючої композиції для виготовлення безбілкових стабілізаторів структурно-механічних показників .....	112

4.3	Розроблення молоковмісного білково-жирового наповнювача, для використання у м'ясних продуктах.....	117
	ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 4.....	130
	<b>РОЗДІЛ 5. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ НАПІВКОПЧЕНИХ КОВБАС, З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОДУКТІВ ПЕРЕРОБКИ МОЛОКА</b>	131
5.1.	Покращення характеристик напівкопчених ковбас з використанням молоковмісних білково-жирових наповнювачів.....	131
5.2	Опис удосконаленої схеми виробництва напівкопчених ковбас з використанням продуктів переробки молока .....	138
5.3	Характеристики напівкопчених ковбас з використанням білково-жирових наповнювачів на основі продуктів переробки молока.....	140
5.4	Апробація рецептур на м'ясопереробному підприємстві.....	147
5.5	Розрахунок економічної ефективності напівкопчених ковбасних виробів.....	153
	ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 5.....	162
	ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ .....	163
	СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ .....	165
	ДОДАТОК А.....	179
	ДОДАТОК Б.....	183
	ДОДАТОК В.....	184
	ДОДАТОК Г.....	185
	ДОДАТОК Д.....	186

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

Aw – активність води

БГКП – бактерії групи кишкової палички

БЖН – білково-жировий наповнювач

БССМП – безбілковий стабілізатор структурно-механічних показників

БЦ – біологічна цінність

ВЗЗ – вологозв'язуюча здатність

ВУЗ – вологоутримуюча здатність

ЕЗ – емульгуюча здатність

ЖУЗ – жирутримуюча здатність

МК – міцелярний казеїн

ККц – казеїнат кальцію

КМЦ – карбоксилметилцелюлоза

КН – казеїнат натрію

КСБ – концентрат сироваткового білка

КУО - кількість колонієутворюючих одиниць

МАФАН – кількість мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів

СЕ – стабільність емульсії

СК – структуроутворююча композиція

СКОР – відношення незамінної амінокислоти у білку до тієї ж амінокислоти у ідеальному білку

ТГ – фермент транsgлютамена

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Напівкопчені ковбасні вироби, завжди користувалися попитом, серед м'ясних продуктів представлених на ринку України.

Розробка нових видів напівкопчених ковбас є важливим напрямком в харчовій промисловості. Одна з основних причин цього полягає в тому, що сучасні споживачі стають все більш вимогливими до якості та різноманітності продуктів. Відкриваються нові можливості для створення унікальних смакових характеристик, текстур та композицій, що дозволяє задовольнити різні смакові переваги споживачів.

Постійний розвиток харчової промисловості вимагає пошуку нових інноваційних ідей для покращення якості і конкурентоспроможності продукції. Одним з таких напрямків є використання молочних продуктів у рецептурах напівкопчених ковбас. Молочні білки мають високу біологічну цінність та збалансований амінокислотний склад, що робить їх цінним додатком до харчових продуктів.

Застосування молочних продуктів у виробництві ковбас має потенціал покращити якість та смакові характеристики продукту, розширити його асортимент, а також підвищити його харчову цінність. Інноваційні рішення, що передбачають використання молочних продуктів допоможуть виробникам привернути увагу споживачів та зайняти стійку позицію на ринку харчових продуктів.

Сироватковий білок має високу розчинність та дисперсійну стабільність, що дозволяє його успішно використовувати у формуванні емульсій та гелів, які забезпечують потрібну текстурну структуру ковбаси. Також, молочні продукти можуть додаватися у формі збагачених добавок, наприклад, казеїнатів кальцію або натрію. Ці добавки відіграють важливу роль у покращенні функціональних властивостей продукту. Додавання молочних продуктів у формі казеїнатів також

допомагає зменшити втрату вологи, що позитивно впливає на якість і м'якість ковбаси. Використання казеїнатів може також покращити текучість маси при виробництві, що полегшує процес формування ковбаси та сприяє її збереженню від деформацій під час транспортування та зберігання. Окрім того, додавання молочних продуктів у вигляді сирів до рецептури ковбаси може створити багато смакових варіацій та різноманітності виробу.

Таким чином, використання молочних продуктів у виробництві напівкопчених ковбас не тільки збагачує продукт корисними білками, але й покращує його текстурні та смакові характеристики, а також забезпечує більший термін зберігання. Це створює потенціал для створення нових продуктів на ринку харчової промисловості.

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

Дисертаційну роботу було виконано на базі Проблемної науково-дослідної лабораторії Національного університету харчових технологій та кафедри технології м'яса і м'ясних продуктів, у рамках тем держбюджетних науково-дослідних робіт, кафедри м'яса і м'ясних продуктів НУХТ: «Наукові основи створення м'ясних і м'ясомістких продуктів цільового призначення» (ДР №0120U103107), «Наукові основи удосконалення сучасних пакувальних систем із забезпеченням тривалого зберігання харчової продукції» (ДР №0120U103108) та держбюджетних тематик Проблемної науково-дослідної лабораторії НУХТ: «Науково-практичне обґрунтування технологій м'ясних та м'ясомістких продуктів подовженого терміну зберігання» (ДР 0118U003557), «Наукове обґрунтування та розроблення активних пакувальних систем харчових продуктів» (ДР 0118U003558)

**Мета і завдання дослідження.** Метою роботи є удосконалення технології напівкопчених ковбасних виробів, з використанням продуктів переробки молока.

Відповідно до мети досліджень було визначено наступні завдання:

- провести аналіз літературних джерел, та визначити перспективність виготовлення м'ясних виробів покращеного рецептурного складу, з використанням

продуктів переробки молока, розглянути інноваційні рішення, щодо використання продуктів переробки молока у рецептурах напівкопчених ковбас;

- визначити характеристики м'ясної сировини та сировини молочного походження, які можна використовувати у рецептурах напівкопчених ковбас;
- змоделювати рецептури напівкопчених ковбас з використанням сичужних сирів та сухих молочних білків.
- дослідити функціонально-технічні і споживчі характеристики напівкопчених ковбас з використанням продуктів переробки молока;
- дослідити технологічні характеристики харчових компонентів, що можуть використовуватись, як складові структуроутворюючої композиції, у продуктах – молокозмісних білково-жирових наповнювачах;
- розробити білково-жирові наповнювачі (БЖН) на основі молочних білків;
- визначити вплив рецептурного комбінування харчових інгредієнтів на основні реологічні та структурно-механічні показники готових білково-жирових наповнювачів;
- удосконалити технологію виробництва напівкопчених ковбас, шляхом додавання технологічного етапу виготовлення та внесення до складу БЖН;
- провести промислову апробацію удосконаленої технології напівкопчених ковбас з використанням продуктів переробки молока;
- провести розрахунок економічної ефективності розроблених та удосконалених технологій.

**Предмет дослідження** — м'ясна сировина, продукти переробки молока, сухі молочні білки, харчові добавки, модельні фарші, ковбасні вироби.

**Об'єкт дослідження** — технологія напівкопчених ковбас, з використанням продуктів переробки молока.

**Методи досліджень** — сучасні загальноприйняті методи досліджень, фізико-хімічних (вміст білка, жиру, вологосв'язуюча здатність, активна кислотність), інструментальні (амінокислотний склад, реологічні характеристики), мікробіологічні, сенсорний метод аналізу оцінки готової продукції, математичні та

математично-статистичні (статистична обробка результатів експериментальних досліджень).

### **Наукова новизна одержаних результатів:**

1. На основі теоретичних та експериментальних досліджень способів збагачення напівкопчених ковбасних виробів додатковим джерелом молочного білка, доведено позитивний вплив використання продуктів переробки молока у рецептурах. За рахунок чого покращується структурно-механічні властивості, амінокислотний склад, біологічна і харчова цінність готових продуктів.

2. На підставі досліджень реологічних властивостей харчових добавок (стабілізаторів консистенції), обґрунтовано склад безбілкового стабілізатора структурно-механічних показників, що може використовуватись, як основа при виготовленні структурних молоковісних білково-жирових наповнювачів, для використання в технології напівкопчених ковбас.

3. Доведено можливість отримання структурних білково-жирових наповнювачів, з використанням у якості білкової складової казеїнату натрію - 25% та концентрату сироваткового білка КСБ- 5%, замітника молочного жиру, а також стабілізатора консистенції на основі харчових компонентів вуглеводної природи.

4. Вперше доведено можливість, збагачення напівкопчених ковбасних виробів додатковим джерелом молочного білка, використовуючи їх у формі структурного білково-жирового наповнювача у кількості -15%.

**Практичне значення одержаних результатів** – за удосконаленою технологією напівкопчених ковбасних виробів та розробленою новою рецептурою, отримано патент на корисну модель («Спосіб виробництва білковмісного сирного продукту, № у 2023 00169»). Проведено виробничу апробацію на підприємстві, що виготовляє харчові суміші ТОВ «Арома Спейс», розроблена харчова композиція (Фудгард М1 «Преміум Чіз») введено, як асортиментну одиницю продуктів, що виготовляються за ТУ У 10.8-41498427-001:2017. Проведено виготовлення виробничої партії білково-жирового наповнювача, з використанням розробленої технології на ТОВ «Борисфен -Трейд».

Впровадження удосконаленої технології виробництва напівкопчених ковбасних виробів, що базується на використанні продуктів переробки молока, сприяє отриманню значного соціального ефекту. Це пов'язано з можливістю використання сухих молочних компонентів (які не вимагають спеціальних умов зберігання) у рецептурах ковбасних виробів. Ця інновація значно розширює можливості збагачення різних продуктів харчування додатковим джерелом білка.

Розроблені структурні наповнювачі, на основі сухих молочних компонентів, забезпечують можливість внесення швидкозасвоюваного молочного білка в рецептури напівкопчених ковбас. Це забезпечує можливість покращення якісних та поживних характеристик продуктів, а також надає споживачам додаткове джерело цінних білкових компонентів. Дане рішення, може сприяти розширенню доступності продуктів з високою харчовою та біологічною цінністю для широкого спектру споживачів.

**Особистий внесок здобувача** полягає у обробленні літературних джерел, згідно тематики дисертації, планування та проведення експериментів, узагальнення результатів, публікація у наукових статтях та представленні на конференціях у вигляді тез проведено спільно з науковим керівником д.т.н., проф. Пасічним В.М.

**Апробація результатів дисертації.** Результати дисертації були представлені на наукових та науково-технічних конференціях: «Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті Євроінтеграції» (м.Київ, 2019, 2020, 2022), «Наукові здобутки молоді - вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті» (м.Київ, 2020, 2022, 2023), «Міжнародна науково-практична конференція «Actual problems of science and practice», (м. Стокгольм, Швеція, 2020), «Міжнародної науково-практичної конференції «About the problems of science and practice, tasks and ways to solve them» (м.Мілан, Італія, 2020), «Міжнародна науково-практична конференції «Інноваційні технології та перспективи розвитку м'ясопереробної галузі» (м.Київ, 2020,2021,2022), Табиий бирикмалардан саноат ва қишлоқ хўжалигида фойдаланиш истикболлари» (Ільмій - Амаля Анджумані, Республіка Узбекистан, 2021), «Science and innovations in the 21st century: I

Всеукраїнська Інтернет-конференція студентів та молодих вчених»,(м.Мелітополь, 2021), *Biotechnologies and food technologies* (м.Рузе, Болгарія, 2021), «Міжнародна науково-технічна конференція. «Промисловість та крафт для HoReCa в туризмі: досвід, проблеми, інновації» (м.Київ, 2023).

Апробацію результатів досліджень проведено на м'ясопереробних підприємствах, ФОП Юник Г.В. (ТМ «Юник») та ТОВ «М'ясо Іф» (ТМ «Рибак»).

**Публікації.** Результати теоретичних і експериментальних досліджень автора, основні наукові положення і висновки по дисертаційній роботі викладено у 26 наукових працях, у тому числі 8 статей, серед яких 6 у фахових наукових виданнях України, які включені до наукометричних баз, 1 – у закордонному фаховому виданні, 1 – у міжнародній колективній монографії; 1 патент на корисну модель; 17 тез доповідей – в опублікованих матеріалах наукових та науково-технічних конференціях.

**Структура та обсяг дисертації.** Дисертаційна робота складається зі вступу, 5 розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків. Основні матеріали викладено на 164 сторінках основного тексту, що містить 65 таблиць та 46 рисунків.

## РОЗДІЛ 1

### ПЕРСПЕКТИВНІСТЬ ВИРОБНИЦТВА НАПІВКОПЧЕНИХ КОВБАС З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОДУКТІВ ПЕРЕРОБКИ МОЛОКА

#### 1.1. Сучасний стан ринку ковбасних виробів України

Напрямки розвитку галузей харчової промисловості, у тому числі, м'ясопереробки, тісно пов'язані із економічно-політичною ситуацією в регіоні.

Асортимент, кількість, цінова складова, завжди орієнтуються на потреби, котрі диктує ринок. Специфіка споживання м'ясних виробів залежить від регіону, пори року, економічних можливостей населення (Шаповал, 2020).

Український ринок ковбасних виробів домінує вітчизняною продукцією. Тут представлені як великі м'ясні фабрики та м'ясокомбінати, так і менші підприємства. За даними Копитець (2018), до 90% містян віддають перевагу місцевим виробам. Загальна економічна ситуація має вплив на собівартість виробництва. Внаслідок підвищення тарифів на електроенергію, газ та воду, а також скорочення поголів'я худоби, спостерігається підвищення цін на ковбаси та м'ясні продукти (Kundieieva, & Tur, 2022).

Зменшення кількості свиней у Європі призводить до збільшеного попиту на птицю та продукти з неї, а також до підвищення вартості продукції зі свинини. Водночас, зростання закупівельних цін на фуражні культури виявилось значним: ціни на фуражну кукурудзу зросли більше ніж на 65%, на фуражну пшеницю - на 57%, на соняшниковий шрот - на 39%, а на соєвий шрот - на 42%. Це спричинило збитковість птахо господарств на рівні 12%, що в свою чергу підвищило вартість птиці для кінцевих споживачів (Карп'як, 2018). Основними факторами, що впливають на пропозицію є: вартість сировини та добавок; Вартість електроенергії, водопостачання та водовідведення; вартість товарів включення; купівельна спроможність населення; темпи зростання доходів населення; структура споживання ковбасних виробів; сезонність (Шубіна, Янушкевич, Чорна, & Істоміна, 2019).

Враховуючи ці моменти, виробники підлаштовуються під потреби споживачів, що, в свою чергу, формує асортиментний ряд продукції, актуальний для даного періоду (Скоробогатова & Ремінський, 2021).

Важливими факторами формування споживчих традицій населення, є наявність та розповсюдження певних видів м'ясної сировини, що в свою чергу є основою для створення продуктів та виведення їх на ринок (Бергер, 2017). Основною м'ясною сировиною для України, завжди виступали свинина, яловичина, курятина. Рідше, баранина, конина, індичка, різні види водоплаваючої птиці (Белова&Гирба, 2022).

Основним негативним чинником є присутність проблеми із сировинним забезпеченням. З 1991 р. по 2021 р. спостерігалось зниження вирощування та заготівлі великої рогатої худоби, яка є основним видом сировини для підприємств м'ясопереробної галузі (Сахно & Салькова, 2021). За даними Державної служби статистики України, станом на кінець 2021 р. вирощування великої рогатої худоби знизилось у 8 разів (у 1991р. даний показник становив 24,6 млн. голів, з них 8,4 млн. – корови, а у 2021 р. відбулося зменшення до 2,9 млн. голів, з них 1,7 млн. – корови). Щодо поголів'я свиней, яке також мало тенденцію до зниження, протягом минулих 20 років, за останній рік можна стверджувати про його збільшення на промисловому рівні на 1 % (на 6,1 млн. голів), але у приватних господарствах спад відбувається і надалі (Родіна, 2022).

Вирощування курей має досить високий приріст протягом останніх років. Українська курятина має великий потенціал, щодо імпортування, та зайняла свою нішу на світовому ринку м'ясопродуктів. Україна повністю забезпечує себе курятиною, при цьому як і промислові так і споживчі потреби населення (Копитець & Волошин, 2021).

Обсяги та темпи виробництва основних м'ясопродуктів протягом 2018-2022 років наведено у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Виробництво основних видів продукції м'ясопереробної галузі в Україні за 2018-2022 рр. (тис. т) (Державна служба статистики України, 2022)

Назва	2018	2019	2020	2021	2022
Яловичина і телятина, охолоджені чи свіжі - туші, напівтуші, четвертини необвалені	58,5	56,3	55,8	41,5	40,6
Яловичина і телятина, свіжі чи охолоджені - туші, напівтуші, четвертини необвалені	228	223	226	225	223
Свинина свіжа чи охолоджена - туші,	18,4	20,2	16,6	11,7	11,2
Яловичина і телятина заморожені - туші, напівтуші, четвертини, відруби	6,6	6,7	11,8	14,0	14,7
Свинина заморожена - туші, напівтуші	320	267	249	227	228
М'ясо курей, курчат, свіже чи охолоджене – тушки	456	412	391	349	350
М'ясо курей, курчат, охолоджене чи свіже - частини тушок	76,8	104	128	154	156
М'ясо курей, курчат, заморожене – тушки	247	248	237	236	238
Вироби ковбасні і продукти з м'яса, субпродуктів чи крові	44,2	47,3	45,4	41,8	41,1

У сфері ковбасного ринку в Україні виділяється особлива ніша, пов'язана з актуальними тенденціями здорового харчування, а саме – виробництво м'яса індички. Протягом періоду з 2015 по 2019 рік обсяг виробництва м'яса індички в Україні стабільно зростає. Незважаючи на це, внесок індички в загальний обсяг виробництва м'яса птиці становить лише приблизно 1%. Іншими словами, на одну особу в Україні випадає лише 0,8 кг м'яса індички щорічно (Давидова & Зозульов, 2021). Індичка та вироби з неї поки що не досить популярні серед споживачів, але ринок ковбасних виробів з індички зростає. Населення обирає вироби з індички в зв'язку з дієтичністю, вмістом вітамінів, відсутністю антибіотиків, поживністю та невисокою вартістю (Конопелько & Лясота, 2023)

Останніми роками широкої популярності набувають ковбасні вироби покращеного білкового складу, в тому числі вегетаріанського спрямування. Вітчизняні науковці, а саме І. Сирохман, Г. Рудавська, І. Мартенюк, О. Холодова, С. Хвиля, С. Бурлакова та А. Устинова приділяли увагу створенню нових

рецептур варених ковбас (Головко, Колесник & Яковлев, 2014). Х. Нан, Н. Кондратюк, Т. Степанова, О. Афанасьєв, К. Ситник, А. Дишук та К. Супруненко розробляли технологію блендів на основі рослинного білка для виробництва вегетаріанських ковбасних виробів (Нан, Кондратюк, Степанова, Афанасьєв & Ситник, 2020). О. Штонда та А. Жолудь звернули свою увагу на вирішення питання щодо застосування комплексної добавки, заснованої на борошні з гороху, в технології виготовлення варених ковбас (Shtonda & Zholud, 2015). Однак їхні дослідження не охоплювали аспект повної відсутності м'ясної сировини у такому типі продукції. Таким чином, оптимальне використання ресурсів у нових методиках харчової промисловості вимагає більш глибокого аналізу, як вказують (Ощипок, & Кринська, 2015).

Експертна спільнота передбачає, що протягом наступних 10-20 років виникнуть суттєві зміни в головних глобальних тенденціях у виробництві вегетаріанських харчових продуктів. Однак наразі зацікавленість у вегетаріанстві продовжує зростати, і це надає українським підприємцям можливість знайти своє місце на внутрішньому та міжнародному ринках. Ця можливість дозволяє підприємцям ефективно використовувати свої ресурси з метою отримання максимальної користі для себе та сприяння позитивному внеску в розвиток нашої країни загалом. Існують проблеми з виготовлення виробництва вегетаріанських ковбас, а саме:

- проблеми відтворення структури ковбас;
- відтворення смаку, аромату та кольору ковбаси;
- використання полімерних матеріалів як оболонки;
- складники вегетаріанських ковбас мають бути безпечними, обґрунтованими (Новікова & Ряполова, 2018) та якісними (зокрема вони є нетиповими).

В цілому ринок м'яса та м'ясної продукції України стабільно розвивається. Домінуюча продукція — м'ясо свійських птахів та продукти з нього. Ринок ковбасних виробів України розвивається, щороку збільшуючись на 2-3%

(Фурштейн, 2020). Основними драйверами ринку є: купівельна спроможність населення, рівень їх матеріального благополуччя та споживчі вподобання; ціни на кормові, ветпрепарати, електроенергію; структура та кількість поголів'я свійських м'ясних тварин. Все більшої популярності набувають продукти здорового та дієтичного харчування, зацікавлення у населення виникає до споживання функціонально збагачених ковбас (Корець, 2019).

## **1.2 Проблеми та перспективи м'ясопереробної галузі в Україні**

Починаючи із 2014 року, в Україні сформувався ряд негативних чинників, котрі, і до сьогодні, впливають на розвиток переробної промисловості. Анексія Криму та початку бойових дій на Сході країни, стали початком несприятливих умов для розвитку галузей харчової промисловості. Ряд переробних та сільськогосподарських підприємств перейшли на непідконтрольну територію для нашої держави. Що, в свою чергу, спровокувало скорочення кількості певних продуктів та сировини на загальноукраїнському ринку (Плечинська, 2019).

У 2020 році, додатковий вплив на реалії переробної промисловості внесли карантинні обмеження, зв'язані із пандемією COVID-19. Важливим напрямком виходу з кризи в умовах пандемії повинна бути підтримка держави не тільки закладів охорони здоров'я, але й харчових підприємств, від продукції яких залежить тривалість життя (Орлова-Курилова, 2020; Pawlak & Kołodziejczak, 2020). Тому, сучасна держава повинна підтримувати виробництво доступної, але якісної та інноваційної харчової продукції. При динамічних змінах у зовнішньому середовищі складно-організована, система інноваційного підприємництва знаходиться у постійній напрузі, що неминує призводить до порушення стабільності усієї системи, виникнення хаосу й, відповідно, пошуку системою резервів як усередині так із зовні, для поліпшення свого стану (Іващук & Карп, 2021). У такому стані підвищуються потреби системи до інновацій, завдяки яким можливо удосконалити її структуру й вивести на новий, більш високий рівень інноваційного розвитку (Римар & Мазуркевич, 2021).

В першу чергу, вважаємо, що необхідні інновації в управлінні харчовим бізнесом. Як вже йшла мова, що саме цей сектор забезпечує продовольчу безпеку, яка представляє собою не лише кількісний вимір продуктів харчування, але і якісний (Nemchenko, Kolesnikova & Bondar, 2020). Нині, якісний фактор є недорозвиненим. Забезпечення населення харчовими продуктами – найважливіша проблема у XXI столітті, вирішення якої впливає на рівень та якість життя населення, зростання ВВП (Irtysheva, Ponomarova & Dolzhykova, 2019). По відношенню вартості харчових продуктів, які споживають домогосподарства, до зарплати (або доходу) визначають економічну доступність продовольства і рівень життя населення. Так, у розвинутих державах харчові продукти займають незначну частку у бюджеті населення. У країнах з перехідною економікою витрати на продовольство становлять більше половини сімейного бюджету, що на нашу думку, не завжди достатньо розкриває його доступність для населення, оскільки ще залежить, і від цін на інші товари, необхідні для підтримки життя (Стеценко & Іноземцева, 2020).

Після 24 лютого 2022 року, критичною проблемою для держави в цілому, та для переробної галузі стала повномасштабна війна. Проводити аналіз, проблем, котрі спровоковані війною, зарано і можливо тільки після її закінчення. Але вже зрозуміло, що харчова промисловість змінила свої пріоритети, щодо асортименту продуктів, які виготовляються (Ben Hassen & El Bilali, 2022). Більшої актуальності набули продукти тривалого зберігання. А також сировина тривалого зберігання (Копилова, Вербицький, Вербова, & Козаченко, 2018).

Проблеми в енергетичній сфері, руйнування логістики, як внутрішньої так і зовнішньої, провокують виробників, шукати виходи, для забезпечення населення потрібними продуктами харчування (Vazhal & Koutchma, 2022).

Сьогодні наша країна перебуває всередині кризи, наслідки якої неможливо повною мірою передбачити, але очевидно, що вона глибоко вплине на всі економічні процеси та соціальний стан населення України. Виробництво продовольчих товарів також зазнає структурних змін: змінюється споживчий

кошик, покупці стають більш чутливими до ціни, деякі канали збуту, такі як ринки або заклади громадського харчування, відрізані або суттєво звужені на невизначений термін (Недошитко & Яремко, 2022).

Світова криза вже негативно відбивається на діяльності вітчизняних агропромислових компаній. По суті, криза ліквідності, що переросла в кризу довіри в агропромисловому секторі, фактично перекрыла можливість кредитуватися та рефінансувати свої борги, що негативно позначається на діяльності, в тому числі компаній, що належать до м'ясної галузі, і в цілому призводить до дестабілізації роботи цього сегменту ринку (Цимбал & Черницька, 2022). Ставки за банківськими кредитами зросли, активи знецінюються – усе це тягне у себе збільшення вартості обслуговування боргу та складності доступу до кредитних коштів (Bazhal & Koutchma, 2022).

У контексті фінансової кризи м'ясний ринок може зазнати втрат на вагомості, особливо якщо будуть продовжуватися непопулярні методи «оптимізації бізнесу», такі як звільнення працівників, відмова від оновлення обладнання та вдосконалення технологій, використання низької якості технологій та продукції, збільшення використання харчових добавок тощо (Гайдей, Баланчук & Тишківська, 2018). Але навіть якщо похмурі прогнози виправдаються, на погляд вчених, різкого «схлопування» ринку все ж таки не буде (Баль-Прилипко, Ніколаєнко, Чередніченко, Даниленко & Степасюк, 2022).

Ринок м'ясопереробки може скоротитися, в основному, за рахунок зміщення фокусу переваг з виробів класу преміум та high-middle у нижній-середній та економ-сегменти. Вже зараз згортається реклама преміум-брендів, і акцент робиться на більш демократичну, можна сказати, «антикризову» м'ясну продукцію. Виділяють кілька основних її рис, починаючи зі зниженої вартості товару, «народної», наближеної до сьогоднішніх реалій реклами з мінімізацією витрат на просування продукції, і закінчуючи зовнішнім виглядом оболонки, в якому тепер немає і натяку на преміальність (Беззубко & Ткаченко, 2022).

В умовах кризи ліквідності та стагнації попиту (яка неминуха за прискорення темпів зростання цін), на м'ясному ринку серед учасників бізнес-процесу слід очікувати зростання кількості випадків консолідації, або ведення спільного бізнесу (типу м'ясокомбінат – фермерські господарства) (Наливайко, 2022).

Однією з основних проблем, що гальмують розвиток вітчизняного м'ясного ринку, є імпортна залежність. Зростання імпорту в докризовий період значною мірою випереджало збільшення вітчизняного виробництва м'яса та м'ясопродукції. Поглибленню проблем у тваринництві сприяла, до фінансової кризи, втрата конкурентоспроможності порівняно з імпортом (Савченко & Іванов, 2022).

На даному етапі певні труднощі, які виникають на фінансовому ринку та в банківському секторі, вже відчують свій вплив на стабільну функціонування агропромислового комплексу (АПК). Певні банки змушені вносити зміни в умови існуючих кредитних угод. У найкращому випадку вони підвищують процентні ставки та вимагають більших гарантій, а також переглядають умови поточних угод. В менш вигідних ситуаціях вони можуть призупинити видачу овердрафтів та факторингу, припинити розгляд нових кредитних заявок на фінансування. Ці тенденції можуть вплинути на роботу сільськогосподарських підприємств та інших підприємств, пов'язаних з аграрним сектором. Зміни в умовах кредитування можуть призвести до складнішого доступу до фінансових ресурсів, що, в свою чергу, може обмежити можливості для розширення та модернізації виробництва. (Батракова, Романюта & Сідельнікова, 2016).

Тим часом, особистих та позикових коштів за існуючого обсягу власного виробництва, імпорту та споживання не вистачає, а ринок зовнішніх запозичень та облігаційних позик надовго закритий. Це призведе до очікуваних і очевидних результатів: розвиток АПК сильно загальмується, а тваринництво призупинить і скоротить темпи розвитку (Базилевич, 2015). Вже нині на м'ясному ринку простежується дуже небезпечна тенденція – «криза довіри» серед усього ланцюжка бізнес-процесів: від виробника та імпортера до кінцевої ланки, тобто продавця м'яса та м'ясопродукції (Довгаль, 2020). На даний момент м'ясні компанії почали

відпускати продукцію за передоплатою, а іноземні експортери м'яса – переглядати свої договірні зобов'язання у бік посилення заходів щодо запобігання неплатежоспроможності, у тому числі скорочення строків оплати за поставлену продукцію, лімітування та скорочення обсягів поставки, припинення пролонгацій договорів і т.п (Вербіцька & Гончар, 2022).

Не виключено, що якщо не зупинити економічну «кризу неплатежів», що насувається, і наступна за нею соціальна «криза довіри» по всьому ланцюжку – від виробника до ритейлу, в найближчий час багато виробників, оптових компаній і імпортерів основних продовольчих товарів відмовляться від пролонгування договорів з великими ритейлерами (Гусєва, Кандиба, & Кобилін, 2019).

Поряд з комплексним вирішенням проблем в аграрному комплексі з метою задоволення попиту та підвищення конкурентоспроможності вітчизняної продукції на зовнішньому ринку та продовольчої безпеки країни необхідно:

- проведення державою адекватної аграрної політики, порівнянної з аналогічними діями розвинутих країн. Тут маються на увазі рівень підтримки сільгоспвиробництва та відповідні захисні заходи. У Євросоні дуже великі обсяги субсидування, але уряди країн Західної Європи їх скорочують, такі рішення вже ухвалено (Verbytska, 2023).

- ефективне митно-тарифне регулювання, збереження тарифних квот та історичного принципу як ефективного інструменту регулювання обсягів імпорту з урахуванням ситуації на ринку та стабільності поставок (Каліна, Палій & Шуляр, 2023).

- розробка та прийняття дієвої державної підтримки не лише сільгоспвиробників, а й переробних підприємств та трейдерів. Економічні та податкові преференції мають бути спрямовані тим підприємствам, які створюють високотехнологічні виробництва, що відповідають міжнародним стандартам якості, вибудовують оптимальні логістичні та збутові процеси та загалом створюють вертикально-інтегровані холдинги із замкнутим циклом - від виробництва до реалізації переробленої продукції (Болквадзе & Лібич, 2022).

Однією з перших на виклик ринку зреагувала Асоціація «М'ясної Галузі». Стратегічна мета організації полягає у згуртуванні галузі та створенні ефективних засобів для зниження вартості готової продукції на тваринницьких комплексах та підприємствах з м'ясопереробки. Головним завданням є оптимізація організаційних та логістичних процесів, а також оперативне реагування на потреби споживачів. У новій економічній реальності, всі ключові учасники ринку погоджуються, що важливо усунути конфлікти інтересів між різними компаніями та галузями. (Trokhymenko, Kovalchuk, Zakharin, & Bezverkha, 2023)

Рух у напрямку вертикальної інтеграції м'ясної галузі – від вирощування та забою тварин до створення кінцевого продукту – дозволить вирішити цілу низку актуальних проблем та завдань в Україні (Коваленко, 2021):

- мінімізація подорожчання продуктів, розширення доступного асортименту м'ясної виробів на полицях магазинів;
- забезпечення продовольчої безпеки країни;
- збереження та створення нових робочих місць на всіх етапах ланцюга від поля до столу;
- технологічний розвиток промисловості, впровадження світового досвіду та практик;
- збільшення експортного потенціалу м'ясної галузі в умовах, коли світовий дефіцит свинини становить понад 10 млн. тон;
- нарощування бюджетних надходжень;
- розвиток сучасних підприємств, інфраструктури сіл, селищ та малих міст;
- розробка передбачуваних та чітких інвестиційних ініціатив з високою прибутковістю для повернення капіталу в аграрний сектор;
- зростання престижу роботи у тваринництві, досягнення оплати праці, конкурентної запропонованої ЄС, з допомогою використання ефективних систем управління процесами (Бочарова, 2016).

### **1.3 Використання молочних продуктів у м'ясній промисловості**

Порівняно з м'ясними білками, молочні білки не поступаються іншим білковим продуктам за біологічною цінністю і є повноцінними за амінокислотним складом (Król, Brodziak, & Litwinczuk, 2014).

У м'ясній промисловості з молочних продуктів частіше використовується знежирене молоко – рідке та сухе, що сприяє підвищенню соковитості, покращенню смаку та аромату, надає ніжності готовим виробам (Кулігін, 2018). Молочні білки застосовують у формі казеїнів, казеїнатів чи молочних білкових концентратів (Huppertz, Gazi, Luyten, Nieuwenhuijse, Alting, & Schokker, 2017). Молочно-білкові концентрати виробляють із знежиреного знежиреного молока та сироватки, видаляючи з них воду, мінеральні речовини та лактозу (Carter, Patel, Barbano, & Drake, 2018). Залежно від білкового складу концентрати поділяють на харчовий казеїн, казеїнати, копреципітати та сироваткові білкові концентрати (Рудюк, Пасічний, Хорунжа & Красуля, 2019). Концентрати мають схожу харчову цінність з м'ясом і застосовуються в виробництві варених ковбас, сардельок, сосисок та м'ясних хлібів. (Пасічний, Маринін, Мороз & Геречук, 2015).

Молочні білки стабілізують фарші та ущільнюють структуру виробів. Вони активізують м'ясні білки, підвищують їх вологозв'язувальну здатність, дозволяючи знижувати втрати при термообробці (Anema, 2020). Для максимального збільшення вологозв'язуючої здатності м'яса додавання молочних білків рекомендується здійснювати суху м'ясну сировину на початку кутерування. Дозування, що рекомендується, становить 0,1-1,0%. Дослідження показали, що до 20% м'ясних білків у варених м'ясних фаршевих виробках може бути замінено сироватковими білками (Ковтун & Рашевська, 2014). Ця заміна стає можливою завдяки властивостям сироваткових білків, які проявляються під час варіння. Специфічна здатність сироваткових білків утворювати гель в процесі нагрівання сприяє формуванню тривалої просторової полімерної структури, що сприяє покращенню текстури готового продукту (Мінорова, Романчук, Крушельницька & Мацько, 2015). Висока здатність сироваткових білків до розчинення в воді та жирах

дозволяє створювати емульсії з відношенням білок/жир/вода 1:15:15 та 1:12:12 за використання гарячої та холодної води відповідно. (Kucia, Michalak & Ziarno, 2016). Завдяки тому, що сироваткові білки утворюють у водні низьков'язкі розчини, їх можна вводити до складу розсолів для шприцювання цільном'язових м'ясних виробів, особливо м'яса птиці. Застосування молочно-білкових сумішей дозволяє отримати натуральний, звичний споживачу смак варених ковбас (Agarwal, Beausire, Patel, & Patel, 2015).

На відміну від чистого сухого молока молочно-білкові суміші містять набагато більше сироваткових білків, які надають готовим виробам вираженого смаку, створюють щільну білкову матрицю, покращуючи текстуру продукту. До складу молочно-білкових сумішей зазвичай входять сироваткові білки, лактат, альбумін, казеїнат, лактоза, солі молочної кислоти (Dudzinska, Domagala & Wszolek, 2014). Такі суміші призначені для заміни м'ясної сировини всіх видів, у тому числі яловичини та свинини, сухого молока, рослинних білків. Молочно-білкові суміші використовують як м'ясозамінні інгредієнти при виробництві різних видів ковбас (Nasser, Moreau, Jeantet, Hédoux & Delaplace, 2017).

Молочно-білкові суміші вносяться в кількості 1-2% у сухому вигляді на нежирну сировину на початку кутерування і роблять кілька обертів у режимі перемішування, поступово підвищуючи оберти та включаючи ножі (в результаті такої взаємодії молочних білків з м'ясною сировиною різко збільшується здатність м'яса поглинати воду) (Schiano, Harwood, Gerard, & Drake, 2020).

Незважаючи на чималу вартість казеїнат натрію має високі емульсійні властивості, водопоглинаючу та жиротримуючу здатність (Ma & Chatterton, 2021). Як активний емульгатор, казеїнат натрію в змозі адсорбуватися на поверхні жирових частинок і створювати стійкий адсорбційний шар, що ефективно запобігає можливості утворення жирового відкладання. (Tang, Lei, Wang, & Wang, 2021). Однак при використанні добавок комбінованого складу в м'ясних емульсіях може виникнути явище конкурентної адсорбції на поверхні вода/жир. Адсорбуватиметься більш поверхнево-активні білки. Таким чином, при

емульгуванні жиру в присутності м'ясних білків і казеїнату натрію поверхня частинок жиру буде стабілізована в основному м'ясним білком, а казеїнат натрію залишиться у воді (Sagis & Yang, 2022). Тому казеїнат натрію раціонально використовувати в ковбасах з низьким вмістом м'ясних білків, тобто економ-класу, в рецептуру яких входять ММО, сировину, що містить колагеном або білково-жирові емульсії (Kyshenko, Kryzhova & Zhuk, 2017). Сучасні тенденції вдосконалення технології ковбас орієнтовані створення збалансованої за харчовою та біологічною цінністю продукції, що містить інгредієнти, що сприяють поліпшенню та збереженню здоров'я населення. Поліпшити функціонально-технологічні властивості сировини та м'ясних систем, смакові характеристики та біологічну цінність варених ковбас пропонується за рахунок молочної сироватки (Мінорова, Романчук, Недорізанюк & Крушельницька, 2015).

Будучи побічним продуктом при виробництві сирів і сиру, вона характеризується цією зв'язку як підсирна та сирна. Підсирну сироватку одержують при сичужному зсіданні молоко піддавалося обробці за допомогою хлориду кальцію та різних штамів молочнокислих бактерій у якості закваски, що призводило до його зміни відчуття на солодке (Дідух, 2015). Молочна сироватка, яка формується шляхом накопичення молочної кислоти через бродіння лактози молочнокислими бактеріями, отримує назву сирної сироватки і має збільшену кислотність. (Слащева, Гніцевич, Боднарук & Мороз, 2022).

Основний компонент, що перейшов із молока до складу молочної сироватки, – це лактоза, причому у сирній сироватці лактози менше, ніж у підсирній, за рахунок зброджування молочного цукру до молочної кислоти, що відбивається на мінімальній кислотності підсирної сироватки (Мотузка, 2017).

В українській молочної галузі є значні обсяги незатребуваної вторинного молочної сировини, причому ціна на молочну сироватку в 2,5–5 разів нижча, ніж на молоко, тому використання її як основна сировину у технології м'ясних продуктів економічно вигідно (Бондар, Трубнікова, Чабанова, Шарахматова & Недобійчук, 2021).

## **1.4 Сучасні підходи виготовлення та використання молочних білків**

Сучасні підходи виготовлення та використання молочних білків включають інноваційні технології та методи, які дозволяють зберегти і покращити якість продуктів із їх використанням (Kilara & Panyam, 2015).

Розвиток нових методів екстракції та розділення молочних білків дозволяє отримати чистіші та більш концентровані продукти. Це допомагає знизити втрати поживних речовин та забезпечити більш ефективне використання сировини. Застосування нових технологій дозволяє модифікувати молочні білки, що поліпшує їх функціональні властивості (Fox, Uniacke-Lowe, McSweeney, & O'Mahony, 2015). Модифіковані білки можуть використовуватись у виробництві харчових та нехарчових продуктів, часто використовуються у фармацевтичних виробництвах. Зокрема, (Bohatyrenko, Kalinin & Volochnyk, 2019), фокусуються на використанні казеїну як основного компонента в полімерному складі. Казеїн вилучається з молока і піддається обробці, щоб отримати відповідну форму для полімеризації. Шляхом додавання різних добавок та застосування технік обробки, дослідники ставлять за мету покращити механічні властивості, термічну стійкість та біорозкладання отриманого полімеру.

Сичужний казеїн – це один з типів казеїну, який виробляють з молока, використовуючи фермент сичугу. Процес отримання сичужного казеїну включає кілька етапів (Reema, Lahiri, & Roy, 2014). Спочатку збирають свіже коров'яче молоко, яке стане основою для виготовлення казеїну. Потім молоко піддається термічній обробці, зокрема пастеризації, для зниження кількості мікроорганізмів та підтримки якості продукту. Далі до молока додається сичужний фермент, який призводить до згортання білкової фракції молока – казеїну. В результаті утворюється сичужний згусток, який містить сичужний казеїн (Salunke & Metzger, 2022). Цей згусток розділяють від рідини, яка називається сироватка, і потім піддають додатковій обробці, такій як пресування та сушіння, для отримання сичужного казеїну у вигляді порошку або гранул (Kucia, Michalak & Ziarno, 2016).

Кислотний казеїн виготовляється шляхом доведення молока до ізоелектричної точки казеїну, яка зазвичай відповідає рН 4,6, але може зрушуватися в присутності нейтральних солей у розчині та розташовуватися в інтервалі від рН 4,0 до рН 4,8 (Alekseev & Khripov, 2014). Ізоелектрична точка – це такий стан, де концентрація іонів гідроксонію нейтралізує негативно заряджені міцели казеїну, що призводить до осадження (коагуляції) казеїнового комплексу (Юкало, Сторож, Штокало, Шафранська & Кушнірук, 2014). Таке підкислення може бути здійснено біологічно або додаванням неорганічних кислот, наприклад, соляної (HCl) або сірчаної кислоти (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Отриманий згусток, промивається водою, нейтралізується розчином лугу, те направляється на сушку (Carr & Golding, 2016).

Кислотний казеїн використовується у харчовій промисловості для виготовлення сирів, таких як панір та різноманітних м'яких сирів. Він також може застосовуватися в харчових продуктах як стабілізатор, здатний забезпечити високу в'язкість і текстур (Wilbanks, Lee, Rahimi & Lucey, 2023).

Для виробництва казеїнату натрію найбільш широко використовуваним лугом є розчин гідроксиду натрію (NaOH) з концентрацією 2,5М або 10%. Кількість NaOH, необхідне досягнення кінцевого значення рН близько 6,7, зазвичай становить 1,7-2,2% від ваги твердого казеїну. Можна використовувати також інші з'єднання натрію — наприклад, бікарбонат натрію або фосфати натрію, але їх витрата і вартість вища, ніж для NaOH (Pan, Chen, Davidson & Zhong, 2014).

Висока в'язкість розчинів казеїнату натрію з помірними концентраціями, призначених для розпилювального сушіння, призводить до обмеження вмісту в них твердих компонентів до 20%. Розглядаючи операції обробки, необхідно відзначити, що тривалість розчинення безпосередньо пов'язана з розміром частинок, тому зменшення розмірів частинок до додавання гідроксиду натрію, а не після приводить до прискорення процесу (Zhan, Li, Wang, Shi, Li, & Sheng, 2018).

Технологія казеїнату кальцію повторює основні етапи виробництва казеїнату натрію, крім кількох важливих відмінностей. Розчини казеїнату кальцію схильні до дестабілізації при нагріванні, особливо при значеннях рН нижче 6. Було

встановлено, що в процесі розчинення реакція між казеїновим кислотним коагулятом і гідроксидом кальцію протікає значно повільніше, ніж між коагулятом і гідроксидом натрію (Broyard, & Gaucheron, 2015). Для прискорення реакції між казеїном та гідроксидом кальцію казеїн слід попередньо повністю розчинити у гідроксиді амонію. Потім додають розчин гідроксиду кальцію в цукрозі, подають розчин казеїнату кальцію на вальцеву сушарку. Більшість аміаку під час цього процесу випаровується (Badem, & Uçar, 2017).

