

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Кваліфікаційна наукова  
праця на правах рукопису

**ШУБИНА ЄВГЕНІЯ АНДРІЙВНА**

УДК 637.521.47: 633.854.434+663.68+628.1.03

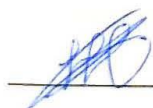
**ДИСЕРТАЦІЯ**

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ НАПІВФАБРИКАТІВ КУЛІНАРНИХ  
З ВИКОРИСТАННЯМ НЕТРАДИЦІЙНОЇ БІЛОКВМІСНОЇ СИРОВИНИ**

181 Харчові технології  
18 виробництво та технології

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

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

 Є. А. Шубіна

Науковий керівник Пасічний Василь Миколайович, доктор технічних  
наук, професор



Київ – 2024

## АНОТАЦІЯ

Шубіна Є. А. Удосконалення технології напівфабрикатів кулінарних з використанням нетрадиційної білоквмісної сировини — кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 181 «Харчові технології» — Національний університет харчових технологій, Київ, 2024.

Метою дисертаційної роботи є удосконалення напівфабрикатів у тістовій оболонці, шляхом внесення рослинної білоквмісної сировини.

У першому розділі дисертаційної роботи проведено аналіз літературних джерел за тематикою дослідження. Розглянуто структуру ринку заморожених напівфабрикатів. За результатами аналізу виявлено, що найбільшу частку займають продукти у тістовій оболонці. За результатами проведеного аналізу видно, що удосконалення саме цієї групи продуктів є актуальним. Результати літературних пошуків виявили, що використання рослинної інгредієнтів у складі м'ясних та м'ясомістких напівфабрикатів показує позитивний вплив при формуванні технологічних показників продукту.

Для удосконалення рецептур м'ясних продуктів перспективним рішенням є використання нетрадиційної білоквмісної сировини. У сучасній м'ясопереробній галузі широко використовується сировина різноманітного походження для удосконалення продуктів. Однією з перспективних білоквмісних культур є коноплі. Продукти переробки їх насіння мають високий вміст амінокислот та поєднуються у м'ясомістких продуктах з покращенням їх функціонально-технологічних властивостей.

Процес заморожування при виробництві напівфабрикатів впливає на зміни функціонально-технологічних та структурно-механічних властивостей. Нівелювання цих змін можливе за рахунок використання кріопротекторів. Проведено оцінку впливу на показники напівфабрикатів рослинних інгредієнтів та кукурудзяного крохмалю.

У свою чергу використання білоквмісної сировини потребує пошуку способів її гідратації. Завдяки зміщенню ізоелектричної точки білка наповнювачів дозволяє покращувати вологозв'язуючу здатність. У зв'язку з цим використання аноліту та католіту є перспективним для можливості активації білка в складі напівфабрикатів.

У другому розділі дисертації обґрунтовані використані методики для аналізу сировини та готової продукції. Для визначення функціонально-технологічних показників застосовані фізико-хімічні та інструментальні методи аналізу.

Визначення фракцій білка проведено спектрометричним методом, що дозволяє точно визначити його фракційний склад. Для оцінки консистенції білоквмісної сировини та фаршевих систем використовувались реологічні методи дослідження. Оцінка органолептичних показників проводилась шляхом сліпої дегустації, що дозволяє оцінити зовнішні, смакові та ароматичні властивості продукту за допомогою органів чуття. Для оцінки показників безпечності використовувались мікробіологічні методи досліджень. У процесі досліджень визначалось загальне мікробіологічне забруднення та вміст патогенних мікроорганізмів. Термографічний аналіз проводили за допомогою дериватографії, що дозволяє оцінити зміни у продукті під час нагрівання.

Розроблено загальний план досліджень, що включав наступні етапи:

теоретичний етап, аналіз літературних джерел за тематикою дисертаційної роботи;

формування мети і завдань дослідження;

експериментальні дослідження;

промислову апробацію на м'ясопереробному підприємстві;

висновки.

У третьому розділі дисертаційної роботи проведено дослідження продуктів перероблення насіння конопель та кукурудзяного крохмалю з урахуванням можливості подальшого використання у рецептурах напівфабрикатів кулінарних. Проведено дослідження функціонально-

технологічних показників модельних фаршів з використанням рослинної білоквмісної сировини з різними видами м'ясної сировини.

Першим етапом цього дослідження було визначення основних функціонально-технологічних показників продуктів переробки насіння конопель з різним ступенем гідратації. Проведено дослідження зразків борошна та протеїну з насіння конопель при гідратації 1:1; 1:2; 1:2,5 та 1:3. Доведено, що гідратації сировини у співвідношенні більше 1:2 знижує вологозв'язуючу та емульгуючу здатність сировини, а прогрівання зразків на водяній бані не дає значного впливу на їх покращення. Визначено, що гідратації 1:1,5 та 1:2 дозволяє отримати системи з гарними реологічними показниками.

Дослідження кукурудзяного крохмалю за фізико-хімічними показниками та хімічним складом вказують на значні перспективи використання даної сировини у складі напівфабрикатів кулінарних.

Проведено дослідження використання протеїну та борошна з насіння конопель при виробництві заморожених напівфабрикатів у тістовій оболонці та фрикадельок. Як основну сировину для виробництва обрано: яловичину, свинину, біле та червоне м'ясо курчат-бройлерів. За результатами дослідження доведено, що використання 20 % гідратованих продуктів з насіння конопель дає змогу покращити функціонально-технологічні та реологічні показники продукту порівняно з контрольною рецептурою з використанням свинини та яловичини.

Визначено, що заморожування напівфабрикатів без тістової оболонки знижує показники. За результатами досліджень доведено, що активність води у досліджуваних продуктах знаходиться в межах 0,951-0,967 одиниць активності води. За результатами досліджень доведено, що поєднання продуктів переробки насіння конопель з білим м'ясом курчат-бройлерів дозволяє отримати фаршеві системи на функціонально-технологічні показники яких не впливає криогенна обробка.

Проведено дослідження удосконалених рецептур напівфабрикатів у тістовій оболонці використанням в рецептурі кукурудзяного крохмалю та

електрохімічно активованої води. Для досліджень було розроблені 10 дослідних рецептур з яких 2 слугували контролем. У дослідних рецептурах змінювалась частка кукурудзяного крохмалю та борошна або протеїну з насіння конопель і спосіб їх гідратації (використання аноліту або католіту).

Визначено, що використання кукурудзяного крохмалю дозволяє зменшити ефект виморожування фаршів, що вказує на його кріопротекторну здатність. Використання кукурудзяного крохмалю дозволяє забезпечити високу вологозв'язуючу здатність продукті та знизити активність води у напівфабрикатах. Визначено, що аноліт та католіт не мають значного впливу на рН фаршу та тіста систем. Емульгуюча здатність та пластичність фаршевої начинки після розморожування показує вищі значення в удосконалених рецептурах. Дослідження виходу готового продукту доводить збільшення цього показника при використанні кукурудзяного крохмалю. Найбільший вихід демонструють зразки з використанням католіту та 15 % кукурудзяного крохмалю.

За результатами термографічного аналізу визначено, що використання католіту у напівфабрикатах сприяє отриманню термостабільних систем. Використання аноліту має кращу бактерицидну дію на напівфабрикати у тістовій оболонці.

Важливим етапом досліджень є визначення органолептичних показників та харчової цінності продукту. В результаті проведення дегустації підтверджено високу бальну оцінку розроблених рецептур. За результатами досліджень амінокислотного складу напівфабрикатів доведено, що використання кукурудзяного крохмалю зменшує частку білка в продукті, але залишає достатньо високий амінокислотний СКОР.

Досліджено зміни функціонально-технологічних показників напівфабрикатів та оцінка якості жиру після 12 місяців зберігання. Отриманий продукт зберігали у вакуумному пакуванні протягом 12 місяців при -18 °С. Проведені дослідження показують незначне зниження вмісту вологи після розморожування. При цьому вологозв'язуюча здатність в усіх зразках

залишилось на рівні 100 %, що вказує на отримання кулінарних напівфабрикатів зі стабільними функціонально-технологічними показниками при тривалому зберіганні. Значення рН у фаршевих системах після зберігання стабілізувалось на рівні 5,8 — 5,75. Також відбулось незначне зниження активності води у напівфабрикатах.

Проведено оцінку якості жиру у фаршевих начинках за значенням пероксидного та кислотного чисел. За результатами оцінки визначено, що після 12 місяців зберігання фаршеві системи за досліджуваними показниками знаходяться в межах продуктів умовно придатних до вживання. Ці данні свідчать про антиоксидантний ефект використання електрохімічно активованої води та рослинної сировини використанні в складі напівфабрикатів у тістовій оболонці.