Існує технологія, отримання казеїнових фосфопептидів з використанням протеолітичних систем, які створюються мікроорганізмами – лактококами. Фосфопептиди є одним з видів казеїну, які мають важливу роль у функціонуванні біологічних систем. Дослідники описують методи та експерименти, що дозволяють здійснювати гідроліз казеїну за допомогою протеолітичних систем, які продукують лактококи (Юкало, & Сторож, 2017).

Казеїнати натрію і кальцію є важливими інгредієнтами, які широко використовуються в харчовій промисловості. Одним із їх основних застосувань є емульгування, де вони допомагають створювати стійкі емульсії змішаних компонентів, таких як вода і олія, підвищуючи стабільність та тривалість зберігання продуктів (Belyamani, Prochazka, Assezat & Debeaufort, 2014).

Міцелярний казеїн є одним з типів казеїну, який отримують з молока за допомогою ультрафільтрації та деасемблії міцел. Цей процес дозволяє отримати міцелярний казеїн у вигляді дрібних фрагментів з високим ступенем дисперсії (Xia, Tobin, Fenelon, Mcsweeney & Sheehan, 2022).

Особливості виробництва міцелярного казеїну полягають у тому, що після ультрафільтрації міцелярний казеїн може бути розділений на окремі компоненти з різною функціональністю та властивостями, що дозволяє створити продукти з різними характеристиками для різних застосувань (Nasser, Moreau, Jeantet, Hédoux & Delaplace, 2017). Отриманий міцелярний казеїн може піддаватись додатковій обробці, такій як сушіння або пресування, для отримання кінцевого продукту у вигляді порошку або гранул.

Міцелярний казеїн має високу біологічну цінність та широкий спектр застосувань у харчовій та фармацевтичній промисловості, а також в спортивних добавках і функціональних продуктах харчування. Його унікальна структура та функціональні властивості роблять його популярним компонентом для створення продуктів з покращеною структурою та харчовими властивостями (Yang, Wei, Ashokkumar, Qin, Han & Wang, 2020).

Застосування міцелярного казеїну може поліпшити текстуру та структуру харчових продуктів, забезпечуючи кремовість та м'якість. Крім того, його висока здатність до утримання вологи робить його корисним для виробництва вологих продуктів, таких як сирки та морозиво. Міцелярний казеїн відзначається високою стабільністю у кислих і нейтральних середовищах, а також здатністю утворювати стійкі гелі під час термічної обробки (Hammam, Martínez-Monteagudo, & Metzger, 2021). Типова апаратурно-технологічна схема виготовлення казеїну наведена на рисунку 1.1.

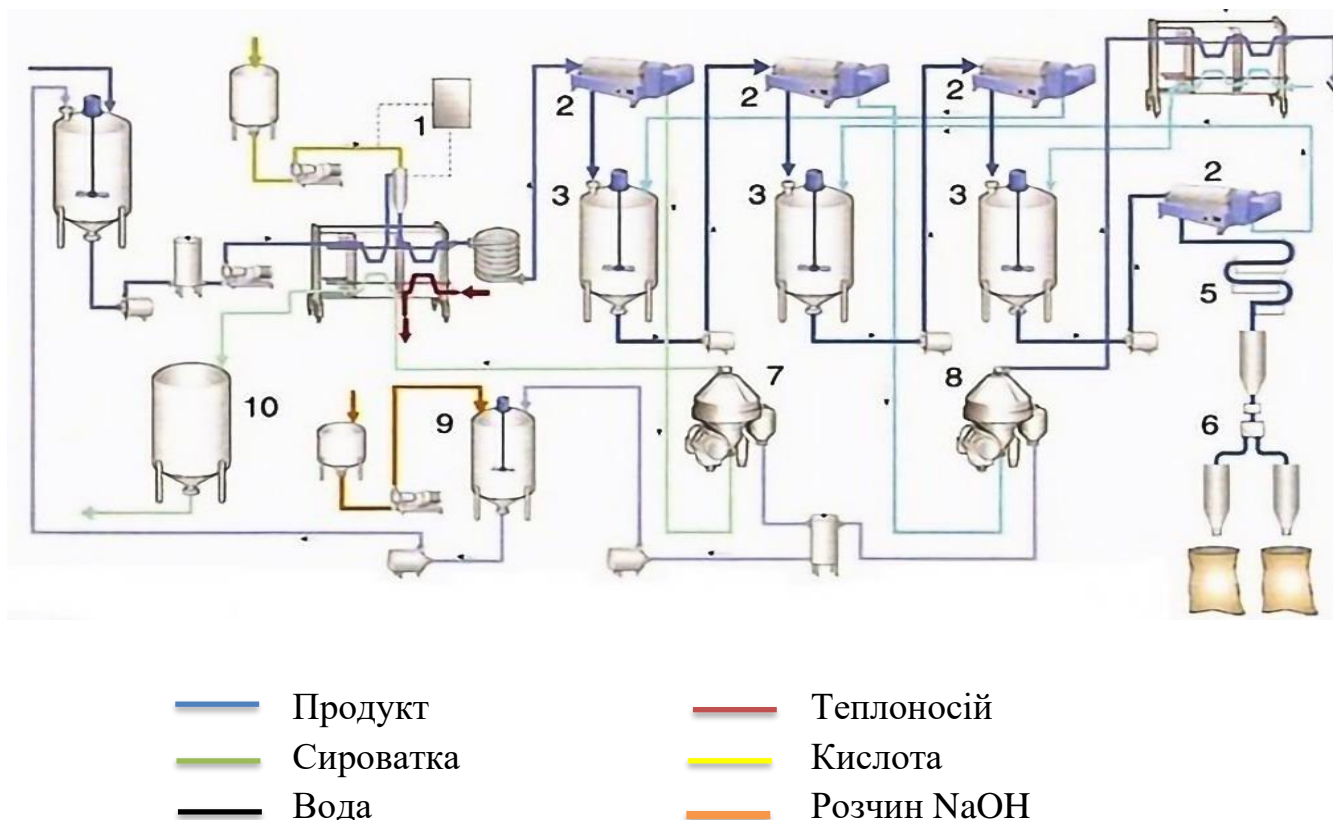


Рисунок 1.1 - Апаратурно-технологічна схема виготовлення казеїну (Рибак, 2016)

**Основне обладнання:**

1-регулятор рівня рН, 2- центрифуги, 3 - промивочний резервуар, 4- пластинчасті теплообмінники, 5- сушка, 6- подрібнення, просіювання, упаковка;

**Додаткове обладнання:**

7- сепаратор для сироватки, 8 - сепаратор для води, 9- резервуар для зберігання сироватки.

Технологія виготовлення копреципітату молочних білків включає різні етапи обробки та умови, за яких відбувається злиття казеїнів та сироваткових білків. Цей процес може відбуватися шляхом зміни рН розчину, температурних режимів, додавання солей або ферментів. Одним із поширених методів є поступове додавання кислоти або лугу до молочної суміші, що веде до утворення стабільного копреципітату (Gawande, Arora, Sharma, Meena & Singh, 2022). Копреципітат молочних білків має широкий спектр застосувань у харчовій промисловості. Його використовують для покращення текстури, стабільності та емульгуючих властивостей продуктів. Він є важливим компонентом для виробництва молочних напоїв, кисломолочних продуктів, сирів, морозива та інших молочних виробів. Копреципітат сприяє підвищенню якості та органолептичних характеристик продуктів, додаючи їм більш кремову текстуру, зберігаючи стабільність та поліпшуючи смакові властивості (Siamand & Al-Saadi, 2017).

Також копреципітат молочних білків знайшов своє застосування в фармацевтичній промисловості, де він використовується для створення препаратів з покращеною розчинністю та біодоступністю. Крім того, його використовують у виробництві спортивних добавок, функціональних продуктів харчування та інших спеціалізованих продуктів (Kristensen, Christensen, Hansen, Hammershøj, & Dalgaard, 2022).

Приблизний аналітичний склад гранульованого копреципітату та казеїну наведено у таблиці 1.2 (Carr & Golding, 2016).

Таблиця 1.2 - Аналітичний склад гранульованого копреципітату та казеїну.

	Казеїн, вироблений із застосуванням молочної та сірчаної кислоти	З високим вмістом кальцію	Копреципітат із середнім вмістом кальцію	Кислотний
Волога (%)	11,5	9,5	9,5	9,5
Жир (%)	1,4	0,5	0,7	0,9
Мінеральний залишок (%)	1,8	7,7	3,7	2,4
<b>Білок</b>				
- N x 6,38 (%)	85,0	81,7	85,6	86,7
- у сухому залишку (%)	96,0	90,3	94,5	95,8
Лактоза (%)	0,1	0,5	0,5	0,5
Кальцій(%)	<0,1	2,81	1,13	0,54
РН	4,6-5,4	6,5-7,2	5,6-6,2	5,4-5,8
рН сироватки після відділення коагуляту	4,3-4,6	5,8-5,9	5,1-5,3	4,9-5,1

В таблиці 1.3. наведено основні фізико-технологічні показники різновидів казеїнів та казеїнатів.

Таблиця 1.3 – Основні фізико-технологічні показники різновидів казеїнів та казеїнатів (Harton & Shimizu, 2019)

<b>Стандарти для сичужного казеїну в залежності від сорту</b>		
Показник	Екстра	Стандартний
Вологість,% (макс)	10%	12%
Жир,% (макс)	1,50%	2%
Вільні кислоти (макс)	0,20 мл	0,27 мл
Мінеральний залишок,% (макс)	2,20%	2,20%
Вміст білка у сухому продукті	95%	90%
Загальна кількість бактерій/г (макс)	30 000	100 000
Бактерії групи кишкових паличок (макс), 0,1 г	0	0
<b>Стандарти для кислотного казеїну</b>		
Вологість,% (макс)	12%	13%
Жир,% (макс)	1,00%	1,50%
Зола,% (макс)	7,50%	7,00%
Колір	А	С
<b>Типовий склад казеїнатів</b>		
	Казеїнат натрію	Казеїнат кальцію
Волога,%	3,8%	3,80%

*Продовження таблиці 1.3*

Білок (N x 6,38),%	91,40%	91,20%
Мінеральний залишок,%	3,60%	3,80%
Лактоза,%	0,10%	0,10%
Жир,%	1,1%	1,10%
Натрій,%	1,2-1,4%	<0,1%

Сироваткові білки - це універсальний і цінний продукт з великим потенціалом застосування в різних галузях, що робить їх одним з ключових компонентів у харчовій та медичній промисловості (Kilara & Vaghela, 2018). Ці білки мають високу біологічну цінність і збалансований амінокислотний склад, що робить їх цінним джерелом білка для людського організму. Вони містять усі необхідні амінокислоти, включаючи незамінні амінокислоти, які організм не виробляє самостійно (Cayot, Lorient, 2017).

Характерний хімічний склад та біологічні властивості сироваткових білків, визначає їх високу концентрацію у молоці різних тварин, зокрема корів. Вони є одними з найцінніших джерел білка, багаті амінокислотами, необхідними для підтримання росту та розвитку організму людини, а також для оптимального функціонування м'язової тканини (Kasperek, 2019). Існує декілька варіантів технології виробництва сироваткових білків, зокрема мікрофільтрація та ультрафільтрація, які дозволяють отримати високоякісні білкові концентрати та ізоляти. Такі продукти мають широкий спектр застосування у харчовій промисловості, дієтичних добавках та функціональних продуктах (Zulewska & Morawska, 2015).

Сироваткові білки та концентрати сироваткових білків мають наступний хімічний склад: білки - 25-85%, вуглеводи – 3-14%, мінеральні речовини 4-5%, вміст вологи – 6-8% (Bacenetti, Vava, Schievano & Zucali, 2018).

Концентрат сироваткового білка (КСБ) є одним із видів сироваткових білкових продуктів, який отримують під час виробництва сиру. Процес виготовлення включає кілька етапів: спочатку здійснюється фільтрація та видалення казеїну з молочної сироватки, а потім проводиться ультрафільтрація або

нанофільтрація для концентрування білка. Отриманий продукт піддається сушінню, щоб отримати порошок з вмістом білка від 30% до 80% (Jiang, Cheng, Jiang, Geng, Sun, & Hou, 2018). Концентрат сироваткового білка має широкий спектр застосувань у харчовій промисловості. Його використовують як добавку до різноманітних продуктів для підвищення їх харчової цінності та поліпшення органолептичних властивостей. Він є популярним інгредієнтом у виготовленні батончиків, снєків, молочних напоїв, йогуртів, десертів, млинців та інших продуктів харчування (Рудюк, Пасічний, Хорунжа & Красуля, 2019). Крім того, КСБ застосовують у фармацевтичній промисловості для виготовлення дієтичних добавок та спортивних продуктів (Miralles, Del Barrio, Cueva, Recio & Amigo, 2018). Концентрат сироваткового білка містить повний спектр амінокислот, включаючи всі необхідні для організму людини. Високий вміст амінокислот з розгалуженими ланцюгами та лейцину робить його популярним серед спортсменів та людей, які займаються фізичними навантаженнями (Minj & Anand 2020). Цей продукт сприяє підвищенню синтезу білка в м'язах, відновленню після тренувань та збереженню м'язової маси (Jeewanthi, Lee & Paik, 2015).

Авторами (Мінорова, Романчук, Крушельницька & Мацько, 2015) досліджено мікроструктуру та поверхнево-активні властивості сухих концентратів сироваткових білків, які були отримані за допомогою методу ультрафільтрації. Ультрафільтрація - це процес розділення різних компонентів рідини за допомогою мембран, де сироватковий білок відділяється від інших речовин шляхом пропускання через мембрану. Поверхнево-активні властивості вказують на здатність речовини знижувати поверхневий натяг рідини, що робить її використовуваною в якості емульгаторів, стабілізаторів, агентів зв'язування та інших функціональних додатків у харчовій та фармацевтичній промисловості.

У м'ясних виробках, таких як ковбаси, сосиски, шинки та інші м'ясні вироби, концентрат сироваткового білка може використовуватись для збільшення вмісту білка та покращення текстури продукту (Abdolghafour & Saghir, 2014). Він додає еластичності та соковитості до ковбасних виробів, поліпшує їх структуру та

зовнішній вигляд. Також, додавання КСБ у м'ясні вироби допомагає знизити вміст жиру та калорійності, що робить продукти менш калорійними та менш жирними, що особливо корисно для людей, які прагнуть підтримувати здоровий спосіб життя (Kumar, Chauhan, Shinde, Subramanian & Nadanasabapathi, 2018).

На даний час дослідники і на далі знаходяться у пошуку інноваційних способів використання та переробки сироватки, яка часто розглядається як відходопродукт, і перетворення її в цінні інгредієнти для формулювання функціональних продуктів харчування (Eugeniya, Alexandr, Nikita, Nataliya, Zinaida & Tatyana, 2020). Функціональні продукти харчування призначені для забезпечення додаткових корисних властивостей, які покращують основне харчування, і включення компонентів сироватки може додати біоактивні властивості до таких продуктів.

В тому числі, досліджується можливість використання сироваткових білків у якості компонентів, що покращують зберігання м'ясних продуктів. Існує можливість на потенційне застосування плівок на основі сироваткових білків у синергізмі із *Lactobacillus sakei*, як антимікробного покриття для свіжої яловичини з метою збільшення її збереженості та зниження ризику забруднення мікробами (Carmen Veristain-Bauza, Mani-Lopez, Palou & López-Malo, 2017). Такі покриття можуть забезпечити покращену безпеку і якість продуктів харчування, забезпечуючи захист від різноманітних патогенних мікроорганізмів.

## **Висновки до розділу 1.**

Аналіз ринку ковбас в Україні виявив зміни в уподобаннях споживачів через зростаючий попит на більш поживні та повноцінні продукти. Економічна нестабільність впливає на вартість виробництва, що може вплинути на цінову конкуренцію. Загалом, враховуючи зміни в економічній ситуації та попиті споживачів, виробники ковбасних виробів можуть зосередитися на виготовленні нових продуктів із високою харчовою цінністю, враховуючи потреби споживачів та забезпечення конкурентоспроможності.

Ускладнена політико-економічна ситуація призвела до скорочення виробництва м'ясних виробів. Для вирішення цього було визначено два ключових напрямки: оптимізація виробництва для зниження витрат та розгляд можливості створення комбінованих виробів на основі продуктів вторинної переробки для більш ефективного використання ресурсів та зменшення відходів.

Аналіз літературних джерел щодо біологічних характеристик та харчової цінності молочних продуктів дозволяє встановити, що вони є цінними джерелами білка, вітамінів та мінералів. Завдяки своєму складу, молочні продукти можуть бути ефективно використані як додаткові інгредієнти у виробництві ковбасних виробів.

Дослідження показують, що сучасні методи виготовлення сухих молочних білків дозволяють широко використовувати їх у різних галузях харчової промисловості. Зокрема, компоненти, такі як казеїни, казеїнати та концентрати сироваткових білків, відіграють важливу роль у покращенні структурно-механічних, біологічних та харчових характеристик продуктів, включаючи ковбасні вироби.

Результати, описані у розділі 1, представлені у публікаціях (6, 12, 21) у переліку (додаток А).

## РОЗДІЛ 2

### ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕНЬ, ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ

#### 2.1. Характеристика сировини для виготовлення напівкопчених ковбасних виробів

Роботу виконано на базі Проблемної науково-дослідної лабораторії Національного університету харчових технологій, а також на кафедрі технології м'яса і м'ясних продуктів Національного університету харчових технологій. Апробацію результатів проведено на м'ясопереробних підприємствах ТОВ «Борисфен-Трейд», ТОВ «М'ясо ІФ», ФОП Юник Г.В., а також на підприємстві, що спеціалізується на виготовленні харчових сумішей ТОВ «Арома Спейс».

В якості об'єктів досліджень використано наступні сировину та матеріали:

- Свинина згідно ДСТУ 4590:2006 «Напівфабрикати м'ясні натуральні від комплексного ділення свинини за кулінарним призначенням. Технічні умови»;
- Сало згідно 4590:2005 «Напівфабрикати м'ясні натуральні від комплексного ділення свинини за кулінарним призначенням» Технічні умови
- Яловичина згідно ДСТУ 4589:2006 «Напівфабрикати м'ясні натуральні від комплексного ділення яловичини за кулінарним призначенням. Технічні умови»;
- Суха молочна сироватка згідно ДСТУ 4552 «Сироватка молочна суха. Технічні умови»;
- Казеїн харчовий згідно ДСТУ 6031:2008 Казеїн харчовий. Технічні умови.
- Концентрати білкові молочні згідно ДСТУ 4458:2005 «Концентрати білкові молочні»
- Крохмаль модифікований згідно ДСТУ 4380:2005 «Крохмаль модифікований. Загальні технічні умови»
- Вода згідно ДСТУ 7525:2014 «Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості»;

- Сіль кухонна згідно ДСТУ 3583-97 (ГОСТ 13830-97) «Сіль кухонна. Загальні технічні вимоги»;
- Карбоксилметилцелюлоза, (ТОВ «Арома Спейс»), згідно специфікацій;
- Харчові волокна (ТМ «Vitacel»), згідно специфікацій;
- Харчові композиції (ТМ «Foodgard») в тому числі смако-ароматичні згідно ТУ У 10.8-41498427-001:2017;
- Перець чорний мелений згідно ДСТУ ISO 959-1:2008 «Перець (Piper nigrum L.) горошком чи змелений»;
- Ковбасні оболонки згідно (Фіброуз, Білкозин), згідно специфікацій;
- Модельні фарші згідно ГСТУ 46.020-2002 «Напівфабрикати м'ясні. Фарш. Технічні умови»;
- Ковбаси напівкопчені ДСТУ 4435:2005. «Ковбаси напівкопчені. Технічні умови»;

## **2.2. Організація експериментів, об'єкти та методи досліджень, їх характеристика**

### ***Визначення рН.***

Для вимірювання рівня рН та концентрації іонів водню використовували рН-метр – Testo-205. Спершу проводили вимірювання водяного та сольового витягу, отриманого зі зразка подрібненої навішування, у співвідношенні 1:10. Зразок змішували й залишали протягом 30 хвилин. Для експерименту брали 5 г фаршу, розчиняли у колбі об'ємом 100 мл з додаванням 50 мл дистильованої води. Після напою зразок фільтрували, а отриманий фільтрат аналізували на рН-метрі- Testo - 205 для визначення рівня рН.

Цей метод базується на вимірюванні електрорушійної сили елемента, що складається з електрода порівняння з відомим потенціалом і індикаторного (скляного) електрода, чий потенціал залежить від концентрації іонів водню у досліджуваному розчині (ДСТУ ISO 2917: 2001).

**Визначення вмісту вологи** (Яценко, Головка, Кириченко, Дроздов & Гетманець, 2015).

Визначали за стандартною методикою.

Вміст вологи розраховується за формулою 2.1 :

$$X = (m_1 - m_2) \times 100 / (m_1 - m) \quad (2.1)$$

де  $x$  – волога, %;

$m_1$  – маса наважки з бюксою перед висушуванням, г;

$m_2$  – маса наважки з бюксою після висушування, г;

$m$  – маса бюкси, г.

**Метод визначення виходу і втрат продукту в процесі теплової обробки** (Пасічний & Полумбрик, 2016).

Вихід, % до маси основної сировини визначають за формулою (Пасічний, & Тимошенко, 2014).

$$\text{Вихід} = \frac{M_{\text{к.л.}} - K_{\text{в}}}{M_{\text{к.д.}} - K_{\text{о.б}}} \times 100 \quad (2.2)$$

де  $M_{\text{к.п.}}$ ,  $M_{\text{к.д}}$  - маса виробу відповідно після і до теплової обробки, г;

$K_{\text{в}}$  - коефіцієнт, що враховує кількість доданої вологи.

Втрати, % визначають за формулою:

$$\text{Втрати} = \frac{M_{\text{к.д.}} - K_{\text{в}}}{M_{\text{к.д.}}} \times 10 \quad (2.3)$$

### **Визначення мікробіологічних показників**

Визначення мікробіологічних показників проводили за допомогою методів визначення мікробіологічних показників (Українець, Пасічний, Шведюк & Мацук, 2017) досліджували: загальну кількість мікробів; наявність бактерій групи кишкової палички.

Відбір точкових проб для бактеріологічного аналізу проводили по (ГОСТ 26669-85).

Суть методу визначення загальної кількості мікробів в 1 г продукту полягає в здатності мезофільних аеробних і факультативних анаеробних мікроорганізмів

рости на поживному середовищі «агар» при температурі 37 +5 °С з утворенням колоній, видимих при п'ятикратному збільшенні.

Мікробіологічні дослідження проводили шляхом приготування мазків - відбитків з поверхні і глибоких шарів продукту, посіви на живильне середовище з подальшим вивченням отриманої культури і підрахунком кількості мікробних тіл в 1 г продукту (ГОСТ 10444.15-94). Так само проводили бактеріоскопічне дослідження, для якого проби відбирали з поверхні і зсередини продукту (ГОСТ 52816-2007).

Для виявлення, перерахування та підтвердження *Salmonella*, прописаний в ДСТУ ISO 6579 Мікробіологія харчового ланцюга. Горизонтальний метод для виявлення, перерахування та серотипування *Salmonella*. Частина 1. Виявлення *Salmonella* spp.

#### ***Визначення вологозв'язуючої здатності (ВЗЗ) м'яса та фаршів.***

Цей підхід базується на видаленні води з 300 мг зразка під час 10-хвилинного пресування з використанням ваги масою 1 кг.

Вміст зв'язаної вологи розраховують по формулах 2.4 та 2.5:

$$ВЗЗм = (А-8,4Б) \times 100 / m_0 \quad (2.4)$$

$$ВЗЗa = (А-8,4Б) \times 100 / А \quad (2.5)$$

де ВЗЗм – вміст зв'язаної вологи, %, до продукту;

ВЗЗa - вміст зв'язаної вологи, % до загальної вологи;

А – загальний вміст вологи в наважці, мг;

Б – площа вологої плями, см<sup>2</sup>;

m<sub>0</sub> – маса наважки, мг.

#### ***Визначення пластичності***

Визначається за площею плями м'ясного фаршу, що утворюється під дією статичного навантаження вагою 1 кг протягом 10 хв і визначається за формулою (2.6):

$$P_f = V_f \times 1000 \times 1000 / m, \quad (2.6)$$

де  $P_f$  – пластичність фаршу

$V_f$  – площа плями фаршу,  $\text{cm}^2$ .

### ***Визначення буферної ємності.***

Цей метод передбачає вимірювання концентрації іонів водню за допомогою рН-метра моделі 340 у водяному витяжці з подрібненої проби в співвідношенні 1:10 з модулем гідратації, підданої настоюванню протягом 30 хвилин, з подальшим додаванням розчину кислоти різної концентрації. (Коломієць, Страшинський, Пасічний, Дубковецький, & Грицай, 2015).

Попередньо приготовлені розчини соляної кислоти 0,005 н, 0,01 н, 0,02 н, 0,04 н, 0,06 н додають у кількості 2 мл до 40 мл витяжки досліджуваної сировини.

Цей метод базується на вимірюванні електрорушійної сили елемента, що складається з електроду порівняння з відомим потенціалом і індикаторного (скляного) електроду, потенціал якого визначається концентрацією іонів водню у досліджуваному розчині.

Визначення вмісту білкових речовин та поліпептидів здійснювалося за допомогою біуретового методу з використанням фотоелектроколориметра. Основа цього методу полягає у виникненні фіолетового забарвленого комплексу при взаємодії пептидних зв'язків білків з іонами міді з двома зарядами в лужному середовищі.

Для визначення кількості білка у досліджуваному розчині проводять наступні дії: до 1 мл розчину додають 4 мл біуретового реактиву, перемішують та залишають протягом 30 хвилин для взаємодії реактивів. Потім вимірюють оптичну густину отриманого розчину на фотоелектроколориметрі при довжині хвилі 540 нм.. Кількість білка в розчинах визначають за калібрувальним графіком, який будують за стандартним розчином сироваткового альбуміну, який містить в 1 мл 10 мг білка.

### ***Визначення ефективної в'язкості та граничного напруження***

Визначення ефективної в'язкості та граничного напруження зсуву на віскозиметрі Реотест П. Методологія реалізує метод співосні циліндрів для вимірювання в'язкості рідин. Цей метод використовує два циліндри - один з них обертається, а другий залишається нерухомим. Рідина, яка досліджується, поміщається між цими циліндрами. Після обертання одного з циліндрів, рух рідини проти дії сили опору виникає залежно від в'язкості рідини. Вимірювання сили опору дозволяє визначити в'язкість рідини за методом співосних циліндрів. Виникає протидіючий момент  $M$ , що обумовлений опором в'язкості і який пропорційний динамічній в'язкості  $\mu$  рідини (Пасічний, Маринін, Мороз, & Гердчук, 2015).

Протидіючий момент визначається за формулою 2.7:

$$M = k \times \mu \times \omega \quad (2.7)$$

де  $k$  - стала віскозиметра;

$\omega$  -кутова швидкість обертання тіла.

При постійній швидкості обертання тіла виникає протидіючий момент, який використовується для визначення в'язкості рідини. Цей метод включає в себе вимірювання кута або часу обертання циліндра, що знаходиться у досліджуваній рідині. За результатами вимірювань встановлюється в'язкість  $\mu$ .

Діапазон вимірювання в'язкості  $\mu$  становить від  $10^{-2}$  до  $10^4$  Па\*с, при цьому клас точності коливається від 0,5 до 2,5. Для вимірювання тертя підшипників використовують стандартний метод. Стакан заповнюється фаршем вагою 60-70 грамів. Після цього стакан розміщують у пристрої та розміщують на ньому гирки масою 0,1 - 0,2 кг. Після активації секундоміра та зняття стопорного пристрою починають вимірювання. Після того, як барабан зупиниться, вимикають секундомір і записують час. Наступний етап полягає у повторенні вимірювання зі збільшенням ваги навантаження на 5-15 г.

Частоту обертання визначають у кожній точці за формулою 2.8:

$$N_i = N / (\tau_i \times 2MR_{шк} \times \pi) \quad (2.8)$$

де  $N_i$  – частота обертання,  $c^{-1}$ ;

$H$  – висота падіння вантажу, м;

$t_i$  – час вимірювання, с;

$R_{шк}$  – радіус шківів, м.

Значення ефективної в'язкості розраховують за формулою 2.9:

$$\eta = k \cdot (m_u / N_i) \quad (2.9)$$

де  $\eta$  – ефективна в'язкість Па·с;  $k$  – константа приладу;

$m_u$  – уточнена мас вантажу, кг,

для розрахунку ротора до частоти обертання  $N_i$ ,  $c^{-1}$ ;

Граничне напруження зсуву, на поверхні ротора визначається за формулою 2.10 :

$$\theta = K_0 \times m_0 \quad (2.10)$$

### ***Метод визначення вмісту жиру.***

Визначали вміст жиру за методом Сокслета шляхом екстрагування його з підсушеної навішування діхлоретаном в апараті Сокслета протягом 6-8 годин з використанням 10 замін розчинника за спрощеною методикою. Кількість жиру обчислюється шляхом вимірювання ваги гільзи перед та після проведення процедури екстракції, і подальший розрахунок виконується відповідно до вказаної формули. 2.11:

$$X = (m_1 - m_2) \times 100 / m_0 \quad (2.11)$$

де  $X$  – вміст жиру, %;

$m_1$  – маса гільзи з матеріалом для екстракції, г

$m_2$  – маса гільзи з матеріалом після екстракції, г

$m_0$  – маса наважки до висушування, м

Рисунок 2.2. -Екстрактор Сокслета



### ***Визначення білку за допомогою біуретового реактиву (Бойко & Приседський, 2021).***

Для підготовки реактиву, купрум(II) сульфат розчиняють у лужному буфері, створюючи концентрацію 2-5%. Після додавання однакового об'єму біуретового реактиву до зразка (наприклад, 1 мл), їх інкубують 15-30 хвилин при кімнатній температурі. Після інкубації, вимірюють оптичну щільність зразка при конкретній довжині хвилі (наприклад, 540 нм) за допомогою спектрофотометра. Отримані значення оптичної щільності порівнюють зі стандартами відомих концентрацій білка, використовуючи калібрувальну криву для встановлення залежності між оптичною щільністю і відомою концентрацією білка.

### ***Визначення активності води ( $A_w$ ).***

Активність води є важливим показником, який дозволяє оцінити здатність мікроорганізмів до росту та розмноження у продукті, а також прогнозувати тривалість зберігання готових виробів (Якубчак & Таран, 2014). Вимірювання активності води здійснюється за допомогою аналізатора Hygrolab-2 (Rotronic, Швейцарія), за температури 20-22°C в діапазоні вимірювання 0...1  $A_w$ .

### ***Коефіцієнт набування.***

Здатність до набування харчових волоко та інших гідрофільних компонентів визначали ваговим методом, що передбачає визначення зміни маси після занурення їх в розчинник на відповідний проміжок часу. Коефіцієнт визначають, як визначену частку, при визначенні відношення кількості поглиненої рідини, до маси початкової наважки, та наведено у формулі 2.12:

$$K_n = (m_1 - m_0) / m_0 = m_p / m_0 \quad (2.12)$$

$m_1 - m_0$  – маса системи до і після набування

$m_p$  - маса поглинутого розчинника

### ***Визначення сили гелю***

Методика визначення сили гелю на пенетрометрі використовується для вимірювання консистенції гелеподібних матеріалів, таких як желатин, креми, джеми та інші продукти з густою текстурою. Для проведення цього тесту потрібний пенетрометр, який складається з вертикального стовпчика з датчиком сили та конусоподібним або циліндричним зондом (Крижова & Дузенко, 2020).

Існує кілька різних методів вимірювання сили гелю на пенетрометрі, включаючи статичний метод і динамічний метод. У статичному методі зонд вводять у гель і залишають у ньому на певний час, після чого вимірюють силу проникнення. У динамічному методі зонд вводять і витягують зразок гелю з певною швидкістю, що дозволяє виміряти максимальну силу проникнення. Силу гелю визначають за формулою 2.13.

$$F=6\pi\times\eta\times r\times v \quad (2.13)$$

де  $F$  - сила, яку діє гель на пенетрометр (Н)

$\eta$  - кінематична в'язкість гелю ( $\text{m}^2/\text{s}$ )

$r$  - радіус пенетратора (м)

$v$  - швидкість опускання пенетратора (м/с)

### ***Жироутримувальна здатність***

Методика визначення ЖУЗ харчових волокон та інших компонентів, що мають потенційні емульгуючі властивості передбачає їх ретельне змішування з дисперсними розчинами олій різної концентрації та витримання суміші для набухання з наступним центрифугуванням. Жироутримувальну здатність розраховували за формулою (2.13) у %:

$$\text{ЖУЗ}-((c-v)/(v-a)): 100\% \quad (2.14)$$

де  $a$  - це маса порожньої центрифужної пробірки, г;

$v$  - це маса пробірки із зразком після центрифугування й зливання рідини, г.

$c$  - це маса пробірки із дослідним зразком перед центрифугуванням, г.

## ***Математико-статистична обробка отриманих результатів***

Результати дослідження піддали математично-статистичній обробці з використанням методів математичної статистики та прикладної математики. З метою забезпечення достовірності отриманих даних, експеримент проводили з трьохкратною повторюваністю. Такий підхід дозволяє знизити вплив випадкових факторів та допомагає отримати більш об'єктивні та надійні результати дослідження.

### ***Економічну ефективність***

У рамках оцінки економічної ефективності розроблених продуктів, застосовували стандартну методичку, яка передбачає використання відповідних стандартів та нормативів для оцінки продуктів. Цей підхід забезпечує об'єктивність та точність у визначенні економічної вигідності та вартості продуктів. (Своробович, 2014). Один з ключових аспектів цієї методички полягає у врахуванні встановлених стандартів безпеки, якості, виробничої ефективності тощо. Порівняння розроблених продуктів із вимогами стандартів дозволяє визначити їхню відповідність та можливість впровадження на ринку.

### ***Органолептичну оцінку***

У рамках оцінки органолептичних характеристик готового продукту використовується 5-ти бальна шкала, де:

- 1 - низька якість, неприйнятний смак/запах/вигляд,
- 2 - нижче середньої якості, помітні недоліки,
- 3 - середня якість, зазвичай прийнятний для більшості споживачів,
- 4 - висока якість, приємний смак/запах/вигляд,
- 5 - винятково висока якість, вражаючий смак/запах/вигляд.

## **2.3. Загальний план експериментальних досліджень**

На підставі аналізу літературних джерел, було визначено основні об'єкти досліджень та розроблено план дослідження, представлений у вигляді схеми. Схема загального плану досліджень представлена на рисунку 2.3.

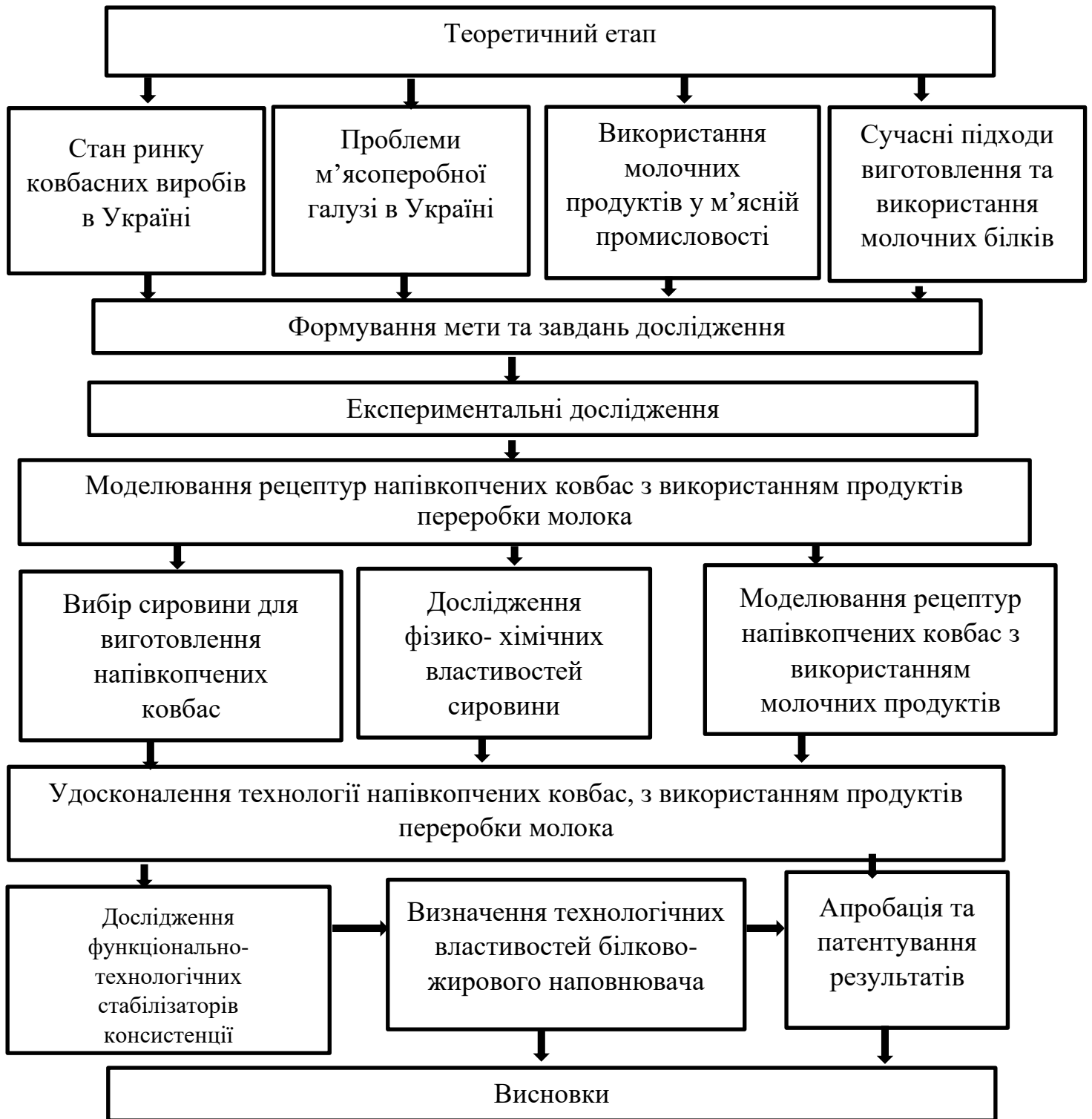


Рисунок 2.3 – Загальний план експерименту

## Висновки до розділу 2

Розглянуті об'єкти дослідження охоплюють головну та додаткову сировину, які використовуються для виробництва напівкопчених ковбасних виробів.

У визначених методиках досліджень наводиться докладний аналіз використання різних методів дослідження основних характеристики сировини та готової продукції. Ці підходи включають в себе: застосування інструментальних методів, що дозволяють точно визначити реологічні та функціональні властивості продукту; використання фізико-хімічних методів для оцінки функціонально-технологічних характеристик сировини і готових виробів; впровадження мікробіологічних методів, які дозволяють визначити кількість різних мікроорганізмів, включаючи патогенну мікрофлору, дріжджі та плісняву; використання математичних методів, які забезпечують статистичну обробку експериментальних даних; впровадження сенсорного аналізу, заснованого на оцінці якості продукту шляхом використання враження, що його викликає в органах чуття людини, та за допомогою використання 5-бальної шкали. Всі ці різноманітні підходи дозволяють здійснити комплексну оцінку якості і властивостей продукції на різних етапах її виробництва і зберігання.

Розроблено загальний план проведення досліджень, що включає наступні етапи: теоретичний аналіз, визначення мети та завдань дослідження, виконання експериментальних вимірювань

### РОЗДІЛ 3

## ОБГРУНТУВАННЯ РЕЦЕПТУР НАПІВКОПЧЕНИХ КОВБАС З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОДУКТІВ ПЕРЕРОБКИ МОЛОКА

### 3.1 Підбір сировини та матеріалів для напівкопчених ковбасних виробів

У відповідності до основних завдань дослідження, визначено фізико-хімічні характеристики основної сировини. В якості основної сировини для виготовлення напівкопчених ковбас використовували яловичину 1-го сорту, свинину напівжирну та шпик хребтовий.


Підібрана сировина є характерною для виготовлення напівкопчених ковбас, та у поєднанні із продуктами переробки молока дозволить отримати продукт із високими якісними характеристиками.





На ринку м'ясопродуктів представлено багато видів сировини, як вітчизняного так і закордонного виробництва.

У якості допоміжних продуктів пропонується використати сухі молочні концентрати.

Досліджено зразки від наступних постачальників м'ясної сировини на промислові підприємства, представлених на ринку України, як у охолодженому так і замороженому станах. Постачальників м'ясної сировини представлено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1. - Виробники та постачальники м'ясної сировини

№	Назва сировини	Виробник/Постачальник	Фото
1	Свинина напівжирна (80/20), охолоджена	ТОВ «Антонівський м'ясокомбінат»), Україна	

2.	Свинина напівжирна (80/20), заморожена	ТМ «Danis Crown», Данія	
3.	Яловичина I сорт., охолоджена	ТОВ «Баришівський м'ясокомбінат», Україна	
4.	Яловичина I сорт, заморожена	ТОВ «Лубни м'ясо», Україна	
5.	Сало хребтове, заморожене	ТОВ «ЯнГас», Україна	

Проведено первинний аналіз відповідно ДСТУ 7992:2015 (М'ясо та м'ясна сировина. Методи відбирання проб та органолептичного оцінювання). Показники оцінювання вхідної сировини, наведено у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Первинна оцінка якості вхідної м'ясної сировини

№	Назва	Показник			
		Виділена волога при розморожуванні,%	Вміст видимої жирової та сполучної тканини,%	Зовнішній вигляд	Прозорість і запах бульйону
1.	Свинина напівжирна (80/20), охолоджена (ТОВ «Антонівський м'ясокомбінат»)	-	19,6	М'ясо щільне, пружне, блідо-червоного кольору	Запах свіжий, бульйон прозорий. Жир на поверхні у вигляді великих крапель
2.	Свинина напівжирна (80/20), заморожена (ТМ «Danis Crown»)	4,7	22,6	М'ясо щільне, злегка вологе, блідо-рожевого кольору	Запах свіжий, бульйон прозорий. Жир на поверхні у вигляді великих крапель
3.	Яловичина І сорт., охолоджена (ТОВ «Баришівський м'ясокомбінат»)	-	6,2	М'ясо щільне, пружне, блідо-червоного кольору	Запах свіжий, бульйон прозорий.
4.	Яловичина І сорт, заморожена (ТОВ «Лубни м'ясо»)	3,2	5,7	М'ясо щільне, злегка вологе, блідо-червоного кольору	Запах свіжий, бульйон прозорий.
5.	Сало хребтове, заморожене (ТОВ «ЯнТас»)	0,3	98,9	Колір білий, зрідка біло-рожевий	Запах свіжий, бульйон прозорий.

При первинній оцінці вхідної м'ясної сировини важливих недоліків не виявлено, при використанні даної сировини в замороженому вигляді, потрібно враховувати кількість виділеної вологи. Це важливо і при економічному розрахунку і при формуванні рецептур напічкопчених ковбас, при складанні фаршу із підмороженої сировини.

Досліджено основні фізико-технологічні показники м'ясної сировини. Результати досліджень наведено у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Фізико-технологічні основної м'ясної сировини

Показник	Назва сировини				
	№1 Свинина охолоджена	№2 Свинина заморожена	№3 Яловичина охолоджена	№4 Яловичина заморожена	№5 Сало хребтове
рН	6,24	6,06	6,13	6,1	5,98
Вміст вологи,%	65,21±0,17	63,62±0,08	66,33±0,11	64,05±0,12	6,07±0,08
ВЗЗ,%	63,52±0,12	66,72±0,09	71,04±0,21	69,08±0,18	-
Пластичність, см <sup>2</sup> ×Г	8,44± 0,14	8,74± 0,08	7,22± 0,22	7,6± 0,17	6,93± 0,10
Вміст білка,%	14,25±0,13	13,92±0,21	17,4±0,17	16,9±0,5	0,89±0,07
Вміст жиру,%	21,6±0,09	23,11±0,15	5,45±0,34	4,94±0,12	92,3±0,15
Aw	0,972	0,985	0,974	0,98	0,35
Зола,%	1,07±0,12	1,12±0,15	0,97±0,06	0,88±0,08	1,66±0,32
Температура плавлення, °С	-	-	-	-	37,3

За вмістом загального білка м'ясна сировина відповідає, вказаній виробником сортності, для свинини 13,7...14,2, для яловичини 16,9...17,4. Щодо вмісту загального жиру, свинина дещо виходить із норми вказаної виробником. Значення Aw коливається в межах 0,97-0,98, що є нормою для даних видів м'яса. Враховуючи частку вологи, що виділилась при дефростації, загальний вміст вологи у розмороженому м'ясі дещо нижчий, ніж в охолодженому. При дослідженні сала встановлено високу температуру плавлення – 37,3°C; що свідчить про його придатність для використання у рецептурах напівкопчених ковбас. Використання шпику із високою температурою плавлення зведе до мінімуму можливість жирового відшарування у готовому продукті.

Визначені показники основної сировини за значенням рН, вмістом вологи, вологозв'язуючою здатністю та пластичності подрібненого фаршу засвідчують їх відповідність середнім значенням для даних видів м'яса.

Було проведено дослідження мікробіологічних показників основної сировини. Заморожене м'ясо випускається з температурою в товщі м'язів стегна не вище  $-8^{\circ}\text{C}$ . При заморожуванні м'яса кількість мікроорганізмів значно зменшується, але повного їх відмирання не відбувається. Більшість плісневих грибів і дріжджів на замороженому м'ясі не гине при  $-18^{\circ}\text{C}$  впродовж трьох років. При  $-15...-20^{\circ}\text{C}$  токсигенні стафілококи зберігають життєздатність до 30 днів і більше, сальмонели - до 6 місяців і більше. При  $-20^{\circ}\text{C}$  кількість бактерій кишкової палички зменшується тільки через 6 місяців зберігання м'яса, а ентерококів залишається постійною впродовж 9. Під час заморожування м'яса відмирає значна кількість мікроорганізмів, які містяться в охолодженому м'ясі. Крім низької температури на мікроорганізми згубно діють висока концентрація розчинених у продукті речовин і знижена вологість, що створюються в результаті замерзання води, зміна білків, що міститься в клітинах, і механічна дія льоду, що утворюється поза клітиною, а при швидкому заморожуванні — і всередині клітини.

Відбори проб та підготовка до мікробіологічного досліджування здійснювалась згідно ДСТУ 7963:2015. Проби відбиралися із дефростованої та охолодженої м'ясної сировини при температурі  $4...6^{\circ}\text{C}$ , в товщі.

Дані досліджень наведені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Мікробіологічні показники м'ясної сировини

№	Сировина	МАФАНМ, КУО/г	БГКП в 0,01 г	Патогенні мікроорганізми в т.ч Salmonella в 25,0 г	L monocytogenes в 25,0 г
1	Свинина напівжирна (охолоджена)	$6,5 \times 10^3$	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
2	Свинина напівжирна (розморожена)	$6,0 \times 10^3$	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
3	Яловичина I сорту (охолоджена)	$4,5 \times 10^3$	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
4	Яловичина I сорту (розморожена)	$4,0 \times 10^3$	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
5	Сало хребтове	$4 \times 10^4$	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено

По даних отриманих після мікробіологічного дослідження, можна стверджувати, що підібрані види сировини відповідають вимогам, щодо мікробіологічної забрудненості. Та можуть використовуватись для виготовлення ковбас напівкопченої групи.

Білок є дуже важливою складовою молока, оскільки багато в чому визначає його харчову цінність і придатність для переробки. Коров'яче молоко містить у середньому приблизно 3,4% білка, і це сума двох основних фракцій, тобто казеїну та білків сироватки, які складають приблизно 80% та 20% азотистих білкових сполук відповідно. Згадані фракції відрізняються за своїми фізико-хімічними властивостями, а їх використання є основою для виробництва різноманітних молочно-білкових препаратів. Серед них можна виділити продукти, що містять майже виключно казеїнові білки (казеїн і казеїнати), сироваткові білки (концентрати та ізоляти сироваткових білків) або комплекси цих білків (копреципітати і протеїни).

Одна з найважливіших функцій білкових препаратів, що використовуються в харчовій промисловості полягає в поліпшенні харчової цінності продуктів за рахунок збільшення вмісту білка і підвищення його харчової цінності. Білок є одним з найважливіших поживних речовин у їжі. Його роль пов'язана в першу чергу з доставкою амінокислот, необхідних для побудови тканин і синтезу біологічно активних сполук в організмі. Відомо майже двадцять амінокислот, лише частина яких може бути синтезована в організмі людини. Решта - есенціальна (екзогенна), повинна систематично потрапляти до організму з їжею.

Для дослідження вибрано наступні види сухих молочних концентратів :

- Міцелярний казеїн (АС «Penias LT», Литва), (МК)
- Казеїнат натрію (ТМ DairyCo, Україна), (КН)
- Казезеїнат кальцію (ТМ DairyCo, Україна), (ККц)
- Казеїнат калію (ТМ Polsero, Польща), (ККл)
- Концентрат сироваткового білка (ТМ Mlekovita, Польща), (КСБ)

Біологічна цінність білка визначається вмістом і взаємними пропорціями екзогенних амінокислот, а також засвоюваністю, тобто ступенем вивільнення та всмоктування амінокислот під час травлення в шлунково-кишковому тракті. Вміст і сума екзогенних амінокислот в казеїні, казеїнатах та концентраті сироваткового білка наведено у таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Вміст і сума екзогенних амінокислот в казеїні, казеїнатах і концентраті сироваткового білка (Marccone, Hettiarachchy & Mauromoustakos, 2012).

Вміст амінокислоти, г/100г білка	Назва пепарату				
	Міцелярний казеїн	Казеїнат натрію	Казезеїнат кальцію	Казеїнат калію	Концентрат сироваткового білка
Ізолейцин	4,55	4,49	4,52	4,50	5,45
Лейцин	9,37	9,40	9,37	9,34	9,52
Лізін	7,51	7,20	7,12	6,80	8,12
Метіонін + Цистеїн	3,35	3,29	3,31	3,27	4,25
Фенілаланін + Тирозин	10,48	10,49	10,49	10,49	8,95
Треонін	3,78	3,75	3,75	3,77	3,11
Триптофан	1,32	1,34	1,33	1,34	1,25
Валін	6,14	6,04	5,95	6,10	5,7
Сума екзогенних амінокислот	46,5	46,0	45,8	45,6	46,35

Модифікація кислого казеїну в казеїнати істотно не впливає на вміст окремих екзогенних амінокислот, за винятком лізину, кількість якого знижується. Причиною зниження вмісту лізину, що також призводить до незначного зниження величини суми екзогенних амінокислот у казеїнатах, є утворення зв'язків цієї амінокислоти з аланіном під час нагрівання білка в лужному середовищі та утворення лізіналаніну. Лізіналанін поширений у багатьох термічно оброблених харчових продуктах, що містять білок. Ця сполука класифікується як

«антихарчова» речовина, оскільки, створюючи, знижує харчову цінність білка. При нагріванні білка в присутності лугу може відбуватися багато змін, наслідком яких є зниження біологічної цінності білка. Вони включають, як розпад деяких амінокислот так і утворення зв'язків, що блокують доступність амінокислот. Але, незважаючи на більш низькі значення окремих біологічних показників амінокислотної якості казеїнатів у порівнянні з казеїном, з якого вони були отримані, ці препарати все ж характеризуються порівнянною або більш високою біологічною цінністю по відношенню до багатьох харчових білків.

Аналіз хімічного складу підібраних зразків вказує, що досліджувані білкові продукти характеризуються високим вмістом загального білка (приблизно 90%), вміст вологи становить 5-8%, жир - 1,5%, лактоза - 0,6%, а зола - 2-4%. Єдиним відмінним параметром є концентрат сироваткового білка, який має менший вміст білка та вищий рівень жиру та лактози. У порівнянні з казеїном, казеїнати мають менший вміст води та вищий рівень золи. Підвищений вміст мінеральних сполук у казеїнатах пов'язаний з дією лужних розчинів, які додаються у технологічному процесі. Отримання сполук Майєра може бути наслідком взаємодії молочного цукру з білком під час екструзії. Основні характеристики вивчених білкових продуктів представлені в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Основний хімічний склад досліджуваних білкових продуктів

№	Назва	Вміст компонентів, %				
		Білок	Волога	Жир	Лактоза	Зола
1	Міцелярний казеїн (МК)	88,89±0,02	8,57±0,32	1,51±0,23	0,68±0,09	2,13±0,18
2	Казеїнат натрію (КН)	88,71±0,16	6,50±0,19	1,29±0,07	0,52±0,23	3,67±0,25
3	Казеїнат кальцію (ККц)	89,59±0,15	6,57±0,07	1,36±0,12	0,54±0,24	3,55±0,34
4	Казеїнат калію (ККл)	88,67±0,23	5,29±0,32	1,51±0,10	0,51±0,05	4,10±0,04
5	Концентрат сироваткового білка(КСБ)	69,44±0,09	7,46±0,14	4,41±0,11	3,21±0,13	3,61±0,12

Проведено дослідження на визначення ступеню розчинності за наступною методикою: 10 г, сухого білкового препарату на високій швидкості розчиняємо в 100 мл води при температурі 20 °С та 50 °С, Приготування розчину відбувалося з допомогою кутера Thermomix TM6, з частотою обертів 1700об/хв.. Розчин залишаємо на 15 хв., потім перемішуємо ще раз, 50 мл розчину наливаємо в конічну центрифужну пробірку. Пробірку центрифугуємо 5 хв, рідину зливаємо, пробірку наповнюємо водою (для зручності зчитування) і вміст перемішується, Після цього пробірку центрифугують 5 хв, і заміряють кількість осаду. Кількість осаду виражається в мл і називається індексом розчинності,

Паралельно було визначено рН досліджуваних розчинів білкових препаратів, Значення індексу розчинності та рН розчинів наведено у таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 – Індекс розчинності та рН розчинів білкових продуктів

№	Назва	Індекс розчинності, мг		рН	
		20°С	50 °С	20°С	50 °С
1	Міцелярний казеїн (МК)	0,24±0,13	0,23±0,31	6,52	6,5
2	Казеїнат натрію (КН)	0,25±0,07	0,22±0,19	6,87	6,82
3	Казеїнат кальцію (ККц)	0,23±0,15	0,22±0,05	6,75	6,72
4	Казеїнат калію (ККл)	0,21±0,22	0,20±0,09	6,51	6,47
5	Концентрат сироваткового білка(КСБ)	0,32±0,15	0,28±0,33	6,43	6,4

При проведенні дослідження виявлено, що розчинність підібраних білкових препаратів досить хороша, індекс розчинності знаходиться на рівні якісного сухого молока та молочних сумішей, Однак, концентрат сироваткового білка, має дещо завищений показник, це може говорити про можливе використання при виготовлення низькоякісної молочної сировини з великим вмістом молочної кислоти (через високу активність бактерій). Це в свою чергу, при сушінні, викликало часткову денатурацію сироваткових білків, що і випали в осад (Рудюк, Маринін & Пасічний, 2022).

Визначено, що при вищій температурі, близько 50°C, розчиняються білкові препарати краще та швидше. Рівень рН сумішей близький до значень, вказаних виробником, при зміні температури розчинення зміни не значні.

Проведено дослідження реологічних властивостей підготовлених розчинів білкових концентратів. Попередньо, зазначену кількість білкових концентратів, розчиняли у очищеній питній воді, за температури 50°C, та частотою обертання мішалки 300об/хв, час перемішування становив 20 хв.

Половина зразків піддавалася подальшій обробці, котра заключалася в проведенні 1-стадійного нагрівання при 70°C протягом 10хв. Після охолодження і після ретельного перемішування розчин білків доводили до рН 6,0 за допомогою розчину лимонної кислоти. Проведені дії сприяють повній гідратації та набухання досліджуваних білків, гомогенності розчинів та мінімізації розшарування. Перед реологічним дослідженням зразки охолоджувались до температури 20°C.

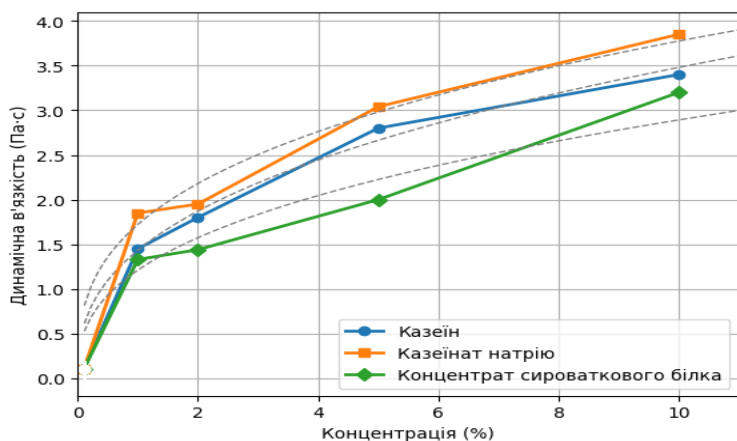
Оскільки, для казеїнатів, що проходили попередні дослідження, значення вмісту білка та розчинності, були близькими. Для подальшого тестування відібрано Казеїнат натрію (ТМ DairyCo, Україна, (КН)), паралельно досліджувалися розчини казеїну та концентрату сироваткового білка. Білкові розчини готувалися із концентраціям 1%, 2%, 5% та 10%.

Значення динамічної в'язкості зразків без термічної обробки, наведено у Таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 – Показники динамічної в'язкості для білкових розчинів різної концентрації, без термічної обробки

Зразок	Значення динамічної в'язкості, $\mu(\text{Па}\cdot\text{с})$			
	1%	2%	5%	10%
Міцелярний казеїн	1,45±0,13	1,81±0,12	2,82±0,12	3,45±0,04
Казеїнат натрію	1,85±0,15	1,95±0,21	3,04±0,30	3,85±0,12
Концентрат сироваткового білка	1,33±0,09	1,44±0,14	2,01±0,14	3,24±0,16

Залежність значення динамічної в'язкості від концентрації водних розчинів білкових препаратів зображено на рисунку 3.1.



$$Y_{(K)} = -24,56x^2 + 48,432x + 0,9649$$

$$R^2 = 0,9657$$

$$Y_{(KH)} = -16,09x^2 + 39,521x + 1,3688$$

$$R^2 = 0,9354$$

$$Y_{(КСБ)} = 26,971x^2 + 14,725x + 1,1597$$

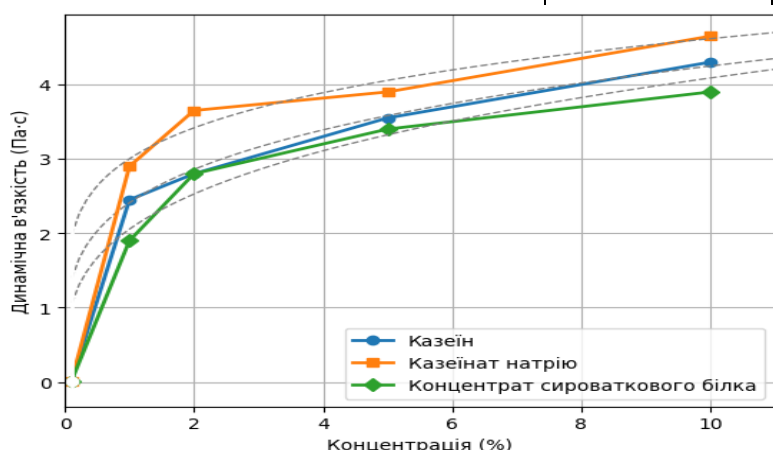
$$R^2 = 0,9971$$

Рисунок 3.1. – Реограми зразків водних розчинів білкових препаратів, без термічної обробки залежно від концентрації

Значення динамічної в'язкості зразків після термічної обробки, з подальшим охолодженням, наведено у таблиці 3.9. Залежність значення динамічної в'язкості від концентрації водних розчинів білкових препаратів після термічної обробки та охолодження зображено на рисунку 3.2.

Таблиця 3.9 – Показники динамічної в'язкості для білкових розчинів різної концентрації, після термічної обробки

Зразок	Значення динамічної в'язкості, $\mu$ (Па·с)			
	1%	2%	5%	10%
Казеїн	2,45±0,17	2,83±0,23	3,55±0,04	4,32±0,41
Казеїнат натрію	2,93±0,05	3,65±0,18	3,90±0,15	4,65±0,35
Концентрат сироваткового білка	1,92±0,21	2,85±0,23	3,42±0,06	3,90±0,25



$$Y_{(K)} = -13,5x^2 + 35,732x + 2,1204$$

$$R^2 = 0,979$$

$$Y_{(KH)} = -19,71x^2 + 30,249x + 2,8029$$

$$R^2 = 0,974$$

$$Y_{(КСБ)} = -17,54x^2 + 54,517x + 1,5657$$

$$R^2 = 0,957$$

Рисунок 3.2 – Реограми зразків водних розчинів білкових препаратів, після термічної обробки та охолодження залежно від концентрації.

Якщо порівняти реограми розчинів із попередньою термічною обробкою та без неї, показані на рисунках 3.1 та 3.2, чітко спостерігається тенденція підвищення в'язкості у зразках із попередньою термічною обробкою. Розчини більш гомогенні, із повною відсутністю осаду. При цьому відомо, що концентрація та рН прямо пропорційно впливають на значення в'язкості.

Тобто при вищій концентрації, та зниженню рН в'язкість зростатиме, при підвищенні температури знижуватиметься. Найбільшою в'язкістю характеризувався зразок з концентрацією 10% казеїнату натрію після термічної обробки та охолодження до 20°C - вона становила 4,65 Па·с, а найменшою в'язкістю характеризувався концентрату сироваткового білка 1% казеїну при 20°C, але без попередньої термічної обробки – 1,9 Па·с.

Паралельно було визначено жирутримуючу (А) та вологоутримуючу (Б) здатність досліджуваних білкових препаратів. Результати аналізу зображено на рисунку 3.3.

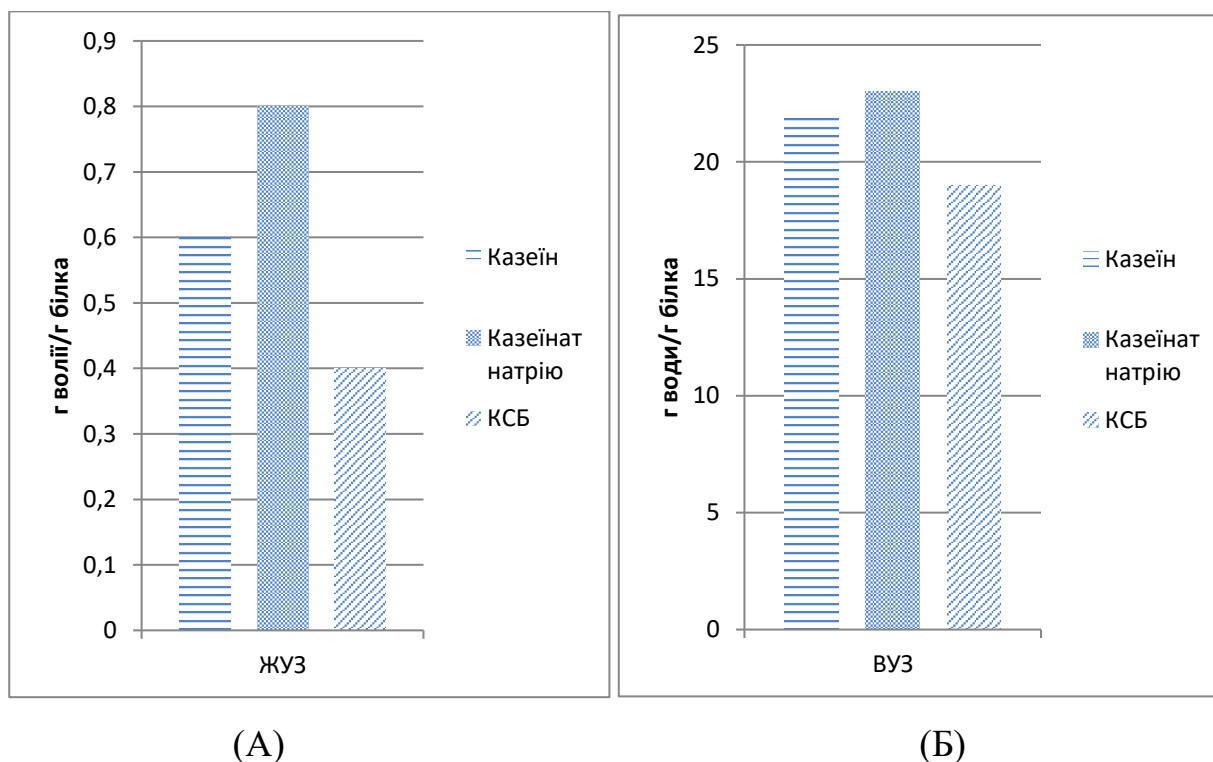


Рисунок 3.3 – ВУЗ та ЖУЗ здатність досліджуваних молочних білків

Аналізуючи результати дослідження ВУЗ та ЖУЗ досліджуваних білків, можна стверджувати, що вони володіють досить високими функціонально-

технологічними властивостями та підходять для використання у рецептурах м'ясних виробів, як поліпшувачі структурно-механічних властивостей. Препарати на основі молочних білків доволі корисні в м'ясній промисловості, головним чином завдяки їхнім хорошим емульгуючим властивостям і здатності зв'язувати жир. Вони вже широко використовуються у виробництві паштетів, делікатесів, шинки. Казеїнат натрію вважається найкращим з точки зору здатності емульгування жиру та близький за властивостями до нежирного м'яса і може певною мірою виступати заміною класичній сировині. Додавання білкових препаратів у потрібній кількості до фаршу дозволяє зменшити термічні витоки жиру та бульйону, покращує консистенцію, смак і харчову цінність готового продукту. Після проведення даного дослідження можна зробити висновок, що білкові препарати на основі молочних білків є перспективними для застосування у рецептурах напівкопчених ковбас та як база для створення аналогів сиру. Великий вміст білка та добра розчинність дозволяють створювати білково-жирові системи з високою енергетичною цінністю та гарними споживчими властивостями.

### **3.2 Моделювання рецептур напівкопчених ковбас з використанням молочних білкових продуктів**

Виготовлення ковбас з використанням молочних білків перспективне, і воно має свої плюси та мінуси. За переваги можна відзначити те, що молочні білки додають до ковбаси додатковий білок, який може збільшити її поживну цінність. Крім того, молочні білки можуть поліпшити текстуру ковбаси, зробивши її більш щільною та соковитою.

Однак, є й мінуси використання молочних білків у виробництві ковбас. По-перше, молочні білки можуть викликати алергічну реакцію у деяких людей, тому важливо чітко вказувати на наявність молочних продуктів у складі ковбаси.

Крім того, використання молочних білків у виробництві ковбас може впливати на їхній смак та запах. Молочні білки мають власний смак та запах, які можуть

додати до смакових відчуттів ковбаси. Це може бути як перевагою, так і недоліком, залежно від того, наскільки сильно це впливає на смак та запах ковбаси.

Також важливо враховувати, що використання молочних білків може збільшити вартість виробництва ковбас. Молочні білки є дорожчими, ніж деякі інші джерела білка, такі як соя або пшениця, тому використання молочних білків може підвищити вартість ковбаси та зробити її менш доступною для споживачів.

У кінцевому результаті, використання молочних білків у виробництві ковбас є складною та багатоаспектною темою. Це може бути корисним з погляду збереження якості продукту та підвищення його харчової цінності, але також може впливати на вартість продукту та його смак. Деякі споживачі можуть шукати продукти, які містять молочні білки як джерело додаткового білка в своєму харчуванні. Для них ковбаси з молочними білками можуть бути привабливими.

Крім того, молочні білки можуть мати певні функціональні властивості, такі як емульгатори або стабілізатори, які можуть поліпшити текстуру та якість ковбаси. Використання молочних білків може додати певну м'якість та соковитість до ковбасного продукту.

Існують ряд позитивних сторін використання молочних білків у напівкопчених ковбасах у порівнянні із рослинними білками. Нижче наведено декілька потенційних переваг:

- **Висока біологічна цінність:** Молочні білки містять усі необхідні амінокислоти, які необхідні для побудови білків в людському організмі. Це робить їх дуже корисними як джерело білка у харчуванні, особливо для людей, які прагнуть збільшити м'язову масу.
- **Висока засвоюваність:** Молочні білки засвоюються людським організмом дуже швидко і ефективно. Це може забезпечити швидкий постачання необхідних амінокислот в організм.
- **Консистенція:** Молочні білки можуть використовуватися як емульгатори, які допомагають зберігати рівномірну консистенцію продукту. Це може допомогти зберегти текстуру ковбасних виробів під час зберігання та приготування.

➤ Висока розчинність: Молочні білки мають високу розчинність у воді, що дозволяє використовувати їх у різних рецептурах ковбас, що вимагають різних консистенцій та текстур.

Однак, слід враховувати, що існує декілька чинників, які можуть впливати на вибір між молочними і рослинними білками для напівкопчених ковбас.

Наприклад, рослинні білки можуть бути корисні для людей з певними алергіями або інтолерантностями до молочних білків. Крім того, рослинні білки можуть бути менш коштовним джерелом білка, тому їх використання може бути більш економічним.

Крім того, слід пам'ятати, що додавання молочних білків до ковбас може збільшити вміст жирів та калорій, що може бути небажаним для деяких людей.

Отже, при виборі між молочними та рослинними білками для напівкопчених ковбас варто враховувати різні чинники, такі як біологічна цінність, вміст жирів та калорій, вартість і особливості дієти. Також, слід зазначити, що використання молочних білків у копчених ковбасах може мати позитивний вплив на їх смак та текстуру. Молочні білки можуть додати до ковбаси більш кремової та ніжної текстури, а також покращити її смакові властивості.

В цілому, використання молочних білків у напівкопчених ковбасах може мати декілька позитивних аспектів, таких як покращення смакових та текстурних властивостей, збільшення терміну зберігання та забезпечення важливих білків у харчуванні. Проте, слід бути обережними при виборі молочних білків, оскільки деякі види можуть містити високий вміст насичених жирів та підвищену калорійність.

З метою доведення доцільності використання молочних білків у рецептурах напівкопчених ковбас змодельовано рецептури, з їх використанням та проведено порівняльне дослідження із рецептурою з використанням рослинного білка, зокрема соєвого ізоляту. Напівкопчені ковбаси виготовлялися за типовою технологічною схемою.

Зразки виготовлялися за технологічною схемою наведеною на рисунку 3.4.

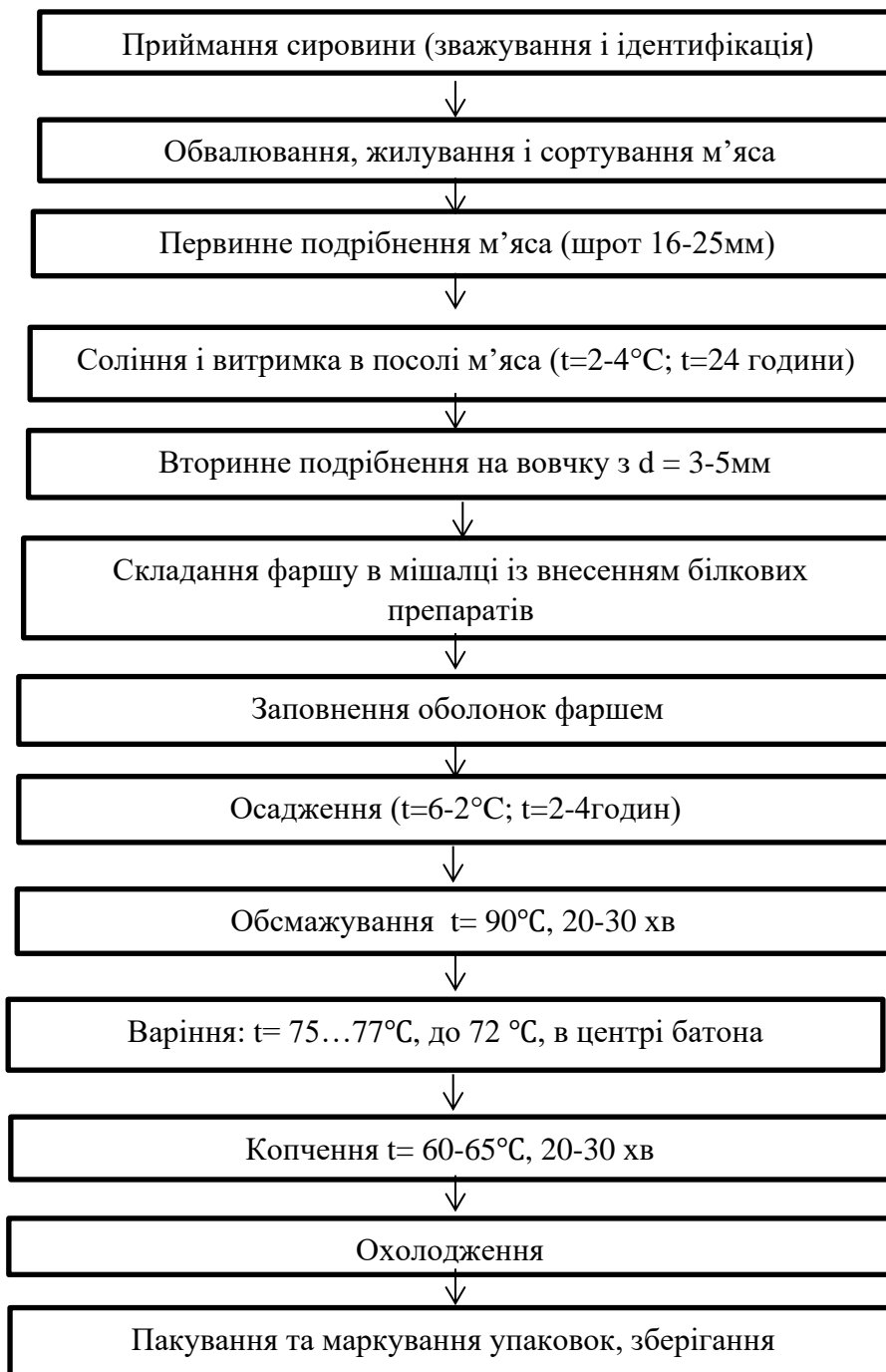


Рисунок 3.4. – Технологічна схема виготовлення напівкопчених ковбас

У таблиці 3.11 наведено фізико-хімічні показники напівкопчених ковбас, з використанням молочних та рослинних білкових препаратів

Сухі білки вносилися без попередньої гідратації. На етапі складання фаршу у фаршезмішувачі, сировина використовувалась у охолодженому вигляді. За контроль взято рецептуру з використанням, у якості додаткової білкової складової,

соєвого ізоляту, який доволі широко використовується у рецептурах напівкопчених ковбас. Модельні рецептури напівкопчених ковбас наведено у таблиці 3.10.

Таблиця 3.10. – Модельні рецептури напівкопчених ковбас

Складові рецептури	Вміст у рецептурі, %			
	Рецептура №1	Рецептура №2	Рецептура №3	Контроль
Основна сировина, %				
Яловичина (1 гат)	50	50	50	50
Свинана напівжирна (80/20)	28	28	28	28
Сало хребтове	20	20	20	20
Міцелярний казеїн	2	-	-	-
Казеїнат натрію	-	2	-	-
КСБ	-	-	2	-
Соєвий ізолят	-	-	-	2
Допоміжна сирована, у % до основної сировини				
Сіль харчова	1,7	1,7	1,7	1,7
Перець чорний	0,1	0,1	0,1	0,1
Мускатний горіх	0,04	0,04	0,04	0,04
Нітрит натрію	0,006	0,006	0,006	0,006
Триполіфосфат натрію	0,25	0,25	0,25	0,25

Таблиця 3.11 – Фізико-технологічні показники напівкопчених ковбас, з використанням молочних білків та соєвого ізоляту

Показник	Рецептура № 1	Рецептура №2	Рецептура № 3	Контроль
Вміст води, %	48,6±0,8	49,1±0,5	50,2±0,6	48,9±0,7
ВЗЗ, %	96,5±0,7	98,1±0,5	93,3±0,4	97,1±0,6
pH	6,62	6,74	6,57	6,63
Вміст жиру, %	30,1±0,1	32,5±0,1	35,3 ±0,1	32,8±0,1
Пластичність, см <sup>2</sup> ×г	24,4±0,2	22,2±0,7	22,5±0,7	23,1±0,7
Вміст білка, %	13,4±0,1	14,05±0,1	12,6±0,1	13,8±0,1
Вихід, %	90,2±0,7	93,3±0,2	87,3±0,2	92,4±0,2
Aw	0,958	0,953	0,957	0,951

Із даних таблиці 3.11 видно, що використання білкових препаратів, позитивно впливає на вихід готового продукту та вміст води у ньому. Оскільки додані білки мають як емульгуючі так і вологозв'язуючу здатність, їх використання дозволяє

зберегти максимальний вихід готового продукту при використанні низькобар'єрних оболонок.

Зразок №2 та контроль мають наближені фізико-хімічні показники, зокрема вміст загального білка (№2- 14,05; Контроль-13,8), високий рівень ВЗЗ, це пов'язано з хорошою розчинністю та високими функціональними властивостями білкових препаратів. Батони мають високу щільність, виділення бульйону та жирових підтікань не відбулось. Використання концентрату сироваткового білка, дещо знизив загальний рівень рН, що зв'язано з його значенням у вхідній сировині. Активність води (Aw), знаходиться на рівні 0,951-0,957; що говорить про досить високі показники гідратації доданих білкових препаратів.

Органолептична оцінка, дозволяє якісно проаналізувати споживчі та якісні властивості готових продуктів, та дозволяє оперативно впливати та корегувати подальші технологічні операції.

Об'єктом досліджень є ковбаси напівкопчені за рецептурами №1, №2, №3 з використанням різних білкових продуктів молочного походження та Контроль – з використанням соєвого ізоляту. Оцінку проводили за 5-ти бальною шкалою, на другий день після виробництва.

Таблиця 3.12 – Органолептична оцінка модельних рецептур напівкопчених ковбас

Показники	Рецептура №1	Рецептура №2	Рецептура №3	Контроль
Зовнішній вигляд	4,52 ± 0,11	4,77 ± 0,15	4,38 ± 0,19	4,6 ± 0,2
Колір	4,61 ± 0,14	4,68 ± 0,18	3,91 ± 0,13	4,64 ± 0,15
Запах	3,94 ± 0,12	4,05 ± 0,18	4,15 ± 0,19	4,05 ± 0,13
Смак	4,45 ± 0,17	4,74 ± 0,16	3,92 ± 0,17	4,44 ± 0,16
Консистенція	4,24 ± 0,12	4,86 ± 0,14	4,15 ± 0,19	4,86 ± 0,17
Середній бал	4,32 ± 0,21	4,56 ± 0,19	4,0 ± 0,2	4,48 ± 0,2

У рецептурах №2 і Контролі значною мірою краща консистенція, аніж у інших зразках, це пов'язано із хорошою розчинністю та гідратацією внесених білків. Після

охолодження продукт є досить щільним, не кришиться, відсутня наявність бульйонних та жирових відшарувань. Як і зазначалось раніше, додавання до складу напівкопчених ковбас молочних білків частково вплине на смак та запах продукту, з'являється виражений молочний запах, який частково перебиває загальну ароматичну композицію ковбасних виробів. У зразку №3 із використанням КСБ, прослідковується солодкий присмак, що спровокований, наявністю лактози у складі білкового препарату. Для виявлення якісних відмінностей між модельними зразками напівкопчених ковбас доцільно розширити органолептичну оцінку шляхом побудови профілограм. Цей підхід дозволить наочно представити повну картину порівняльної сенсорної оцінки між зразками..

Графічно отримані показники зображені на рисунку 3.5.

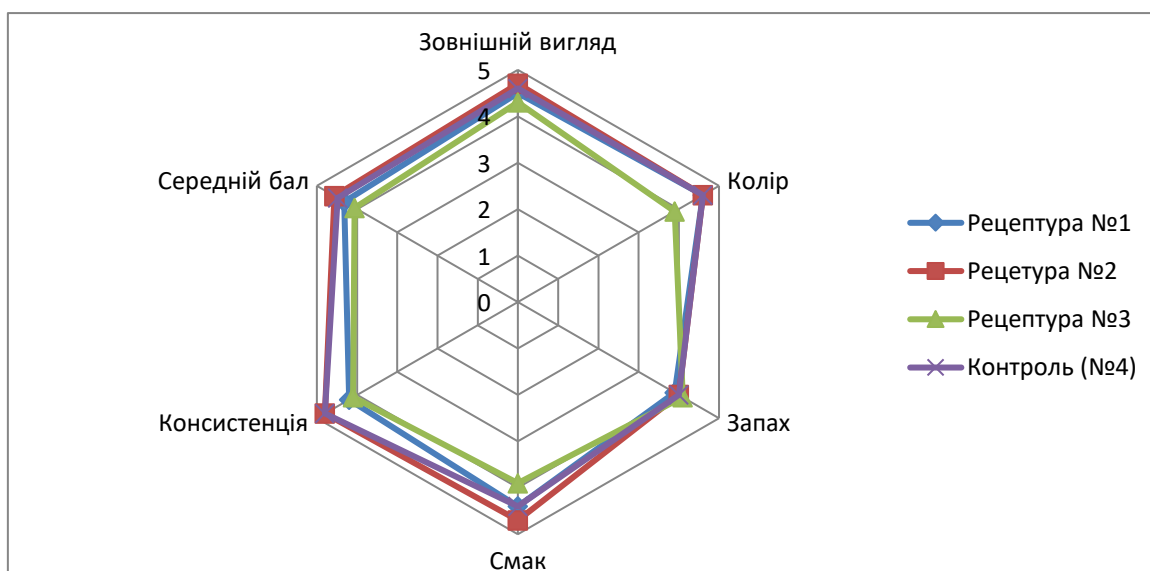


Рисунок 3.5 – Органолептичні показники напівкопчених ковбас у порівнянні з контрольним зразком

Проведено дослідження напівкопчених ковбас у процесі зберігання, дослідження проводили на 14 добу зберігання, при температурі 4-6 °С.

Протягом перших декількох днів зберігання, ковбаси можуть продовжувати дозрівати, що означає, що їх смак та текстура можуть змінюватися. Це може бути наслідком дії ферментів, які є присутніми у м'ясі та можуть допомагати розкласти білки та жири.

Протягом наступних днів зберігання, можуть розвиватися бактерії та пліснява, що можуть призвести до порушення якості ковбаси. Залежно від температури та вмісту вологи, ці процеси можуть бути більш або менш інтенсивними.

Напівкопчені ковбаси зазвичай зберігаються при температурі від 0 до 5°C. У разі зберігання при більш високій температурі, може відбуватися швидший розвиток бактерій та плісняви, що може призвести до занадто швидкої деградації продукту. Крім того, важливо забезпечити достатній рівень вологості під час зберігання ковбаси, оскільки занадто сухе середовище може сприяти зниженню якості продукту та втраті його ваги. Під час зберігання ковбас може відбуватися також процес окислення жирів та протеїнів, який може призвести до зміни кольору та смаку продукту. Наприклад, у ковбасах з високим вмістом жиру може відбуватися процес розкладання жирів, що може спричинити зміну текстури та смаку продукту. Також можуть відбуватися процеси бродіння та дозрівання, які можуть змінювати смак та текстуру ковбаси

Тому, будуть корисними періодичні методи контролю якості продукту, такі як візуальний огляд, перевірка температури та вологості зберігання, а також проведення хімічного аналізу для визначення вмісту жирів, білків та інших складових продукту.

У таблиці 3.13 наведено фізико-хімічні показники напівкопчених ковбас, з використанням молочних білків та соєвого ізоляту на 14 добу зберігання

Таблиця 3.13 – Фізико-технологічні показники напівкопчених ковбас, з використанням молочних білків та соєвого ізоляту на 14 добу зберігання

Показник	Рецептура № 1	Рецептура №2	Рецептура № 3	Контроль
Вміст вологи %	47,2±0,8	48,3±0,5	48,9±0,6	48,0±0,7
ВЗЗ, %	98,5±0,7	97,1±0,5	95,5±0,4	97,9±0,6
pH	6,35	6,38	6,01	6,36
Вміст жиру, %	30,1±0,1	32,5±0,1	35,3 ±0,1	32,8±0,1
Пластичність, см <sup>2</sup> ×г	24,8±0,2	20,9±0,7	21,1±0,7	21,9±0,7
Вміст білка, %	13,5±0,1	13,8±0,1	14,2±0,1	13,9±0,1
Вихід, %	87,2±0,7	90,3±0,2	86,8±0,2	89,7±0,2
Aw	0,955	0,951	0,952	0,950

Як видно з даних таблиці, якщо порівнювати ковбаси на 1 добу зберігання та на 14 добу можна побачити, що внаслідок усушки незначною мірою зменшився вихід продукту, рівень втрати маси становив 0,15% на добу. Що за умов зберігання без додаткового пакування та використання натуральної оболонки, є досить невисоким показником, попередньо, можна стверджувати, що використання білкових препаратів у рецептурах, сповільнює процес втрати вологи при зберіганні. Змістилося рН до позначки 6,01 для рецептури №3 з використанням КСБ, це пов'язано з досить високим вмістом лактози, яка є поживним середовищем для розвитку молочнокислих бактерій, що і стало наслідком виділення молочної кислоти, котра вплинула на загальний рівень рН у продукті.

Проведено мікробіологічне дослідження модельних зразків. Відбори проб та посіви проводили на 14 день зберігання за температури 4-6 °С.

Результати мікробіологічного дослідження наведено у таблиці 3.14.

Таблиця 3.14 – Мікробіологічні показники напівкопчених ковбас, з використанням молочних білків та соєвого ізоляту на 14 добу зберігання

Назва показника	Зразки			
	№1	№2	№3	Контроль
Кількість мезофільних аеробних і факультативно- анаеробних мікроорганізмів, КУО в 1,0 г продукту, не більше ніж	7,4*10 <sup>2</sup>	6,55*10 <sup>2</sup>	8,2*10 <sup>2</sup>	6,8*10 <sup>2</sup>
Бактерії групи кишкових паличок (коліформи), в 1,0 г продукту	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено
Сульфітредукувальні клостридії, в 0,01 г продукту	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено
Бактерії роду Proteus, в 0,1 г продукту	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено
Staphylococcus aureus, в 1,0 г продукту	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено
Патогенні мікроорганізми, зокрема бактерії роду Salmonella, в 25 г продукту	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено
L. Monocytogenes, в 25 г продукту	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено

З результатів таблиці 3.13 можна зробити висновок. Щодо наявності у рецептурах білкових продуктів, як молочних так і рослинних, при правильних режимах зберігання, не суттєво впливають на мікробіальне забруднення. Важливим чинником, для виготовлення безпечної продукції є початкове забруднення білкових препаратів, що забезпечується виробником. При правильних режимах термічної обробки, забезпечення високого ступеня чистоти обладнання та інвентарю, при виготовленні, та правильних режимах зберігання, можна досягти якості продукту із досить низькою мікробіальною забрудненістю. Дещо вищі значення МАФМ, має продукт із використанням концентрату сироваткового білка, що може бути наслідком наявності лактози, котра являється поживним середовищем для мікроорганізмів. Але загалом, показники відповідають санітарним нормам, що регламентуються для напівкопчених ковбас.