Результатами досліджень доведено, що для протеїну з насіння конопель кращою є активація анолітом, а для борошна католітом.

Проведено оптимізаційне моделювання рецептур та дослідження в плані повного факторного експерименту комбінації білоквмісної сировини, структуроформуючої та електрохімічно активованої води на функціонально-технологічні показники напівфабрикатів у тістовій оболонці.

Складено удосконалену технологію виробництва напівфабрикатів у тістовій оболонці.

Отримано проєкт технічних умов та технологічної інструкції на розроблені напівфабрикати. Проведено промислову апробацію розроблених рецептур шляхом виробництва партії напівфабрикатів за удосконаленою технологією на підприємствах СФГ «Калина», ПП «Юник», ПП «Маршалок» ТОВ «УПГ-ІНВЕСТ». За результатами досліджень підтверджено можливість отримання кулінарних напівфабрикатів високої якості з використанням продуктів переробки насіння конопель.

*Ключові слова:* рослинні білки, продукти переробки насіння конопель, заморожені напівфабрикати, активована вода, технологічні властивості,

емульсійні структури, кріопротектори, кукурудзяний крохмаль гідратація, аноліт, католіт.

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

1. Bozhko, N., Pasichnyi, V., Tischenko, V., Marynin, A., Shubina, Y., & Strashynskyi, I. (2021). Determining the nutritional value and quality indicators of meat-containing bread made with hemp seeds flour (*Cannabis sativa* L.). *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4(11(112)), 58–65.
2. Marynin, A., Shpak, V., Pasichnyi, V., Svyatnenko, R., & Shubina, Y. (2023b). Physico-chemical and rheological properties of meat pates with corn starch suspensions prepared on electrochemically activated water. *Ukrainian Food Journal*, 12(2).
3. Маринін, А., Шпак, В., Пасічний, В., Шубіна, Є., & Святненко, Р. (2023). Вплив електрохімічно активованої води на функціонально–технологічні властивості та реологічні показники м'ясних паштетів. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: Нові рішення у сучасних технологіях, (2 (16)), 79-85.
4. Pasichnyi, V., Shubina, Y., Svyatnenko, R., & Moroz, O. (2021). The effect of freezing on the characteristics of semifinished products in a dough covering using non-conventional protein-containing raw materials. *Animal Science and Food Technology*, 13(1), 47–56.
5. Пасічний В. М., Шубіна Є. А., Тищенко В. І., Божко Н. В., Мороз О. О. (2021) Дослідження використання продуктів переробки насіння конопель для використання у м'ясних продуктах. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*, 22(2), 173-183.

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

6. Пасічний, В. М., Шубіна, Є. А., & Тищенко, В. І. (2021). Дослідження показників емульгуючої здатності у продуктах переробки насіння конопель. *EDITORIAL BOARD*, 449.
7. Пасічний, В. М., Шубіна, Є. А., Тищенко, В. І. & Божко, Н. В., (2021). Вивчення емульгуючої здатності протеїну з насіння конопель. *Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті Євроінтеграції*, 159–161.
8. Пасічний, В., & Шубіна, Є. (2022). Дослідження впливу нетрадиційної білоквмісної сировини на вміст вологи у напівфабрикатах у тістовій оболонці, "Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті" Ч.1, 225.
9. Пасічний, В. М., & Шубіна, Є. А. (2022). Визначення впливу заморожування на вміст вологи у фрикадельках з протеїну з насіння конопель. *Інновації, гостинність, туризм: наука, освіта, практика*, 232-235.
10. Пасічний, В., & Шубіна, Є. (2022). Дослідження емульгуючої здатності заморожених напівфабрикатів з комбінованим складом сировини. *Інноваційні технології та перспективи розвитку м'ясопереробної галузі*, 23–25.
11. Пасічний, В., & Шубіна, Є. (2022). Дослідження зміни вологосв'язуючої здатності у заморожених напівфабрикатах. *Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті Євроінтеграції*, 189–191.
12. Пасічний, В., & Шубіна, Є. (2022). Вивчення ефективної в'язкості продуктів переробки насіння конопель. *Інноваційні технології розвитку харчових і переробних виробництв та ресторанного господарства: наукові пошуки молоді*, 64.
13. Пасічний, В., & Шубіна, Є. (2022). Дослідження зміни вмісту вологи у напівфабрикатах заморожених. *Сучасні тенденції розвитку індустрії гостинності*, 209–211.
14. Пасічний, В. М., & Шубіна, Є. А. (2022). Вплив нетрадиційної білокумісної сировини на реологічні показники заморожених напівфабрикатів.

*Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті*, с. 298.

15. Пасічний, В., & Шубіна, Є. (2023). Вплив протеїну з насіння конопель на функціонально-технологічні показники фаршів. *Нові технології і обладнання харчових та переробних виробництв*, 26–29.

16. Пасічний, В., & Шубіна, Є. (2023). Функціонально-технологічні властивості заморожених напівфабрикатів з використанням протеїну та борошна з насіння конопель. *Молодь - науці і виробництву: Актуальні питання харчової промисловості*, 108–110.

17. Шубіна, Є. А., Маринін, А. І., & Пасічний, В. М. (2023). Функціонально-технологічні показники пельменів комбінованого складу. *Промисловість та крафт для HoReCa в туризмі: досвід, проблеми, інновації*, 86–87.

18. Пасічний, В. М., Маринін, А. І., & Шубіна, Є. А. (2023). Функціонально-технологічні показники пельменів комбінованого. *Продовольча та екологічна безпека в умовах війни та повоєнної відбудови: виклики для України та світу*.

19. Пасічний, В. М., & Шубіна, Є. А. (2023). Дослідження вмісту вологи у заморожених напівфабрикатах з нетрадиційною рослинною сировиною. *Сучасні тренди і перспективи в галузі переробки м'яса і молока*, 15–16.

20. Пасічний, В. М., & Шубіна, Є. А. (2023). Дослідження зміни вмісту вологи у заморожених напівфабрикатах. *Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті євроінтеграції*, 217–219.

21. Пасічний, В. М., & Шубіна, Є. А. (2023). Вплив способу гідратації рослинної сировини на активність води в напівфабрикатах. *Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті євроінтеграції*, 221–223.

## SUMMARY

Shubina Y. A. Improvement of the technology of culinary semi-finished products using non-traditional protein-containing raw materials — qualifying scientific work with manuscript rights.

Dissertation for the Doctor of Philosophy degree in specialty 181 "Food Technologies" — National University of Food Technologies, Kyiv, 2024.

The dissertation work aims to improve semi-finished products in the dough shell by introducing vegetable protein-containing raw materials.

The first chapter of the dissertation analyzes the literature on the subject of the study. The structure of the frozen semi-finished products market is considered. The results of the analysis revealed that the largest share is occupied by products in a dough shell. The results of the analysis show that the improvement of this particular group of products is relevant. The results of literature searches have shown that the use of vegetable ingredients in meat and meat-containing semi-finished products has a positive effect on the formation of technological indicators of the product.

To improve meat product formulations, the use of non-traditional protein-containing raw materials is a promising solution. In the modern meat processing industry, raw materials of various origins are widely used to improve products. One of the most promising protein-containing crops is hemp. Hemp seed products have a high content of amino acids and are combined with meat-containing products to improve their functional and technological properties.

The process of freezing in the production of semi-finished products affects changes in functional, technological structural and mechanical properties. Levelling these changes is possible through the use of cryoprotectants. The influence of vegetable ingredients and corn starch on the parameters of semi-finished products was evaluated.

In turn, the use of protein-containing raw materials requires finding ways to hydrate them. By shifting the isoelectric point of the protein, fillers can improve the moisture binding capacity. In this regard, the use of anolyte and catholyte is promising for the possibility of protein activation in semi-finished products.

The second chapter of the thesis substantiates the methods used to analyse raw materials and finished products. Physicochemical and instrumental methods of analysis were used to determine functional and technological parameters.

The determination of protein fractions was carried out by the spectrometric method, which allows us to accurately determine its fractional composition. Rheological methods were used to assess the consistency of protein-containing raw materials and minced systems. The organoleptic characteristics were assessed by blind tasting, which allows us to evaluate the external, taste and aroma properties of the product using the senses. Microbiological research methods were used to assess the safety indicators. The research determined the total microbiological contamination and the content of pathogenic microorganisms. Thermographic analysis was carried out using derivatography, which allows to assessment of changes in the product during heating.

A general research plan was developed, which included the following stages:  
theoretical stage, analysis of literary sources on the subject of the dissertation;  
formation of the purpose and objectives of the study;  
experimental research;  
industrial testing at a meat processing enterprise;  
conclusions.

In the third chapter of the dissertation, a study of the products of processing hemp seeds and corn starch was carried out, taking into account the possibility of further use in the formulations of semi-finished culinary products. A study of functional and technological indicators of model minced meat using vegetable protein-containing raw materials with different types of meat raw materials was carried out.

The first stage of this study was to determine the main functional and technological indicators of hemp seed processing products with different degrees of hydration. Samples of flour and protein from hemp seeds at 1:1, 1:2, 1:2.5 and 1:3 hydration were tested. It was proved that hydration of raw materials in a ratio of more than 1:2 reduces the moisture-binding and emulsifying capacity of raw materials, and

heating the samples in a water bath does not have a significant effect on their improvement. It has been determined that hydration ratios of 1:1.5 and 1:2 allow obtaining systems with good rheological properties.

Studies of corn starch in terms of physicochemical parameters and chemical composition indicate significant prospects for the use of this raw material in culinary semi-finished products.

The use of hemp seed protein and flour in the production of frozen semi-finished products in a dough shell and meatballs was studied. The main raw materials for production were beef, pork, white and red meat of broiler chickens. The results of the study show that the use of 20 % of hydrated hemp seed products can improve the functional, technological and rheological characteristics of the product compared to the control recipe using pork and beef.

It has been determined that freezing semi-finished products without a dough casing reduces the indicators. According to the results of the research, it was proved that the water activity in the tested products is in the range of 0.951-0.967 water activity units. According to the research results, it has been proven that the combination of hemp seed processing products with white meat of broiler chickens allows to obtaining of minced systems whose functional and technological indicators are not affected by cryogenic processing.

The study of improved formulations of semi-finished products in a dough shell using corn starch and electrochemically activated water in the recipe was carried out. For the study, 10 experimental formulations were developed, of which 2 served as controls. The proportion of corn starch and flour or hemp seed protein and the method of their hydration (using anolyte or catholyte) were varied in the experimental formulations.

It was determined that the use of corn starch can reduce the effect of freezing minced meat, which indicates its cryoprotective ability. The use of corn starch provides a high moisture-binding capacity for the product and reduces the activity of water in semi-finished products. It has been determined that anolyte and catholyte do not have a significant effect on the pH of minced meat and dough systems. The

emulsifying ability and plasticity of the minced meat filling after defrosting show higher values in the improved formulations. The study of the yield of the finished product shows an increase in this indicator when using corn starch. The highest yields are demonstrated by samples using catholyte and 15% corn starch.

The results of the thermographic analysis showed that the use of catholyte in semi-finished products contributes to the production of thermostable systems. The use of anolyte has a better bactericidal effect on semi-finished products in a dough shell.

An important stage of research is to determine the organoleptic characteristics and nutritional value of the product. The tasting confirmed the high score of the developed recipes. The amino acid composition of the semi-finished products was studied and it was proved that the use of corn starch reduces the proportion of protein in the product, but leaves a sufficiently high amino acid SCORE.

Changes in the functional and technological parameters of semi-finished products and assessment of fat quality after 12 months of storage were investigated. The resulting product was stored in vacuum packaging for a 12 months at -18 °C. The studies show a slight decrease in moisture content after defrosting.

At the same time, the moisture binding capacity in all samples remained at the level of 100 %, which indicates the production of culinary semi-finished products with stable functional and technological indicators during long-term storage. The pH value in the minced meat systems after storage stabilised at 5.8-5.75. There was also a slight decrease in water activity in the semi-finished products.

The quality of fat in minced meat fillings was assessed by the value of peroxide and acid numbers. The results of the evaluation showed that after 12 months of storage, the minced meat systems are within the range of products conditionally suitable for consumption. These data indicate the antioxidant effect of the use of electrochemically activated water and vegetable raw materials in the composition of semi-finished products in a dough shell.

The results of the research have shown that activation with an anolyte is preferable for hemp seed protein and catholyte for flour.

Optimisation modelling of recipes and a full factorial experiment were carried out to study the effect of the combination of protein-containing raw materials, structure-forming and electrochemically activated water on the functional and technological parameters of semi-finished products in a dough shell.

An improved technology for the production of semi-finished products in a dough shell was developed.

The project of technical conditions and technological instructions for the developed semi-finished products was received. Industrial testing of the developed recipes was carried out by producing a batch of semi-finished products using the improved technology at the enterprises of Kalyna, Unique and Marshalok, UPG-INVEST LLC. The results of the research confirmed the possibility of producing high-quality culinary semi-finished products using hemp seed processing products.

*Keywords:* vegetable proteins, hemp seed products, frozen semi-finished products, activated water, technological properties, emulsion structures, cryoprotectants, cornstarch, hydration, anolyte, catholyte.

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

1. Bozhko, N., Pasichnyi, V., Tischenko, V., Marynin, A., Shubina, Y., & Strashynskiy, I. (2021b). Determining the nutritional value and quality indicators of meat-containing bread made with hemp seeds flour (*Cannabis sativa* L.). *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4(11(112)), 58-65.
2. Marynin, A., Shpak, V., Pasichnyi, V., Svyatnenko, R., & Shubina, Y. (2023b). Physico-chemical and rheological properties of meat pates with corn starch suspensions prepared on electrochemically activated water. *Ukrainian Food Journal*, 12(2).
3. Marinin, A., Shpak, V., Pasichnyi, V., Shubina, E., & Svyatnenko, R. (2023). Effect of electrochemically activated water on functional and technological properties and rheological parameters of meat pates. *Bulletin of the National*

Technical University "KhPI". Series: New solutions in modern technologies, (2 (16)), 79-85.

4. Pasichnyi, V., Shubina, Y., Svyatnenko, R., & Moroz, O. (2021). The effect of freezing on the characteristics of semi-finished products in a dough coating using non-conventional protein-containing raw materials. *Animal Science and Food Technology*, 13(1), 47-56.

5. Pasichnyi VM, Shubina EA, Tyshchenko VI, Bozhko NV, Moroz OO (2021) Study of the use of hemp seed processing products for use in meat products. *Scientific works of the National University of Food Technologies*, 22(2), 173-183.

### **Abstracts and conference materials**

6. Pasichnyi, V. M., Shubina, E. A., & Tyshchenko, V. I. (2021). Study of emulsifying ability indicators in hemp seed processing products. *EDITORIAL BOARD*, 449.

7. Pasichnyi, V. M., Shubina, E. A., Tyshchenko, V. I. & Bozhko, N. V., (2021). Study of the emulsifying ability of protein from hemp seeds. *Scientific problems of food technology and industrial biotechnology in the context of European integration*, 159-161.

8. Pasichnyi, V., & Shubina, E. (2022). "Investigation of the influence of non-traditional protein-containing raw materials on the moisture content of semi-finished products in a dough shell", "Scientific achievements of young people - solving the problems of human nutrition in the XXI century", Part 1, 225.

9. Pasichny, V. M., & Shubina, E. A. (2022). Determination of the effect of freezing on the moisture content of hemp seed protein meatballs. *Innovations, hospitality, tourism: science, education, practice*, 232-235.

10. Pasichnyi, V., & Shubina, E. (2022). Study of the emulsifying ability of frozen semi-finished products with a combined composition of raw materials.

Innovative technologies and prospects for the development of the meat processing industry, 23-25.

11. Pasichnyi, V., & Shubina, E. (2022). Study of changes in moisture binding capacity in frozen semi-finished products. *Scientific problems of food technology and industrial biotechnology in the context of European integration*, 189-191.

12. Pasichnyi, V., & Shubina, E. (2022). Study of the effective viscosity of hemp seed processing products. *Innovative technologies for the development of food and processing industries and restaurant business: scientific research of young people*, 64.

13. Pasichnyi, V., & Shubina, E. (2022). Investigation of changes in moisture content in frozen semi-finished products. *Modern trends in the development of the hospitality industry*, 209-211.

14. Pasichnyi, V. M., & Shubina, E. A. (2022). Influence of non-traditional protein-containing raw materials on the rheological parameters of frozen semi-finished products. *Scientific achievements of young people - solving the problems of human nutrition in the XXI century*, p. 298.

15. Pasichnyi, V., & Shubina, E. (2023). Influence of hemp seed protein on the functional and technological characteristics of minced meat. *New technologies and equipment of food and processing industries*, 26-29.