### **3.3 Моделювання рецептур напівкопчених ковбас з використанням сичужних сирів**

Технологія виготовлення напівкопчених ковбас передбачає собою декілька етапів теплової обробки. Саме на цьому потрібно загострити увагу розробляючи рецептури із використанням сирів. Оскільки, на меті стоїть створення продукту із характерним чітким малюнком (у вигляді шматочків сирного наповнювача, розміром 2,5-3,5 мм) на зрізі. Основним завданням є підбір сирного наповнювача, який не втрачає форму під час теплової обробки передбаченої технологією виготовлення.

Якщо проводити сушку за температури не вище 65°C, суттєвого впливу на плавлення сиру в батоні не відбудеться, оскільки температура в товщі батона, не перевищуватиме 40-45°C. Наступний етап варіння, що передбачає собою теплову обробку у пароварочних камерах при температурі пароповітряної суміші 75...85 °C. Тривалість варіння визначається діаметром батонів і становить від 40 до 80 хвилин до досягнення внутрішньої температури батонів  $71 \pm 1$  °C. З урахуванням теплових режимів виробництва це означає, що для модельних рецептур оптимально

використовувати сирні наповнювачі з температурою плавлення не нижче 75-85 °С.. Для підбору оптимального наповнювача, потрібно провести аналіз термостійкості сирів. Визначити початкову температуру підплавлення .

Було підібрано зразки сирів та сирних продукті з різних асортиментних груп. Сичужні «Гауда» (®Кома) та сирний продукт (С/П) типу «Гауда» (® «Гайсин») розсільні «Сулугуні» (®Пирятин) та відповідний йому сирний продукт (®Молочний дар) та сир «Фітнес» (®Білозгар). Паралельне дослідження сирів класичних рецептур та молоковісних комбінованих продуктів дає змогу зрозуміти залежність термостійкості від рецептури та способу виготовлення продукту. Проведено вхідні дослідження основних фізико-хімічних показників результати наведено у таблиці 3.14.

Таблиця 3.14 – Фізико-хімічні показники сирів та сирних продуктів

Назва	М.ч.ж. жиру,%	М.ч.ж. вологи,%	Активна кислотність, °Т	pH
Сир «Гауда»	48,5±0,3	46,0±0,3	155±0,5	4,72
С/П типу «Гауда»	49,0±0,1	47,5±0,2	154±0,3	4,64
Сир «Сулугуні»	43,0±0,5	48,5±0,3	145±0,2	4,90
С/П типу «Сулугуні»	44,5±0,4	49,5±0,1	145±0,7	5,05
Сир «Фітнес»	23,5±0,6	45,04±0,08	150±0,1	4,84

Для визначення температури, що є переломною точкою для плавлення сиру, було використано наступний експеримент. Зразки сирів кубічної форми (30 × 30мм.) поміщали у теплову шафу на 5хв. Початкова температура 60°С, температура зразків на вході 20°С. Амплітуда наростання температури +5°С. Після кожного циклу проводився візуальний аналіз досліджуваних зразків на предмет підплавлення, зміни форми, вивільнення жиру, вологи.

Виявлено, що продукти комбінованого складу починають плавитись при 70±2 °С, при 75°С плавиться сир «Сулугуні» м.ч.ж. 45%, сир «Гауда» класичної рецептури при 80±2 °С, сир «Фітнес» при 85°С. Після застигання проведено органолептичну оцінку. Виявлено, що сирні продукти після підплавлення, вивільнили частину жиру та вологи. Структура наблизилась до пористої. Можливо,

це спровоковано використанням виробниками неякісних ЗМЖ та стабілізуючих систем. Сири класичної рецептури краще зберегли свої властивості після температурної обробки. Сир «Фітнес», майже не змінив свою форму та органолептичні властивості. Відповідно, у зразках із більшим вмістом жиру відбулось часткове вивільнення жирової фракції. Після застигання, зразки мали пом'якшену консистенцію, у порівнянні із початковою, до нагрівання.

Результати проведеного дослідження наведено в таблиці 3.15.

Таблиця 3.15 – Результати теплової обробки сирів та сирних продуктів

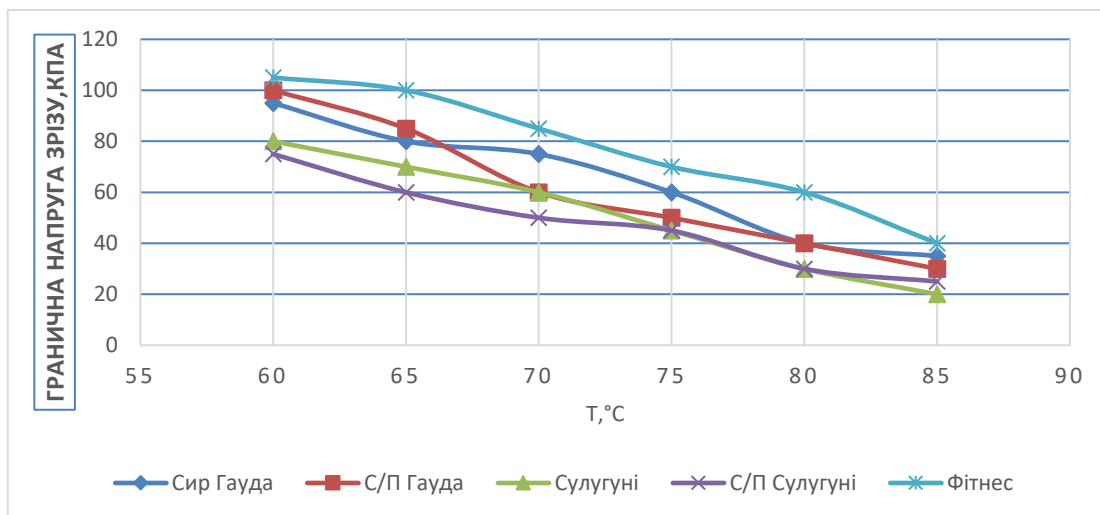
Назва	Температура, °C					
	60	65	70	75	80	85
Сир «Гауда»	Без змін	Без змін	Без змін	Часткове пом'якшення	Повне розплавлення	
С/П типу «Гауда»	Без змін	Часткове пом'якшення	Повне розплавлення			
Сир «Сулугуні»	Без змін	Без змін	Часткове пом'якшення	Повне розплавлення		
С/П типу «Сулугуні»	Без змін	Часткове пом'якшення	Повне розплавлення			
Сир «Фітнес»	Без змін	Без змін	Без змін	Часткове пом'якшення	Часткове пом'якшення	Повне розплавлення

Плавкість сиру залежить від декількох факторів, таких як його склад, вміст вологи, рівень жирності, рівень кислотності, а також температура і час експозиції тепла. Натуральний сир містить білки казеїну, які відповідальні за його структуру та консистенцію. Якщо розплавити сир з низьким вмістом казеїну, він може розшаруватися на складові частини, замість того, щоб стати плавким.

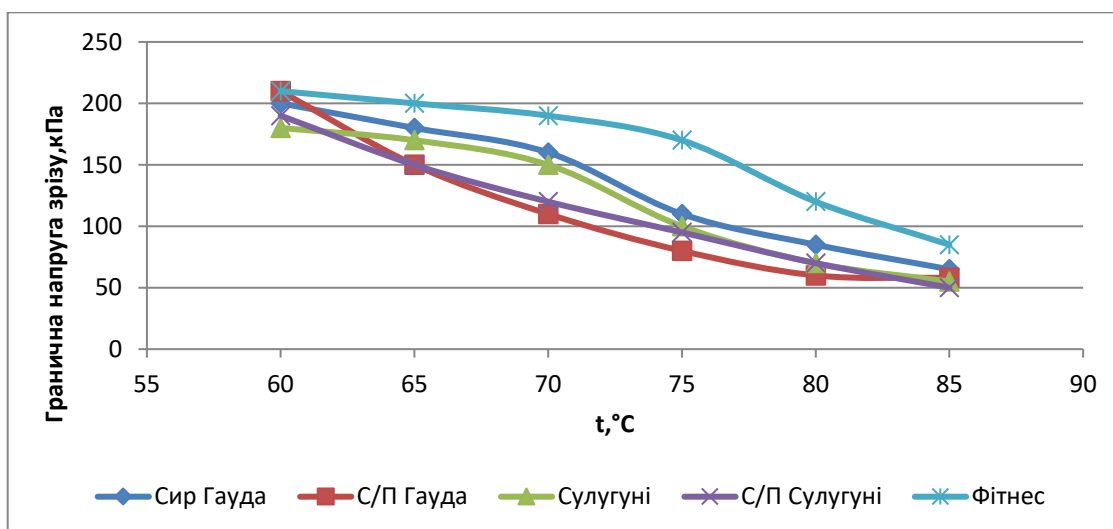
З результатів таблиці 3.15 видно, що натуральні сири, із невисоким вмістом вологи та масової частки жиру, більш стабільні до впливу температур, та краще підходять для використання у продуктах, що підлягають подальшій термічній обробці. Сирні

продукти, які виготовляються з використанням заміника молочного жиру та стабілізаційних систем, менш стійкі до температур.

Для порівняння зміни консистенції сирів та сирних продуктів під час впливу температур було проаналізовано структурно-механічні властивості – граничну напругу зсуву (А) та граничну напругу зрізу (Б). Графічне опрацювання реологічних властивостей наведено на рисунку 3.5.



(А)



(Б)

Рисунок 3.5 – Зміна показники граничної напруги зсуву (А) та граничної напруги зрізу (Б) дослідних зразків під час теплового оброблення

Згідно з отриманими даними показники консистенції дослідних зразків змінювались пропорційно їхньому нагріванню. При температурах 70-75°C, зразки

сирних продуктів (Гауда, Сулугуні) набували тягучої консистенції, при збільшенні температури, ці показники посилювались. Решта зразків, набували даних характеристик за температури вище 75°C, що дозволяє їх характеризувати, як більш придатними для використання у рецептурах напівкопчених ковбас. Сир «Фітнес» із найменшим значенням вмісту жиру, має найкращі показники щільності, при температурній обробці, попередньо, можна зробити висновок, що використання низько жирних сирів краще підходить для використання у якості наповнювача для напівкопчених ковбас.

Оскільки сири є білковими продуктами та характеризуються, як додаткове джерело незамінних амінокислот, проведено аналіз амінокислотного складу, сирів, що будуть використовуватись у ковбасних виробках, у якості наповнювача. Розрахунковий амінокислотний склад сирів «Гауда», «Сулугуні» та «Фітнес» наведено у таблиці 3.16 (Ganesan & Weimer, 2007).

Таблиця 3.16 – Розрахунковий амінокислотний склад досліджуваних сирів

Амінокислота	Кількість г/100г білка		
	Гауда	Сулугуні	Фітнес
Аспартова к-та	9,44	11,15	11,45
Треонін	3,43	3,13	3,37
Серин	5,34	5,02	4,6
Глутамінова к-та	21,34	20,69	21,29
Гліцин	2,53	3,15	3,15
Аланін	4,08	5,33	4,5
Валін	6,54	7,32	6,8
Метіонін	1,96	1,85	1,91
Ізолейцин	5,48	4,7	5,07
Лейцин	10,77	10,11	10,71
Тирозин	3,4	3,51	3,69
Фенілаланін	4,32	5,62	6,04
Лізин	8,86	8,98	7,88
Гістидин	2,49	2,25	2,48
Аргінін	3,07	3,32	3,82
Пролін	6,56	6,11	5,57
Цистеїн	1,43	0,91	1,34

За наведеним набором амінокислот можна сказати, що підібрані сири містять достатню кількість всіх основних амінокислот, які необхідні для людини. Це забезпечує йому високу біологічну цінність і корисність для організму. Зокрема, в сирі «Гауда» високий вміст амінокислот, таких як глютамінова кислота, лейцин і аспартикова кислота, які є важливими для підтримання м'язової маси та здоров'я нервової системи. Високий вміст глютамінової кислоти (21,29 г на 100 г білка) у сирі «Фітнес» сприяє покращенню смакових якостей сиру і вносить внесок у формування унікального аромату, також містить значну кількість лейцину (10,71 г на 100 г білка), що є однією амінокислот, необхідних для синтезу білків у організмі людини.

Змодельовано рецептури напівкопчених ковбас з використанням попередньо дослідженої м'ясної сировини з додаванням до складу сирів, у якості наповнювача.

Таблиця 3.17 – Рецептури модельних напівкопчених ковбас з використанням сирів

Складові рецептури	Вміст у рецептурі, %		
	Рецептура №1	Рецептура №2	Рецептура №3
Основна сировина, %			
Яловичина (1 гат)	55	50	50
Свинина напівжирна (80/20)	23	25	20
Сало хребтове	10	15	15
Сир «Гауда»	12	-	-
Сир «Сулугуні»	-	10	-
Сир «Фітнес»	-	-	15
Допоміжна сировина, у % до основної сировини			
Сіль харчова	1,7	1,7	1,7
Перець чорний	0,1	0,1	0,1
Мускатний горіх	0,04	0,04	0,04
Нітрит натрію	0,006	0,006	0,006
Триполіфосфат натрію	0,25	0,25	0,25

Сир використаний у складі напівкопчених ковбас для покращення смаку та текстури продукту. Ковбаси, які містять сир, можуть мати більш насичений та пряний смак, а також більш ніжну та соковиту текстуру. Також, важливо зазначити,

що використання сиру у напівкопчених ковбасах може підвищити вміст загального жиру, в тому числі ненасичених жирних кислот та калорійності продукту.

Для фаршів проводили визначення буферної ємності. Результати досліджень наведено у таблиці 3.18

Таблиці 3.18 – Значення буферної ємності фаршів.

НСІ, н	Показники					
	Вода	Яловичина (1гат)	Свинина (80/20)	Фарш за рецептурою		
				№1	№2	№3
0	7,1	6,65	6,5	6,5	6,5	6,6
0,005	7,1	6,3	6,4	6,3	6,4	6,4
0.01	6,65	6,0	6,3	6,1	6,3	6,0
0.02	6,15	5,9	6,1	5,9	6,1	5,8
0.04	5,9	5,7	5,8	5,7	5,8	5,6
0.06	5,2	5,0	5,42	5,3	5,65	5,49
Δ рН 0/0,04	1,45	0,9	0,55	0,7	0,7	0,6
Δ рН 0/0,06	1,50	1,1	0,7	0,85	0,8	0,76

Графічні значення буферної ємності сировини наведено на рисунку 3.6.

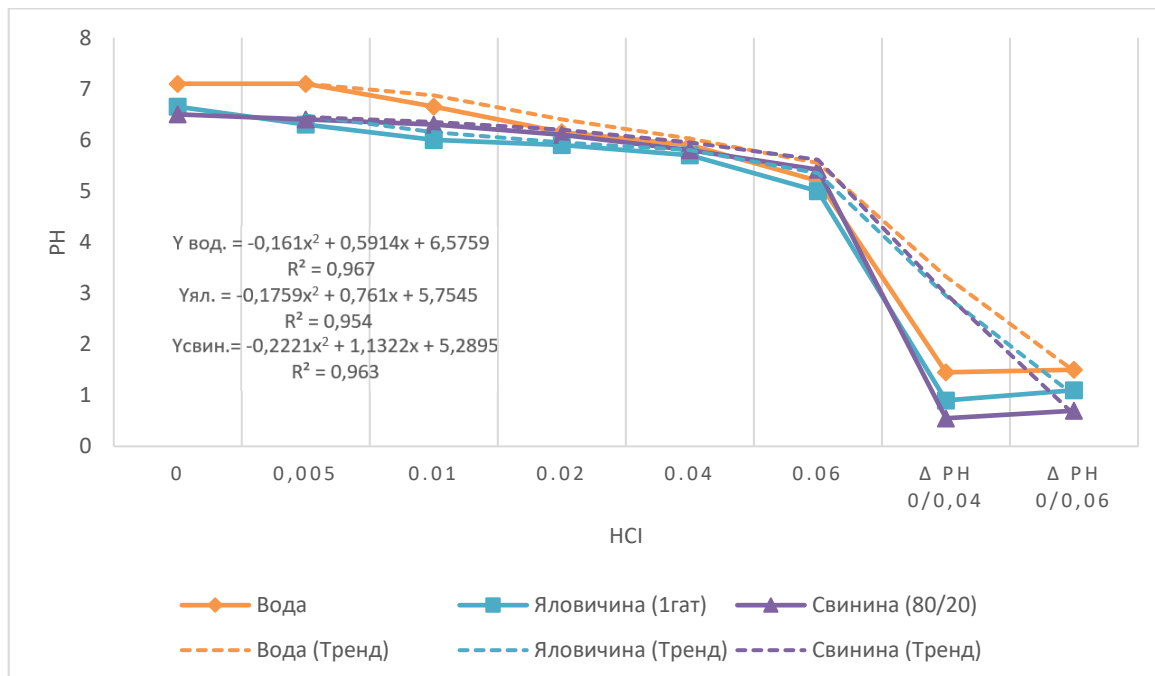


Рисунок 3.6 – Буферна ємність сировини для виготовлення напівкопчених ковбас  
 Графічні значення буферної фаршів для напівкопчених ковбас наведено на рисунку 3.7.

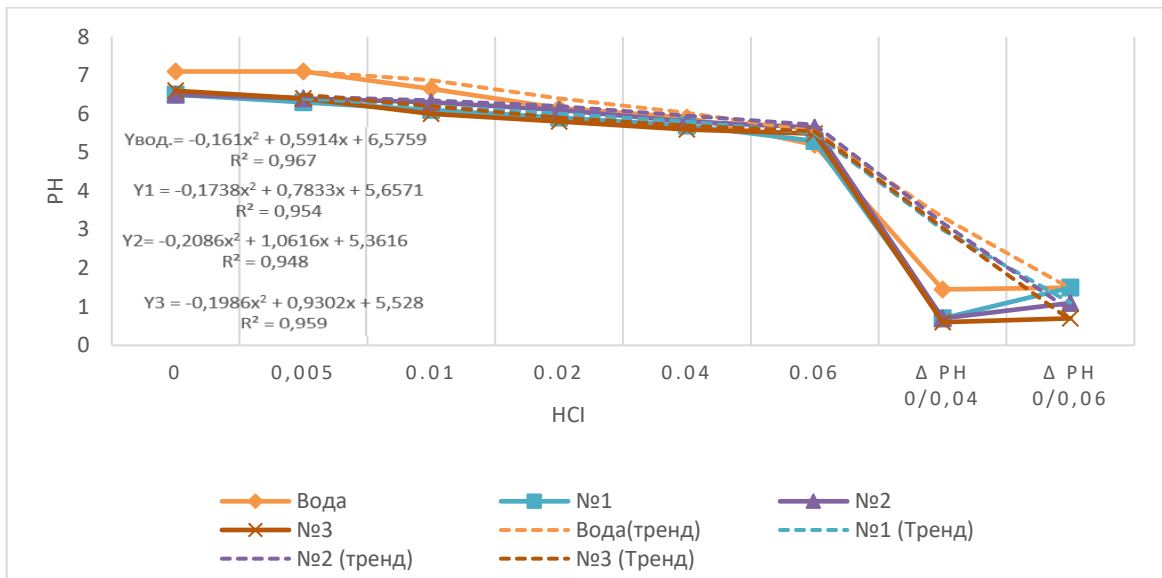


Рисунок 3.7 – Буферна ємність фаршів для виготовлення напівкопчених ковбас

З урахуванням наведених вище даних можна прийти до висновку, що підбір рецептурних компонентів здійснений належним чином і не має негативного впливу на якість і технологічні характеристики готового продукту.

Модельні зразки виготовлялися за класичною рецептурою напівкопчених ковбас, з використанням стандартних режимів термічної обробки.

У таблиці 3.19 наведено фізико-хімічні показники напівкопчених ковбас з використанням сирів у якості наповнювачів

Таблиця 3.19 – Фізико-хімічні показники напівкопчених ковбас з сиром

Показник	Рецептура № 1	Рецептура №2	Рецептура № 3
Вміст вологи %	44,0±0,8	45,0±0,5	43,9±0,6
ВЗЗ, %	97,1±0,7	98,0±0,5	98,5±0,4
pH	6,56	6,64	6,62
Вміст жиру, %	38,1±0,1	36,5±0,1	32,1 ±0,1
Пластичність, см <sup>2</sup> ×г	22,4±0,2	21,9±0,7	24,7±0,7
Вміст білка, %	14,8±0,1	13,9±0,1	15,1±0,1
Вихід, %	91,0±0,7	90,7±0,2	91,3±0,2
Aw	0,958	0,961	0,952

З даних таблиці 3.19 видно, що вміст вологи знаходиться на рівні 45%, даний показник знаходиться в межах норми відповідно до ДСТУ 4435:2005 «Ковбаси напівкопчені». Значення  $A_w$  характерне для напівкопчених ковбас.

Вміст загального жиру, дещо вищий ніж у попередніх рецептурах, з використанням білкових препаратів, що є наслідком використання сирів у рецептурах, котрі мають доволі високу долю жиру.

Для розрахунку приблизної біологічної цінності розроблених напівкопчених ковбас була використана програма BIO1.bas. Ця програма дозволила створити модель хімічного складу ковбас з урахуванням їх функціонально-технологічних показників.

Було використано програму BIO1.bas для визначення розрахункової біологічної цінності розроблених напівкопчених ковбас. За допомогою цієї програми були створені моделі хімічного складу ковбас, враховуючи їх функціонально-технологічні показники. Подальший оптимізаційний розрахунок був здійснений для визначення оптимального амінокислотного та хімічного складу за критеріями СКОР для рецептур № 1, № 2 та № 3.

Таблиця 3.20 – Змодельований амінокислотний склад напівкопчених ковбас сиром

№	Елемент	Значення за хімічним складом		
		Рецептура № 1	Рецептура № 2	Рецептура № 3
1	Вміст білка в 100 г продукту, %	14,8	13,9	15,1
2	Загальний вміст вологи, %	44,0	45,0	43,9
Значення СКОР, по загальному вмісту в 1 г білка продукту, %				
3	Валіну	104,93	105,09	108,84
4	Ізолейцину	108,36	111,65	115,64
5	Лейцину	118,62	114,08	118,16
6	Лізіну	148,57	147,36	152,63
7	Метіоніну	110,16	107,97	111,82
8	Треоніну	96,68	106,46	110,26
9	Триптофану	152,63	133,21	137,97
10	Фенілаланіну	126,39	122,22	126,58

Продовження таблиці 3.20

11	Аланіну	184,15	182,01	188,51
12	Аргініну	114,30	114,62	118,71
13	Аспарагінової кислоти	123,52	123,82	128,25
14	Гістидину	168,85	182,10	188,61
15	Гліцину	146,55	140,40	145,42
16	Глутамінової кислоти	129,31	120,91	125,23
17	Оксипроліну	71,11	109,06	112,96
18	Проліну	187,13	173,73	179,94
19	Серину	141,79	138,60	143,55
20	Тирозину	125,39	118,76	123,00
21	Цистину	90,22	92,13	95,42
22	Метіонін + цистин	102,75	102,08	105,72
23	Фенілаланін+ тирозин	125,91	120,57	124,88

Як видно з таблиці 3.20 більш збалансованою по амінокислотному складу є рецептура №3, це пов'язано із використанням у рецептурі більшої кількості сиру, з високим вмістом білка, що надало продукту вищий показник загального білка. Для усіх рецептур значення СКОР по більшості амінокислот перевищує або наближене до 100%.

У таблиці 3.21 представлено значення КРАС та біологічної цінності білків по рецептурам №1-3.

Таблиця 3.21 Показники біологічної цінності білків

Показник розбалансованості	Рецептура №1	Рецептура №2	Рецептура №3
Коефіцієнт різниці амінокислотного скору незамінних і лімітованої амінокислот (КРАС), %	8,2	14,3	7,7
Біологічна цінність (БЦ), %	91,8	95,7	92,3

З даних таблиці 3.21 видно, що найбільш високим значення БЦ володіє рецептура №3, рецептура №1 та №2 також мають високі показники розрахункової БЦ.

Крім визначення збалансованості амінокислотного складу для модельних напівкопчених ковбас із сиром розраховували збалансованість по жирно кислотному складу. Дані розрахунків представлено в таблиці 3.22. Розрахунки також проводили за допомогою програми BIO1.bas

Таблиця 3.22 – Жирно-кислотний склад модельних рецептур напівкопчених ковбас із сиром

№	Елемент	Значення за хімічним складом, відповідності еталону, %		
		Рецептура № 1	Рецептура №2	Рецептура №3
1	Сума жирів, в 100 г продукту	90,97	85,73	96,74
2	Тригліцериди, мг	157,52	196,03	170,35
3	Фосфоліпіди	145,87	246,59	153,01
4	Холестерин	95,63	98,76	78,99
5	Ненасичені жирні кислоти	152,15	287,42	143,79
6	Мононенасичені жирні кислоти,	230,15	196,55	220,75
7	Поліненасичені жирні кислоти	197,03	250,50	203,21
8	Лінолева	134,32	174,00	154,23
9	Ліноленова	178,59	108,45	184,24
10	Арахідонова	170,18	157,98	170,66
11	Співвідношення ПНЖК Лінолева / Ліноленова	7,60	12,64	6,08

Аналізуючи таблиці 3.21 та 3.11 можна зробити висновок, що більш високий рівень збалансованості по амінокислотному і жирно кислотному має рецептура № 3. Рецептури №1 та №2 також мають хороші показники біологічної цінності, та досить збалансований жирно-кислотний склад.

Проведено комплексну органолептичну оцінку напівкопчених ковбас з використанням сирів, у якості наповнювачів. Оцінку проводили за 5-ти бальною шкалою.

Таблиця 3.23 – Органолептична оцінка модельних рецептур напівкопчених ковбас (1 доба після виготовлення)

Показники	Рецептура №1	Рецептура №2	Рецептура №3
Зовнішній вигляд	4,15 ± 0,11	3,82 ± 0,15	4,92 ± 0,18
Смак	4,51 ± 0,14	4,24 ± 0,18	4,71 ± 0,13
Запах	4,62 ± 0,12	4,45 ± 0,18	4,82 ± 0,19
Вигляд на розрізі	4,22 ± 0,12	3,71 ± 0,14	4,83 ± 0,20
Консистенція	3,81 ± 0,16	3,70 ± 0,11	4,75 ± 0,22
Загальна оцінка	4,26 ± 0,21	3,98 ± 0,11	4,80 ± 0,2

При аналізі рецептур виявлено, що рецептура №3 з використанням сиру "Фітнес" (з низьким вмістом жиру, 22%) у кількості 15% демонструє найвищу органолептичну оцінку. Виріб, приготовлений за цією рецептурою, характеризується відмінним смаком та ароматом, відсутністю бульйонних та жирових набряків. Він має пружну та щільну консистенцію, не розколюється при різанні і має характерний хруст. На перерізі чітко видно рисунок сиру, який залишився стійким та не розтопився під час термічної обробки. У рецептур №1 та №2 є зауваження стосовно щільності на перерізі. Внаслідок підплавлення сиру у цих випадках утворилися порожнини, в які виділився бульйон, що вплинуло на зовнішній вигляд і загальну консистенцію продукту. Незважаючи на це, смак та запах цих продуктів залишилися на високому рівні. Органолептичну оцінку для визначення якісних відмінностей модельних зразків напівкопчених ковбас доцільно доповнити побудовою профілограм, що дозволить наглядно продемонструвати порівняльну сенсорну характеристику оцінки зразків.

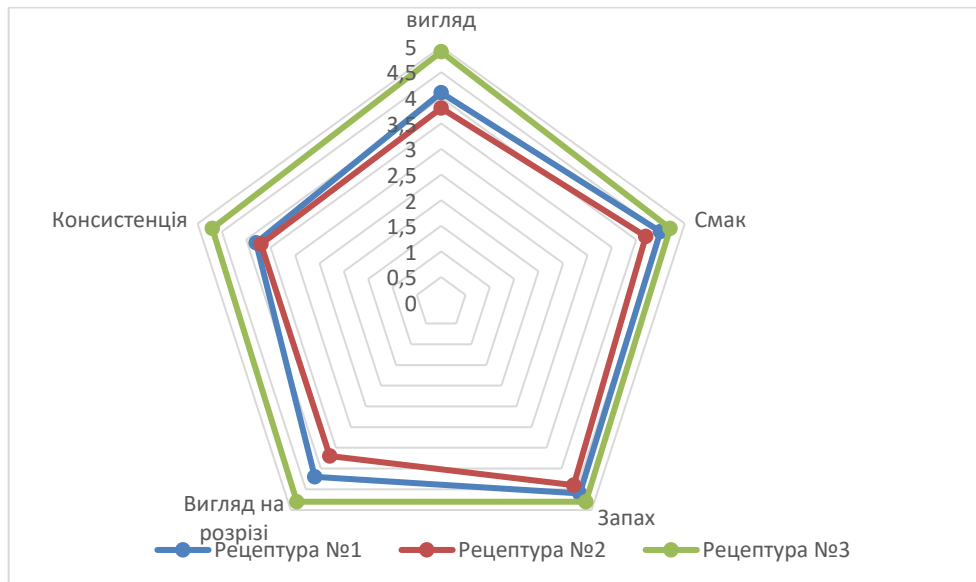


Рисунок 3.8 – Органолептичні показники напівкопчених ковбас з сиром за рецептурами №1 - 3

Досліджено, зміни показників мікробіологічної безпечності напівкопчених ковбас з сиром протягом зберігання. Зберігання відбувалось при температурі 4-6°C та відносній вологості 75%, без додаткового пакування.

Проведено мікробіологічні дослідження, відбори проб здійснювали на 5, 10 та 14 добу зберігання.

Таблиця 3.24 – Мікробіологічні показники напівкопчених ковбас, з використанням сирів протягом 14 діб зберігання

Назва показника	Доба	Зразки		
		№1	№2	№3
Кількість мезофільних аеробних і факультативно- анаеробних мікроорганізмів, КУО в 1,0 г продукту	5	-	-	-
	10	-	-	-
	14	$9,1 \cdot 10^2$	$8,9 \cdot 10^2$	$6,55 \cdot 10^2$
Бактерії групи кишкових паличок (коліформи), в 1,0 г продукту	5	-	-	-
	10	-	-	-
	14	-	-	-
Сульфитредукувальні клостридії, в 0,01 г продукту	5	-	-	-
	10	-	-	-
	14	-	-	-

Staphylococcus aureus, в 1,0 г продукту	5	-	-	-
	10	-	-	-
	14	+	+	-
Патогенні мікроорганізми, зокрема бактерії роду Salmonella, в 25 г продукту	5	-	-	-
	10	-	-	-
	14	-	-	-
L. Monocytogenes, в 25 г продукту	5	-	-	-
	10	-	-	-
	14	-	-	-

Протягом зберігання виявлено, що напівкопчені ковбаси з використанням сирів, у якості наповнювачів, досить мікробіологічно стабільні, і протягом терміну зберігання ведуть себе передбачувано. Не малу роль грає процес копчення, що забезпечує зниження бактеріальної активності на поверхні батонів. Сири мають у складі досить великий вміст харчової солі, що також впливає та збільшення терміну придатності. Протягом зберігання відбулася часткова усушка, що також вплинуло на активність води та, як наслідок, передчасний розвиток патогенної мікрофлори. Виявлення МАФAM на пробі від 14 доби зберігання, говорить про те, що продукти даного типу потрібно споживати протягом 10-12 діб, при умові правильних режимів зберігання.

Досліджено фізико-хімічні показники напівкопчених ковбас з сиром на 14 добу зберігання, та наведено у таблиці 3.25

Таблиця 3.25 – Фізико-хімічні показники напівкопчених ковбас на 14 добу зберігання

Показник	Рецептура № 1	Рецептура №2	Рецептура № 3
Вміст вологи %	47,0±0,8	48,0±0,5	46,1±0,6
ВЗЗ, %	98,1±0,7	96,7±0,5	97,5±0,4
pH	6,21	6,32	6,35
Вміст жиру, %	38,7±0,1	37,5±0,1	33,3 ±0,1
Пластичність, см <sup>2</sup> *г	20,4±0,2	22,1±0,7	23,1±0,7
Вміст білка, %	15,8±0,1	14,1±0,1	16,0±0,1
Вихід, %	87,0±0,7	86,7±0,2	88,3±0,2
Aw	0,953	0,954	0,950

Аналізуючи дані з таблиці 3.25, видно, що внаслідок втрати вологи при зберіганні, дещо підвищився, вміст білка та загального жиру. Активність води знизилась, що також є наслідком втрати вологи при зберіганні. Відбулась незначна зміна рН, у кислу сторону, не зважаючи на вміст у продукті сиру, із нижчим значенням рН зміни не суттєві, та лінійні.

На рисунку 3.9 графічно зображено зміни виходів для рецептур №1, №2 та №3 на початок та кінець зберігання.

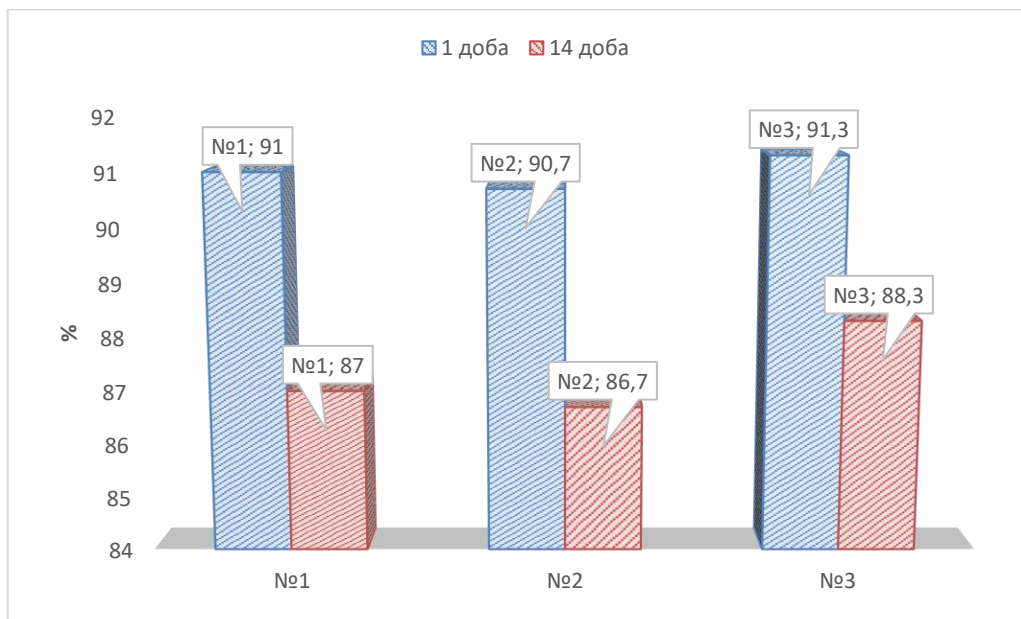


Рисунок 3.9 – Зміни виходів (втрати вологи) напівкопчених ковбас з сиром за рецептурами №1 – 3, під час зберігання

Характерно, що процес втрати вологи відбувався протягом усього терміну зберігання. При цьому у перші 5 діб, втрата вологи була на рівні 0,35% на добу, після наступний період, близько 0,2% на добу. Не зважаючи на те, що при виробництві не використовувалась додатково внесена волога, та втрати при термічній обробці становили, близько 10%, в період зберігання, процес усушки продовжився. Оскільки для даного виду ковбас використовується проникна оболонка, в подальшому, задля збереження виходу, та зручності реалізації бажано використовувати бар'єрне пакування.

### Висновки до розділу 3

Проведено аналіз основних фізико-хімічних, технологічних і мікробіологічних характеристик м'ясної та молочної сировини, яка використовуються при виготовленні напівкопчених ковбас. Досліджено основні технологічні показники молочних білкових продуктів. Виявлено, що індекс розчинності міцелярного казеїну та казеїнатів, при 50°C знаходиться на рівні 0,2-0,25; що говорить про високі показники розчинності для даних молочних продуктів. Виявлено, що найбільшою в'язкістю характеризувався зразок з концентрацією 10% казеїнату натрію після термічної обробки при та охолодження до 20°C - вона становила 4,65 Па·с, а найменшою в'язкістю характеризувався концентрат сироваткового білка 1% казеїну при 20°C, але без попередньої термічної обробки – 1,9 Па·с.

Розроблено рецептури напівкопчених ковбас з використанням молочних білкових компонентів. Доведено, що використання казеїну та казеїнату натрію у кількості 2% покращує структурно-механічні та споживчі властивості напівкопчених ковбас. Встановлено, що під час зберігання, використання білкових добавок у складі напівкопчених ковбас, дозволяє значною мірою призупинити процес втрати вологи, та скоротити його до 0,15% на добу. Доведено, що використання молочних білків, не впливає на мікробіологічну стабільність під час зберігання.

Розроблено рецептури напівкопчених ковбас з використанням сичужних сирів як наповнювачів. Визначено оптимальні умови зберігання ковбасних виробів з додаванням сичужних сирів. Підтверджено, що після 14 днів зберігання спостерігається розвиток патогенної мікрофлори, що впливає на якість і безпечність продукту. Затверджено оптимальний термін зберігання на рівні 12 днів при температурі 4-6°C і відносній вологості 75%.

Результати, описані у розділі 3, представлені у публікаціях (1, 2, 5, 10, 11-14) у переліку (додаток А).

## РОЗДІЛ 4

### РОЗРОБЛЕННЯ МОЛОКОВМІСНОГО БІЛКОВО-ЖИРОВОГО НАПОВНЮВАЧА ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ У КОВБАСНИХ ВИРОБАХ

#### 4.1. Аналіз компонентів для виготовлення стабілізуючої композиції для виготовлення сирного продукту

Попередньо, проведено аналіз структуроутворюючих добавок для подальшого використання у якості стабілізаторів для виготовлення молокоvmісних білково-жирових наповнювачів. За основу стабілізуючих функціональних компонентів підібрано наступні інгредієнти:

- Крохмаль клейстеризований модифікований кукурудзяний гарячого набухання (E1422, Clearam CH 20, Франція)
- Желатинізований модифікований крохмаль, отриманий із восковидної кукурудзи ( E1424, National Starch and Chemica, Румунія)
- Крохмаль модифікований емульгуючий (E1450, Paselli MC 150, Нідерланди),
- Карбоксилметилцелюлоза (E466, Shandong Yulong Cellulose Technology Co., Ltd, Китай)
- Пшенична клітковина (Vitalcel VF-200, Німеччина)
- Бамбукова клітковина (Vitalcel BAF-200, Німеччина)
- Йота карагенан рафінований (Richest Group, Китай)
- Каппа карагненан напіврафінований (Goma Kappa SOSA, Іспанія)

Проведено паралельні дослідження реологічних властивостей, різних видів функціональних продуктів; модифіковані крохмалі, харчові волокна, гідроколоїди, для визначення максимальних показників функціональності та придатності для виготовлення структурних продуктів на їх основі.

Вивчення хімічного складу та гідрофільності модифікованих крохмалів може дати нам важливу інформацію про їх потенційне використання як згущувачів-стабілізаторів для досягнення бажаної текстури та структурно-механічних властивостей харчових продуктів. Підібрані крохмалі, самостійно або у синергізмі

дозволять створювати стабільні матриці із помірною щільністю, що дозволить використовувати їх, як основу для формування, низькожирних, жирних, білкових або безбілкових, продуктів які можна використовувати, як самостійні або напівфабрикати для інших продуктів харчових виробництв, в тому числі м'ясних.

Рекомендована виробниками температура заварювання для максимальної гідратації для підібраних крохмалів 80°C. Концентрація розчинів становила 5%, температура заварювання 80°C, час витримки 5 хв.

Зразок №1 - Крохмаль клейстеризований модифікований кукурудзяний гарячого набухання:вода (80°C) - 5:95;

Зразок №2 - Желатинізований модифікований крохмаль, отриманий із восковидної кукурудзи: вода (80°C) - 5:95;

Зразок №3 - Крохмаль модифікований емульгуючий:вода (80°C) - 5:95;

Показники в'язкості досліджуваних розчинів в залежності від навантаження системи, та наведено у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1. – Показники в'язкості досліджуваних розчинів в залежності від навантаження системи

№	Напруга зсуву, Па	В'язкість, Па*с		
		Зразок №1	Зразок №2	Зразок №3
1	50	750	700	440
2	100	750	670	300
3	150	400	600	300
4	200	270	500	240
5	250	200	250	200
6	300	100	200	140
7	350	100	100	100
8	400	100	90	70
9	450	50	70	50
10	500	50	25	20

На рисунку 4.1. зображено графік залежності напруження зсуву на в'язкість досліджуваних модифікованих крохмалів.

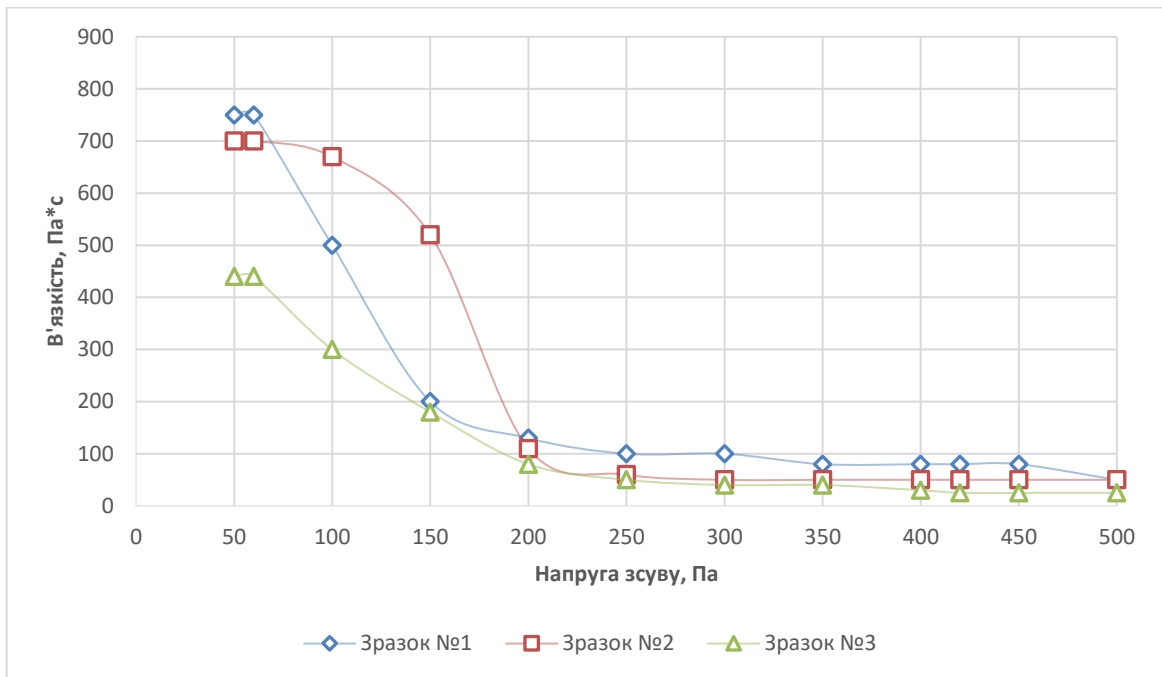


Рисунок 4.1. – Залежність в'язкості від напруги зсуву

На основі спостережень даного дослідження можна зробити висновок, що всі об'єкти, що були вивчені, є структурованими системами. При збільшенні навантаження в'язкість знижується. Це пояснюється руйнуванням надмолекулярних структур в системі. Зразки №1 та №2, мають значно вищі показники в'язкості, у порівнянні із зразком №3, при однакових параметрах приготування та механічного впливу, це зумовлено, саме властивостями даного зразка, оскільки він характеризується додатковими емульгуючими властивостями, при цьому сила гелеутворення та в'язкість нижча. Але його можна використовувати додатково із одним із зразків №1 та №2, в системі крохмаль:вода:жир. При охолодженні до 20°C, системи набувають відносної пружності.