16. Pasichnyi, V., & Shubina, E. (2023). Functional and technological properties of frozen semi-finished products using hemp seed protein and flour. *Youth - science and production: Topical issues of the food industry*, 108-110.

17. Shubina, E. A., Marinin, A. I., & Pasichny, V. M. (2023). Functional and technological indicators of dumplings of combined composition. *Industry and craft for HoReCa in tourism: experience, problems, innovations*, 86-87.

18. Pasichnyi, V. M., Marinin, A. I., & Shubina, E. A. (2023). Functional and technological indicators of combined dumplings. *Food and environmental safety in the conditions of war and post-war reconstruction: challenges for Ukraine and the world*.

19. Pasichnyi, V. M., & Shubina, E. A. (2023). Investigation of moisture content in frozen semi-finished products with non-traditional vegetable raw materials. Modern trends and prospects in the field of meat and milk processing, 15-16.
20. Pasichnyi, V. M., & Shubina, E. A. (2023). Investigation of changes in moisture content in frozen semi-finished products. Scientific problems of food technology and industrial biotechnology in the context of European integration, 217-219.
21. Pasichnyi, V. M., & Shubina, E. A. (2023). Influence of the method of hydration of plant raw materials on the activity of water in semi-finished products. Scientific problems of food technology and industrial biotechnology in the context of European integration, 221-223.

## ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ .....	2
ЗМІСТ .....	18
ВСТУП .....	21
РОЗДІЛ I. ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОБНИЦТВА КОМБІНОВАНИХ М'ЯСНИХ ПРОДУКТІВ. ....	27
1.1. Напівфабрикати з комбінованим складом сировини. Актуальність та перспективи. ....	27
1.2. Перспективи використання нетрадиційної білоквмісної сировини у м'ясопереробній галузі. ....	31
1.3. Використання кріопротекторів у виробництві м'ясних продуктів. ....	42
1.4. Процес гідратації як підготовка сировини до виробництва.....	47
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ I.....	53
РОЗДІЛ II. ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕНЬ. ОБ'ЄКТ, ПРЕДМЕТ ТА МЕТОДИ. ....	54
2.1 Характеристики сировини використовуваної під час досліджень. ....	54
2.2. Використані методи дослідження. ....	57
2.3. Загальна схема проведення досліджень. ....	65
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ II.....	67
РОЗДІЛ III. ПІДБІР ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ВИКОРИСТОВАНОЇ СИРОВИНИ. ....	68
3.1. Вибір та характеристика білоквмісної сировини.....	68
3.2. Вибір основної сировини та технології виробництва кулінарних напівфабрикатів.....	75
3.3. Основні фізико-хімічні показники кукурудзяного крохмалю, як функціонально-технологічної сировини для м'ясопереробної галузі.....	91
ВИСНОВОК ДО РОЗДІЛУ III .....	94

РОЗДІЛ IV. УДОСКОНАЛЕННЯ РЕЦЕПТУРИ НАПІВФАБРИКАТІВ У ТІСТОВІЙ ОБОЛОНЦІ.....	95
4.1. Проектування та дослідження удосконаленої рецептури напівфабрикатів у тістовій оболонці.....	95
4.2. Органолептична оцінка. Оцінка харчової та біологічної цінності розроблених рецептур.....	111
4.3. Дослідження характеристик напівфабрикатів у тістовій оболонці після зберігання.....	122
ВИСНОВОК ДО РОЗДІЛУ IV.....	130
РОЗДІЛ V. ОБҐРУНТУВАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ НАПІВФАБРИКАТІВ У ТІСТОВІЙ ОБОЛОНЦІ ТА ПРОМИСЛОВА АПРОБАЦІЯ.....	131
5.1. Математичне моделювання функціонально-технологічних показників напівфабрикатів у тістовій оболонці.....	131
5.2. Опис технології виробництва удосконалених рецептур напівфабрикатів у тістовій оболонці.....	137
ВИСНОВОК ДО РОЗДІЛУ V.....	145
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	146
ДОДАТКИ.....	167
ДОДАТОК А.....	168
ДОДАТОК Б.....	170
ДОДАТОК В.....	172
ДОДАТОК Г.....	174
ДОДАТОК Д.....	181
ДОДАТОК Е.....	183
ДОДАТОК Ж.....	185

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

Aw – активність води

БГКП – бактерії групи кишкової палички

БЦ – біологічна цінність

ВЗЗa – вологозв'язуюча здатність по відношенню до маси води в наважці

ВЗЗm – вологозв'язуюча здатність по відношенню до маси наважки

ДСТУ – національний стандарт України

ДТА – диференційована крива зміни теплових ефектів при термографічному аналізі

ДТГ – диференційна крива зміни маси при термографічному аналізі

ЕЗ – емульгуюча здатність

КРАС – коефіцієнт різниці амінокислотного СКОРу

КЧ – кислотне число

МАФАНМ – кількість мезофільних аеробних та факультативно анаеробних мікроорганізмів

ПФЕ – повний факторний експеримент

ПЧ – пероксидне число

pH – водневий показник

СКОР – відношення незамінних амінокислот в білку до тієї ж амінокислоти в ідеальному білку

ТГ – крива зміни маси при термографічному аналізі

ТІ – Технічна інструкція

ТУ – технічні умови

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Сучасний темп життя і зростаючі вимоги до їжі швидкого приготування розширює можливості виробництва напівфабрикатів, зокрема заморожених. Тому впровадження нових рецептур та розширення сировинних ресурсів для виробництва напівфабрикатів зберігає високу актуальність на ринку як у світі, так і в Україні.

Значний попит та широкий асортимент заморожених напівфабрикатів змушує до пошуку способів удосконалення рецептурного складу із покращенням його харчової та біологічної цінності з удосконаленням їх функціонально-технологічних властивостей.

Розширення джерел харчового білка викликає значний інтерес у сучасного споживача. Найбільш широко в м'ясопереробній галузі крім традиційних видів м'яса представлено використання рослинних білків, продуктів переробки гідробіонтів, їстівні комахи, гриби та культивоване м'ясо, що направлені на удосконалення технології продуктів з їх використанням.

В Україні культурою, що має перспективу у м'ясопереробній галузі є білки отримані від переробки коноплі. Протеїн та борошно отримані з насіння конопель представляють собою сировину з високою харчовою цінністю та збалансованим амінокислотним складом. Тому актуальним є пошук шляхів їх використання в складі м'ясних продуктів.

Температурний вплив, якому піддається сировина у процесі заморожування може нести значно впливати на структуру продукту. В процесі криогенної обробки відбувається зміна функціонально-технологічних, структурно-механічних та технологічних показників напівфабрикатів. Тому для вирішення питання стабільності харчових продуктів при заморожуванні є використання кріопротекторів. У цій ролі в харчових продуктах часто виступають полісахариди, зокрема крохмалі.

Тематиці удосконалення заморожених напівфабрикатів та пошукам альтернативних джерел харчового білка присвятили свої роботи багато вчених, зокрема;

Божко Н. В., Віннікова Л. Г., Войцехівська, Л. У., Пасічний В. М., Паска М.З., Свистун Т. В., Тищенко В. М., Янчева М.О., Caputo V., Chen E., de Souza Celente G., Joshua Petterson A., Li D., Mora C., Sogari G., Sui Y., Wang Q., Zeng Y., Zhang X.,

Тому представлене в дисертаційній роботі використання крохмалів та білоквмісної рослинної сировини для виробництва стабільних за функціонально-технологічними показниками заморожених кулінарних напівфабрикатів є актуальним завданням.

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

Дисертаційна робота виконана в Національному університеті харчових технологій (НУХТ), в межах держбюджетних тематик науково-дослідної роботи Проблемної науково-дослідної лабораторії НУХТ: «Обґрунтування ресурсоощадних технологій харчових продуктів на основі органічно спрямованого перероблення продуктів тваринного походження» (№ держреєстрації: 0121U109796), «Науково-практичні засади пакувальних систем для харчових продуктів з регуляцією ефективності зберігання в умовах продовольчої кризи» (№ держреєстрації: 0123U102059) та «Обґрунтування методів виробництва, консервування і зберігання харчових продуктів цільового призначення» (№ держреєстрації: 0124U000964) та згідно тематик держбюджетних науково-дослідних робіт кафедри технології м'яса та м'ясних продуктів Національного університету харчових технологій: «Удосконалення ресурсоощадних технологій м'ясних і м'ясомістких продуктів з використанням цільової холодильної обробки» (№ держреєстрації: 0120U103106), «Наукові основи створення м'ясних і м'ясомістких продуктів цільового призначення» (№ держреєстрації: 0120U103107), «Наукові основи удосконалення сучасних пакувальних систем із забезпеченням тривалого зберігання харчової продукції» (№ держреєстрації: 0120U103108).