Для визначення функціонально-технологічних характеристик харчових волокон проведено дослідження основних функціональних характеристик, зокрема досліджено вологозв'язуючу (ВЗЗ), вологоутримуючу (ВУЗ), жирутримуючу (ЖУЗ), емульгуючу здатність та стабільність емульсії (СЕ).

Результати досліджень наведено у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Функціонально-технологічні характеристики харчових волокон

Назва	ВУЗ (г води/г клітковини)	ВЗЗ (г води/г клітковини)	ЖУЗ (г олії/г клітковини)	ЕЗ(%)	СЕ(%)
КМЦ	4,9±0,1	14,2±0,07	5,11±0,06	57,13±0,06	53,42±0,1
VF 200	4,45±0,09	12,1±0,12	4,56±0,11	54,31±0,05	52,33±0,06
BAF 200	4,34±0,09	6,6±0,05	5,54±0,12	53,9±0,06	51,16±0,02

Із даних таблиці 4.2 видно, що підібрані харчові волокна володіють високу емульгуючу здатність та стійкість емульсій. Показники карбоксилметилцелюлози мають дещо кращі значення, що характерно, оскільки модифікація целюлози має покращені структурно-механічні показники, що характеризується досить широким її використанням у різних галузях харчових та промислових виробництв. Найвищі значення ВУЗ та ВЗЗ спостерігаються в КМЦ та пшеничних волокнах, натомість ЖУЗ має зразок бамбукової клітковини. Дані характеристики дають розуміння, що використання харчових волокон у системах вода:жир або вода:білок:жир, є доцільно та перспективною. Невисока вартість та хороші показники функціональності, дозволять виготовляти продукти із високими споживчими характеристиками.

Проведено дослідження процесу набухання досліджуваних харчових волокон, дослідження проводилось за температури  $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ , у очищеній питній воді. Кінетика набухання харчових волокон та КМЦ представлена на рисунку 4.2.

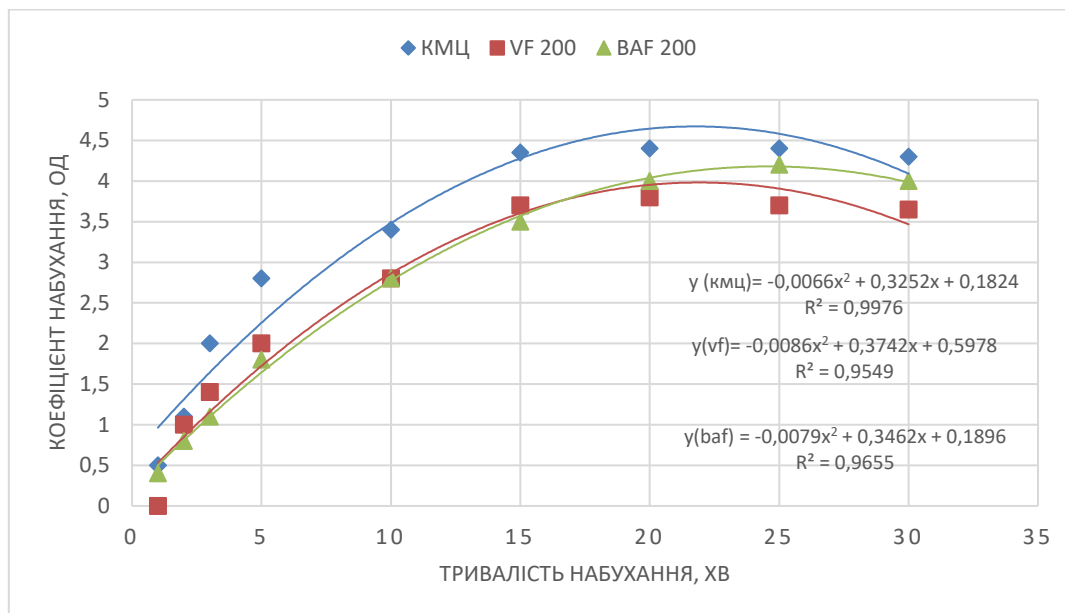


Рисунок 4.2 – Кінетика набухання КМЦ, VF-200, BAF-200.

Згідно із графіком (рисунок 4.2), максимальна інтенсифікація набухання відбувається у проміжку 5-10 хв. Максимальне значення коефіцієнта набухання властиве для КМЦ  $4,4 \pm 0,04$ , при цьому максимальне значення досягається після 15 хв процесу набухання. Після 25 хв процесу, набухання сповільнюється, ймовірно, у результаті збільшення об'єму харчового волокна, і відповідно напруги у просторовій сітці. Максимальне значення коефіцієнту набухання для двох інших зразків, становив  $4,01 \pm 0,06$  для BAF-200, на 25 хв набухання та  $3,81 \pm 0,05$  для VF-200 на 20 хв. Характерно, що КМЦ вимагає меншого часу для максимальної гідратації, при цьому має вищий коефіцієнт, тому при його використанні у харчових сумішах, можна досягти максимальної функціональності, при менших матеріальних затратах, пов'язаних із механічним впливом під час набухання.

Карагенан є одним з популярних гідроколоїдів, що широко використовуються у харчовій промисловості. Цей полісахарид відзначається своєю здатністю набухати, утворювати гелеві структури та стабілізувати суспензії. Особливо важливе застосування карагенану спостерігається у виробництві м'ясних, молочних та комбінованих продуктів.

Експериментально було встановлено, що при підігріванні дисперсного карагенану до температури між 40 та 60 °С, не спостерігається значного збільшення об'єму частинок або гідратації. Набряклі частинки мають низьку

рухливість, оскільки гідратація призводить до збільшення в'язкості. Подальше підігрівання розчинів до 75-80°C спричиняє зниження в'язкості, яка знову збільшується при охолодженні, а при температурі 40-50 °C утворюється гель.

Також було виявлено, що розчини каппа-карагенану та йота-карагенану утворюють гелі з різними властивостями залежно від наявності катіонів. Гелі є термозворотними речовинами і мають явище гістерезису, тобто різниця між температурою утворення гелю та температурою його плавлення.

Гістерезис - це явище, при якому значення властивості матеріалу залежить від того, чи збільшується ця властивість або зменшується. У разі карагенанів, особливо каппа-карагенану та йота-карагенану, спостерігається гістерезис при утворенні та плавленні гелів.

Під час охолодження розчину карагенану до температури, при якій відбувається гелеутворення, молекули карагенану організовуються у тривимірну мережу, що призводить до утворення гелю. Цей гель є стабільним при кімнатній температурі і зберігає свою гелеутворену структуру.

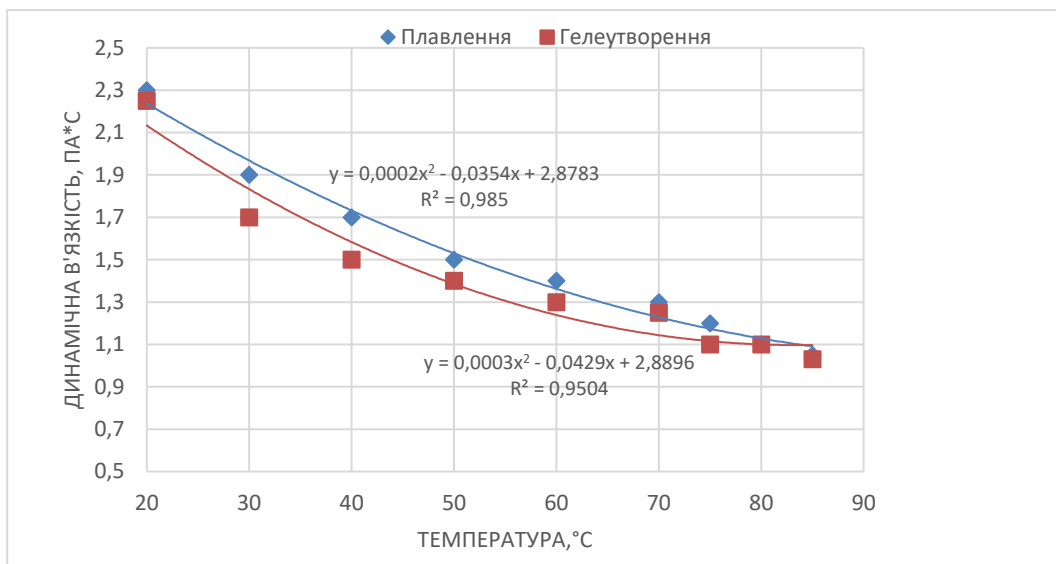
Проте, коли розчин гелю нагрівається до певної температури, гель розплавляється, тобто структура розбивається, і розчин стає рідким. Цей процес розплавлення гелю відбувається при підвищенні температури.

Цікавим аспектом є те, що температура гелеутворення карагенану (тобто температура, при якій відбувається утворення гелю під час охолодження) може бути відмінною від температури плавлення гелю (тобто температури, при якій гель розплавляється під час нагрівання). Це створює різницю між температурами гелеутворення і плавлення, що викликає гістерезис.

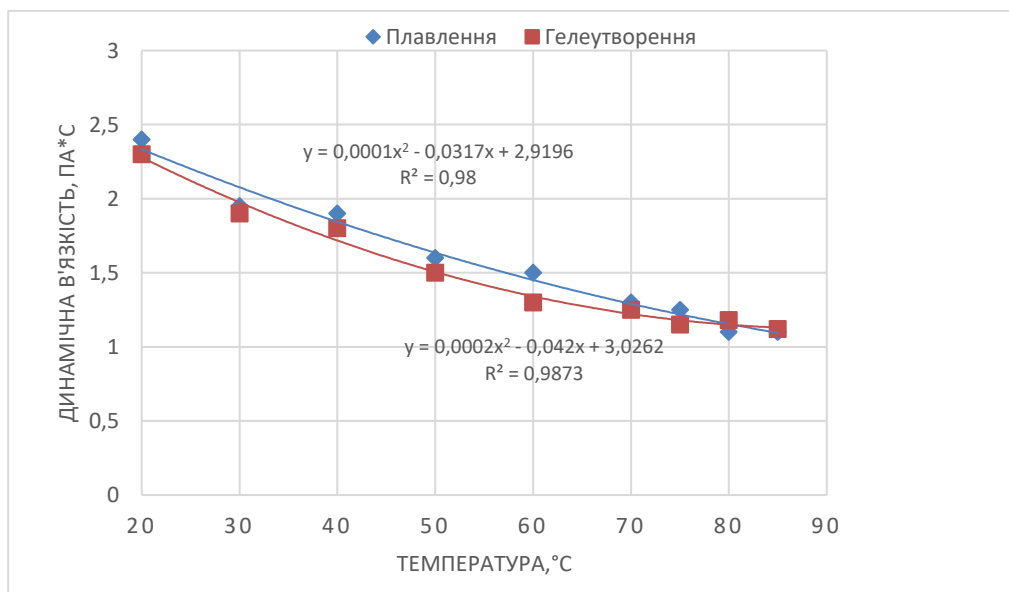
Гістерезис гелю карагенану означає, що температура плавлення гелю може бути вищою за температуру його гелеутворення. Таким чином, гель карагенану може бути стабільним при кімнатній температурі, але може бути розпавлений при вищих температурах. Цей процес залежить від типу карагенану (каппа, йота) та умов зберігання і обробки гелю.

Процес заварювання проводився при 80°C, при співвідношенні карагенан:вода- 1:100. Протягом заварювання проводили дослідження динамічної в'язкості при збільшенні температури до повного заварювання при 80°C та у зворотньому напрямку. Після охолодження гелі повторно піддали температурному оброблені із визначенням динамічної в'язкості.

Явище гістерезису каппа- (А) та йота- (Б) карагенанам наведена на рисунку 4.3.



(А)



(Б)

Рисунок 4.3 – Гістерезис для гелів карагенанів (А – каппа-, Б-йота- карагенан)

Аналізуючи дані рисунку 4.3 можна стверджувати, що процес плавлення гелів карагенанів, у зворотньому напрямку відбувається при дещо вищій температурі, аніж процес заварювання. При цьому підігріваючи суміш до температури заварювання, значення в'язкості наближуються до початкових  $1,1 \pm 0,05$  Па. Зважаючи на початкову концентрацію, каппа-карагенан має дещо нижчу в'язкість у порівнянні з модифікацією йота-карагенану, при цьому це характеризується, як у напрямку заварювання так і у напрямку плавлення. При виробництві напівфабрикатних систем, які підлягають повторній термічній обробці або заморожуванню, важливо віддавати перевагу використанню йота-карагенану. Це пов'язано з тим, що йота-карагенан здатний формувати тиксотропні розчини, тобто еластичні гелі, які мають стійкість до процесів заморожування та розморожування. Крім того, йота-карагенан є більш термостабільним у порівнянні з іншими речовинами. Можна зробити попередній висновок, що використання у рецептурах йота-карагенану дозволить отримувати більш еластичні та стабільні системи.

Побудовано залежність динамічної в'язкості гелів від концентрації карагенанів. Залежність динамічної в'язкості від концентрації каппа- та йота-карагенанів наведено у таблиці 4.3

Таблиця 4.3 – Показники в'язкості гелів карагенанів в залежності від концентрації

Назва	Концентрація, %							
	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6
Каппа	$1,1 \pm 0,1$	$1,24 \pm 0,07$	$1,45 \pm 0,1$	$1,55 \pm 0,06$	$1,8 \pm 0,1$	$1,95 \pm 0,06$	$2,2 \pm 0,1$	$2,37 \pm 0,03$
Йота	$1,22 \pm 0,09$	$1,31 \pm 0,12$	$1,55 \pm 0,1$	$1,63 \pm 0,05$	$1,87 \pm 0,06$	$2,1 \pm 0,02$	$2,3 \pm 0,03$	$2,44 \pm 0,06$

Графічне зображення динамічної в'язкості гелів, в залежності від концентрації карагенану наведено на рисунку 4.4.

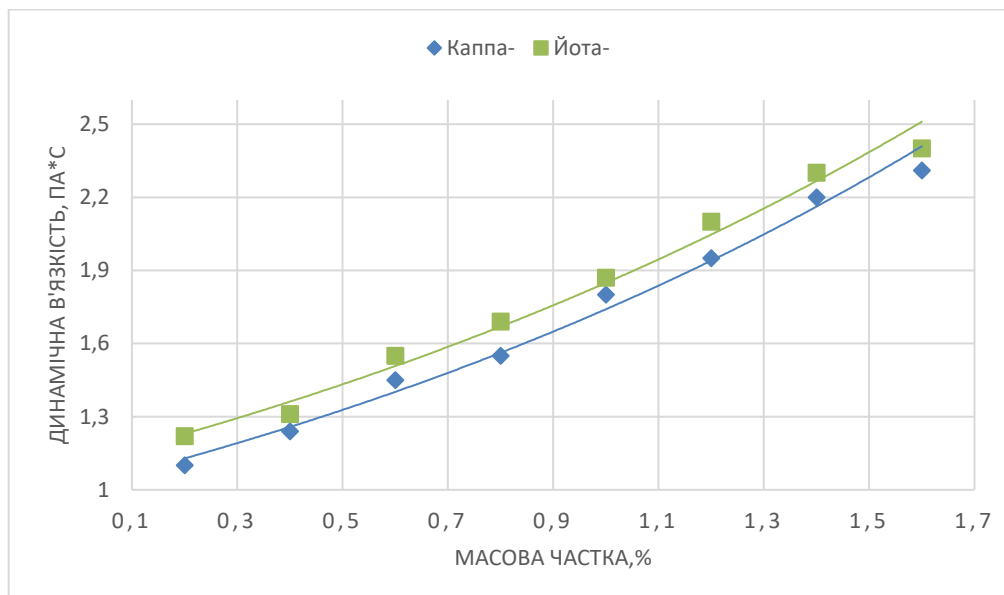


Рисунок 4.4 – Залежність в'язкості гелів від концентрації карагенанів

Структуруючі властивості карагенанів, а також їх розчинність у воді, залежать від складу карагенану. Каппа-карагенан та йота-карагенан мають макромолекули, які можуть розчинятися при високих температурах, та при охолодженні утворюють структурну сітку гелю, яка сприяє зчепленню. Це зумовлено їхніми властивостями желеутворювачів. Гель на основі каппа-карагенану має підвищену міцність через менший негативний заряд порівняно з йота-карагенаном, але при цьому має більшу крихкість та ламкість.

Під час зберігання може виникати явище синерезису у цих гелях, яке полягає в нежданому зменшенні об'єму гелю і відділенні води. Щоб регулювати структурно-механічні властивості гелю та його стійкість під час зберігання, можна змішувати різні типи карагенанів із додатковими компонентами, такими як харчові волокна, камеді рослинні та тваринні білки.

Проведено оптимізацію концентрації та режимів приготування розчинів йота-карагенану, що забезпечує максимальну реалізацію технологічного потенціалу гідроколоїдної системи. Застосовуючи активний план експерименту, зі змінами трьох незалежних змінних та комбінації трьох рівнів варіювання.

При підготовці зразків варіювали кількість йота-карагенану ( $X_3$ ), температуру заварювання ( $X_2$ ) та тривалість перемішування ( $X_1$ ). Точність отриманих

результатів забезпечувалась трьох-кратною повторюваністю дослідів та їх подальшим математичним обробленням за допомогою програми Microsoft Excel.

Рівні варіювання наведено у таблиці 4.3

Таблиця 4.3 – Рівні варіювання факторів

Фактор	Позначення	Одиниц і	Рівні варіювання		
			Верхній	Нульовий	Нижній
			+	0	-
Тривалість заварювання (Т)	C <sub>1</sub>	хв	7	5	3
Температура (t)	C <sub>2</sub>	°C	80	70	60
Кількість карагенану (v)	C <sub>3</sub>	%	1,5	1,0	0,5

Таблиця 4.4 – Матриця планування експерименту, з розрахунком дисперсії похибок

№	Рівні варіювання			Незалежні змінні			Міцність гелю, г/см <sup>3</sup> (Y)				
							Y <sub>c</sub>	S <sup>2</sup>	Паралельні досліді		
	Час перемішування, хв	Температура, °C	К-сть, %	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>					
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>			Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>
1	+	+	+	7	80	1,5	86,0	86,2	85,8	86,0	0,02
2	-	+	+	3	80	1,5	82,0	82,7	82,8	82,5	0,17
3	+	-	+	7	60	1,5	74,5	74,2	73,9	74,2	0,126
4	-	-	+	3	60	1,5	68,3	68,6	67,9	68,3	0,027
5	+	+	-	7	80	0,5	80,0	80,7	80,4	80,4	0,066
6	-	+	-	3	80	0,5	78,5	78,7	77,9	78,4	0,141
7	+	-	-	7	60	0,5	76,1	76,7	76,3	76,4	0,194
8	-	-	-	3	60	0,5	64,0	64,6	64,2	64,3	0,152
9	+	0	0	7	70	1,0	75,0	75,7	74,9	75,2	0,041
10	-	0	0	3	70	1,0	78,0	78,7	78,2	78,3	0,069
11	0	+	0	5	80	1,0	80,0	80,7	80,3	80,3	0,156

2	0	-	0	5	60	1,0	68,0	68,6	67,9	68,2	0,072
13	0	0	+	5	70	1,5	80,0	80,7	79,5	80,1	0,016
14	0	0	-	5	70	0,5	70,0	69,6	70,8	70,1	0,08
15	0	0	0	5	70	1	74,0	74,7	74,2	74,3	0,095

Однорідність дисперсії (відтворюваність дослідів) оцінювали за критерієм Кохрена.

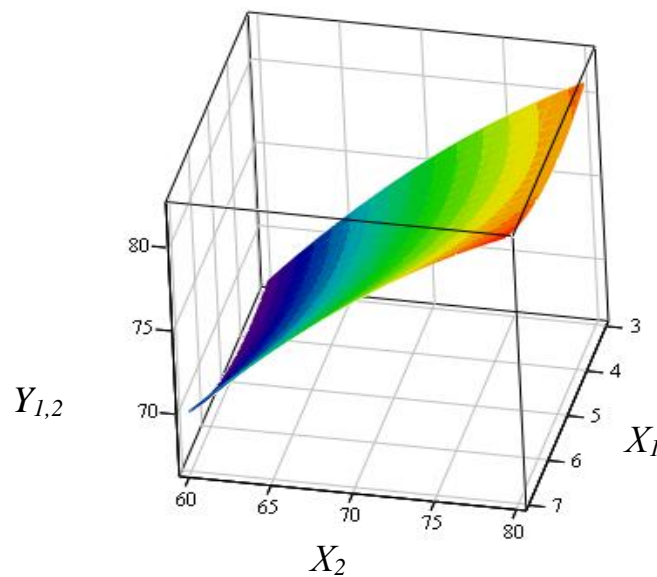
$$G_{\text{роз}} = \frac{\max S_j^2}{\sum_{j=1}^n S_j^2}$$

$$G_{\text{роз}} = 0,194 / 1,528$$

$$G_{\text{роз}} \approx 0,127$$

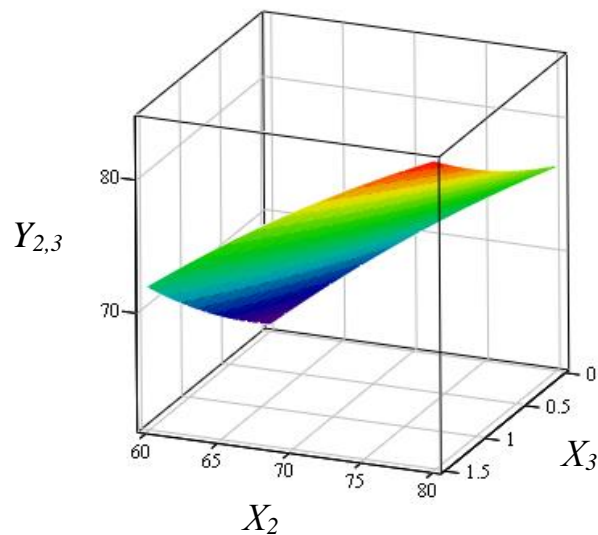
$$\text{При } p=0,95, G_{\text{таб}} = 0,335$$

Досліди відтворювані, так як виконується вимога  $G_{\text{роз}} \leq G_{\text{таб}}$



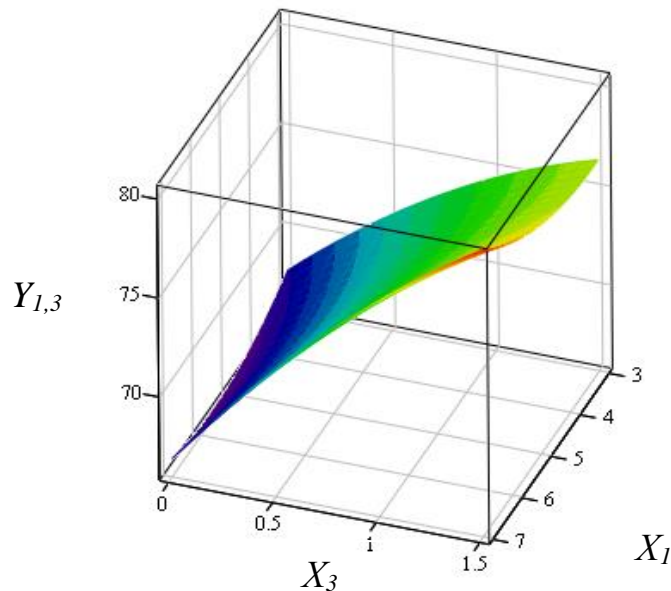
$$Y_{1,2} = -29,75 - 1,52 \cdot X_1 + 0,32 \cdot X_1^2 + 2,41 \cdot X_2 - 0,01 \cdot X_2^2 - 0,02 \cdot X_1 \cdot X_2$$

Рисунок 4.5 - Поверхня відгуку залежності міцності гелю ( $Y$ ) від тривалості перемішування ( $X_1$ ) та температури заварювання ( $X_2$ )



$$Y_{2,3} = -18.78 + 10.09 \cdot X_1 + 0.97 \cdot X_1^2 + 1.79 \cdot X_2 - 0.01 \cdot X_2^2 - 0.08 \cdot X_1 \cdot X_2$$

Рисунок 4.6 - Поверхня відгуку залежності міцності гелю ( $Y$ ) від температури заварювання ( $X_2$ ) та концентрації розчину ( $X_3$ )



$$Y_{1,3} = 74.12 - 2.85 \cdot X_1 + 0.25 \cdot X_1^2 + 6.09 \cdot X_2 - 1.88 \cdot X_2^2 + 0.83 \cdot X_1 \cdot X_2$$

Рисунок 4.7 - Поверхня відгуку залежності міцності гелю ( $Y_{1,3}$ ) від часу перемішування ( $X_1$ ) та концентрації розчину ( $X_3$ )

Для оцінки точності рівнянь 3-5 знайдено середньоквадратичне відхилення вихідних і розрахованих значень функції, які складають:

$$\delta Y_{1,2}=0,85, \delta Y_{2,3}=064, \delta Y_{1,3}=0,36.$$

За використанням наданих даних графіків (поверхонь відгуку), можемо провести аналіз залежності міцності гелю ( $Y$ ) від тривалості перемішування ( $X_1$ ), температури ( $X_2$ ) і концентрації ( $X_3$ ). Використовуючи графіки та поверхні відгуку, ми зможемо отримати більш детальне розуміння цих залежностей.

Поверхня відгуку  $Y$  від  $X_1$  та  $X_2$  демонструє, що при тривалості перемішування 10 хв і температурі 80 °С ми спостерігаємо найвищу міцність гелю. Зменшення тривалості перемішування або зниження температури призводить до зниження міцності гелю. Зокрема, міцність гелю при тривалості 3 хв і температурі 60 °С найнижча.

Поверхня відгуку  $Y$  від  $X_2$  та  $X_3$  відображає, що при температурі 80 °С і концентрації 1,5% ми спостерігаємо найвищу міцність гелю. Збільшення концентрації призводить до зростання міцності гелю. Також, з поверхні відгуку видно, що при температурі 60 °С навіть при високій концентрації (1,5%), міцність гелю залишається нижчою, порівняно з вищими температурами.

Нарешті, поверхня відгуку  $Y$  від  $X_1$  та  $X_3$  показує, що найвища міцність гелю досягається при тривалості перемішування 10 хв і концентрації 1,5%. При зменшенні тривалості перемішування або концентрації міцність гелю знижується.

Отже, аналізуючи поверхні відгуку, можна зробити висновок, що параметрами для досягнення високої міцності гелю є тривалість перемішування 10 хв, температура 80°С та концентрація 1,5%. При цьому для досягнення оптимальної міцності гелю та економічної ефективності можна використовувати наступні параметри: концентрація карагенану на рівні 1,0%, тривалість перемішування 5 хв та температура 80°С. Зазначені параметри є найбільш вигідними з точки зору властивостей заварювання йота-карагенану, швидкості процесу, матеріальних та технологічних затрат.

## 4.2. Розроблення структуроутворюючої композиції для виготовлення безбілкових стабілізаторів структурно-механічних показників

Керуючись дослідженнями функціонально-технологічних показників окремих компонентів, наступним кроком для розроблення білково-жирового наповнювача, для використання у ковбасних виробах, є створення стабілізуючої композиції, яка буде утворювати систему із достатніми емульгуючими та вологозв'язуючими властивостями, котра після застигання матиме високі показники щільності та стабільності при повторному нагріванні.

Поставлена задача полягає у створенні універсальної стабілізуючої композиції, до якої входить крохмаль кукурудзяний модифікований гарячого набухання, крохмаль модифікований емульгуючий, карбоксилметилцелюлоза, йота-карагенан рафінований, з подальшим її використанням у низькобілкових та білковісних структурних продуктах.

В якості структуроутворювача пропонується суміш крохмалю модифікованого кукурудзяного гарячого набухання (E1422, Clearam SN 2020, Франція), крохмалю модифікованого емульгуючого (E1450, Paselli MC 150, Нідерланди), карбоксилметилцелюлози (E466, Shandong Yulong Cellulose Technology Co., Ltd, Китай) з йота карагенаном рафінованим (E407, Richest Group, Китай) у співвідношенні 1:0,5:0,2:0,3, При використанні суміші для приготування білково-жирового наповнювача, в якості жирової складової можна використовувати будь який твердий жир рослинного або тваринного походження, в якості підкислювача, лимонну кислоту з додаванням солі, смако-ароматичної композиції та барвника.

Суміш із порошкоподібних компонентів готують при наступному співвідношенні компонентів, мас, %:

Крохмаль кукурудзяний модифікований гарячого набухання	50-60%
Крохмаль модифікований емульгуючий	20-30%
Карбоксилметилцелюлоза	10-15%
Йота карагенан рафінований	10-15%

Крохмаль модифікований емульгуючий сприяє рівномірному розподілу жирової фракції в рідкому середовищі, завдяки чому готовий продукт набуває однорідної структури, У той самий час крохмаль модифікований кукурудзяний гарячого набухання, карбоксилметилцелюлоза разом із карагеном швидко набухають у гарячій воді, створюючи щільну структуру готового продукту, при оптимізованому співвідношенні інгредієнтів.

Приклади рецептурного складу структуроутворюючої суміші наведено у таблиці 4.7.

Таблиця 4.7 – Модельні зразки структуроутворюючих сумішей

№	Сировинні компоненти	Вміст у рецептурі, %			
		Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3	Зразок 4
1	Крохмаль кукурудзяний модифікований гарячого набухання	50	55	60	55
2	Крохмаль модифікований емульгуючий	30	20	20	25
3	Карбоксилметилцелюлоза	10	15	5	10
4	Йота-карагеном рафінований	10	10	15	10
Всього, %		100	100	100	100

Приклади рецептурного складу безбілкових стабілізаторів структурно-механічних показників (БССМП) з використанням структуроутворюючих сумішей наведено в таблиці 4.8.

Таблиця 4.8 – Модельні зразки безбілкового структурного продукту

Сировинні компоненти	Вміст у рецептурі, %			
	Зразок №1	Зразок №2	Зразок №3	Зразок №4
Вода	59,9	51,9	49,9	54,9
Жир	15	25	25	20
Структуроутворююча композиція	20	20	20	20
Всього, %	100	100	100	100

Технологічна схема виготовлення безбілкового стабілізатора структурно-механічних показників наведено на рисунку 4.1



Рисунок 4.1- Загальна технологічна схема виготовлення БССМП

Апаратурно-технологічна схема виготовлення БССМП наведена на рисунку 4.2.

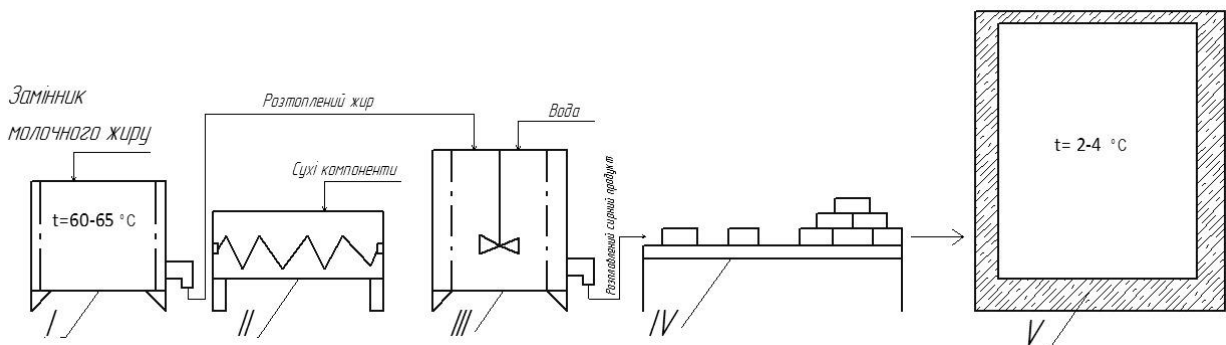


Рисунок 4.2- Апаратурно-технологічна схема виготовлення БССМП

I – Котел правитель, II – Мішалка ля сухих компонентів, III – Резервуар з паровим контуром та мішалкою, IV – Формувальний стіл, V- Холодильна камера

Процес виготовлення полягає у наступному, в ємність із мішалкою та термоконтуром вносять жир, воду, та підігрівають суміш до повного розтоплення жиру. В суміш розтопленого жиру та води (при постійному перемішуванні) вносять стабілізуючу суміш, суміш переміщується при постійному нагріванні до повного

розчинення компонентів та відсутності грудочок, з подальшим нагріванням суміші до  $85\pm 2$  °С, та витримкою протягом 5-6 хв. Візуалізацію процесу виготовлення наведено на рисунку 4.3.



Рисунок 4.3- Процес виготовлення БССМП в лабораторних умовах

I – Розтоплений замінник молочного жиру з водою, II – Внесення стабілізуючої композиції, III – Продукт перед формуванням

Готова суміш розливається у тару з подальшим визріванням 6-10 год, при температурі  $4\pm 2$  °С.

Фізико-хімічні показники зразків БССМП наведено у таблиці 4.9.

Таблиця 4.9 – Фізико-хімічні показники зразків БССМП

№	Показники	pH	Вміст вологи, %	Вміст жиру у с.р., %	ВЗЗ, %
1	Зразок №1	5,8	$59,92\pm 0,11$	$13,32\pm 0,05$	$89,5\pm 0,2$
2	Зразок №2	5,6	$52,55\pm 0,12$	$23,47\pm 0,04$	$92,1\pm 0,3$
3	Зразок №3	5,7	$51,34\pm 0,1$	$21,23\pm 0,03$	$92,6\pm 0,2$
4	Зразок №4	5,9	$55,54\pm 0,02$	$16,24\pm 0,03$	$93,2\pm 0,2$

Аналізуючи дані з таблиці 4.9 можна зробити висновок, що при однаковій кількості внесеної лимонної кислоти, значення рН дещо нижчі у зразках із більшою кількістю доданого жиру. Вологозв'язуюча здатність готових продуктів, має доволі

високі значення 89,5%, для зразка №1 та 93,2% для зразка №4, що характеризує високий показник гідратації стабілізуючих композицій.

Характеристика консистенції та зовнішнього вигляду продуктів наведено у таблиці 4.10.

Таблиця 4.10 – Характеристика консистенції та зовнішнього вигляду продуктів

Показники	Зразки №			
	1	2	3	4
Консистенція	Однорідна, злегка м'яка, мазка	Тверда, крихка	Твердий, кришиться при нарізанні	Однорідна, щільна еластична
Зовнішній вигляд	Монолітний, еластичний продукт	Розшарування жирової складової	Розшарування жирової складової	Монолітний, еластичний продукт

Зразок №1 має однорідну консистенцію, яка може бути описана як м'яка, але все ж досить стійка. Зовнішній вигляд цього зразка є монолітним, що означає, що він має єдину і цілісну структуру, показник еластичності свідчить про його гнучкість і пружність.

Зразок №2 має тверду, крихку консистенцію, що означає, що використання у стабілізуючій суміші більшої кількості модифікованого крохмалю та КМЦ, призводить до погіршення структурно-механічних властивостей. Розшарування жирової складової означає, що використання у складі жиру у кількості більше 20% не доцільне.

Зразок №3 також має тверду консистенцію, але він кришиться при нарізанні, розшарування жирової складової може бути ознакою недостатньо стабільної системи, в якій недостатньо емульгуючих складових, для утворення монолітної системи.

Зразок №4 має однорідну, щільну еластичну консистенцію, Монолітний зовнішній вигляд свідчить про його єдність, а еластичність вказує на високу здатність до повернення до початкової форми після зазначеного навантаження.

Проведено оцінку за показниками консистенції та зовнішнього вигляду продукту, Порівняльні дослідні дані наведено на рисунку 4.4.

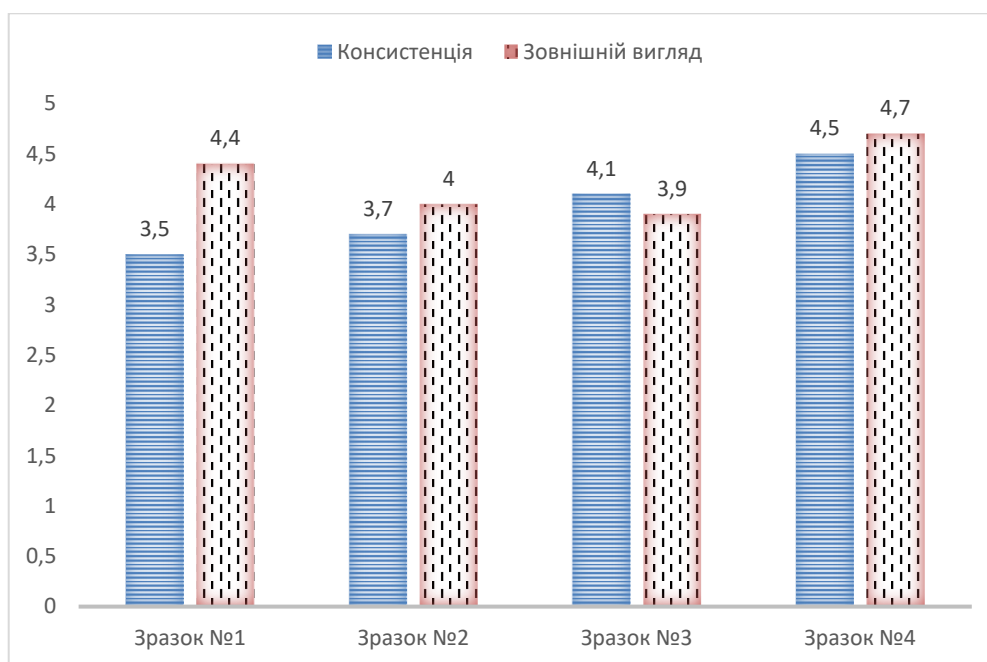


Рисунок 4.4 – Порівняльна діаграма бальної оцінки консистенції та зовнішнього вигляду БССМП після застигання.

Характеризуючи бальну оцінку консистенції виготовлених продуктів, можна стверджувати, що використання у складі, суміші структуроутворюючої виготовленої за рецептурою №4 (Таблиці 4.7), та рецептурного складу безбілкової системи (Зразок №4, таблиці 4.8) дозволяє отримати продукт із високими показниками твердості. Що, в подальшому, може використовуватись, як стабільна основа для внесення додаткових компонентів для покращення харчової та біологічної цінності даного продукту.

### **4.3. Розроблення молоковмісного білково-жирового наповнювача, для використання у м'ясних продуктах**

Розроблені попередньо, безбілкові продукти, можуть слугувати хорошою основою, для внесення до них додаткових компонентів, що будуть покращувати біологічну та харчову цінність, зокрема молочних білків. При цьому, їх можна буде використовувати і м'ясних продуктах, у вигляді наповнювачів. Що дозволить збагачувати продукти економ сегменту додатковими джерелами

легкозасвоюваного білка, а продукти середньої та високої цінової категорії покращеними смаковими характеристиками та різноманіттям асортименту.

Основне завдання полягає у розробленні технології термостабільного сирного продукту на основі сухих молочних білків, для подальшого використання у рецептурах напівкопчених ковбас. Створення технологічної схеми виготовлення продукту, із мінімальною потребою додаткового обладнання, та можливістю виготовлення сирного наповнювача, безпосередньо на м'ясопереробному виробництві. Враховуючи попередні дослідження, розроблений продукт повинен мати високі структурно-механічні, органолептичні та харчові характеристики. Збагачення розробленого продукту молочними білковими компонентами дозволить значно покращити усі вище перелічені показники.

Як основне джерело білка використовується казеїнат натрію, котрий містить повний спектр амінокислот, включаючи всі необхідні для організму людини амінокислот. Це робить його важливим джерелом білка з високою переварюваністю. Також має анаболічні властивості, тобто сприяє м'язовому зростанню та відновленню після фізичних навантажень. Основною характеристикою для формування стабільних систем є те, що казеїнат натрію має хорошу стабільність при високих температурах, що дозволяє його використання у процесі обробки та виробництва продуктів з високою температурою обробки. Казеїнат доцільно використовувати в комплексі із концентратом сироваткового білка, який є основним носієм альбуміну, у молочних системах та є більш дешевою альтернативою.

Технологічний процес виготовлення білково-жирових наповнювачів проводили за наступною технологічною схемою наведеною на рисунку 4.5.

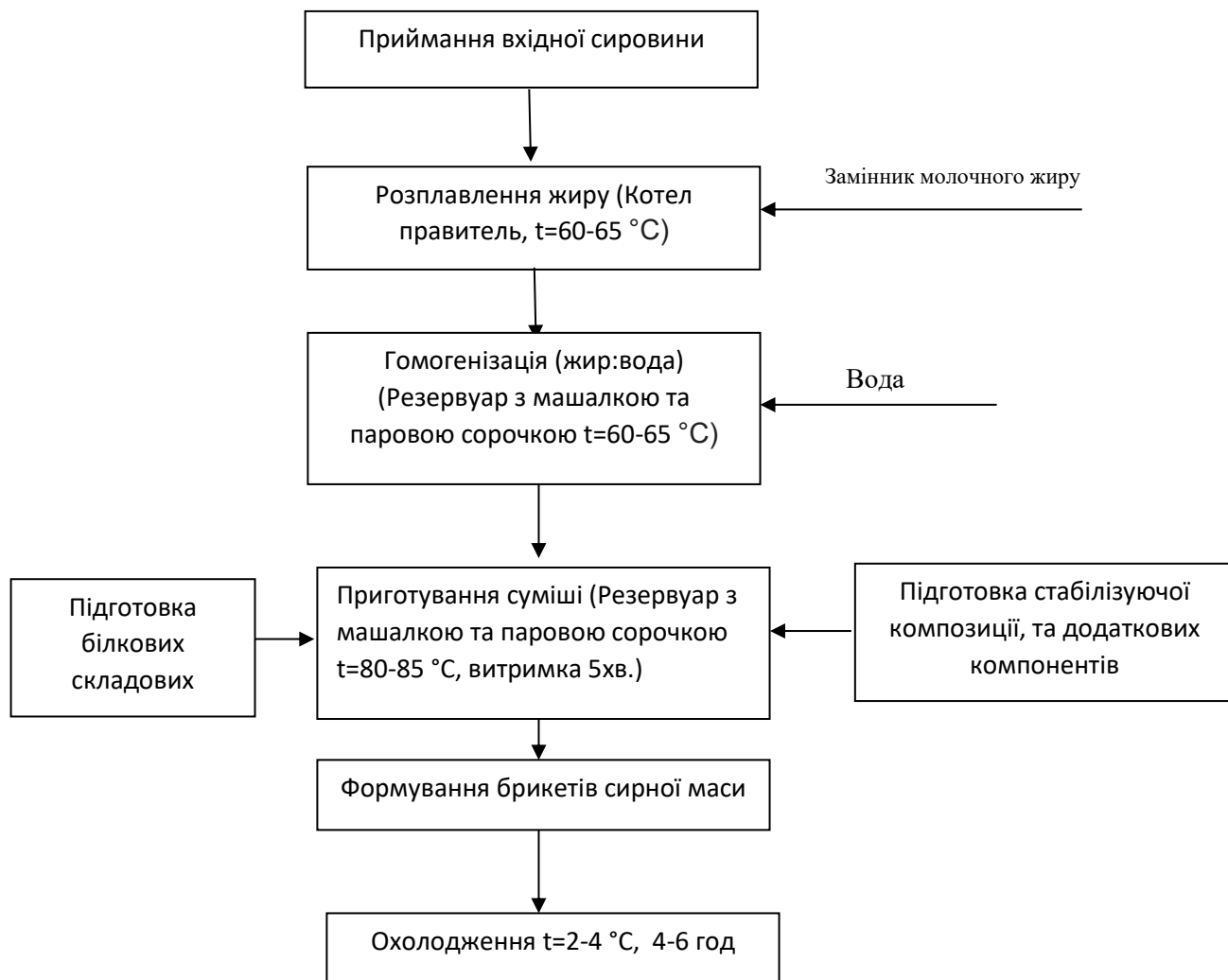


Рисунок 4.5 – Технологічна схема виготовлення сирного продукту збагаченого молочними білками

*Приймання вхідної сировини.* Основні рецептурні компоненти приймаються згідно чинних нормативних документів, за показниками, що нормуються державними стандартами або внутрішніми нормативними документами виробників-постачальників.