**Мета і завдання дослідження.** Метою роботи є удосконалення технології напівфабрикатів кулінарних з використанням нетрадиційної білоквмісної сировини.

Відповідно до мети було визначено наступні завдання:

- провести аналіз літературних джерел та визначення перспективної білоквмісної сировини для удосконалення технології напівфабрикатів кулінарних, технологія яких передбачає заморожування;

- провести дослідження функціонально-технологічних показників відібраної рослинної білоквмісної сировини та кріопротекторів;

- дослідити модельні рецептури кулінарних напівфабрикатів з використанням рослинної білоквмісної сировини з різними видами м'ясної сировини;

- дослідити вплив заморожування на функціонально-технологічні показники кулінарних напівфабрикатів;

- розробити рецептури напівфабрикатів у тістовій оболонці з використанням нетрадиційної білоквмісної сировини з використанням кріопротекторів, дослідити можливість використання для їх активації електрохімічно активованої води та визначити функціонально-технологічні властивості отриманих напівфабрикатів;

- дослідити харчову цінність та споживчі характеристики отриманих кулінарних напівфабрикатів;

- обґрунтувати вплив тривалого зберігання на функціонально-технологічні показники якості та безпечності напівфабрикатів кулінарних;

- удосконалити технологію напівфабрикатів у тістовій оболонці з використанням нетрадиційної білоквмісної сировини;

- розробити нормативну документацію для використання білоквмісної сировини гідратованою електрохімічно активованою водою в заморожених кулінарних напівфабрикатах та провести промислову апробацію розроблених рецептур напівфабрикатів у тістовій оболонці.

**Об'єкт дослідження** — технологія виробництва напівфабрикатів кулінарних з використанням нетрадиційної білоквмісної сировини.

**Предмет дослідження** — продукти переробки насіння конопель, кукурудзяний крохмаль, фаршеві системи з використання нетрадиційної білоквмісної сировини, тістова оболонка напівфабрикатів.

**Методи дослідження** — сучасні загально прийняті методи досліджень, фізико-хімічні (вміст жиру, вологозв'язуюча здатність, активна кислотність), інструментальні (реологічні показники), мікробіологічні, сенсорна оцінка готової продукції, математичні та математично-статистичні методи аналізу (статистична обробка результатів досліджень).

**Наукова новизна одержаних результатів:**

1. Вперше доведено ефективність використання білоквмісної сировини гідратованої електрохімічно активованою водою у поєднанні з м'ясом курчат бройлерів у технології напівфабрикатів кулінарних, з метою зменшення втрат та стабілізації якісних показників.

2. Підтверджена можливість спільного використання м'яса курчат-бройлерів та продуктів переробки насіння конопель в складі напівфабрикатів кулінарних заморожених в функціонально значимих кількостях.

3. Вперше встановлено, що використання кукурудзяного крохмалю гідратованого електрохімічно активованою водою знижує втрати напівфабрикатів після розморожування через вміст поліцукрів у складі напівфабрикатів з використанням продуктів переробки насіння конопель, що є підставою для застосування режимів глибокого заморожування.

4. Методом термографічного аналізу підтверджено підвищення зв'язаності вологи у фаршевих системах за рахунок за рахунок здатності продуктів переробки насіння конопель та кукурудзяного крохмалю утворювати комплексні біологічні структури.

5. Набула подальшого розвитку можливість обґрунтування подовження терміну зберігання напівфабрикатів заморожених, кукурудзяного крохмалю з використанням електрохімічно активної води.

**Практичне значення одержаних результатів** — Полягає в обґрунтуванні рецептурного складу напівфабрикатів у тістовій оболонці з

використанням продуктів переробки насіння конопель, кукурудзяного крохмалю та електрохімічно активованої води.

Розроблено проекти нормативної документації ТУ та ТІ У 10.1-02070938-326:2024 «Напівфабрикати у тістовій оболонці з використанням рослинної білоквмісної сировини та анолітом», ТУ та ТІ У 10.1-02070938-326:2024 «Напівфабрикати у тістовій оболонці з використанням рослинної білоквмісної сировини та католітом». За удосконаленою технологією напівфабрикатів у тістовій оболонці проведено промислову апробацію на виробництвах СФГ «Калина», ПП «Юник», ПП «Маршалок», ТОВ «УПГ-ІНВЕСТ».

**Особистий внесок здобувача** полягає у обробленні літературних джерел згідно тематики дисертації, планування та проведення експерименту, узагальнення результатів. Планування основних напрямків роботи, підготовка публікацій за результатами досліджень, обговорення, аналіз та узагальнення результатів досліджень та промислова апробація проходили за безпосередньої участі наукового керівника д.т.н., проф. кафедри технології м'яса та м'ясних продуктів НУХТ Пасічним В. М. Вимірювання активності води проведено спільно з завідувачем ПНДЛ НУХТ, к.т.н., ст. н. с. А.І. Мариніним. Термографічні дослідження проводили спільно з Грабовою Н.В., інженером І категорії відділу пористих речовин та матеріалів Інституту фізичної хімії ім. Л.В. Писаржевського НАН України.

**Апробація результатів дисертаційного дослідження.** Результати були представлені на науково-технічних конференціях: міжнародна науково-практична конференція «Science theory and practice» (м. Токіо, Японія 2021), «Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті Євроінтеграції» (м. Київ 2021, 2022, 2023), «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті» (м. Київ 2022), «Інновації, гостинність, туризм: наука, освіта, практика» (м. Львів 2022), «Інноваційні технології та перспективи розвитку м'ясопереробної галузі» (м. Київ 2022), «Інноваційні технології розвитку харчових і переробних виробництв та ресторанного господарства: наукові пошуки молоді» (м. Харків

2022), «Сучасні тенденції розвитку індустрії гостинності» (м. Львів 2022), «Нові технології і обладнання харчових та переробних виробництв» (м. Полтава 2023), «Молодь - науці і виробництву: Актуальні питання харчової промисловості» (м. Херсон 2023), «Промисловість та крафт для HoReCa в туризмі: досвід, проблеми, інновації» (м. Київ 2023), «Продовольча та екологічна безпека в умовах війни та повоєнної відбудови: виклики для України та світу» (м. Київ 2023), «Сучасні тренди і перспективи в галузі переробки м'яса і молока» (м. Київ 2023).

**Публікації.** Результати теоретичних та експериментальних досліджень, основні наукові положення і висновки по дисертаційній роботі викладено у 21 науковій праці, у тому числі 5 наукових статей, з них 2 у журналах, що індексуються в наукометричних базах даних Scopus та Web of Science та 3, що входять до переліку фахових видань України, 16 тез доповідей у збірних міжнародного та всеукраїнського рівня, науково-технічних конференціях.

**Структура та обсяг дисертації.** Дисертаційну роботу викладено на 125-ти сторінках основного тексту, що містить 30 таблиць та 35 рисунків. Робота складається зі змісту, переліку умовних позначень, вступу, 5-ти розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків.

## РОЗДІЛ I. ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОБНИЦТВА КОМБІНОВАНИХ М'ЯСНИХ ПРОДУКТІВ.

### 1.1. Напівфабрикати з комбінованим складом сировини. Актуальність та перспективи.

М'ясні продукти відіграють важливу роль у структурі харчування населення світу, що спонукає до пошуку можливостей їх удосконалення. Одним з актуальних напрямків цієї інноваційної діяльності є розробка нових технологій та удосконалення існуючих рецептур продукції з покращеними споживчими характеристиками.

Сучасний темп життя вимагає збільшення використання продуктів швидкого приготування. Продажі таких продуктів зростають на 1% щорічно у країнах з високим рівнем доходу та на 10% у країнах з середнім рівнем доходу. Зараз люди не бажають витратити час на готування їжі, що призводить до зростання попиту на напівфабрикати (Monteiro та ін., 2019).

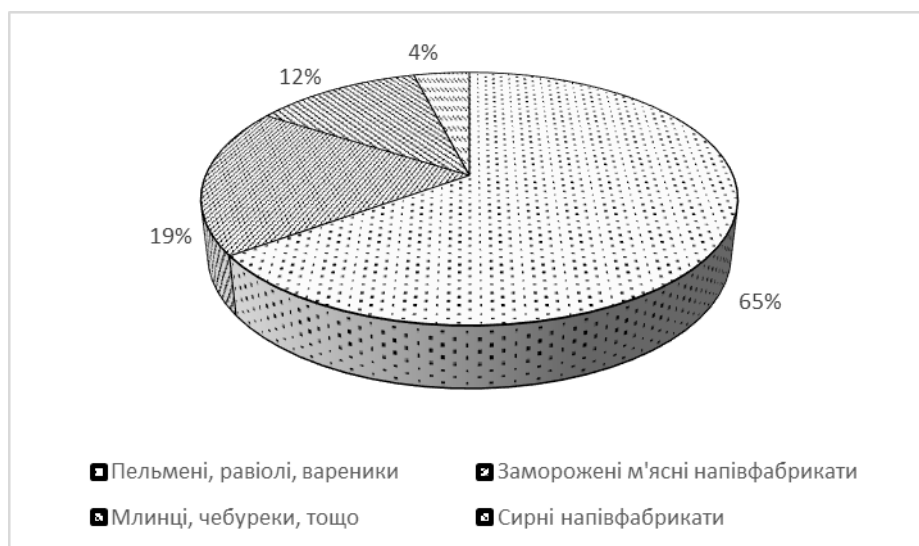


Рисунок 1.1 — Структура ринку заморожених напівфабрикатів в Україні

Структурування ринку напівфабрикатів в Україні під час моніторингу компанією Pro-Consulting у березні 2023 року виявило, що найбільша частка, а саме 65%, припадає на пельмені, вареники та їхні аналоги. Заморожені м'ясні

напівфабрикати складають 19% від загального обсягу ринку, млинці, чебуреки, бендерики тощо займають 12%, а сирні продукти становлять 4% (Ринок напівфабрикатів в Україні: прогнози, 2023).

Останні тенденції на ринку напівфабрикатів вказують на постійний розвиток та збільшення виробництва, навіть в межах виробництв малої продуктивності. Ця динаміка визначається не лише стабільним попитом, але й можливістю промислових методів заморожування випускати значні обсяги напівфабрикатів, підвищуючи ефективність виробництва.

Стійкий високий попит на напівфабрикати в Україні, зумовлений наявністю на ринку напівфабрикатів з різним рівнем доходів. До 25% споживачів у з низьким та середнім рівнем доходів відмовляються від покупки напівфабрикатів через небажання придбати низькоякісний та дешевий продукт. Детальний аналіз та стратегічні підходи управління виробництвом напівфабрикатів може спонукати оптимізацію асортименту та відкрити нові можливості в розвитку виробництва (Бірюк та ін., 2021; Свистун & Туз, 2017).

Проведений літературний аналіз свідчить про актуальність удосконалення технології напівфабрикатів різних асортиментних груп.

М'ясна промисловість виробляє повноцінні біологічно цінні продукти з покращеними споживчими властивостями. М'ясо та м'ясні продукти містять високу кількість білків і мікроелементів, необхідних людському організму для нормального функціонування.

Сучасні методи розробки рецептур продуктів харчування базуються на виборі певних видів сировини та їхніх співвідношеннях, щоб забезпечити необхідний (прогнозований) рівень якості готової продукції. До них належать якісний і кількісний склад харчових продуктів, а також наявність певних органолептичних показників, споживчих і технологічних характеристик (Mohanty та ін., 2019).

Серед шляхів покращення як споживчих характеристик, так і технологічних є комбінування сировини різного походження у складі продуктів (Sim та ін., 2021). Об'єднання компонентів із рослинних та тваринних джерел в

складі продуктів сприяє покращенню вмісту поживних речовин. Така комбінація дозволяє досягти оптимального співвідношення корисних елементів, що сприяє покращенню харчової цінності та додаткових переваг для споживача (Cócaro та ін., 2019; Yang та ін., 2007).

У процесі формування рецептури для виробництва м'ясних емульсій, насамперед, необхідно враховувати певні вимоги. Серед яких необхідність обраних компонентів точно відповідати зазначеному складу, заснованому на хімічному, амінокислотному, жирнокислотному та мікро-макроелементному складі сировини та ці компоненти повинні мати оптимальні функціонально-технологічні властивості та взаємокомпенсацію, щоб гарантувати стабільність м'ясних емульсій під час обробки сировини. (Пасічний та ін., 2016).

Серед важливих проблем є отримання стабільної емульсійної фаршевої системи при повторному виробництві за заданою рецептурою. Складність цього завдання полягає у варіюванні біохімічного складу м'яса залежно від виду сировини, віку, статі та способу обробки.

Функціонально-технологічні характеристики м'ясної сировини залежать від вмісту харчових речовин, таких як м'язовий білок і ліпіди, а також їхнім якісним складом, таким як амінокислоти й жирні кислоти. Зазначений високий вміст загального білка не завжди свідчить про високі функціонально-технологічні властивості сировини через різноманітність білкових компонентів.

Модифікація функціонально-технологічних властивостей м'ясної сировини може відбуватися під впливом різних факторів, таких як автолітичні перетворення, механічна обробка, витримка при солінні та термообробка. Прогнозування поведінки м'ясної сировини в цих умовах — завдання важке, тому розробка рецептур та технологічних інструкцій для нових м'ясних продуктів включає в себе вибір сировини, технологічне моделювання, коригування рецептури та апробацію в виробничих умовах (Drachuk та ін., 2018).

Створення комбінованих продуктів, які використовують різні види м'ясної та рослинної сировини, а також функціональні добавки, стає

ефективним методом поліпшення якості та функціональних характеристик харчових продуктів. Застосування регіональних біоресурсів для створення продуктів з високою біологічною цінністю залишається актуальним напрямком в харчовій технології.

Використання продуктів переробки бобових в складі яловичих гамбургерів за результатами досліджень (Argel та ін., 2020) дозволяє отримати продукт з низьким вмістом жиру та високими технологічними показниками.

Використання подрібненого насіння олійних культур дозволяє отримати продукт з високими показниками волого- та жиро-утримання. Також дослідження довели, що органолептична оцінка таких продуктів є достатньо високою (Torchiі та ін., 2019).

У дослідженні (Sholpan та ін., 2019) розроблено та оцінено новий продукт — фрикадельки з різним вмістом соєвого борошна. Фрикадельки виявилися високобілковим напівфабрикатом і відзначились покращеним профілем жирних кислот і мінералів. Зокрема, найвищі показники були отримані для продукту із 30% соєвого борошна, що містить 27% білка, низький вміст насичених жирних кислот і термін зберігання до 48 годин.

Однак для подовження терміну зберігання фрикадельок в умовах холодильника, дослідники вказують на необхідність розробки нових методів дезінфекції, які забезпечать безпеку та якість продукту протягом тривалого періоду. Це може включати в себе нові технології чи методи, спрямовані на підтримання безпеки харчових продуктів під час зберігання в умовах холодильника.

Такі дослідження доводять актуальність розробки м'ясних напівфабрикатів з комбінованим складом сировини.

## **1.2. Перспективи використання нетрадиційної білоквмісної сировини у м'ясопереробній галузі.**

Тенденції сучасного харчування та дефіцит якісного за біологічною цінністю білка спонукає до пошуку альтернативних його джерел. Такими джерелами для м'ясних продуктів є молочні білки, гідробіонти, гриби, білки комах, культивоване м'ясо, білоквмісна рослинна сировина

Сучасні тенденції у харчуванні вказують на ріст попиту на продукти високої харчової цінності, зокрема зі збільшеним вмістом білка, у зв'язку зі збільшенням усвідомленості споживачів щодо здоров'я та впливу на нього саме способу харчування. Нестача якісного білка в харчовому раціоні вимагає пошуку альтернативних джерел, що не лише задовільнять харчові потреби, але й будуть покращувати технологічні властивості продукту.

Широкого використання у складі м'ясних продуктів набули рибні фарші. Різні види риб багаті за вмістом амінокислот та поліненасичених жирних кислот є гарною сировиною для виробництва харчових продуктів. Також такі комбіновані фарші мають покращені технологічні властивості. (Мельников та ін., 2018) Групою дослідників (L. Peshuk & Simonova, 2021) було розроблено 21 варіант експериментальних рецептур, що включають різний вміст рибної сировини, такої як хек, мінтай, сайда, пікша. Зазначено часткову заміну м'ясної сировини рибною у проміжку від 10% до 50%. Результати показали, що оптимальними вважаються зразки із застосуванням курячого філе та філе пікши у співвідношенні 50:50%, або курячого філе та філе сайди у співвідношенні 60:40%.