*Розплавлення жиру.* Як основний жировий продукт пропонується використовувати замінник молочного жиру, що володіє показниками близькими до молочного жиру, при цьому є продуктом рослинного походження. Жир вноситься у резервуар з мішалкою та розтоплюється при 60°C, після повного розтоплення вноситься вода, у кількості передбаченої рецептурою. На високих обертах мішалки, при підтримці температури 60-65°C, проводиться розбивання та гомогенізація жиру, для досягнення мінімального розміру жирових частинок.

*Підготовка стабілізуючої композиції, та додаткових компонентів.* Сухі компоненти у вигляді стабілізуючої композиції та добавок, що формують смак та аромат, наважують згідно рецептури та вносять у підготовлену суміш жиру та води.

*Підготовка білкових складових.* Білкові добавки наважують згідно рецептури та вносять у загальну суміш.

При постійній роботі мішалки, температура в контурі підвищували, до досягнення 80-85 °С у продукті. Проводили витримку протягом 5 хв. Перед формуванням рН суміші становила 5,7-6,2. При більшому значенні, рН балансується розчином лимонної кислоти.

*Формування.* Розплавлена суміш розливається у підготовлені форми.

*Охолодження.* Охолодження здійснюється за температури  $t=2-4$  °С, протягом 6-10 год, до повного затвердіння та стабілізації суміші.

Співвідношення білкових та жирових компонентів, здійснювалось розрахунковим методом, відповідно середнім показникам сичужних сирів. Вміст жиру та білка, в районі 20-40 %, у сухій речовині. При цьому враховуємо температуру плавкості для заміників молочних жирів, що коливаються в діапазоні 45-60°С, тому його використовуємо мінімальну кількість, аби запобігти передчасному розшаруванню продукту. Додаткові компоненти, що формують смак та зовнішній вигляд, вносяться, згідно рекомендацій виробника. Вміст вологи становитиме 40-50%, що є характерним показником для твердих сирів. Відповідно стабілізуюча суміш становитиме 10-20 % від загальної рецептури.

Для визначення оптимального вмісту структуроутворюючої суміші (Рецептура №4), та доцільного співвідношення рецептурних компонентів, відносно їх функціональних характеристик, проводимо прорахунок співвідношення компонентів, для визначення кількості, що дозволить отримати максимальні структурно-механічні показники готового продукту. Проведено розрахунок, модельної рецептури, з використанням структуроутворюючої суміші у кількості 15%. Суміш має наступні співвідношення компонентів:

Крохмаль кукурудзяний модифікований гарячого набухання -55%

Крохмаль модифікований емульгуючий -25%

Карбоксилметилцелюлоза (КМЦ) -10%

Йота-карагенан рафінований -10%

Для підрахунку відсоткового значення кожної складової суміші, якщо використовується у кількості 15%:

Крохмаль кукурудзяний модифікований гарячого набухання:

$$\text{Вміст, \%} = 15\% * 55 = 0,15 * 55 = 8,25$$

Крохмаль модифікований емульгуючий:

$$\text{Вміст, \%} = 15\% * 25 = 0,15 * 25 = 3,75$$

Карбоксилметилцелюлоза (КМЦ):

$$\text{Вміст, \%} = 15\% * 10 = 0,15 * 10 = 1,5$$

Йота-карагенан рафінований:

$$\text{Вміст, \%} = 15\% * 10 = 0,15 * 10 = 1,5$$

Отже, відсоткове значення для кожної компоненти суміші при використанні у кількості 15% буде наступним:

Крохмаль кукурудзяний модифікований гарячого набухання: 8,25%

Крохмаль модифікований емульгуючий: 3,75%

Карбоксилметилцелюлоза: 1,5%

Йота-карагенан рафінований: 1,5%

Враховуючи, що підібране співвідношення, може працювати у системі вода/структуроутворювач, потенційно при використанні додаткових компонентів, у вигляді білкових складових та замітника молочного жиру, можна досягти високих показників твердості готового продукту.

Розроблені модельні рецептури білкових сирних продуктів виготовлених за даною технологічною схемою наведено у таблиці 4.11.

Таблиця 4.11 - Рецептури модельних зразків білково-жирових наповнювачів

№	Сировинні компоненти	Вміст у рецептурі, кг		
		Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3
1	Вода	42,66	42,56	42,56
2	Замінник молочного жиру	20	15	10
3	Концентрат сироваткового білка	15	10	5
4	Казеїнат натрію	10	15	25
5	Структуруюча композиція	10	15	15
6	Суміш смако-ароматична	0,8	1,0	1,2
7	Сіль кухонна	1,5	1,5	1,5
8	Лимонна кислота	-	0,1	0,1
9	Барвник «Анато»	0,04	0,04	0,04
Всього		100	100	100

Рецептурні компоненти відображено на рисунку 4.6.



Рисунок 4.6. – Рецептурні компоненти для приготування молоковмісного білково-жирового продукту.

На рисунку 4.7 зображено готовий білково-жировий продукт після приготування.



Рисунок 4.7 – Візуалізація готових білково-жирових наповнювачів.

Після повного застигання досліджуваних зразків, проведено дослідження, що характеризує твердість, продукту, як основну характеристику, що дозволяє порівнювати виготовлений продукт за структурно-механічними властивостями із твердими сичужними сирами. Оскільки, подібні рецептури, попередньо, передбачають консистенцію, близьку до твердих сирів, важливо, досягти максимальної твердості, і при цьому еластичності та нарізаємості.

Вимірювання проводилися за допомогою текстурометра TA-XТ Plus. Отримані зразки досліджували за допомогою циліндричного пробовідбірника  $\varnothing=15$  мм при швидкості головки 1 мм/с. У випробуванні точкової текстури було визначено силу, необхідну для проникнення в пробовідбірник на 20 мм. Результати дослідження твердості зразків наведено на рисунку 4.8.

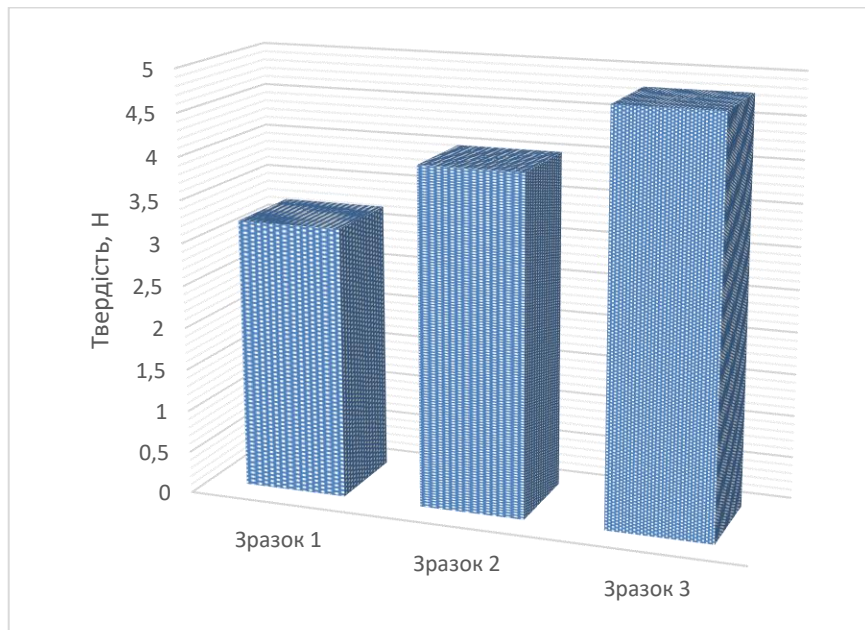


Рисунок 4.8 – Вплив рецептурного складу на твердість білково-жировго продукту.

Встановлено, що підвищення твердості сиру, відбувається за рахунок, збільшення кількості казеїнату натрію та структуроутворюючої композиції. Оскільки, казеїнати у поєднанні із модифікованими крохмалями та карагеном, утворюють щільні матриці, що мають досить велику твердість.

Виявлено, що у присутності молочних білків карагеном утворює щільні системи, при досить низьких концентраціях. За таких умов молекули полісахаридів абсорбуються на поверхні міцел казеїну. Можливо, підвищена щільність сумішей казеїнату, що містять карагеном, може бути спричинена наявністю великої кількості іонів кальцію та калію. При цьому використання концентрату сироваткового білка, при однаковому вмісті структуроутворюючої суміші та однаковій кількості внесеної вологи, утворює менш тверді системи.

Одним із основних показників, для використання розроблених сирів у ковбасних виробках, є показники термостійкості та збереження структурно-механічних властивостей в діапазоні температур від 35°C до 75°C

Для визначення змін модуля зберігання  $G'$  при відомій в'язкості продукту під час нагрівання і плавлення твердих сирів використовується модель, яка називається "Модель Пауля".

За моделлю Пауля, зміна модуля зберігання  $G'$  відбувається залежно від температури і в'язкості продукту, і може бути описана наступною формулою:

$$G'(T) = G_0 * \exp(-c * \eta(T))$$

$G'(T)$  - змінений модуль зберігання при температурі  $T$ ,

$G_0$  - початковий модуль зберігання (при початковій температурі),

$c$  - експоненціальний коефіцієнт

$\eta(T)$  - в'язкість продукту при температурі  $T$ .

Модуль зберігання  $G'$  відображає жорсткість або стійкість матеріалу до деформації. Вище значення  $G'(T)$  вказує на більшу жорсткість матеріалу при даній температурі. Нагрівання сирних продуктів змінює співвідношення між міцністю та в'язкістю. Модуль зберігання ( $G'$ ) показує, яка частина енергії утримується системою в результаті пружної деформації. Динаміку зміни  $G'$ , при впливі на виготовлені зразки температури наведено на рисунку 4.9.

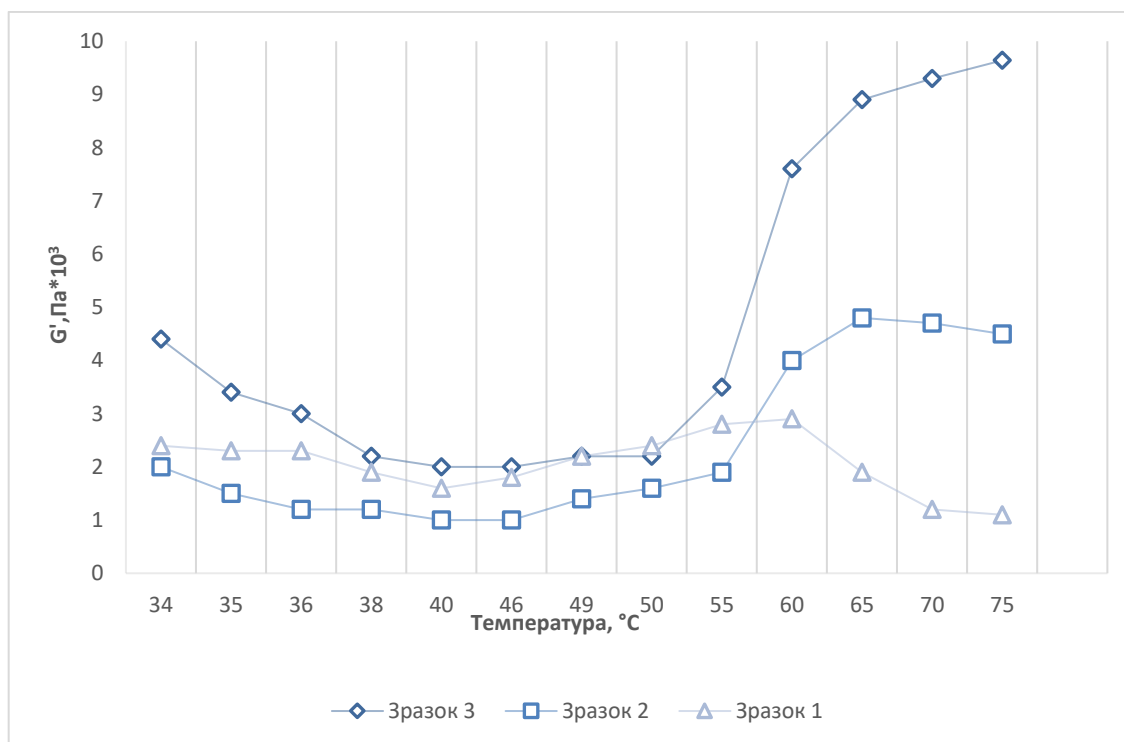


Рисунок 4.9 – Зміна  $G'$ , при термічній обробці БЖН за температур в діапазоні 35-75°C

Модуль зберігання ( $G'$ ) показує, яка частина енергії утримується системою в результаті пружної деформації. На початку дослід, та прогріванні зразків до 35-50°C, виявлено, що величина модуля зберігання зменшувалася, що свідчило про

ослаблення структури досліджуваних аналогів і, як наслідок, утворення в'язкої системи.

При цьому, зразок №1, із вмістом жиру 20%, та вмістом казеїнату натрію лише 10%, після проміжку 60°C, втрачає свою твердість, і стає більш в'язким. Пов'язано, це саме з надлишковим вмістом незв'язаного жиру, при досягненні температури 60°C, розтоплений жир частково заповнює проміжки між білками та структуроутворювачем, і призводить до надлишкової в'язкості загальної системи, оскільки вона, в цей момент стає менш однорідною, подальше нагрівання, процес продовжує. Паралельно, досліджуючи зразок №2, спостерігаємо, що після рубежу 60°C, відбувається мінімальне ущільнення продукту, збільшення твердості та зниження в'язкості, це характеризує збалансованість підбраного рецептурного складу. Оскільки при повторному нагріванні, стабільність системи просідає, лише в точці повного плавлення жиру, але внесені компоненти, в тому числі КМЦ та казеїнат натрію, при збільшенні температури набувають вторинної пружності, завдяки подальшому набуханню.

Зразок № 3, пройшовши момент плавлення і деформації жирових кульок, що призвело до моменту збільшення в'язкості, в проміжку від 40°C до 55°C, надалі почав набувати відносної твердості. Характеризуючи цей зразок, із вмістом казеїнату 25%, можна зробити висновок, що при вищих температурах спостерігалось збільшення величини модуля зберігання, ймовірно, зі збільшенням вмісту казеїну в БЖН, їх структура стала більш ущільненою. Також, збільшення модуля  $G'$  могло бути наслідком підвищення рівня гідратації або гелеутворення крохмалю та КМЦ при цих температурах.

Проведено комплексне дослідження фізико-технологічних показників білково-жирових продуктів після охолодження, результати наведено у таблиці 4.12.

Таблиця 4.12 - Функціонально-технологічні властивості модельних зразків після охолодження

№	Показники	pH	Вміст вологи,%	Вміст жиру у с.р., %	Пластичність, г* см <sup>2</sup>	ВЗЗ,%
1	Зразок №1	6,2	42,2±0,1	24,3±0,05	17,15±0,11	89,50±0,12
2	Зразок №2	5,9	43,10±0,09	14,4±0,1	15,85±0,05	94,12±0,09
3	Зразок №3	5,8	41,22±0,12	10,22±0,03	14,1±0,2	97,65±0,13

Зразок №1 відрізняється найвищим вмістом жиру у сирій речовині (34,3%) серед усіх зразків, а також відзначається підвищеною пластичністю (17,1 г/см<sup>2</sup>) та відносно високим вмістом води (47,2%), що пов'язано, з використанням більшої кількості ЗМЖ, що має у складі, не тільки жир, а і частину води. Зразок №2 має нижчий вміст жиру (21,4%), та помірну пластичність і відносну твердість (15,8 г/см<sup>2</sup>) і має середній вміст води (46,1%). Зразок №3 має найнижчий вміст жиру (17,2%) серед усіх зразків, але його пластичність (14,1 г/см<sup>2</sup>) нижча, ніж у попередніх зразків. Крім того, зразок №3 володіє найвищим показником волоутримуючої здатності (97,6%). При цьому зразок володіє доволі, сильним показником твердості, але у межах, що не провокує крихкість. pH всіх трьох зразків знаходиться в слабокислому та нейтральному діапазоні (від 5,9 до 6,2).

Загалом, виготовлені модельні зразки, мають хороші структурно-механічні показники, добре нарізаються, та зберігають форму при кімнатній температурі. Основні характеристики, вмісту білків та жирів наближені до сирних продуктів комбінованого складу.

Наступним етапом дослідження, являється сенсорне дослідження та бальна оцінка органолептичних показників, виготовлених продуктів. Проведено органолептичну оцінку, за участю трьох дегустаторів. Зразки подавались за

температури 20°C у вигляді пластинок. За контроль взято сирний продукт молоковісний «Подільський», м.ч.ж 45% (® Білозгар)

Середні значення оцінки органолептичних показників білково-жирових продуктів наведено у таблиці 4.13.

Таблиця 4.13 – Органолептична оцінка зразків білково-жирових продуктів.

Показники	Контроль	Рецептура № 1	Рецептура № 2	Рецептура № 3
Зовнішній вигляд	4,72 ± 0,11	4,55 ± 0,2	4,61 ± 0,15	4,65 ± 0,14
Колір	4,50 ± 0,14	4,75 ± 0,15	4,61 ± 0,18	4,61 ± 0,13
Запах	4,32 ± 0,12	4,84 ± 0,13	4,62 ± 0,18	4,74 ± 0,19
Смак	4,44 ± 0,17	4,24 ± 0,16	4,35 ± 0,16	4,34 ± 0,17
Консистенція	4,72 ± 0,12	4,14 ± 0,17	4,74 ± 0,14	4,82 ± 0,16
Загальне враження	4,64 ± 0,21	4,42 ± 0,2	4,52 ± 0,19	4,61 ± 0,2
<b>Середній бал</b>	<b>4,53 ± 0,14</b>	<b>4,46 ± 0,17</b>	<b>4,55 ± 0,16</b>	<b>4,62 ± 0,14</b>

Графічне відображення органолептичної оцінки білково-жирових продуктів наведено на рисунку 4.10.

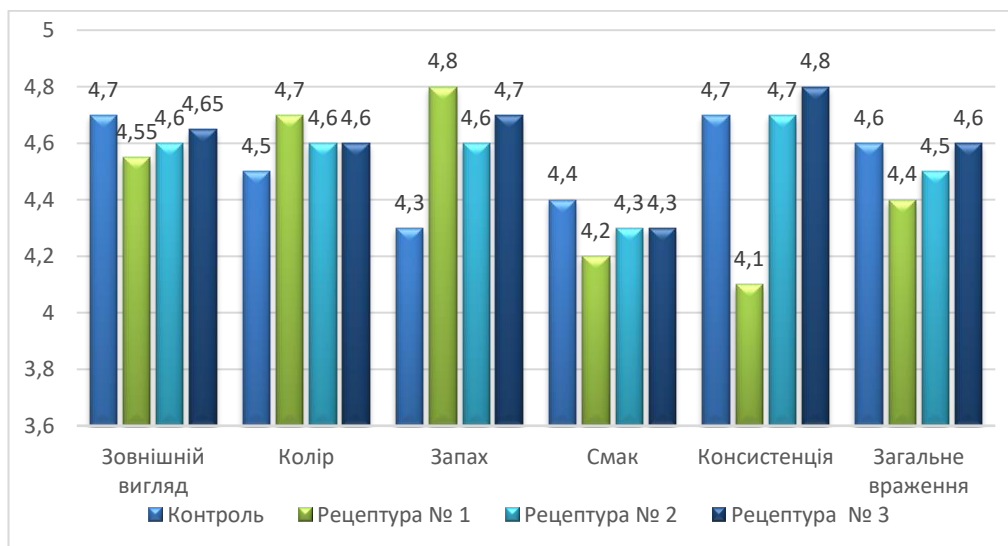


Рисунок 4.10 – Органолептична оцінка білково-жирових наповнювачів

Використовуючи бальну оцінку органолептичних показників, можна стверджувати, що виготовлені продукти, мають непогані органолептичні показники та можуть інтерпретуватися, як близькі до звичних, сирних продуктів.

Порівнюючи середні бали, рецептура № 3 отримує найвищу оцінку з органолептичних характеристик. Вона відзначається високими оцінками для зовнішнього вигляду, кольору, запаху, смаку, консистенції та загального враження. Враховуючи це, рецептура № 3 може бути рекомендована як оптимальний варіант з органолептичної точки зору. Її високі оцінки (близькі до Контролю) в різних категоріях свідчать про вигідну комбінацію властивостей, яка сприяє задоволенню споживачів та може мати позитивний вплив на їх сприйняття продукту.

#### **Висновки до розділу 4.**

За результатами реологічних досліджень та математично-статистичного моделювання, розроблено склад стабілізуючої суміші, що включає крохмаль модифікований гарячого набухання – 55%, крохмаль модифікований емульгуючий -25%, КМЦ-10%, йота-карагенан - 10%. Визначено режими приготування структурної основи для білково-жирового наповнювача, що включають доведення суміші до 80°C та витримку протягом 5 хв. На основі отриманих результатів розроблено стабілізуючу композицію, що має високі показники гідратації, хорошу емульгуючу та вологоутримуючу здатність, надає продуктам із її використанням структурних властивостей.

Визначено дозування стабілізуючої композиції - 15%, для виготовлення молочних білково-жирових наповнювачів, що може використовуватись у рецептурах напівкопчених ковбас. Виявлено, що внесення казеїнату натрію в кількості 25% та КСБ 5%, ЗМЖ 10%, дозволяє отримати систему із значним показником твердості. Модельний зразок із вказаним співвідношенням проявляє стійкість до термічного впливу: під час нагрівання він залишається стабільним, не розтікається і набуває певної жорсткості. Ці характеристики мають позитивний вплив на якість кінцевого продукту під час використання цього наповнювача у виготовленні напівкопчених ковбас.

Проведено органолептичну оцінку, та порівняльну характеристику готових білково-жирових наповнювачів, із сирним продуктом представленим на ринку.

Результати, описані у розділі 3, представлені у публікаціях (3, 4, 7, 14-20) у переліку (додаток А).

## РОЗДІЛ 5

### УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ НАПІВКОПЧЕНИХ КОВБАС, З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОДУКТІВ ПЕРЕРОБКИ МОЛОКА

#### **5.1. Покращення характеристик напівкопчених ковбас з використанням молоковмісних білково-жирових наповнювачів.**

Результати досліджень, що проведені на попередніх етапах, в повній мірі достатні для удосконалення технології напівкопчених ковбас.

За результатами проведених досліджень фізико-технологічних властивостей та органолептичної оцінки, для подальшого використання вибрано білково-жировий продукт за Рецептурою №3 (білково-жировий наповнювач (БЖН)).

Для реалізації поставленого завдання та досягнення максимальних технологічних показників готових виробів. Додатково до підбраної основної та допоміжної сировини, при складанні фаршу використано добавку на основі ферменту трансглютаміназа (@Foodgard #2, 200un (за текстом – трансглютаменаза (ТГ)), що дозволить досягти максимальної функціональності м'ясної системи. Додавання ферменту зміцнить структурні зв'язки між м'ясними білками, при цьому покращиться нарізаємість готового продукту. Знизиться синерезис при зберіганні, зменшиться ризик більйонних відшарувань, у випадку використання білково-жирового наповнювача.

З метою визначення впливу внесення білково-жирового наповнювача та трансглютамінази, при реалізації технології. Були проведені дослідження в площі повного факторного експерименту (ПФЕ), в якому змінними факторами було білково-жирового наповнювача та трансглютамінази в рецептурі. Вміст у складі БЖН варіювалася в діапазоні 10-15 %, трансглютамінази – 0,0- 0,05%. За основну сировину підбрано яловичину 1 сорту, свинину напівжирну та шпик хребтовий (d=5мм). Складання фаршу проводили у мішалці із охолодженої сировини. Білково-жировий наповнювач вносили у вигляді кубиків 4\*4\*4 мм.

Для того, щоб змодельювати фізико-технологічні властивості та розробити рівняння регресії, розкладемо етап постановки експерименту на етапі фінальних рецептур згідно основних факторів. Наведено схему експерименту в таблиці 5.1

Таблиця 5.1. – План експерименту з встановлення впливу внесення БЖН та трансглютаменази на характеристики готового продукту

Рецептура	Значення факторів		БЖН, %	Трансглютаміназа, %
	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>		
Варіант 1	+	+	15	0,05
Варіант 2	+	-	15	0,0
Варіант 3	-	+	10	0,05
Варіант 4	-	-	10	0,0

Модельні рецептури ковбасних виробів виготовляли за рецептурами наведеними у таблиці 5.2.

Таблиця 5.2. – Модельні рецептури

Сировина	Варіант 1	Варіант 2	Варіант 3	Варіант 4
	%	%	%	%
Яловичина 1 гат.	50	50	50	50
Свинина напівжирна	20	20	20	20
Шпик хребтовий	15	15	20	20
<i>БЖН</i>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>10</b>	<b>10</b>
<b>Спеції і харчові добавки, у % до основної сировини</b>				
Сіль	1,7	1,7	1,7	1,7
Суміш смако-ароматична (Комбі)	0,8	0,8	0,8	0,8
Нітрит натрію	0,01	0,01	0,01	0,01
Білок колагеновий яловичий	0,3	0,3	0,3	0,3
<i>Трансглютаменаза</i>	<b>0,05</b>	-	<b>0,05</b>	-

Розрахунок коефіцієнтів регресії, як середнього значення параметрів з урахуванням знаків перед доданками прийнятими згідно розширеної матриці експерименту представлено у таблиці 5.3.

Таблиця 5.3. – Розширена матриця експериментів

Зразок	Кодовані значення факторів			
	A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>12</sub>
Варіант 1	+	+	+	+
Варіант 2	+	+	-	-
Варіант 3	+	-	+	-
Варіант 4	+	-	-	+

Серед основних досліджуваних характеристик, що формують загальну консистенцію готових ковбасних виробів, обрано вологість, ВЗЗ, Пластичність та вихід готових продуктів. Дослідження проводили на 2-й та 12-й день зберігання.

Результати досліджень на 2-й день зберігання представлено у таблиці 5.4

Таблиця 5.4. – Показники зразків на 2-й день зберігання

Рецептура	2-й день зберігання			
	Вологість,%	ВЗЗ,%	Пластичність, г/см <sup>2</sup>	Вихід,%
Варіант 1	46,2±0,18	95,1±0,4	21,4±0,2	94,5±0,2
Варіант 2	46,6±0,21	94,3±0,9	23,5±0,4	92,0±0,3
Варіант 3	47,2±0,32	92,7±0,7	23,9±0,8	91,8±0,7
Варіант 4	47,9±0,12	90,5±0,4	24,4±0,3	88,8±0,6

Аналізуючи результати досліджень, можна відмітити наступне:

Варіант 1 має найнижчу вологість серед усіх варіантів, зберігаючи її на стабільному рівні в межах 46,2% (±0,18), це пов'язано з використанням більшої кількості БЖН, що має меншу вологість у порівнянні із м'ясною сировиною. Він також має найвищий показник ВЗЗ - 95,1%, що свідчить про доцільне використання трансглютаменази зі значенням 95,1% (±0,4). При цьому, має найменшу пластичність, яка становить 21,4 г/см<sup>2</sup> (±0,2), що говорить про високий показник твердості готового продукту. Незважаючи на це, варіант 1 демонструє високий вихід, який становить 94,5% (±0,2). Варіант 2, з вологістю 46,6%, є трохи вологішим порівняно з варіантом 1. При цьому, він проявляє помітне збільшення пластичності, досягаючи значення 23,5 г/см<sup>2</sup> (±0,4). Варіант 2 також має досить високий показник ВЗЗ - 94,3% (±0,9). Втім, вихід варіанту 2 незначно зменшується до 92,0% (±0,3)

порівняно з першим варіантом. Варіант 3 має вологість, близьку до варіанта 2, становлячи 47,2% ( $\pm 0,32$ ). Значення ВЗЗ для варіанту 3 становить 92,7% ( $\pm 0,7$ ), що трохи нижче, ніж у варіанту 2. Пластичність залишається на помірному рівні 23,9 кг/см<sup>2</sup> ( $\pm 0,8$ ). Вихід варіанту 3 зберігається на прийнятному рівні - 91,8% ( $\pm 0,7$ ). Варіант 4 відрізняється від інших підвищеною вологістю, яка становить 46,9% ( $\pm 0,12$ ). При цьому, це супроводжується найнижчим показником ВЗЗ - 90,5% ( $\pm 0,4$ ). Пластичність варіанту 4 є меншою порівняно з варіантами 2 і 3, становлячи 24,4 кг/см<sup>2</sup> ( $\pm 0,3$ ). Вихід варіанту 4 є найменшим серед усіх варіантів, досягаючи 88,8% ( $\pm 0,6$ ).

Аналізуючи отримані дані, можна стверджувати, що додавання до рецептур БЖН та трансглютаменази позитивно впливає на вихід готового продукту, ВЗЗ, за рахунок їх внесення досягається відносна твердість продукту. За рахунок пониженого вмісту води в БЖН, загальна вологість продукту нижча.

Проведено аналогічне дослідження зразків після 12 діб зберігання при температурі  $4 \pm 2^\circ\text{C}$ . Результати досліджень на 2-й день зберігання представлено у таблиці 5.4.

Таблиця 5.3. – Показники зразків на 12-й день зберігання

Рецептура	12-й день зберігання			
	Вологість, %	ВЗЗ, %	Пластичність, г*см <sup>2</sup>	Вихід, %
Варіант 1	45,5 $\pm$ 0,4	96,2 $\pm$ 0,3	19,5 $\pm$ 0,5	91,0 $\pm$ 0,7
Варіант 2	44,9 $\pm$ 0,2	94,8 $\pm$ 0,6	22,3 $\pm$ 0,2	89,3 $\pm$ 0,3
Варіант 3	45,1 $\pm$ 0,2	93,3 $\pm$ 0,4	21,5 $\pm$ 0,5	88,7 $\pm$ 0,5
Варіант 4	45,2 $\pm$ 0,7	90,9 $\pm$ 0,9	20,9 $\pm$ 0,1	86,3 $\pm$ 0,3

Порівнюючи дані з 2-го і 12-го дня зберігання, можна зазначити, що відбувається зміна показників у всіх варіантах рецептури протягом цього періоду. Спостерігається загальна тенденція до зниження вологості, пластичності і виходу. Вологість у всіх варіантах зменшується. Варіант 1 має найменше зниження вологості, зменшившись з 46,2% до 42,6%. Варіант 4, натомість, відзначається

найбільшим зниженням вологості, зі значенням зменшення з 46,9% до 45,2%, що свідчить про те, що БЖН, втрачає менше вологи протягом зберігання, аніж м'ясна сировина. Показники ВЗЗ, узагальнюючи, залишаються стабільними або трохи зростають. Це пов'язано із втратами вологи. Загалом, протягом 12 днів зберігання вологість знижується, пластичність та вихід також зменшуються. Показники ВЗЗ залишаються стабільними або трохи поліпшуються.

Керуючись отриманими результатами, можна зробити проміжний висновок, що використання більшої кількості БЖН та присутність у складі трансглютаменази, позитивно впливають на структурні властивості готових виробів. Зважаючи, на невисоку вологість БЖН, продукти з його використанням стабільніші при зберіганні, мають нижчі втрати, та підвищену твердість, що позитивно впливатиме на споживче сприйняття готових виробів протягом зберігання.

Математичну обробку проводимо за таким алгоритмом визначення коефіцієнтів рівняння регресії.

Для нульового коефіцієнта застосовуємо повністю додатній (нульовий) стовпчик матриці ( $Z_0$ , табл. 5.3), отримуючи вираз -  $A_0 = (Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4) / 4$ , де  $Y_1 - 4$  – значення параметрів відповідно з 1 по 4 зразків, 4 – кількість зразків.

$$A_1 = (Y_1 + Y_2 - Y_3 - Y_4) / 4$$

$$A_2 = (Y_1 - Y_2 + Y_3 - Y_4) / 4$$

$$A_3 = (Y_1 - Y_2 - Y_3 + Y_4) / 4$$

Рівняння регресії для зазначених показників у загальному вигляді має вигляд:

$$Y = A_0 + A_1 x_1 + A_2 x_2 + A_{12} x_1 x_2$$

Для значень вологості напівкопчених ковбас на 2-й день зберігання проводимо розрахунок коефіцієнтів регресії

$$A_0 = (46,2 + 46,6 + 47,2 + 47,9) / 4 = 46,97$$

$$A_1 = (46,2 + 46,6 - 47,2 - 47,9) / 4 = -0,325$$

$$A_2 = (46,2 - 46,6 + 47,2 - 46,9) / 4 = -1,025$$

$$A_3 = (46,2 - 46,6 - 47,2 + 47,9) / 4 = -0,325$$

Загальне рівняння матиме вигляд:

$$Y_{1 \text{ Вол}} = 46,97 - 0,325X_1 - 1,025X_2 - 0,325X_1X_2$$

Для значень вологості напівкопчених ковбас на 12-й день зберігання проводимо розрахунок коефіцієнтів регресії

$$A_0 = (45,5 + 44,9 + 45,1 + 42,8) / 4 = 44,57$$

$$A_1 = (45,5 + 44,9 - 45,1 - 42,8) / 4 = 1,25$$

$$A_2 = (45,5 - 44,9 + 45,1 - 42,8) / 4 = 0,7$$

$$A_3 = (45,5 - 44,9 - 45,1 + 42,8) / 4 = -0,2$$

Загальне рівняння матиме вигляд:

$$Y_{2 \text{ Вол}} = 44,57 + 1,25X_1 + 0,7X_2 - 0,2X_1X_2$$

Аналогічно розраховуємо рівняння для інших показників

ВЗЗ на 2-й день зберігання

$$Y_{1 \text{ ВЗЗ}} = 93,15 + 1,8X_1 + 1,5X_2 - 0,15X_1X_2$$

ВЗЗ на 12-й день зберігання

$$Y_{2 \text{ ВЗЗ}} = 93,05 + 1,2X_1 + 1,45X_2 - 0,6X_1X_2$$

Пластичність на 2-й день зберігання

$$Y_{1 \text{ Пласт}} = 22,7625 - 0,025X_1 + 0,1625X_2 - 0,1375X_1X_2$$

Пластичність на 12-й день зберігання

$$Y_{2 \text{ Пласт}} = 22,7625 - 0,025X_1 + 0,1625X_2 + 0,1375X_1X_2$$

Для виходу на 2-й день зберігання

$$Y_{1 \text{ Вих}} = 91,275 + 2,225X_1 + 2,375X_2 - 0,725X_1X_2$$

Для виходу на 12-й день зберігання

$$Y_{2 \text{ Вих}} = 88,325 + 1,075X_1 - 1,275X_2 - 0,675X_1X_2$$

Важливими технологічними характеристиками, при використанні заданих параметрів, є вихід готового продукту після термічної обробки, та вмісту вологи після 12 діб зберігання. Оскільки, ці показники характеризують технологічну та економічну доцільність використання зазначених продуктів у рецептурах при виробництві та реалізації.

Математична модель виходу готового продукту зображено на рисунку 5.1.

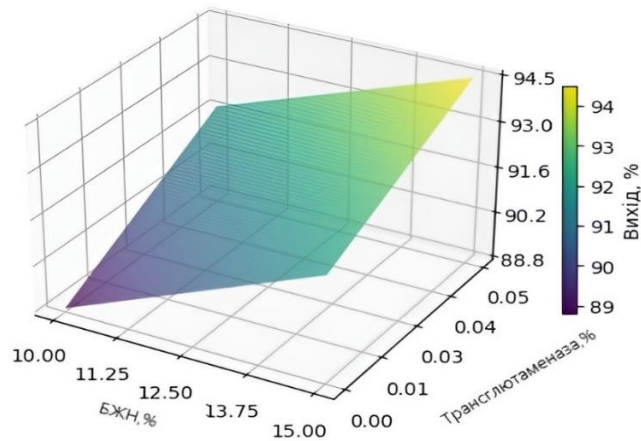


Рисунок 5.1 – Математична модель залежності виходу готового продукту від вмісту БЖН і трансглютаменази

Математична модель вмісту вологи готового продукту на 12-ту добу зберігання зображено на рисунку 5.3.

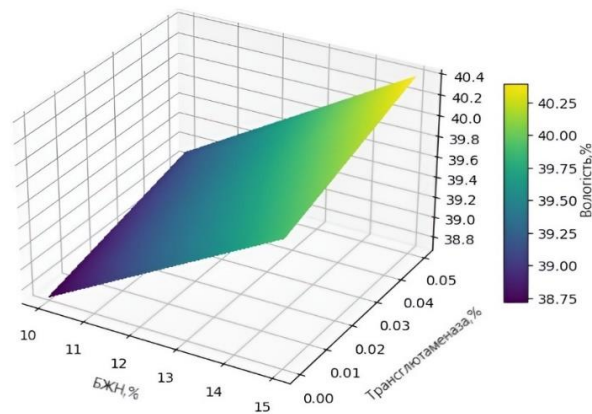


Рисунок 5.2 – Математична модель залежності вмісту вологи під час зберігання протягом 12 діб готового продукту від вмісту БЖН і трансглютаменази

Виходячи з отриманих даних, можна стверджувати, що внесення трансглютаменази позитивно впливає, на вибрані характеристики консистенції. При використанні БЖН, завдяки невисоким значенням вологості у початкових продуктах, досягається певна стабільність та зниження ступеню усушки при зберіганні. Використання трансглютаменази дозволяє, утворювати стабільніші м'ясні системи, в тому числі при використанні наповнювачів. Виготовлені

напівкопчені ковбаси, мали хорошу твердість, при цьому були еластичні, не кришилися. Представлені регресивні залежності дозволяють вподальшому розробляти нові рецептури ковбасних виробів з заданими функціонально-технологічними показниками.

## **5.2. Опис удосконаленої технології виробництва напівкопчених ковбас з використанням продуктів переробки молока, у вигляді білково-жирового наповнювача.**

На основі проведених досліджень було обґрунтовано підходи щодо удосконалення технологічної схеми. Додатковими операціями, що доповнюють загальну технологічну схему, є технологічні процеси пов'язані із виготовленням білково-жирового наповнювача та внесення його до складу напівкопчених ковбас, що включають:

- вхідний контроль та підготовка білкових препаратів, сипучих компонентів;
- формування стабілізуючої композиції, до якої входять: крохмаль кукурудзяний модифікований гарячого набухання - 55%, Крохмаль модифікований емульгуючий – 25%, карбоксилметилцелюлоза -10%, йота-карагенан – 10%.

- приготування білково-жирового наповнювача, до складу, якого входить:

Вода - 42,56%, замітник молочного жиру- 10%, концентрат сироваткового білка-5%, казеїнат натрію-25%, стабілізуюча композиція – 15%, суміш смако-ароматична – 1,2%, сіль кухонна – 1,5%, лимонна кислота -0,1%, барвник «Анато» -0,04%;

- Технологічні операції виготовлення білково-жирового наповнювача, включають: розтоплення жиру та перемішування його з водою при 60°C, внесення до суміші стабілізуючої композиції, білкових продуктів, солі, смако-ароматичної суміші та барвника. Підігрів до 80-85°C та витримку протягом 5хв. Формування та охолодження до 4-6°C протягом 6-10 год. Внесення готового білково-жирового наповнювача до рецептур напівкопчених ковбас, з використанням у якості основної сировини: яловичини 1 сорту, свинини напівжирної та шпику хребтового.

На рисунку 5.3 зображено удосконалену технологічну схему виготовлення напівкопчених ковбас з використанням продуктів переробки молока.

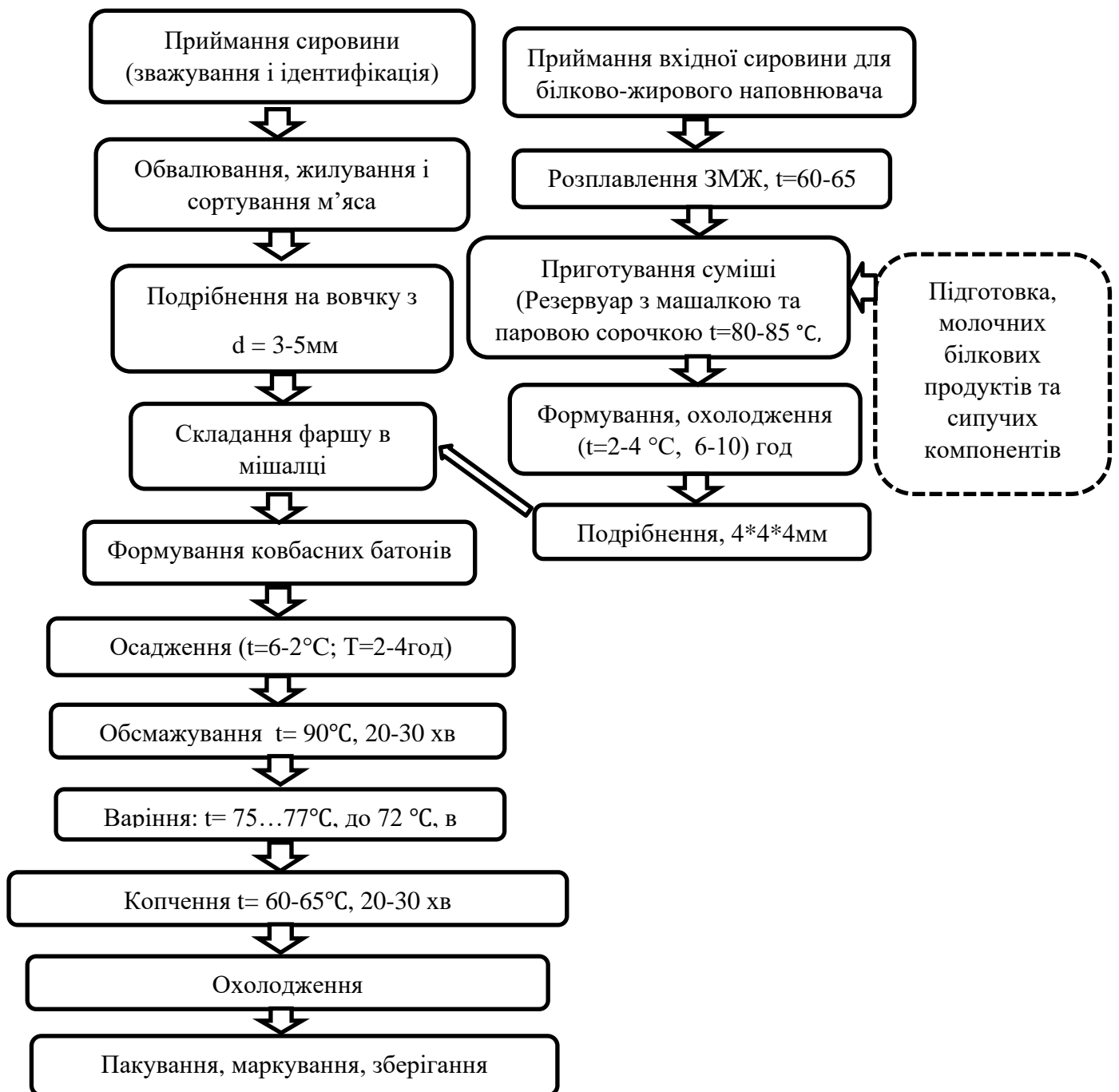


Рисунок 5.3 – Удосконалена технологія напівкопчених ковбасних виробів з використанням продуктів переробки молока

Значимість удосконаленої технології напівкопчених ковбас, полягає у розширенні способів внесення додаткових молочних білків до рецептур. Розроблено нову форму для з використанням молочних білків, що дозволяє

збагачувати ковбасні вироби додатковими білками, у вигляді структурного продукту (аналога сиру).

Використання розробленого продукту дозволить значно розширити асортимент, покращити органолептичні властивості продуктів, а також виготовляти продукти функціонального призначення, із підвищеним вмістом швидкозасвоюваних білків. Використання у рецептурах напівкопчених ковбас розробленого білково-жирового наповнювача, передбачає можливість додаткового внесення (та регулювання якісного та кількісного вмісту), додаткових корисних речовин (мінерали, вітаміни, функціональні добавки).

### **5.3. Характеристики напівкопчених ковбас з використанням білково-жирових наповнювачів на основі продуктів переробки молока**

Згідно з метою досліджень, спираючись на попередньо отримані результати було змодельовано рецептури напівкопчених ковбас з використанням розробленого білково-жирового наповнювача, до складу якого входять казеїнат натрію, концентрат сироваткового білка, модифіковані крохмалі, йота-карагенан, карбоксилметилцелюлоза. За основну сировину використано яловичину 1 сорту, свинину напівжирну, шпик хребтовий.

Модельні зразки виготовлялися із урахуванням різних комбінацій сировини, та різних характеристик готових ковбасних виробів.

Розроблено напівкопчені ковбаси наступного асортименту:

«Напівкопчена До сніданку» - Рецепт №1

«Напівкопчена Похідна» - Рецепт №2

«Напівкопчена Фітнес» - Рецепт №3

Напівкопчені ковбасні вироби виготовляли за вдосконаленою технологічною схемою (рисунок 5.3). Модельні рецептури ковбасних виробів представлені в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 – Рецептури модельних напівкопчених ковбас, покращеного складу

Складові рецептури	Вміст у рецептурі, %		
	Рецептура №1	Рецептура №2	Рецептура №3
Основна сировина, %			
Яловичина (1 гат)	45	-	80
Свинина напівжирна (80/20)	25	75	-
Шпик хребтовий	15	10	5
Білково-жировий наповнювач	15	15	15
Допоміжна сировина, у % до основної сировини			
Сіль харчова	1,7	1,7	1,7
Перець чорний	0,1	0,1	0,1
Мускатний горіх	0,04	0,04	0,04
Нітрит натрію	0,01	0,01	0,01
Триполіфосфат натрію	0,25	0,25	0,25
Трансглютаменаза	0,05	0,05	0,05

У таблиці 5.5 наведено фізико-хімічні показники напівкопчених ковбас з використанням сирів у якості наповнювачів

Таблиця 5.5 – Фізико-технологічні показники напівкопчених ковбас

Показник	Рецептура № 1	Рецептура №2	Рецептура № 3
Вміст вологи %	45,32±0,18	45,14±0,07	43,28±0,16
ВЗЗ, %	96,12±0,17	95,07±0,15	97,0±0,4
pH	6,44	6,41	6,30
Вміст жиру, %	28,1±0,1	35,54±0,11	20,17 ±0,12
Пластичність, г×см <sup>2</sup>	21,44±0,09	23,90±0,17	19,71±0,17
Вміст білка, %	15,34±0,14	14,14±0,09	15,92±0,13
Вихід, %	91,02±0,72	89,73±0,12	92,3±0,2
Aw	0,954	0,960	0,952

Аналізуючи таблицю, помітно декілька різниць між рецептурами. Рецептатура №2 відрізняється вищим вмістом жиру (35,5%) порівняно з рецептурою №1 (28,1%) та №3 (22,1%). Також, рецептатура №3 має найнижчий вміст вологи (43,2%), тоді як рецептатура №1 має найвищий (45,3%). Це пов'язано із комбінаціями м'ясної сировини та її вхідними характеристиками. Досліджуючи пластичність, можна зазначити, що рецептатура №2 має найвище значення (23,9 г/см<sup>2</sup>), тоді як рецептатура №1 та №3 мають меншу пластичність (відповідно 21,4 та 19,7 г/см<sup>2</sup>). При цьому зразки №1 та №3 характеризуються більшою твердістю, за рахунок використання меншої кількості жирної сировини та присутності у складі яловичини. Основний вміст білка у рецептурах також різний. Рецептатура №3 має найвищий вміст білка (16,0%), рецептатура №1 - 15,3%, а рецептатура №2 - найнижчий показник (14,1%). При цьому усі значення вмісту загального білка, знаходяться на високому рівні, готові продукти можуть характеризуватися, як високобілкові.

Усі зразки характеризуються високою вологозв'язуючою здатністю та хорошим виходом готового продукту.

Для визначення розрахункової харчової цінності створених напівкопчених ковбас використовували спеціальну програму ВІО1.bas, яка змоделювала їх хімічний склад з урахуванням функціонально-технологічних характеристик та використаної сировини. Моделі хімічного складу розроблених ковбас представлені в таблиці 5.6. Шляхом оптимізаційного розрахунку було здійснено оцінку оптимального амінокислотного та хімічного складу згідно з критеріями СКОР для рецептур №1, №2 та №3.

Таблиця 5.6 -Змодельований амінокислотний склад напівкопчених ковбас

№	Елемент	Значення за хімічним складом		
		Рецептура № 1	Рецептура № 2	Рецептура № 3
1	Вміст білка в 100 г продукту, %	15,3	14,1	15,9
2	Загальний вміст вологи, %	45,3	45,1	43,2
Значення СКОР, по загальному вмісту в 1 г білка продукту, %				
3	Валіну	100,52	101,23	105,8
4	Ізолейцину	103,24	101,79	108,25
5	Лейцину	105,35	102,69	112,72
6	Лізину	135,88	137,71	145,06
7	Метіоніну	99,98	95,41	109,29
8	Треоніну	100,62	100,92	106,53
9	Триптофану	110,36	109,76	115,01
10	Фенілаланіну	111,73	116,05	117,42
11	Аланіну	166,03	167,38	180,35
12	Аргініну	99,65	101,77	106,83
13	Аспарагінової кислоти	118,79	118,81	127,41
14	Гістидину	164,78	171,03	176,41
15	Гліцину	122,28	123,97	133,27
16	Глутамінової кислоти	113,73	113,61	120,04
17	Оксипроліну	134,36	123,87	152,31
18	Проліну	150,62	139,40	153,41
19	Серину	133,94	129,98	140,95
20	Тирозину	150,62	110,91	114,13
21	Цистину	102,74	133,94	100,47
22	Метіонін + цистин	106,86	97,82	99,58
23	Фенілаланін + тирозин	115,85	110,97	126,26

Як видно з таблиці 5.6 більш збалансованою по амінокислотному складу є рецептура №3, це пов'язано із використанням малої кількості жиру та використання, як основної сировини яловичини, з високим вмістом білка, що надало продукту вищий показник загального білка. Характерно, що використання у рецептурах яловичини у комбінації зі свининою, позитивно впливає на амінокислотний склад готових виробів. Для усіх рецептур значення СКОР по більшості амінокислот перевищує або наближене до 100%.

У таблиці 5.7 представлено значення КРАС та біологічної цінності білків по рецептурам №1-3.

Таблиця 5.7 – Показники біологічної цінності білків

Показник розбалансованості	Рецептура №1	Рецептура №2	Рецептура №3
Коефіцієнт різниці амінокислотного скору незамінних і лімітованої амінокислот (КРАС), %	9,21	12,78	8,48
Біологічна цінність (БЦ), %	90,79	87,21	91,52

З даних таблиці 5.7 видно, що найбільш високим значення біологічної цінності володіє рецептура №3, рецептура №1 та №2 також мають високі показники розрахункової біологічної цінності.

Крім визначення збалансованості амінокислотного складу для модельних напівкопчених ковбас із молоковмісним білково-жировим наповнювачем розраховували збалансованість по жирно кислотному складу. Дані розрахунків представлено в таблиці 5.8.

Таблиця 5.8 – Жирно-кислотний склад модельних рецептур напівкопчених ковбас із білково-жировим наповнювачем

№	Елемент	Значення за хімічним складом, відповідності еталону, %		
		Рецептура № 1	Рецептура №2	Рецептура №3
1	Сума жирів, в 100 г продукту	235,58	262,31	266,93
2	Тригліцериди	251,66	280,59	286,49
3	Фосфоліпіди	93,07	103,42	95,137
4	Холестерин	48,88	50,36	54,99
5	Ненасичені жирні кислоти	297,95	334,08	345,25
6	Мононенасичені жирні кислоти	271,28	302,23	309,51
7	Поліненасичені жирні кислоти	231,29	255,45	241,19
8	Лінолева	205,88	227,39	213,03
9	Ліноленова	183,11	205,46	213,66
10	Арахідонова	121,64	132,54	120,07
11	Співвідношення ПНЖК Лінолева / Ліноленова	12,49	12,29	11,07

Усі зразки характеризуються високим вмістом ненасичених жирних кислот, при цьому, мають низькі показники холестерину, що може їх характеризувати, як високобілкові продукти дієтичного призначення.

В процесі органолептичного оцінювання визначали такі показники як смак, запах, зовнішній вигляд, консистенція, вигляд на розрізі.

Узагальнені показники сенсорної оцінки напівкопчених ковбас покращеної рецептури за 5- бальною шкалою наведено у таблиці 5.9.

Таблиця 5.9 – Органолептична оцінка готових ковбасних виробів покращеного рецептурного складу

Показники	Рецептура №1	Рецептура №2	Рецептура №3
Зовнішній вигляд	4,5±0,2	4,5 ± 0,5	4,8 ±0,8
Смак	4,4±0,9	4,4 ±0,2	4,6 ±0,3
Запах	4,7±0,7	4,8 ±0,8	4,8 ± 0,8
Вигляд на розрізі	4,8±0,8	4,2±0,4	4,7 ±0,7
Консистенція	4,4± 0,6	4,4 ±0,1	4,6 ±0,4
<b>Загальна оцінка</b>	<b>4,56± 0,42</b>	<b>4,46±0,32</b>	<b>4,66±0,60</b>

Зовнішній вигляд рецептури №3 має найвищий показник, характерно, що даний зразок мав темніший колір, за рахунок внесеної сировини. Батони мали глянцеvu суху, незморщену поверхню. Показники запаху практично однакові для рецептур №2 та №3 (4,8), а рецептура №1 має трохи нижчий показник (4,7). Вигляд на розрізі рецептури №1 має найвищий показник (4,8), в той час як рецептура №2 має найнижчий (4,2). Рецептура №3 має середній показник (4,7). Це пов'язано із комбінацією сировини, використання свинячого та яловичого м'яса, при цьому спостерігається привабливий малюнок на зрізі.

Загальна оцінка продукту показує, що рецептура №3 має найвищу оцінку (4,66), рецептура №1 має середній показник (4,56), а рецептура №2 має найнижчий рейтинг (4,46). Це може свідчити про те, що рецептура №3 здобула загальну позитивну оцінку в порівнянні з іншими варіантами.

Загалом, рецептура №3 може виявилась більш привабливою для споживачів з точки зору зовнішнього вигляду, смакових характеристик та загальної оцінки. Однак, кожна з рецептур має свої особливості і може знайти свою аудиторію в залежності від особистих уподобань та вимог споживачів.

Графічне оформлення результатів дегустації, наведено на профілограмі (рисунок 5.4)

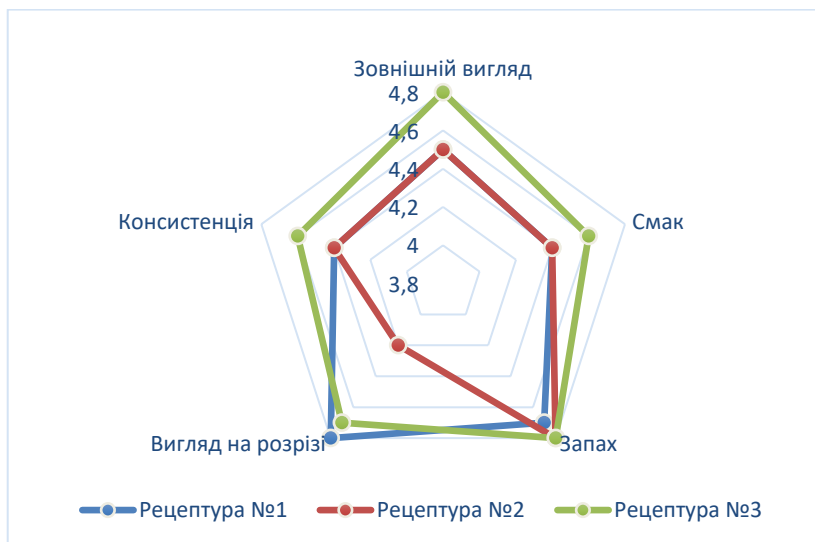


Рисунок 5.4 – Органолептичні показники напівкопчених ковбас з білково-жировим наповнювачем за рецептурами №1 – 3.

#### 5.4. Апробація рецептур на м'ясопереробному підприємстві

Враховуючи попередні результати досліджень, співробітниками ФОП Юник Г.В. (с. Озерна, Тернопілька обл.) та ТОВ «М'ясо ІФ» (С. Ямниця, Івано-Франківська обл.) спільно з представниками Національного університету харчових технологій проведено промислові апробації напівкопчених ковбас з розробленими модельними рецептурами. По дослідним зразкам було проведено дослідження якісних характеристик готових виробів та проведено дегустацію.

У таблиці 5.10 наведено фізико-технологічні показники м'ясної сировини для виготовлення варених ковбасних виробів.

Таблиця 5.10 – Показники якості основної м'ясної сировини

Показник / Сировина	Свинина	Яловичина 1 гат	Шпик хребтовий
рН	5,95	6,12	6,11
Вміст вологи, %	64,2±0,05	66,3±0,11	8,07±0,08
ВЗЗ, %	65,5±0,12	74,2±0,26	-
Пластичність, г/см <sup>2</sup>	9,33± 0,11	7,98± 0,09	7,2± 0,10
Вміст білка, %	14,7±0,12	16,2±0,22	0,77±0,5
Вміст жиру, %	22,6±0,41	6,22±0,21	92,4±0,09
Aw	0,965	0,978	0,345
Зола, %	0,976±0,14	0,965±0,06	1,55±0,09
Температура плавлення, °С	-	-	38,33±0,5

Визначені показники основної сировини за значенням рН, вмістом вологи, вологозв'язуючою здатністю та пластичності подрібненого фаршу засвідчують їх відповідність середнім значенням для даних видів м'ясної сировини.

За удосконаленою технологією було виготовлено партії напівкопчених ковбас з використанням продуктів переробки молока. Основну та додаткову сировину, відбирали відповідно до рецептур (Таблиця 5.4) фарш складали у фаршмішалці з використанням охолодженої сировини.

*Опис реалізації удосконаленої технологічної схеми.* На першому етапі проводиться приймання, обвалювання та жилювання основної сировини. Проводиться сортування, відповідно нормативної документації та технологічних потре. Відсортована сировина зберігається в холодильнику при температурі 4-6°C.

Паралельно проводиться приймання сухих компонентів молочного та немолочного походження, для виготовлення білково-жирового наповнювача. Розроблений стабілізаційний комплекс, можна виготовляти безпосередньо на виробництві, за наявності потрібних умов. Зокрема, сухого приміщення з вентиляцією та мішалки для сухих продуктів. При цьому, доцільніше використовувати готові стандартизовані суміші, що можуть виготовлятися за затвердженими рецептурами підприємствами-виробниками, сумішей та добавок для харчової промисловості.

Складання та приготування суміші, проводиться у котлах із паровою або масляною тепловою сорочкою обладнаних мішалкою. Порядок внесення компонентів та технологічні режими проводили згідно технологічної схеми (Рисунок 4.1)

Проводився помел м'ясної сировини на вовчку з діаметром решітки 5 мм. Шпик хребтовий подрібнювали на кутері, до стану крихти 3\*3\*3мм, у замороженому стані. Готовий білково-жировий наповнювач, подрібнювали на шпигорізі з розміром решітки 4\*4\*4мм.

Складання фаршу проводили у мішалці, з наступним порядком внесення сировини, що передбачує збереження ковбасного малюнка.

1. Вноситься нежирна сировина (Яловичина, свинина), нітрит натрію, сіль, триполіфосфат натрію та трансглютаменаза.
2. Після рівномірного розподілення компонентів (5-7хв), вносимо попередньо підготовлене сало та основні спеції. Проводиться перемішування протягом 4-6хв, до досягнення рівномірного малюнка.
3. На останньому етапі вноситься підготовлений білково-жировий наповнювач, проводиться перемішування до повного розпроділення продукту по об'єму фаршу.

4. Готовий фарш вивантажується у технологічні візки на направляється на формування батонів.
5. В якості оболонок використовувався Білкозин та Фіброуз (d=45мм)
6. Наповнені батони направлялися на осадження при температурі 6°C, протягом 6 годин.
7. Термічну обробку проводили згідно удосконаленої технологічної схеми (Рисунок 5.3.)

На рисунку 5.5. зображено підготовку м'ясної сировини (А) та білково-жирового наповнювача (Б).



(А)



(Б)

Рисунок 5.5 – Підготовка сировини для виготовлення напівкопчених ковбас за удосконаленою технологічною схемою.

Згідно технологічних рекомендацій, складання фаршу проводили поетапно, на рисунку 5.5 відображено модельні фарші, до внесення білково-жирового наповнювача (А) та після внесення усіх рецептурних компонентів (Б).



(А)



(Б)

Рисунок 5.6 – Етапи складання фаршу для виготовлення напівкопчених ковбас за удосконаленою технологією виробництва.

Готові ковбасні батони до термічної обробки (А) та після (Б) зображено на рисунку 5.7.



(А)



(Б)

Рисунок 5.6 – Напівкопчені ковбаси виготовлені за удосконаленою технологією; до (А) та після (Б) термічної обробки.

Готові напівкопчені ковбасні вироби після термічної обробки відображено на рисунку 5.7. А – «До сніданку», Б – «Похідна», В- «Фітнес».

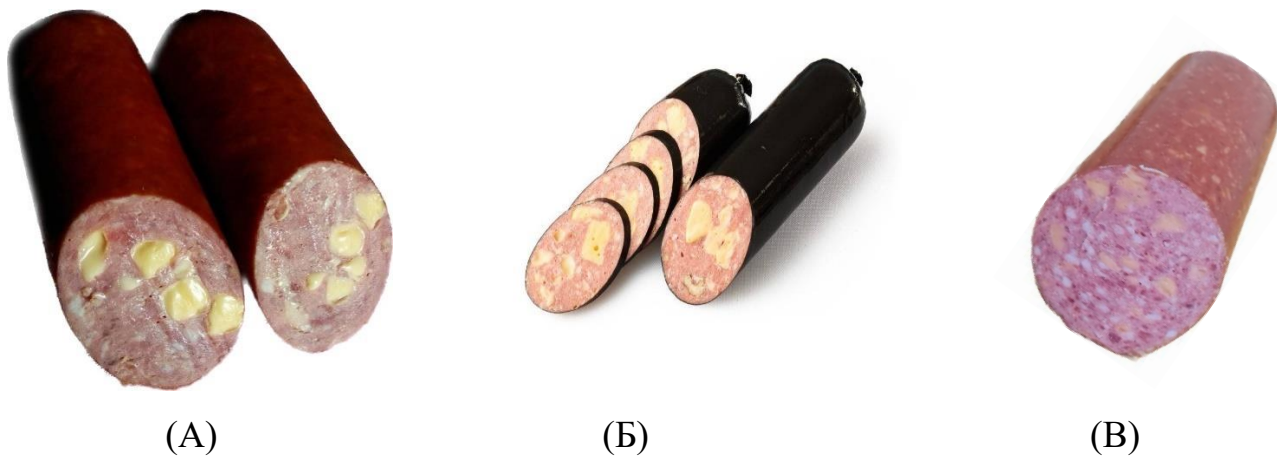


Рисунок 5.7 – Напівкопчені ковбаси виготовлені за удосконаленою технологією, А – «До сніданку», Б – «Похідна», В- «Фітнес»

Таблиця 5.11 – Фізико-технологічні показники напівкопчених ковбас

Показник	Ковбаса напівкопчена		
	« До сніданку»	«Похідна»	«Фітнес»
Вміст вологи %	48,22±0,05	49,82±0,09	46,64±0,12
ВЗЗ, %	94,24±0,11	95,34±0,18	96,42±0,15
pH	6,43	6,38	6,47
Вміст жиру, %	27,4±0,19	33,7±0,31	21,5±0,13
Вміст білка, %	15,5±0,22	14,8±0,23	16,3±0,09
Вихід, %	90,1±0,10	89,2±0,09	91,5±0,22

Виготовлені напівкопчені ковбаси відрізняються за деякими важливими характеристиками. "Похідна" має найвищий вміст вологи - 47,8%, що характеризує даний продукт більшою соковитістю та м'якістю. З іншого боку, "Фітнес" має найнижчий вміст вологи - 45,6%, що може вказувати більшу щільність та твердість.

У відношенні ВЗЗ (волого-зв'язувальна здатність), "Фітнес" має найвищий показник – 96,4%, що може впливати на структуру та консистенцію продукту. "До сніданку" має найнижчий показник ВЗЗ – 94,2%, але при цьому, всі зразки не мають ніяких ознак бульйонних та жирових відшарувань. Окрім того, вміст жиру в "Похідній" становить 33,7%, що робить її найкалорійнішою з усіх трьох. У "Фітнес" міститься найменше жиру - 21,5%, що може звернути на себе увагу споживачів, які прагнуть обрати менш жирний продукт. Також варто звернути увагу на рівень білка

в кожній з ковбас. "Фітнес" має найвищий вміст білка - 16,3%, що може бути привабливим для людей, які звертають увагу на споживання білка в раціоні. В "Похідній" вміст білка найнижчий - 14,8%, що може впливати на її біологічну цінність та споживчу привабливість. Загалом, кожна з цих ковбас має свої унікальні характеристики та може знайти свою аудиторію серед споживачів з різними уподобаннями та дієтичними потребами.

Також за 5-ти бальною шкалою було оцінено органолептичні якості готових продуктів. Ковбаси оцінювали за такими показниками: смак, зовнішній вигляд, колір, консистенція, вигляд на розрізі. Дані органолептичної оцінки відображено на рисунку 5.7.

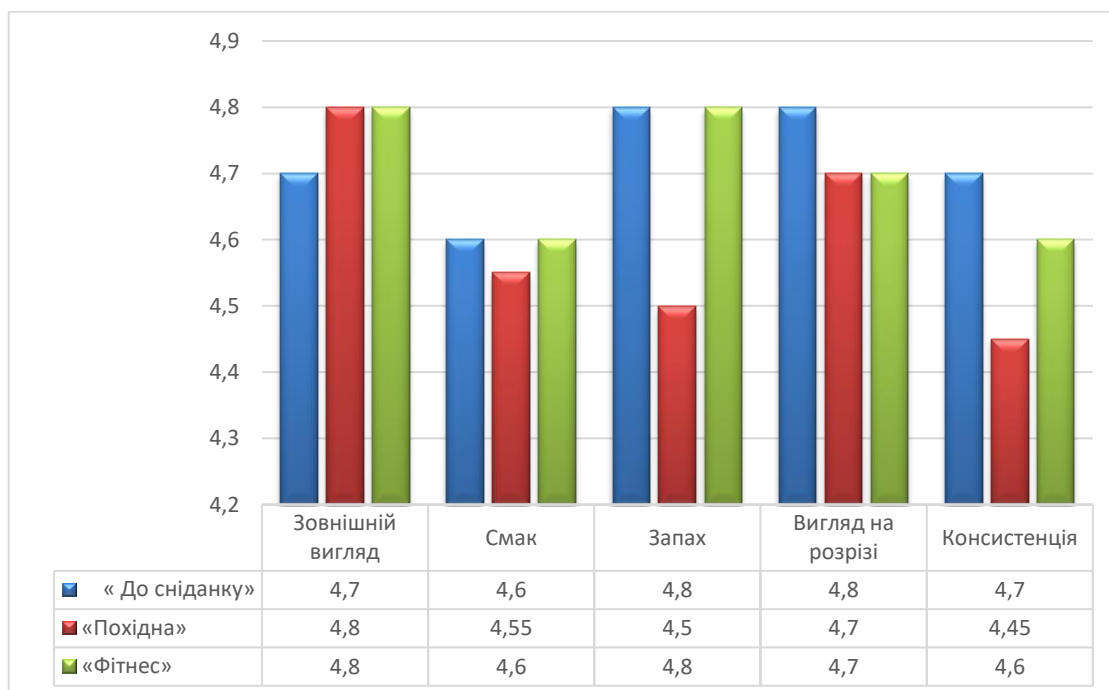


Рисунок 5.7 – Органолептичні показники напівкопчених ковбас з використанням продуктів переробки молока, промислового виробництва

Як видно із даних, представлених на рисунку 5.7, виготовлені ковбасні вироби мають високі споживчі характеристики. За усіма показниками, виготовлені ковбаси мали середні та високі бали органолептичної оцінки.

## 5.5. Розрахунок економічної ефективності напівкопчених ковбасних виробів

Задля встановлення економічного ефекту від комбінованих білково-жирових наповнювачів на основі молочних білкових продуктів у технології напівкопчених ковбас, доцільним є розрахунок виробничої собівартості отриманих зразків дослідної продукції та порівняння їх із продуктами представленими на ринку.

### Розрахунок витрат за статтею «Сировина та основні матеріали»

Попередньо прораховуємо сировину для виготовлення структуроутворюючої композиції (СК), для виготовлення білково-жирового наповнювача (БЖН).

Інформацію про ціни на основну та допоміжну сировину наводимо, користуючись даними з відкритих джерел Держстату та на онлайн-платформі тендерної документації на ProZorro, також із комерційних пропозицій виробників-постачальників сировини. Розрахунок витрат за даною статтею на 100 кг готового продукту проводимо за формулою

$$C = I \cdot K \cdot N / 100$$

де С – ціна заданої кількості сировини для виробництва 100 кг, грн; N – ціна 1 кг сировини, грн; K – вміст заданого інгредієнту у рецептурі без перерахунку на вихід, %.

Таблиця 5.12 – Розрахунок вартості основної сировини для рецептури «Структуроутворююча композиція»

№	Потреба в сировині та матеріалах за рецептурою	Норма, %	Потреба для 100 кг виробів, кг	Ціна за 1 кг, грн	Вартість, грн.
1	Крохмаль модифікований кукурудзяний гарячого набухання (®Clearam СН 20, Франція)	55,0	55,0	98,5	5417,5
2	Крохмаль модифікований емульгуючий (®Paselli МС 150, Нідерланди),	25,0	25,0	76,8	1920,0

3	Карбоксилметилцелюлоза (®Shandong Yulong Cellulose Technology Co., Ltd, Китай)	10,0	10	140,0	1400,0
4	Йота карагенан рафінований (®Richest Group, Китай)	10	10	642,7	6427,0
<b>Всього</b>		<b>102,15</b>	<b>100</b>	<b>-</b>	<b>15164,5</b>
<b>Собівартість 1 кг «Структурутворюючої композиції» = 151,645 грн</b>					

Наступним етапом розраховуємо собівартість молокового білково-жирового наповнювача (БЖН).

Таблиця 5.13 – Розрахунок вартості основної сировини для рецептури «Білково-жировий наповнювач»

№	Потреба в сировині та матеріалах за рецептурою	Норма, %	Потреба для 100 кг виробів, кг	Ціна за 1 кг, грн	Вартість, грн.
1	Вода	42,56	42,56	0,28	11,936
2	Замінник молочного жиру (ЗМЖ)	10	10	67,5	675,0
3	Концентрат сироваткового білка	5	5	318,5	1592,5
4	Казеїнат натрію	25	25	245,0	6125,0
5	Структурутворююча композиція	15	15	151,65	2274,75
6	Суміш смако-ароматична (®FOODAROMA)	1,2	1,2	275,6	330,72
7	Сіль кухонна	1,5	1,5	14,5	21,75
8	Лимонна кислота	0,1	0,1	65,0	6,5
9	Барвник «Анато»	0,04	0,04	890,5	35,62
<b>Всього</b>		<b>100</b>	<b>100</b>	<b>-</b>	<b>10704,88</b>
<b>Собівартість 1 кг БЖН =107,05 грн</b>					

Таблиця 5.14 – Розрахунок собівартості основної сировини напівкопченої ковбаси з використанням продуктів переробки молока «До сніданку»

№	Потреба в сировині та матеріалах за рецептурою	Норма, %	Потреба для 100 кг виробів, кг	Ціна за 1 кг, грн	Вартість, грн.
1	Яловичина (1 гат)	45	44,053	135,60	5973,57
2	Свинана напівжирна (80/20)	25	24,474	119,00	2912,38
3	Шпик хребтовий	15	14,684	55,50	814,98
4	Білково-жировий наповнювач	15	14,684	151,645	2226,80
5	Сіль харчова	1,7	1,664	14,50	24,13
6	Перець чорний	0,1	0,098	135,00	13,22
7	Мускатний горіх	0,04	0,039	223,00	8,73
8	Нітрит натрію	0,01	0,010	110,50	1,08
9	Триполіфосфат натрію	0,25	0,245	150,50	36,83
<b>Всього</b>		<b>102,34</b>	<b>100</b>	<b>-</b>	<b>12033,76</b>
<b>Собівартість фаршу ковбаси напівкопченої «До сніданку» = 120,34</b>					

Таблиця 5.15 – Розрахунок собівартості основної сировини напівкопченої ковбаси з використанням продуктів переробки молока «Похідна»

№	Потреба в сировині та матеріалах за рецептурою	Норма, %	Потреба для 100 кг виробів, кг	Ціна за 1 кг, грн	Вартість, грн.
1	Свинана напівжирна (80/20)	75	73,421	8925,00	8737,15
2	Шпик хребтовий	10	9,790	555,00	543,32
3	Білково-жировий наповнювач	15	14,684	2274,68	2226,80
4	Сіль харчова	1,7	1,664	24,65	24,13
5	Перець чорний	0,1	0,098	13,50	13,22
6	Мускатний горіх	0,04	0,039	8,92	8,73
7	Нітрит натрію	0,01	0,010	1,11	1,08
8	Триполіфосфат натрію	0,25	0,245	37,63	36,83
<b>Всього</b>		<b>102,15</b>	<b>100</b>	<b>-</b>	<b>11613,30</b>
<b>Собівартість фаршу ковбаси напівкопченої «Похідна» = 116,13</b>					

Таблиця 5.16 – Розрахунок собівартості основної сировини напівкопченої ковбаси з використанням продуктів переробки молока «Фітнес»

№	Потреба в сировині та матеріалах за рецептурою	Норма, %	Потреба для 100 кг виробів, кг	Ціна за 1 кг, грн	Вартість, грн.
	Яловичина 1 гат	80	78,316	135,60	10619,68
2	Шпик хребтовий	5	4,895	55,50	271,66
3	Білково-жировий наповнювач	15	14,684	151,645	2226,80
4	Сіль харчова	1,7	1,664	14,50	24,13
5	Перець чорний	0,1	0,098	135,00	13,22
6	Мускатний горіх	0,04	0,039	223,00	8,73
7	Нітрит натрію	0,01	0,010	110,50	1,08
8	Триполіфосфат натрію	0,25	0,245	150,50	36,83
<b>Всього</b>		<b>102,15</b>	<b>100</b>	<b>-</b>	<b>13224,17</b>
<b>Собівартість фаршу ковбаси напівкопченої «Фітнес» = 132,24</b>					

Враховуючи попередні відпрацювання, дослідних рецептур, в тому числі у промислових масштабах, використовуючи фіброзну оболонку ®NALO Faser (Німеччина) d=45, (Фаршеємність 2-2,2 кг/1 м.пог), ціна 1м.пог.=12 грн, використовувалась кліпса ®PCE 2 ВТ ціна 38 коп/шт, визначено середній вихід, для кожного зразка, що становить:

1. «До сніданку» - 90,55% - ціна 132,9 грн/кг
2. «Похідна» - 89,45% - ціна 129,83 грн/кг
3. «Фітнес» - 91,9% - ціна 143,9 грн/кг

Батони виготовлялися, масою 0,5 кг. Розраховуємо вартість оболонки та кліпси на 1 кг/фаршу.

Оболонка: 1 кг = 0,5м = 6 грн

Кліпса: 1 кг = 4 шт = 1,52 грн

Витрати на пакування на 1 кг: 7,52 грн.

Додаємо 10% на похибку при термічних втратах та браку при формування батонів.

Витрати на пакування (із втратами) на 1 кг: 8,28 грн/ кг.

Розраховуємо загальну вартість, враховуючи оболочку, кліпсу та втрати при термічній обробці.

До сніданку:  $132,9 \text{ грн/кг} + 8,28 \text{ грн/кг} = 141,18 \text{ грн/кг} = 141\ 180 \text{ грн/т}$

Похідна:  $129,83 \text{ грн/кг} + 8,28 \text{ грн/кг} = 138,11 \text{ грн/кг} = 138\ 110 \text{ грн/т}$

Фітнес:  $143,9 \text{ грн/кг} + 8,28 \text{ грн/кг} = 152,18 \text{ грн/кг} = 152\ 180 \text{ грн/т}$

### **Розрахунок за статтею «Паливо та енергія на технологічні цілі»**

Приймаємо до уваги поетапне оброблення основної та допоміжної сировини. При виготовленні «Білково-жирового наповнювача», використовується варочний котел з масляною сорочкою та мішалкою, потужністю 4,5 кВт/год, час повного циклу виготовлення 1 год. Вовчок для подрібнення сировини 5,0 кВт/год період використання 1 год, шпигоріз 2,0 кВт/год, час використання 0,5 год. Мішалка 3,5 кВт/год, час використання 0,5 год. Термокамера - 15 кВт/год, час використання 2,5 год. Середню ціну, враховуючи роботу в години мінімального та максимального навантаження, прийнято 4,2 грн за 1 кВт/год.

Таблиця 5.17 – Розрахунок витрат енергоносіїв

Одинця обладнання	Час роботи, год	Потужність, кВт/год	Вартість, грн
Варочний котел	1,0	4,5	18,9
Вовчок	1,0	5,0	21,0
Шпигоріз	0,5	2,0	4,2
Мішалка	0,5	3,5	7,35
Термокамера	2,5	15	157,5
<b>Разом використано</b>		<b>49,75 кВт/год</b>	<b>208,95</b>

Варочний котел:  $4,5 \text{ кВт/год} * 1,0 \text{ год} * 4,2 \text{ грн/кВт-год} = 18,9 \text{ грн}$

Вовчок:  $5,0 \text{ кВт/год} * 1,0 \text{ год} * 4,2 \text{ грн/кВт-год} = 21,0 \text{ грн}$

Шпигоріз:  $2,0 \text{ кВт/год} * 0,5 \text{ год} * 4,2 \text{ грн/кВт-год} = 4,2 \text{ грн}$

Мішалка:  $3,5 \text{ кВт/год} * 0,5 \text{ год} * 4,2 \text{ грн/кВт-год} = 7,35 \text{ грн}$

Термокамера:  $15,0 \text{ кВт/год} * 2,5 \text{ год} * 4,2 \text{ грн/кВт-год} = 157,5 \text{ грн}$

Враховуючи додаткові затрати матеріальних та енергетичних ресурсів оформлюємо загальні витрати за статтею «Паливо та енергія на технологічні цілі» (Таблиця 5.18.)

Таблиця 5.18 – Загальні витрати за статтею за статтею «Паливо та енергія на технологічні цілі»

Вид енергоресурсів	Одинця виміру	Витрати на 1т. продукції	Ціна за одиницю, грн	Вартість, грн
Вода	м <sup>3</sup>	8,7	21,3	185,31
Пар	Т	3,7	115,0	428,5
Електроенергія	кВт/год	49,75	4,2	208,95
Холод	ГКалл	0,5	380,0	190,0
Стисле повітря	м <sup>3</sup>	23,0	7,3	167,9
Газ	м <sup>3</sup>	35,2	31,5	1105,2
<b>Всього на грн/1т</b>				<b>2285,86</b>

### **Розрахунок за статтею «Основна заробітна плата»**

Відрядна розцінка за виробництво 1 т напівкопчених ковбас становить 550,0 грн.

Витрати за статтею «Додаткова заробітна плата» становлять 17 % від ОФЗП робітників. Витрати за даною статтею становлять:

$$\text{ДЗП} = \text{ОФЗП} 17 \% = 550 * (17/100) = 93,5 \text{ грн/т.}$$

Витрати за статтею «Виплати до єдиного соціального фонду» приймаємо в розмірі 39,5 % від ОФЗП + ДЗП:

$$(\text{ОФЗП} + \text{ДЗП}) * 39,5\% = (550 + 93,5) * 0,395 = 253,98 \text{ грн/т.}$$

Розрахунки за статтею «Витрати, пов'язані з розробкою та освоєнням нової продукції».

Витрати за цією статтею приймаємо в розмірі 2,5 % від ОФЗП. Для виготовлення 1 тони продукції ці витрати становлять:

$$\text{ОФЗП} \cdot 2,5\% = 550 \cdot 2,5\% = 13,75 \text{ грн/т.}$$

Витрати за статтею «Витрати на утримання та експлуатацію обладнання» приймаємо у розмірі 30 % ОФЗП.

$$\text{ОФЗП} \cdot 30\% = 550,0 \cdot 0,30\% = 165,0 \text{ грн/т.}$$

Розрахуємо витрати за статтею «Загально виробничі витрати». Витрати за цією статтею приймаємо у розмірі 60 % ОФЗП.

$$\text{ОФЗП} \cdot 60\% = 550,0 \cdot 0,60 = 330,0 \text{ грн/т.}$$

Таблиця 5.19. – Розрахунок виробничої собівартості

Статті калькуляції	«До сніданку»	«Похідна»	«Фітнес»
Сировина і основні матеріали	141 180	138 110	152 180
Паливо та енергія на технологічні цілі	2285,86	2285,86	2285,86
Основна заробітна плата	550,0	550,0	550,0
Додаткова заробітна плата	93,5	93,5	93,5
Відрахування до єдиного соціального фонду	253,98	253,98	253,98
Витрати пов'язані з розробкою та освоєнням нової продукції	13,75	13,75	13,75
Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	165,0	165,0	165,0
Загально-виробничі витрати	330,0	330,0	330,0
Виробнича собівартість	144 872	141 802	155 872

Розрахунок виробничої собівартості:

- Для рецептури ковбаси напівкопченої «До сніданку» 144 872 грн/т
- Для рецептури ковбаси напівкопченої «Похідна» 141 802 грн/т
- Для рецептури ковбаси напівкопченої «Фітнес» 155 872 грн/т

Розрахунок витрат за статтею «Адміністративні витрати». Витрати за цією статтею приймаємо в розмірі 2,5 % від виробничої собівартості:

- Для рецептури ковбаси напівкопченої «До сніданку» 3621,8 грн/т
- Для рецептури ковбаси напівкопченої «Похідна» 3545,05 грн/т
- Для рецептури ковбаси напівкопченої «Фітнес» 3896,8 грн/т

Витрати за статтею «Витрати на збут» продукції приймаються в розмірі 1,2% від виробничої собівартості і становлять:

- Для рецептури ковбаси напівкопченої «До сніданку» 1738,46 грн/т
- Для рецептури ковбаси напівкопченої «Похідна» 1701,62 грн/т
- Для рецептури ковбаси напівкопченої «Фітнес» 1870,46 грн/т

Розрахуємо витрати за статтею «Інші операційні витрати», у розмірі 0,35% від виробничої собівартості:

- Для рецептури ковбаси напівкопченої «До сніданку» 507,05 грн/т
- Для рецептури ковбаси напівкопченої «Похідна» 496,30 грн/т
- Для рецептури ковбаси напівкопченої «Фітнес» 545,55 грн/т

Таблиця 5.20 – Розрахунок повної собівартості продуктів

Статті калькуляції	«До сніданку»	«Похідна»	«Фітнес»
Виробнича собівартість	144 872	141 802	155 872
Адміністративні витрати	3621,8	3545,05	3896,8
Витрати на збут	1738,46	1701,62	1870,46
Інші операційні витрати	507,05	496,30	545,55
Повна собівартість продукту	150 739	147 545	162 185
Реалізація, +30% (Опт)	195961,1	191808,5	210840,3

На ринку України, ковбаси ціна на ковбаси напівкопчені з сиром варіюється від 150,0 грн («Успенська з сиром» 1 сорту, ®Салтівський МК до 295 грн «Делікатесна з сиром» Вищого сорту, ®Фірма «Зерно»). Ціну на розроблені ковбаси приймаємо з урахуванням 30% прибутку.

Розрахунок прибутку від реалізації одиниці продукції:

$$\text{Прибуток} = \text{Ц} - \text{С}, \text{ грн/т}$$

де Ц – ціна одиниці продукції, грн/т,

C – собівартість одиниці продукції, грн/т

Податок на прибуток становитиме:

$$\text{ППр} = \text{Пр} \cdot 19,5\%, \text{ грн/т}$$

Розрахунок рентабельності:

$$Re = \frac{\text{Пр}}{c} \cdot 100\%$$

де Пр – прибуток від реалізації 1 т продукції, грн./т.

Таблиця 5.21 – Розрахунок реалізації 1 т продукту.

Назва	Оптова ціна 1т, грн	Прибуток, грн./т	Чистий прибуток, грн./т
«До сніданку»	195961,1	45 222,1	36 403,8
«Похідна»	191808,5	44 264,5	35 632,1
«Фітнес»	210840,3	48 655,3	39 167,5

При урахуванні усіх супутніх витрат та сплати податків, загальний дохід підприємства при виготовленні напівкопчених ковбас за заданими рецептурами становитиме 24,15%, за умови формування цін за запропонованим механізмом. При цьому сформовані ціни знаходяться у середньому ціновому діапазоні, на ринку України, що має, у свою чергу, привабити торгові майданчики, для подальшої реалізації запропонованих продуктів.

## Висновки до розділу 5

За результатами досліджень та математико-статистичного моделювання було виявлено вплив кількості БЖН та ферменту трансглютамінази на фізико-технологічні показники кінцевих продуктів. Встановлено, що при вмісті БЖН на рівні 15% та додаванні ферменту "Foodgard #2" з активністю 200 одиниць у кількості 0,05%, спостерігається позитивний вплив на вихід готових продуктів, який змінюється в діапазоні від 91,8% до 94,5%. Внаслідок зберігання спостерігається зниження ступеня втрати вологи, і водночас зберігається висока здатність зв'язувати вологу

Проведено розробку модельних рецептур напівкопчених ковбас під назвами "До сніданку", "Похідна" та "Фітнес" з включенням білково-жирового наповнювача. Отримані високі фізико-технологічні характеристики готових ковбасних виробів. Проведено моделювання амінокислотного профілю виготовлених ковбасних виробів, у результаті чого було визначено їх високу біологічну цінність. Дослідження показали, що біологічна цінність виготовлених напівкопчених ковбас знаходиться в діапазоні від 87,21% до 91,52%.

Проведено промислову апробацію розроблених модельних рецептур на м'ясопереробному підприємстві ФОП Юник Г.В. та ТОВ «М'ясо Іф». Досліджено основні хіміко-технологічні значення основної сировини та виготовлених ковбасних виробів. В промислових умовах, доведено можливість виготовлення напівкопчених ковбас за удосконаленою технологією.

Проведено розрахунок економічної ефективності, в результаті якого доведено, що виробництво напівкопчених ковбас за удосконаленою технологічною схемою, дозволить виготовляти продукти, що можуть реалізовуватись у середньому ціновому сегменті, із рентабельністю 24,15%. При цьому продукт матиме високу конкурентну здатність.