Встановлено, що оптимальний вміст рибного гелю на основі нубаса в рецептурі м'ясо-рибних напівфабрикатів становить 10-20%, а загальний вміст рибної сировини у складі рецептури має бути у межах 10-17%. Це призводить до досягнення високих показників структурно-механічних та функціонально-технологічних характеристик м'ясо-рибних напівфабрикатів (Пасічний, Степаненко та ін., 2015).

Використання м'яса прісноводних риб у складі м'ясних продуктів, таких як м'ясні хліби, дозволяє отримати продукти з високими функціонально-технологічними та органолептичними показниками. Дослідження показують, що м'яса товстолобика та білого амура дає можливість повної заміни яловичини у рецептурному складі (Тищенко та ін., 2016, Тищенко та ін., 2017).

Звичайні рослинні білки головним чином отримують з бобових культур, таких як соя, горох, боби і нут. Крім того, джерелами рослинного білка є злаки, такі як рис, пшениця, сорго, кукурудза і ячмінь, а також насіння, такі як чіа, лляне, кунжутне, гарбузове та соняшникове насіння (Languan та ін., 2022).

Використання білків бобових не має значного впливу на органолептичні показники. Так за результатом сліпих досліджень гамбургерів з яловичиною та горохового концентрату дослідження (Sogari та ін.) не виявили значних відмінностей у вподобанні споживачів.

Дослідження, проведені на білках рослинного походження, таких як горох (Munialo та ін., 2015), соя (Geerts та ін., 2018; Li та ін., 2020;) та люпин (Lo та ін., 2021), виявили їх потенціал як альтернативних джерел білка та вивчали їхні техніко-функціональні характеристики, такі як формування гелів, емульгування та утворення піни. Однак, окремі дослідження (Berrazaga та ін., 2019; Pinckaers та ін., 2021) вказують на те, що рослинні білки можуть мати менший анаболічний ефект порівняно з тваринними аналогами.

Ця ситуація переважно пояснюється меншою засвоюваністю рослинних білків та низьким вмістом незамінних амінокислот, зокрема лейцину. Також, вони можуть виявлятися дефіцитними щодо інших незамінних амінокислот, таких як сірковмісні амінокислоти або лізин. Функціонально-технологічні властивості білків тваринного походження, які грають ключову роль у створенні текстури та смакових властивостей продуктів, зазвичай вважаються більш високими, ніж у білків рослинного походження (Kim et al., 2022). У результаті ці характеристики роблять білки рослинного походження менш привабливими порівняно з їхніми аналогами із тваринного світу

Вміст білка в соєвих бобах, як правило, варіюється відмінностями між різними частинами рослини. Наприклад, соєві боби можуть містити близько 40% білка, проте це значення може змінюватися залежно від сорту сої та умов вирощування.

Білки в бобових головним чином представлені глобулінами, які становлять приблизно 70% від загальної кількості білків, тоді як альбуміни та глютеліни складають 10–20%. Також у бобових містяться інші білкові компоненти, такі як проламіни та віциліни, що складають 3–7% загального білка (Bessada та ін., 2019).

Однак вони також включають в себе антихарчові фактори, такі як хімотрипсин та інгібітори трипсину, лектин, протигрибкові пептиди та пептиди, які інактивують рибосоми. Важливими негативними факторами також є наявність алкалоїдів, фітинової кислоти та різних фенольних сполук. Ці фактори мають негативний вплив на травлення через інактивацію травних ферментів і збільшену секрецію панкреатичної рідини. Лектини можуть заважати процесу перетравлення білків, руйнуючи епітеліальні клітини й утворюючи комплекси з певними цукрами та білками, що зменшує їх засвоєння. Інгібітори протеаз стійкі до дії пепсину та рН шлункової кислоти, що призводить до пригнічення протеолітичних ферментів й утруднює травлення. Алкалоїди можуть викликати порушення центральної нервової системи, травлення, репродуктивної та імунологічної систем. Фітинова кислота взаємодіє з іншими поживними речовинами, що зменшує їх травлення, а фенольні сполуки реагують з позитивно зарядженими білками (Eze та ін., 2022).

У порівнянні із соєвими бобами, ізольований соєвого білка та соєвий білковий концентрат представляють собою продукти, в яких білок стає більш концентрованим через видалення зайвих компонентів, таких як олії та цукри. Ці технологічні процеси дозволяють створювати більш концентровані джерела білка для використання у виробництві та готуванні харчових продуктів (Preese та ін., 2017).

Морські водорості, зокрема бурі, є гарним джерелом повноцінного білку. Отримання білку з такої сировини проводиться різними типами екстракції серед них ферментативним та впливом мікрохвиль (de Souza Celente та ін., 2023).

Іншою сировиною для отримання білку є мікрководорості. Вони являють собою життєздатну альтернативу білкам тваринного походження, оскільки вони багаті білком та незамінними амінокислотами. Зазвичай вони мають високий вміст білка — до 70%, що значно перевищує показники традиційних рослинних джерел білка, таких як соя (35%) і нут (18%), і порівняно з джерелами тваринного білка, такими як індичка (63%) і яловичина (50%) (Nagarajan та ін., 2021; Nagarajan та ін., 2021).

Останні наукові дослідження свідчать про те, що їстівні гриби стали визнаними як безпечні джерела високоякісних білків. Це обумовлено їхнім низьким вмістом жиру, високим вмістом клітковини та наявністю функціональних інгредієнтів, таких як фенольні сполуки. За стандартними даними, гриби містять значну кількість білка, з середнім значенням 23,80 г на 100 г. Білки, які містяться в грибах, нині отримують визнання в харчовій промисловості завдяки своїй високій харчовій цінності та повноцінним незамінним амінокислотам. В порівнянні з білками тваринного та рослинного походження, білки грибів мають повний профіль незамінних амінокислот, що задовольняє харчові потреби та надає певні економічні переваги (Yu та ін., 2020; Krishnamoorthi та ін., 2022; Ache та ін., 2021).

Зернові культури надають можливість видобувати білки такі як глютен та білок рису (Boukid & Rosene, 2020).

Глютен виступає як основний білок у пшениці й складається з сотень білків, головними компонентами яких є гліадин та глютенін. Глютен становить 85-90% від загальної кількості білка в пшениці, тоді як інші білки, такі як альбумін і глобулін, складають 10-15%. Цей білок відомий своїми функціональними властивостями та високим вмістом сірковмісних

амінокислот, проте його вживання не рекомендується для осіб із целиакією чи чутливістю до глютену (Biesiekierski, 2017).

Білок рису, хоча містить значну кількість незамінних амінокислот, однак виявляє менше функціональних властивостей порівняно з глютенном. Відзначається вищою кількістю білка та кращою засвоюваністю, порівняно з іншими злаками. На відміну від глютену, рисовий білок є гіпоалергенним і може споживатися без ризиків викликати алергічну реакцію. Білок рису включає альбумін, глобулін, глютелін та проламін. (Amagliani та ін., 2017; (Ren та ін., 2022).

Одним із найбільш інноваційних джерел білку є продукти отримані з мікробної біомаси. Їх можна класифікувати у дві основні категорії: перша категорія включає продукти, отримані з мікробної біомаси, такі як мікопротеїн (Finnigan та ін., 2017) або пасти для сендвічів на основі дріжджового екстракту (Tomé, 2021), друга категорія - це рекомбінантні харчові білки. Виробництво рекомбінантних харчових білків, які зазвичай мають тваринне походження, включає в себе введення відповідної генетичної послідовності у мікроорганізми, такі як дріжджі *Saccharomyces cerevisiae* або гриби *Trichoderma reesei*, і після цього виділення необхідного білка (Waltz, 2022).

Мікопротеїн утворюється шляхом ферментації гриба *F. Venenatum* на вуглеводному субстраті (Finnigan та ін., 2017). Такий вид альтернативного м'яса є дієтичним з низьким вмістом жиру та вуглеводів. Численні наукові дослідження вказують на те, що вживання мікопротеїну має користь для здоров'я. Серед таких переваг можна виділити підтримку м'язів, зниження рівня холестерину та регулювання рівня інсуліну та глюкози в крові. Однак висока вартість цього джерела білка ставить певні обмеження на його використання, особливо на ринках, які розвиваються. Крім того, сировина, необхідна для виробництва мікопротеїну, має значний екологічний відбиток у порівнянні з іншими рослинними альтернативами (Saeed та ін., 2023).