Результати, описані у розділі 5, представлені у публікаціях (8, 22-26) у переліку (додаток А).

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Проведено аналіз літературних джерел та визначено перспективність виробництва напівкопчених ковбасних виробів з використанням продуктів переробки молока, а також розглянуто інноваційні рішення способів виробництва та використання молочних продуктів.

Визначено характеристики м'ясної сировини та сировини молочного походження, які можна використовувати в рецептурах напівкопчених ковбас.

Досліджено, що внесення до напівкопчених ковбас сичужних сирів та сухих молочних білків, значно покращує споживчі та технологічні властивості готових ковбасних виробів.

Доведено, що використання казеїну та казеїнату натрію у кількості 2% покращує структурно-механічні та споживчі властивості напівкопчених ковбас. Використання добавок на основі молочних білків, позитивно впливають на ВУЗ та ЖУЗ. Встановлено, що під час зберігання, використання білкових добавок у складі напівкопчених ковбас, дозволяє значною мірою призупинити процес втрати вологи, та скоротити його до 0,15% на добу.

За результатами реологічних досліджень та математично-статистичного моделювання, розроблено склад стабілізуючої суміші, що включає крохмаль модифікований гарячого набухання – 55%, крохмаль модифікований емульгуючий -25%, КМЦ-10%, йота-карагенан - 10%. Визначено режими приготування структурної основи для білково-жирового наповнювача, що включають доведення суміші до 80°C та витримку протягом 5 хв. На основі отриманих результатів розроблено стабілізуючу композицію, що має високі показники гідратації, хорошу емульгуючу та вологоутримуючу здатність, надає продуктам із її використанням структурних властивостей.

Визначено дозування стабілізуючої композиції, для виготовлення молочних білково-жирових наповнювачів, що може використовуватись у рецептурах напівкопчених ковбас. Виявлено, що внесення казеїнату натрію в кількості 25% та КСБ 5%, ЗМЖ 10%, дозволяє отримати систему із значним показником твердості.

Модельний зразок із вказаним співвідношенням проявляє стійкість до термічного впливу: під час нагрівання він залишається стабільним, не розтікається і набуває певної жорсткості. Ці характеристики мають позитивний вплив на якість кінцевого продукту під час використання цього наповнювача у виготовленні напівкопчених ковбас.

Розроблено удосконалену технологію виготовлення напівкопчених ковбас з використанням продуктів переробки молока, що передбачає виготовлення та внесення до рецептури білково-жирових наповнювачів, на основі молочних білків. Встановлено, що при вмісті БЖН на рівні 15% (в поєднанні з ферментом трансглютаменаза у кількості 0,05%), спостерігається позитивний вплив на вихід готових продуктів, який змінюється в діапазоні від 91,8% до 94,5%. Внаслідок зберігання спостерігається зниження ступеня втрати вологи, і водночас зберігається висока здатність зв'язувати вологу.

Проведено промислову апробацію розроблених модельних рецептур на м'ясопереробних підприємствах. В промислових умовах, доведено можливість виготовлення напівкопчених ковбас за удосконаленою технологією.

Проведено розрахунок економічної ефективності, в результаті якого доведено, що виробництво напівкопчених ковбас за удосконаленою технологічною схемою, дозволить виготовляти продукти, що можуть реалізовуватись у середньому ціновому сегменті, із рентабельністю 24,15%. При цьому продукт матиме високу конкурентну здатність.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

Abdolghafour, B., & Saghir, A. (2014). Effect of whey protein concentrate on quality and shelf life of buffalo meat emulsion sausage. *Scholars Journal of Agriculture and Veterinary Sciences*, 1(4), 201-210.

Agarwal, S., Beausire, R. L., Patel, S., & Patel, H. (2015). Innovative uses of milk protein concentrates in product development. *Journal of food science*, 80(S1), A23-A29.

Alekseev, G. V., & Khripov, A. A. (2014). Metoda obrazowania rezonansem magnetycznym w szybkiej zdalnej kontroli koncentracji kazeiny w szczelnie zapakowanych produktach mlecznych. *Inżynieria Przetwórstwa Spożywczego*, 1, 13-20.

Anema, S. G. (2020). The whey proteins in milk: Thermal denaturation, physical interactions, and effects on the functional properties of milk. *Milk proteins*, 325-384.

Arrieta, M. P., Peltzer, M. A., López, J., del Carmen Garrigós, M., Valente, A. J., & Jiménez, A. (2014). Functional properties of sodium and calcium caseinate antimicrobial active films containing carvacrol. *Journal of Food Engineering*, 121, 94-101.

Bacenetti, J., Bava, L., Schievano, A., & Zucali, M. (2018). Whey protein concentrate (WPC) production: Environmental impact assessment. *Journal of Food Engineering*, 224, 139-147.

Badem, A., & Uçar, G. (2017). Production of caseins and their usages. *Int J Food Sci Nutr*, 2(1), 4-9.

Bazhal, M., & Koutchma, T. (2022). Ukraine as a food and grain hub: Impact of science and technology development on food security in the world. *Frontiers in Food Science and Technology*, 2, 110-117

Bazhal, M., & Koutchma, T. (2022). Ukraine as a food and grain hub: Impact of science and technology development on food security in the world. *Frontiers in Food Science and Technology*, 2, 104-122.

Belyamani, I., Prochazka, F., Assezat, G., & Debeaufort, F. (2014). Mechanical and barrier properties of extruded film made from sodium and calcium caseinates. *Food Packaging and Shelf Life*, 2(2), 65-72.

Ben Hassen, T., & El Bilali, H. (2022). Impacts of the Russia-Ukraine war on global food security: towards more sustainable and resilient food systems?. *Foods*, *11*(15), 23-31.

Bohatyrenko, V. A., Kalinin, I. V., & Volochnyk, O. M. (2019). Development of a biodegradable polymer composition based on casein milk. *Scientific Issue Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University. Series: Biology*, *76*(2), 27-30.

Broyard, C., & Gaucheron, F. (2015). Modifications of structures and functions of caseins: A scientific and technological challenge. *Dairy science & technology*, *95*, 831-862.

Carmen Beristain-Bauza, S., Mani-Lopez, E., Palou, E., & López-Malo, A. (2017). Antimicrobial activity of whey protein films supplemented with *Lactobacillus sakei* cell-free supernatant on fresh beef. *Food microbiology*, *62*, 207-211.

Carr, A., & Golding, M. (2016). Functional milk proteins production and utilization: Casein-based ingredients. *Advanced Dairy Chemistry: Volume 1B: Proteins: Applied Aspects*, 35-66.

Carr, A., & Golding, M. (2016). Functional milk proteins production and utilization: Casein-based ingredients. *Advanced Dairy Chemistry: Volume 1B: Proteins: Applied Aspects*, 35-66.

Carter, B., Patel, H., Barbano, D. M., & Drake, M. (2018). The effect of spray drying on the difference in flavor and functional properties of liquid and dried whey proteins, milk proteins, and micellar casein concentrates. *Journal of dairy science*, *101*(5), 3900-3909

Cayot, P. & Lorient, D. (2017). Structure-function relationships of whey proteins. In *Food proteins and their applications* (pp. 225-256).

Dudzinska, A., Domagala, J., & Wszolek, M. (2014). Wpływ wysokiego ciśnienia hydrostatycznego na podstawowe składniki mleka. *Żywność Nauka Technologia Jakość*, *21*(2).

Eugeniya, A., Alexandr, K., Nikita, Z., Nataliya, P., Zinaida, B., & Tatyana, F. (2020). Processing cottage cheese whey components for functional food production. *Foods and Raw Materials*, 8(1), 52-59.

Fox, P. F., Uniacke-Lowe, T., McSweeney, P. L. H., O'Mahony, J. A., Fox, P. F., Uniacke-Lowe, T., & O'Mahony, J. A. (2015). Milk proteins. *Dairy chemistry and biochemistry*, 145-239.

Ganesan, B., & Weimer, B. C. (2007). Amino acid metabolism in relationship to cheese flavor development. *Improving the flavour of cheese*, 70-101.

Gawande, H., Arora, S., Sharma, V., Meena, G. S., & Singh, A. K. (2022). Functional characterisation of buffalo milk protein co-precipitate. *International Journal of Dairy Technology*, 75(4), 892-901.

Hammam, A. R., Martínez-Montegudo, S. I., & Metzger, L. E. (2021). Progress in micellar casein concentrate: Production and applications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 20(5), 4426-4449.

Harton, K., & Shimizu, S. (2019). Statistical thermodynamics of casein aggregation: Effects of salts and water. *Biophysical Chemistry*, 247, 34-42.

Huppertz, T., Gazi, I., Luyten, H., Nieuwenhuijse, H., Alting, A., & Schokker, E. (2017). Hydration of casein micelles and caseinates: Implications for casein micelle structure. *International Dairy Journal*, 74, 1-11.

Irtysheva, I., Ponomarova, M., & Dolzhykova, I. (2019). Conceptual fundamentals of development of the food security system. *Baltic journal of economic studies*, 5(2), 57-64.

Jeewanthi, R. K. C., Lee, N. K., & Paik, H. D. (2015). Improved functional characteristics of whey protein hydrolysates in food industry. *Korean journal for food science of animal resources*, 35(3), 350.

Jiang, S., Cheng, J., Jiang, Z., Geng, H., Sun, Y., Sun, C., & Hou, J. (2018). Effect of heat treatment on physicochemical and emulsifying properties of polymerized whey protein concentrate and polymerized whey protein isolate. *Lwt*, 98, 134-140.

Kasperek, K. (2019). Białka serwatkowe są najwartościowsze. *Tygodnik Poradnik Rolniczy*, (39 [801]).

Kilara, A., & Panyam, D. (2015). Peptides from milk proteins and their properties. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 43(6), 607-633.

Kilara, A., & Vaghela, M. N. (2018). Whey proteins. In *Proteins in food processing*, pp. 93-126

Kristensen, H. T., Christensen, M., Hansen, M. S., Hammershøj, M., & Dalsgaard, T. K. (2022). Mechanisms behind protein-protein interactions in a  $\beta$ -lg-legumin coprecipitate. *Food Chemistry*, 373, 131509.

Król, J., Brodziak, A., & Litwinczuk, A. (2014). Podstawowy skład chemiczny i zawartość wybranych białek serwatkowych w mleku krów różnych ras i w serwatce podpuszczkowej. *Żywność Nauka Technologia Jakość*, 18(4).

Kumar, R., Chauhan, S. K., Shinde, G., Subramanian, V., & Nadanasabapathi, S. (2018). Whey Proteins: A potential ingredient for food industry-A review. *Asian Journal of Dairy and Food Research*, 37(4), 283-290.

Kundieieva, H., & Tur, O. (2022). Microeconomic analysis of the Sausage Market: Demand. *Наукoвi праці НУХТ 2022. Том 28, № 1*, 57-66.

Kycia, K., Michalak, E., & Ziarno, M. (2016). Wpływ dodatku wybranych koncentratów białek serwatkowych na właściwości serów topionych blokowych i do smarowania. *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego*, (1), 53-57.

Kycia, K., Michalak, E., & Ziarno, M. (2016). Wpływ dodatku wybranych koncentratów białek serwatkowych na właściwości serów topionych blokowych i do smarowania. *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego*, (1), 53-57.

Kyshenko, I. I., Kryzhova, Y. P., & Zhuk, V. O. (2017). Особливості використання білково-жирової емульсії в технології реструктурованих шинок. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 19(75), 97-101.

Ma, X., & Chatterton, D. E. (2021). Strategies to improve the physical stability of sodium caseinate stabilized emulsions: A literature review. *Food Hydrocolloids*, 119, 211-222.

Marcone, E. H., Hettiarachchy, N. S., & Mauromoustakos, A. (2012). Amino Acid Composition of Casein and Whey Protein Isolates. *Journal of Food Science*, 77(6), C678-C682.

Minj, S., & Anand, S. (2020). Whey proteins and its derivatives: Bioactivity, functionality, and current applications. *Dairy*, 1(3), 233-258.

Miralles, B., Del Barrio, R., Cueva, C., Recio, I., & Amigo, L. (2018). Dynamic gastric digestion of a commercial whey protein concentrate. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98(5), 1873-1879.

Nasser, S., Moreau, A., Jeantet, R., Hédoux, A., & Delaplace, G. (2017). Influence of storage conditions on the functional properties of micellar casein powder. *Food and Bioproducts Processing*, 106, 181-192.

Nemchenko, H., Kolesnikova, K., & Bondar, V. (2020). Проблеми управління підприємствами в умовах світової кризи.. *Economic journal of Lesya Ukrainka Volyn National University*, 2(22), 107-113.

Pan, K., Chen, H., Davidson, P. M., & Zhong, Q. (2014). Thymol nanoencapsulated by sodium caseinate: physical and antilisterial properties. *Journal of agricultural and food chemistry*, 62(7), 1649-1657.

Pawlak, K., & Kołodziejczak, M. (2020). The role of agriculture in ensuring food security in developing countries: Considerations in the context of the problem of sustainable food production. *Sustainability*, 12(13), 5488.

Reema, S. D., Lahiri, P. K., & Roy, S. S. (2014). Review of casein phosphopeptides-amorphous calcium phosphate. *Chin J Dent Res*, 17(1), 7-14.

Sagis, L. M., & Yang, J. (2022). Protein-stabilized interfaces in multiphase food: Comparing structure-function relations of plant-based and animal-based proteins. *Current Opinion in Food Science*, 43, 53-60.

Salunke, P., & Metzger, L. E. (2022). Impact of transglutaminase treatment given to the skim milk before or after microfiltration on the functionality of micellar casein concentrate used in process cheese product and comparison with rennet casein. *International Dairy Journal*, 128, 87-94.

Schiano, A. N., Harwood, W. S., Gerard, P. D., & Drake, M. A. (2020). Consumer perception of the sustainability of dairy products and plant-based dairy alternatives. *Journal of Dairy Science*, 103(12), 11228-11243.

Shtonda, O.A., Zholud, A.G. (2015) The use of a complex additive based on pea flour in the technology of cooked sausages. *SWorld*, 37.

Siamand, R., & Al-Saadi, J. (2017). Functional properties of cow milk proteins co-precipitate. *Journal of Garmian university*, 4(ICBS Conference), 340-356

Tang, M. X., Lei, Y. C., Wang, Y., Li, D., & Wang, L. J. (2021). Rheological and structural properties of sodium caseinate as influenced by locust bean gum and κ-carrageenan. *Food Hydrocolloids*, 112, 64-72.

Trokhymenko, V. Z., Kovalchuk, T. I., Zakharin, V. V., & Bezverkha, L. M. (2023). Управління якістю тваринницької сировини. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The series: Livestock*, (1), 51-58.

Verbytska, H. L. (2023). Проблеми вітчизняних експортерів в умовах воєнного часу. *The actual problems of regional economy development*, 1(19), 167-176.

Wilbanks, D. J., Lee, M. R., Rahimi, Y. S., & Lucey, J. A. (2023). Comparison of micellar casein isolate and nonfat dry milk for use in the production of high-protein cultured milk products. *Journal of Dairy Science*, 106(1), 61-74.

Xia, X., Tobin, J. T., Fenelon, M. A., Mcsweeney, P. L., & Sheehan, J. J. (2022). Production, composition and preservation of micellar casein concentrate and its application in cheesemaking: A review. *International Journal of Dairy Technology*, 75(1), 46-58.

Yang, M., Wei, Y., Ashokkumar, M., Qin, J., Han, N., & Wang, Y. (2020). Effect of ultrasound on binding interaction between emodin and micellar casein and its microencapsulation at various temperatures. *Ultrasonics sonochemistry*, 62, 67-79.

Zhan, F., Li, J., Wang, Y., Shi, M., Li, B., & Sheng, F. (2018). Bulk, foam, and interfacial properties of tannic acid/sodium caseinate nanocomplexes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 66(26), 6832-6839.

Zulewska, J., & Morawska, A. (2015). Właściwości pianotwórcze koncentratów białek serwatkowych o zmniejszonej zawartości tłuszczu. *Żywność Nauka Technologia Jakość*, 22(1).

Базилевич, В. М. (2015). Шляхи підвищення конкурентоспроможності продукції АПК на міжнародному рівні. *Молодий вчений*, (2 (6)), 919-922.

Баль-Прилипко, Л., Ніколаєнко, М., Чередніченко, О., Даниленко, С., & Степасюк, Л. (2022). Актуальні проблеми м'ясопереробної галузі та практичні підходи до вдосконалення рецептур ковбасних виробів. *Продовольчі ресурси*, 10(19), 26-37.

Батракова, Т. І., Романюта, К. А., & Сідельнікова, С. О. (2016). Кредитування агропромислового комплексу України: проблеми і перспективи. *Економіка і суспільство*, (7), 711-715.

Беззубко, Б., & Ткаченко, М. (2022). Особливості формування стратегій українських підприємств під час війни. *Галицький економічний вісник Тернопільського національного технічного університету*, 78(5-6), 96-102.

Бергер, А. Д. (2017). Сучасні тенденції розвитку м'ясопереробної галузі України. *Інтелект XXI*, (1), 41-51.

Бєлова, Т. Г., & Гирба, А. В. (2022). Особливості формування стратегічних альтернатив для підприємств м'ясопереробної галузі України. *Науковий вісник Ужгородського Національного університету*, №41, 7-9.

Бойко, С. М., & Приседський, Ю. Г. (2021). Методичні вказівки з курсу «Молекулярні та цитогенетичні основи розвитку організмів» до виконання лабораторних робіт з теми «Біохімічні маркери».

Болквядзе, Н., & Лібич, І. (2022). Стратегії виходу підприємств аграрного сектору на зовнішні ринки. *Економіка та суспільство*, (37).

Бондар, С. М., Трубнікова, А. А., Чабанова, О. Б., Шарахматова, Т. Є., & Недобійчук, Т. В. (2021). Застосування нанофільтрації для регулювання властивостей вторинних продуктів переробки тваринної сировини. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*, *Вип. 4 (112)*, 66-77

Бочарова, Ю. Г. (2016). Світовий ринок продовольства: сучасний стан, особливості розвитку та конкуренції. *Глобальні та національні проблеми економіки*, (9), 28-32.

Вербіцька, І., & Гончар, Г. (2022). Експорт України в умовах воєнного стану: проблеми та шляхи вирішення. *Економічний дискурс*, (1-2), 7-13.

Гайдей, О. С., Баланчук, І. С., & Тишківська, Н. В. (2018). Проблема фальсифікації м'ясних продуктів в Україні. *Науковий вісник ветеринарної медицини*, (1), 5-11.

Головко М.П., Колесник Т.Л. & Яковлєв І.О.(2014) Формування нових поживних властивостей варених ковбас. *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі*, (1), 187–193.

Гусєва, Н. В., Кандиба, Ю. І., & Кобилін, П. О. (2019). Трансформації зовнішньої торгівлі товарами України: реалії, проблеми, перспективи. *Часопис соціально-економічної географії*, (26), 55-75.

Давидова, О. Б., & Зозульов, О. В. (2021). Сучасний стан ринку ковбасних виробів України: ключові тенденції та драйвери розвитку. *Актуальні проблеми економіки та управління*, (15), 2-11.

Державна служба статистики України. (2022) *Україна у цифрах*. *Статистичний збірник*, 25-28.

Дідух, Г. В. (2015). Отримання мікропартикуляту з концентрату білків молочної сироватки. *Харчова наука та технологія*, 9(2).

Довгаль, О. В. (2020). Розвиток м'ясопродуктового підкомплексу АПК України. *Економічний простір*, (164), 31-37.

Іващук, І. О., & Карп, І. М. (2021). Дивергентні зміни у продовольчому секторі. *Інноваційна економіка*, (3-4), 5-11.

Каліна, І. І., Палій, С. А., & Шуляр, Н. М. (2023). Управління зовнішньоекономічною діяльністю підприємств у системі митно-тарифного регулювання. *Наукові праці Міжрегіональної Академії управління персоналом. Економічні науки*, (1 (68)), 28-34.

Карп'як, М. О. (2018). Ринок м'яса та м'ясопродуктів в Україні в умовах євроінтеграції: зовнішньоекономічні аспекти. *Соціально-економічні проблеми сучасного періоду України*, (3), 18-21.

Коваленко О. В., (2021) Національний та глобальний ринок м'ясо-молочної продукції: зміни тенденцій та перспективи розвитку в умовах пандемії. *Продовольчі ресурси*. 17. С. 204-218

Ковтун, Ю. А., & Рашевська, Т. О. (2014). Дослідження процесу водопоглинання концентратом сироваткових білків та мікроструктури його розчину. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. Гжицького*, (16, № 2 (4)), 72-78.

Коломієць, Р. А., Страшинський, І. М., Пасічний, В. М., Дубковецький, І. В., Стрельченко, Л. В., Тарадай, Р. С., & Грицай, М. С. (2015). Розробка білкових композицій та їх використання у технології м'ясних фаршевих консервів. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. Гжицького*, (17, № 1 (4)), 37-40.

Конопелько, А., & Лясота, В. (2023). Вплив пребіотичного препарату уктиген на безпечність та якість продуктів забою індичок м'ясної продуктивності. *Conferences of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 69-71.

Копилова, К. В., Вербицький, С. Б., Вербова, О. В., & Козаченко, О. Б. (2018). Втілення засад продовольчої безпеки держави в технічному регулюванні: теоретичне обґрунтування та практичні аспекти. *Стандартизація. Сертифікація. Якість*, (5), 4-15.

Копитець, Н. Г. (2018). Сучасний стан та тенденції розвитку ринку свинини в Україні. *Економіка АПК*, (11), 44-54.

Копитець, Н. Г., & Волошин, В. М. (2021). Особливості функціонування ринку м'яса птиці в Україні. *Економіка та управління АПК*, (1), 76-84.

Корець, Л. І. (2019). Дослідження функціональних властивостей варених ковбас з додаванням пшеничної клітковини з пектином гарбуза. *Товарознавчий вісник*, (12), 18-28.

Крижова, Ю., & Дузенко, Г. (2020). Використання амілопектинового крохмалю як альтернативи фосфатам. *Продовольчі ресурси*, 8(15), 124-130.

Кулігін, М. Л. (2018). Дослідження впливу концентрації сухого молока та рослинних жирів на реологічні властивості морозива. *Вісник Херсонського національного технічного університету*, (2), 97-101.

Мінорова, А. В., Романчук, І. О., Крушельницька, Н. Л., & Мацько, Л. М. (2015). Дослідження мікроструктури та поверхнево-активних властивостей сухих концентратів сироваткових білків, отриманих методом ультрафільтрації. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Технічні науки*, (1 (2)), 89-93.

Мінорова, А. В., Романчук, І. О., Крушельницька, Н. Л., & Мацько, Л. М. (2015). Дослідження мікроструктури та поверхнево-активних властивостей сухих концентратів сироваткових білків, отриманих методом ультрафільтрації. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Технічні науки*, (1 (2)), 89-93.

Мінорова, А. В., Романчук, І. О., Недорізанюк, О. П., & Крушельницька, Н. Л. (2015). Переробка молочної сироватки із застосуванням електродіалісної обробки. *Вісник аграрної науки*, (3), 58-60.

Мотузка, Ю. М. (2017). Вуглеводний склад продуктів для ентєрального харчування. *Вісник Херсонського національного технічного університету*, (4), 154-159.

Наливайко, О. (2022). Підприємство в Україні під час війни: психологія, адаптація, розвиток. *Здоров'я і суспільство в умовах війни, Збірник статей*, 323-328.

Нан Х., Кондратюк Н.В., Степанова Т.М., Афанасьєв О.В., Ситник К.І., Дишук А.В. & Супруненко К.Є. (2020) Технологія блендів на основі рослинного білка для виробництва вегетаріанських ковбасних виробів. Науковий вісник РУЕТ: Technical Sciences, 1(91)

Недошитко, А., & Яремко, І. (2022). Особливості підприємства у сфері харчових технологій у період воєнного стану: Релокейт підприємств. Grail of Science, (14-15), 63-69.

Новікова, Н. В., & Ряполова, І. О. (2020). Проблеми впровадження інновації у харчовій промисловості. Вісник Херсонського національного технічного університету, (1-1 (72)), 117-122.

Орлова-Курилова О., (2020) Методологічні підходи до аналізу інноваційних процесів у підприємстві. *Економічний часопис Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки*. №1, С.80-86

Ощипок, І. М., & Кринська, Н. В. (2015). Застосування ферментованої колагенвмісної сировини при виготовленні ковбасних фаршів. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені СЗ Гжицького*, (17, № 4), 91-96.

Пасічний, В. М., & Полумбрик, М. М. (2016). Внесення колагенвмісних сумішей в фаршеві системи. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені СЗ Гжицького. Серія: Харчові технології*, (18, № 2), 150-153.

Пасічний, В. М., Маринін, А. І., Мороз, О. О., & Герעדчук, А. М. (2015). Development of combined protein-fat emulsions for sausage and semifinished products with poultry meat. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1(6), 32-38.

Пасічний, В. М., Маринін, А. І., Мороз, О. О., & Герעדчук, А. М. (2015). Development of combined protein-fat emulsions for sausage and semifinished products with poultry meat. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1(6), 32-38

Плечинська Г. (2019). Сучасний стан розвитку промисловості Луганської області. *Управління соціально-економічними трансформаціями господарських,* 216.

Рибак О.М. (2016). Технології молочних консервів та перероблення вторинної молочної сировини : конспект лекцій з курсу "Технологія молока і молочних продуктів", в-во "Вектор", – 123-135 с.

Римар, О. Г., & Мазуркевич, І. О. (2021). Проблеми та перспективи розвитку харчової промисловості України. *Економіка та держава*, (3), 66-70.

Родіна, О. В. (2022). Аналіз ринку м'яса птиці в Україні: сучасний вектор у контексті продовольчої безпеки. *Підприємництво та інновації*, (23), 91-96.

Рудюк, В. П., Пасічний, В. М., Хорунжа, Т. О., & Красуля, О. О. (2019). Дослідження впливу використання білкових концентратів на реологічні показники кисломолочних продуктів та терміни їх зберігання. *Харчова промисловість, НУХТ, №25*, 70-77.

Рудюк, В. П., Пасічний, В. М., Хорунжа, Т. О., & Красуля, О. О. (2019). Кисломолочний продукт з підвищеним вмістом білка. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені СЗ Гжицького*, 21(91 (2)), 79-83.

Рудюк В. П., Маринін А.І. & Пасічний, В. М. (2022). Доцільність використання сухих молочних концентратів, як білкової основи в аналогах сиру, для подальшого використання у м'ясних виробках, *Modern scientific strategies of development*, №1, 277-282.

Савченко, М. В., & Іванов, В. М. (2022). Конкурентний аналіз як інструментарій формування стратегії виходу вітчизняних підприємств на світовий ринок. *Економіка і організація управління*, 47-58.

Сахно, А. А., & Салькова, І. Ю. (2021). Дослідження сталого розвитку м'ясопродуктового підкомплексу та ринку м'яса в Україні. *Вісник Хмельницького національного університету. Серія: Економічні науки. 2021. № 3. С. 256-261.*

Своробович, Л. М. (2014). Особливості діяльності підприємств м'ясопереробної галузі як об'єкту формування внутрішнього економічного механізму. *Вісник соціально-економічних досліджень*, (3), 150-157.

Скоробогатова, Н. Є., & Ремінський, М. М. (2021). Формування зовнішньоторговельної стратегії вітчизняних експортно-орієнтованих підприємств під впливом пандемії COVID-19. *Економічний вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»*, №19(18), 89-98

Слащева, А. В., Гніцевич, В. А., Боднарук, О. А., & Мороз, В. О. (2022). Розробка технології функціонального мармеладу на основі пюре з гарбуза та освітленої підсирної сироватки. *Обладнання та технології харчових виробництв*, 44(1), 5-13.

Стеценко, Н. О., & Іноземцева, К. В. (2020, May). Виробництво функціональних харчових продуктів—сучасний напрям інноваційного розвитку підприємств харчової промисловості. In *Prospects for the development of modern science and practice: abstracts of XVI International scientific and practical conference, 11-12 May* (pp. 345-348).

Стеценко, Н. О., & Іноземцева, К. В. (2020, May). Виробництво функціональних харчових продуктів—сучасний напрям інноваційного розвитку підприємств харчової промисловості. In *Prospects for the development of modern science and practice: abstracts of XVI International scientific and practical conference, 11-12 May* (pp. 345-348).

Українець, А. І., Пасічний, В. М., Шведюк, Д. А., & Мацук, Ю. А. (2017). Дослідження здатності до протеолізу м'ясних січених напівфабрикатів функціонального призначення. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені СЗ Гжицького. Серія: Харчові технології*, (19, № 75), 129-133.

Фуштей, Л. Л. (2020). Світовий ринок м'яса та місце України в ньому. *The scientific heritage*, (50-4), 30-38.

Цимбал, Л. І., & Черницька, Т. В. (2022). Україна у системі глобальної продовольчої безпеки: ринок зернових. *Науковий вісник Одеського національного економічного університету*, (11-12), 300-301.

Шаповал Б.Ш. (2020). Аналіз стану внутрішнього ринку та експорту продукції молочної та м'ясної галузей України. *Вісник Національного Хмельницького університету*, №6 (16), 169-173.

Шубіна, Л. Ю., Янушкевич, Д. А., Чорна, Т. О., & Істоміна, О. І. (2019). Аналізування сучасних тенденцій ринку харчових продуктів функційного призначення. *Стандартизація. Сертифікація. Якість*, (4), 43-52.

Юкало, В. Г., & Сторож, Л. А. (2017). Отримання казеїнових фосфопептидів за дії протеолітичних систем лактококів. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені СЗ Гжицького. Серія: Харчові технології*, (19, № 75), 50-54.

Юкало В., Сторож Л., Штокало М., Шафранська Т., & Кушнірук, Н. (2014). Визначення концентрації панкреатину для виділення казофосфопептидів. *Матеріали XVIII наукової конференції Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя*, 172-172.

Якубчак, О. М., & Таран, Т. В. (2014). Підходи до аналізу мікробіологічних ризиків у свіжлму м'ясі. *Збірник наукових праць SWorld*, 32(4), 51-57.

Яценко, І. В., Головка, Н. П., Кириченко, В. М., Дроздов, О. О., & Гетманець, О. М. (2015). Порівняльний аналіз методів визначення вологоутримуючої здатності м'яса курчат-бройлерів. *Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини*, (31 (2)), 214-221.

## Додаток А

### Перелік публікацій здобувача за тематикою дисертаційної роботи

1. Рудюк, В. П., Пасічний, В. М., Хорунжа, Т. О., & Красуля, О. О. (2019). Кисломолочний продукт з підвищеним вмістом білка. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені СЗ Гжицького*, 21(91 (2)), 79-83.
2. Рудюк, В. П., Пасічний, В. М., Хорунжа, Т. О., & Красуля, О. О. (2019). Дослідження впливу використання білкових концентратів на реологічні показники кисломолочних продуктів та терміни їх зберігання. *Харчова промисловість, НУХТ, №25*, 70-77.
3. Рудюк, В. П., Толюпа, Т. І. & Пасічний, В. М. (2020). Розроблення альтернативних рецептур сирних продуктів для використання у м'ясній промисловості, *Харчова промисловість, НУХТ, №27*, 29-36.
4. Rudiuk, V., Pasichnyi, V., & Khorunzha, T. (2021). Rationale of cheese filling technology for the meat industry. *Proceedings, University of Ruse*, №60, 36-41.
5. Рудюк, В. П., Хорунжа Т.О., Фурсік О.П. & Пасічний, В. М. (2021). Дослідження стабільності показників плодкових емульсійних соусів з використанням сухої молочної сироватки та кремнезему, *Наукові праці НУХТ, Том 27*, 164-171.
6. Рудюк, В. П., Маринін А.І. & Пасічний, В. М. (2022). Доцільність використання сухих молочних концентратів, як білкової основи в аналогах сиру, для подальшого використання у м'ясних виробках, *Modern scientific strategies of development*, №1, 277-282.
7. Рудюк, В. П. & Пасічний, В. М. (2023). Оцінка функціонально-технологічних і реологічних показників стабілізаторів консистенції молочних білково-жирових систем для виробництва напівкопчених ковбас, *Технологічний аудит та резерви виробництва*, № 3/3 (71), 41-45.
8. Рудюк, В. П. & Пасічний, В. М. (2023). Способи інтегрування молочних білків до рецептур напівкопчених ковбас, *Науковий вісник Львівського*

національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені СЗ Гжицького, т.25, №99, 80-85.

### **Патенти України на корисну модель**

9. Рудюк. В.П., Пасічний В. М., Маринін А. І., (2023). Спосіб виробництва білковмісного сирного продукту (*Патент на корисну модель, номер заявки и 2023 00169*).

### **Тези доповідей і матеріали конференцій**

10. Рудюк, В. П. & Пасічний, В. М., (2019). Використання сирів у технології напівкопчених ковбас, *Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті Євроінтеграції*, 240-241.

11. Рудюк, В. П., Дяченко Є.О., Толюпа Т.І., & Пасічний, В. М (2020). Дослідження термостійкості сирів та сирних продуктів на предмет використання їх у ковбасному виробництві, *Наукові здобутки молоді - вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті*, Ч.1. , 243.

12. Рудюк, В. П. & Кітов М.Г. (2020). Філософія вегетеріанства, *Наукові здобутки молоді - вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті*, Ч.3., с. 262

13. Рудюк, В. П., Толюпа Т.І., & Пасічний, В. М (2020). Розроблення альтернативних рецептур сирних продуктів для використання у м'ясній промисловості, *Actual problems of science and practice*, Стокгольм, Швеція – с. 138-141.

14. Рудюк, В. П., Хорунжа Т.О. & Пасічний, В. М (2020). Pasterized sausages enriched with heme iron for the prevention of iron deficiency, *About the problems of science and practice, tasks and ways to solve them*, Мілан, Італія, 539-541.

15. Рудюк, В. П., Тарахтій Д.Ю. & Пасічний, В. М (2020), Рецептури сирних продуктів, для використання у м'ясній промисловості, *Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті Євроінтеграції*, 206-207.

16. Рудюк, В. П. & Пасічний, В. М (2020), Розроблення рецептур сирних продуктів, для використання у м'ясній промисловості, в умовах дефіциту класичної

сировини, *Інноваційні технології та перспективи розвитку м'ясопереробної галузі*, 91-93.

17. Рудюк, В. П., Хорунжа Т.І., Маринін А.І. & Пасічний, В. М, (2021), Перспективи використання молочних білків в технології сирих продуктів для виробництва сирих продуктів, *Табиий бирикмалардан саноат ва қишлоқ хўжалигида фойдаланиш истиқболлари*, Республіка Узбекистан, 109-110.

18. Рудюк, В. П., Хорунжа Т.О. & Пасічний, В. М, (2021), Способи подрібнення сировини та складання фаршу у технології напівкопчених ковбас з використанням білково-жирового наповнювача, *Science and innovations in the 21st century: I Всеукраїнська Інтернет-конференція студентів та молодих вчених*, 54-55.

19. Rudiuk V., Khorunzha T. & Pasichnyi V, (2021), Rationale of cheese filling technology for the meat industry, *Biotechnologies and food technologies*, (Болгарія), Volume 60, book 10.2., 34.

20. Рудюк, В. П., Хорунжа Т.О. & Пасічний, В. М, (2021), Технологічні властивості сирих продуктів на основі білкових концентратів, *Інноваційні технології та перспективи розвитку м'ясопереробної галузі «Реалії та перспективи м'ясопереробки»*, 60-61.

21. Рудюк, В. П., Хорунжа Т.О. & Пасічний, В. М, (2021), Аналіз ринку сировини для виготовлення сирих продуктів в Україні, *Інноваційні технології та перспективи розвитку м'ясопереробної галузі «Реалії та перспективи м'ясопереробки»*, 64.

22. Рудюк В.П., Савчук О.О., Піценко Б.І. & Пасічний, В. М, (2022), Дослідження хімічного складу молочних білкових концентратів, *Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті євроінтеграції*, 187.

23. Рудюк, В. П. & Пасічний, В. М (2022), Структуроутворювач універсальний для виробництва низькобілкових сирих продуктів, *Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті*, 212.

24. Рудюк, В. П. & Пасічний, В. М (2023), Структуроутворювач універсальний для виробництва низькобілкових сирних продуктів, *Промисловість та крафт для HoReCa в туризмі: досвід, проблеми, інновації*, 34-35.

25. Рудюк, В. П. & Пасічний, В. М (2023), Модифікований крохмаль, як основна стабілізуюча добавка, для структурних продуктів по типу аналогів сиру, *Промисловість та крафт для HoReCa в туризмі: досвід, проблеми, інновації*, 212-213.

26. Рудюк, В. П. & Пасічний, В. М (2023), Універсальний структуроутворювач для виробництва сирних продуктів, *Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті*, 283.

Додаток Б

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Директор ТОВ «АРОМАСПЕЙС»  
А.М. Лопушняк  
16.01.2023 р.



**Акт  
виробництва  
дослідно-промислової партії**


**суміші комплексної функціональної згідно ТУ У 10.8-41498427-001:2017**  
(з використанням крохмалю кукурудзяного модифікованого гарячого набухання,  
крохмалю кукурудзяного модифікованого емульгуючого, карбоксиметилцелюлози та  
рафінованого йота карагенану)

Співробітниками ТОВ «АРОМАСПЕЙС» та представниками НУХТ, 21.12.2022 року згідно з розробленою технологічною рецептурою була виготовлена партія суміші комплексної функціональної **Фудгард М1 "Преміум Чіз"** в кількості 25 кг з використанням кукурудзяного крохмалю модифікованого гарячого набухання, крохмалю кукурудзяного модифікованого емульгуючого, карбоксиметилцелюлози та рафінованого йота карагенану в умовах та на виробничих площах ТОВ «АРОМАСПЕЙС».

Дослідні зразки направлено на комплексне лабораторне дослідження на відповідність органолептичним, фізико-хімічним, мікробіологічним та радіологічним показникам.

За результатами виробничих випробувань даний продукт поставлений на виробництво з 16.01.2023 року та внесений до асортименту продуктів, що виготовляються згідно з ТУ У 10.8-41498427-001:2017.

Зав. кафедри технології м'яса і  
м'ясних продуктів НУХТ, професор,  
д. т. н.



В.М. Пасічний

Завідувач проблемної науково-  
дослідної лабораторії НУХТ,  
кандидат техн. Наук, старший  
науковий співробітник



А.І. Маринін

Аспірант Проблемної науково-  
дослідної лабораторії НУХТ




В.П.Рудюк

Директор ТОВ «АРОМАСПЕЙС»



А.М. Лопушняк

## Додаток В

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Директор ТОВ «БОРИСФЕН-ТРЕЙД»  
  
І.Л. Ружинський  
«23» січня 2023 р.



**Акт  
виробництва  
дослідно-промислової партії  
білковмісного сирного продукту згідно патенту України на корисну  
модель (номер заявки у 2023 00169, від 18.01.2023 р.)  
«Спосіб виготовлення білковмісного сирного продукту»**

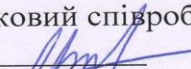
Співробітниками ТОВ «БОРИСФЕН-ТРЕЙД» та представниками НУХТ, 23.01.2023, згідно з розробленою технологічною рецептурою до патенту України на корисну модель (номер заявки у 2023 00169, від 18.01.2023 р.) була виготовлена партія білковмісного сирного продукту, в кількості 10 кг, що містить крохмаль кукурудзяний модифікований гарячого набухання, крохмаль кукурудзяний модифікований емульгуючий, карбоксилметилцелюзу та йота карагенан рафінований у співвідношенні 1:0,5:0,2:0,3 з додаванням замітника молочного жиру компонентів, що формують смак, аромат та зовнішній вигляд готового продукту, у якості білкової складової використовується казеїнат натрію та суха сироватка.

Дослідні зразки направлено лабораторне дослідження на відповідність органолептичним, фізико-хімічним, мікробіологічним та реологічним показникам.

Зав. кафедри технології м'яса і  
м'ясних продуктів НУХТ, професор,  
д. т. н.

  
В.М. Пасічний

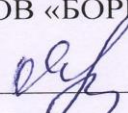
Завідувач Проблемної науково-  
дослідної лабораторії НУХТ,  
кандидат технічних наук, старший  
науковий співробітник


  
А.І. Маринін

Аспірант Проблемної науково-  
дослідної лабораторії НУХТ

  
В.П. Рудюк

Завідувач виробництва  
ТОВ «БОРИСФЕН-ТРЕЙД»

  
О.В. Ярова

Завідувач лабораторії  
ТОВ «БОРИСФЕН-ТРЕЙД»  
  
Н.М. Безпала



## Додаток В

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Директор «ФОП Юник Г.В.»  
П.І.П  
24/01/2023 р.

**Акт  
виробництва  
дослідно-промислової партії  
напівкопчених ковбасних виробів з використанням продуктів переробки  
молока (на основі свинини напівжирної, яловичини 1с, м'яса курчат бройлерів,  
сала хребтового, продукту білково-жирового на основі сухих молочних  
концентратів)**

Співробітниками «ФОП ЮНИК Г.В.» та представниками НУХТ, 24.01.2023 року, згідно з розробленою технологічною рецептурою була виготовлена партія напівкопченої ковбаси із внесенням продукту білково-жирового молоковмісного в якості наповнювача, в кількості 30 кг, (з використанням свинини напівжирної, яловичини 1с, м'яса курчат бройлерів, сала хребтового, продукту білково-жирового на основі сухих молочних концентратів) на виробничих потужностях «ФОП ЮНИК Г.В.»

Дослідні зразки передані на дегустацію та подальші дослідження, зокрема, контроль термінів зберігання за температури 0 - 6°C.

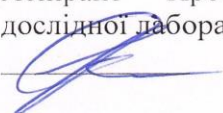
Зав. кафедри технології м'яса і  
м'ясних продуктів НУХТ, професор,  
д. т. н.

  
В.М. Пасічний

Завідувач проблемної науково-  
дослідної лабораторії НУХТ,  
кандидат техн. Наук, старший  
науковий співробітник

  
А.І. Маринін

Аспірант Проблемної науково-  
дослідної лабораторії НУХТ

  
В.П. Рудюк

Директор «ФОП ЮНИК Г.В.»



Головний технолог «ФОП ЮНИК  
Г.В.»

  
І.І. Кулик

## Додаток Г



### Акт виробництва дослідно-промислової партії

ковбас напівкопчених з використанням продуктів переробки молока  
(з використанням яловичини I сорту, свинини напівжирної, шшику хребтового,  
казеїнату натрію, концентрату сироваткового білка, стабілізаторів консистенції,  
смакових добавок)

Співробітниками ТОВ «М'ясо-ІФ» та представниками НУХТ, 05.04.2022 року згідно з розробленими технологічними рецептурами було виготовлено партії напівкопчених ковбас з використанням продуктів переробки молока «Напівкопчена до сніданку» у кількості 25 кг, «Напівкопчена Похідна» у кількості 20 кг.

Дослідні зразки направлено на комплексне лабораторне дослідження на відповідність органолептичним, фізико-хімічним, мікробіологічним та радіологічним показникам

Зав. кафедри технології м'яса і  
м'ясних продуктів НУХТ, професор,  
д. т. н.

В.М. Пасічний

Завідувач проблемної науково-  
дослідної лабораторії НУХТ,  
кандидат техн. Наук, старший  
науковий співробітник

А.І. Маринін

Аспірант Проблемної науково-  
дослідної лабораторії НУХТ

В.П. Рудюк

Директор з виробництва  
ТОВ «М'ясо-ІФ»

В.Д. Костишин

Головний технолог  
ТОВ «М'ясо-ІФ»

О.О. Рувінський

Начальник виробництва ковбасних  
виробів ТОВ «М'ясо-ІФ»

В.Р. Богун