Мікробне м'ясо представляє собою високоякісний дієтичний продукт, який можна отримати з ресурсів сільськогосподарських відходів. Білок

мікробного походження отримується з чистої або змішаної культури бактерій, грибків, дріжджів або мікроводоростей (Hashempour-Baltork et al., 2020). Даний білок є сухими клітинами, які можна використовувати як білкову добавку або багатий білком інгредієнт у раціоні людей і тварин, надаючи цікаві переваги з точки зору харчування.

Останнє дослідження, проведене методом аналізу життєвого циклу, щодо рекомбінантного овальбуміну, виробленого в *T. reesei*, показало, що загальна екологічна ефективність рекомбінантного білка виявилася кращою, ніж у звичайних яєць, особливо з урахуванням землекористування та потенціалу глобального потенціалу. Це дослідження виявило, що вуглецевий слід рекомбінантного  $\beta$ -лактоглобуліну знаходиться у тому ж діапазоні, що й у випадку екстрагованого молочного білка. Цей результат в основному пояснюється використанням цукрової сировини та залежністю від невідновлюваних джерел електроенергії (Järviö та ін., 2021; Behm та ін., 2022).

Серед шляхів отримання білка є процес ферментації. У дослідженні (Zwinkels та ін., 2023) використовувати твердофазну ферментацію грибками для перетворення рослинних білків у мікопротеїни. За допомогою ферментації отримано продукти з покращеним вмістом амінокислот у злакових культурах.

Комахи є значним джерелом білка з вмістом від 35% до 60% сухої маси і від 10% до 25% сирої маси, що приблизно еквівалентно звичайному тваринному білку (Ojha та ін., 2021; Köhler та ін., 2019). Однак важливо враховувати, що конкретний вміст білка в альтернативних джерелах може варіюватися в залежності від виду комах та умов їх вирощування.

У виробництві м'ясних продуктів можна використовувати молоко та його похідні у різних формах: цільне молоко, сухе молоко, сироватка, білкові препарати, такі як казеїнат натрію. Казеїнат натрію рекомендується використовувати у відсотках від 1 до 4% в ковбасному виробництві завдяки його вологозв'язуючим та емульгуючим властивостям. Однак через високу собівартість і специфічний смак у чистому вигляді використовується досить не часто. Крім того, інші білкові препарати, такі як копреципітати

термокальцієвий і термокислотної коагуляції, а також сироваткові концентрати, можуть застосовуватися для збагачення або заміни м'ясної сировини у рецептурах м'ясопродуктів (Peshuk та ін., 2017).

Насіння олійних рослин використовуються для видобування олії, однак ця сировина містить значну кількість білку. Олієві культури включають різноманітні види, такі як арахіс, ріпак, кунжут та соняшник. Хоча хімічний склад різних олійних культур різний, всі вони включають білок, жир, цукор, крохмаль, вітаміни, воду та мінерали. Насіння олійних культур, як правило, містять щонайменше 15% жиру, що робить їх значним джерелом цінного білка від 6% до 45% (Kotecka-Majchrzak et al., 2020; Arrutia et al., 2020). В останні роки насіння та олії, одержані з олійних культур, стали популярними компонентами харчування, що сприяє стрімкому росту вирощування таких рослин по всьому світу.

Застосування білків із насіння ріпаку використовуються в спортивних напоях і заморожених десертах, а ці білки проявляють високі властивості емульгування, сприяючи покращенню кольору і консистенції. Також насіння гарбуза, соняшника та конопель широко використовуються для створення альтернативних продуктів, таких як сир та борошняні вироби (Watson 2022).

Однією з олієвісних культур, що широко вирощується на території України є коноплі. Коноплі — це однорічна трав'яниста квітуча рослина з родини Cannabaceae, яка традиційно вирощується для отримання насіння та волокна. Насіння коноплі має високий вміст поживних речовин, таких як сирий протеїн з високоякісними амінокислотами, корисні поліненасичені жирні кислоти, різноманітні мінерали, вітаміни (токофероли) та фенольні сполуки. Вирощування коноплі раніше було обмежено через вміст канабіноїдів, зокрема психоактивної речовини дельта-9-тетрагідроканабінолу, що спричинило певні обмеження у використанні цієї рослини.

Сім'ядольне насіння конопель є горішкоподібним плодом, який має округлояйцеподібну форму. Цей горішок складається з твердої рогової оболонки та внутрішнього ядра насінини, оточеного темно-зеленою плівкою.

Внутрішнє ядро насіння включає дві сім'ядолі, корінець і бруньку, які зрослися між собою, утворюючи зародок. Основна частина корисних речовин у насінні конопель сконцентрована в зародку, зокрема вміст олії перевищує 30%, а білка — близько 25%. Також насіння багате мінеральними речовинами, включаючи кальцій, магній, фосфор, калій, сірку, залізо та мідь. Дефіцитні грубі харчові волокна, такі як целюлоза, геміцелюлоза, пектин та лігнін, також присутні, разом із біологічно активними речовинами, такими як фосфоліпіди, жирні кислоти та вітаміни. Головним білком у насінні конопель є едестін, а наявність азотовмісних речовин, таких як нуклеїни, холін та трігонеллін, також характеризує насіння конопель, як сировину з високою харвовою цінністю. Крім того, наявні рідкоземельні елементи, такі як торій, селен, молібден, цирконій та берилій, доповнюють хімічний склад насіння конопель (Мукоїд та ін., 2020).

Дослідження насіння конопель (Yan та ін., 2015) виявило значну наявність біоактивних захисних речовин у складі, що мають антиоксидантну дію.

Висівки з насіння конопель ефективно проходять процес ферментації, що веде до істотного збільшення вмісту оцтової, пропіонової та масляної кислоти під час бродіння за участю фекальної мікробіоти. Цей біологічний обробний процес значно підвищив здатність до вилучення фітохімічних речовин, особливо в їх вільних і лужно-лабільних формах, при цьому не впливаючи на поліпшення ферментації клітковини (Fan та ін., 2023).

Використання макухи з насіння конопель у харчових продуктах може бути обґрунтовано з точки зору підвищення вартості та збагачення їхнього складу. Цей матеріал, який в основному використовується як корм для тварин, має великий потенціал у харчовій промисловості через свій хімічний склад. Також макуха з насіння конопель має у своєму складі 30,4 % сирого протеїну (Banskota та ін., 2022).

Аналіз макухи з насіння конопель вказує на високий вміст фенольних сполук, які мають сильну антиоксидантну активність. Зокрема, наявність каннабізину, ключової групи фенольних сполук, що сприяє антиоксидантним

властивостям, робить цей продукт цікавим для розробки харчових товарів з покращеними властивостями збереження та підтримки здоров'я. Також важливим аспектом є високий вміст незамінних амінокислот у борошні з насіння конопель. Це може призвести до покращення якості білка в продуктах харчування, сприяючи гармонійному росту організму (Сарсангі та ін., 2023).

За даними одного з виробників, а саме ТОВ «Деснаенд» та досліджень (Sova та ін., 2018) у таблицях 1.1, 1.2 представлено харчову цінність та амінокислотний склад у продуктах переробки насіння конопель.

Таблиця 1.1 – Харчова цінність протеїну та борошна з насіння конопель\*

Харчова цінність	Вміст, г/100г	
	Протеїн з насіння конопель	Борошно з насіння конопель
Вміст білка	45-50	39-40
Вміст жиру	14-15	10-11
Вміст вуглеводів	10-11	5-6

\* досліджень (Sova та ін., 2018)

З даної таблиці 1.1 видно, що обидва продукти багаті білком, що доводить актуальність потенційного використання сировини, як збагачувача продуктів білком. Серед важливих характеристик продуктів варто відмітити значну відмінність у вмісті жиру та вуглеводів між борошном та протеїном з насіння конопель. Найбільша кількість макроелементів має у своєму складі протеїн.

У таблиці 1.2 представлено амінокислотний склад продуктів.

Таблиця 1.2 – Амінокислотний склад протеїну та борошна з насіння конопель\*

Біологічна цінність	Вміст, мг/100г	
	Протеїн з насіння конопель	Борошно з насіння конопель
1	2	3
Аланін	1556	1462
Аргінін	3589	3411
Аспаргінова кислота	2263	2224
Валін	885	910
Гістидин	870	806
Гліцин	1272	1319
Глутамінова кислота	4445	4625
Ізолейцин	782	813
Лейцин	1951	1877
Лізін	1458	1300
Метіонін	686	630
Пролін	1358	1305
Серин	1597	1514
Тирозин	1078	955
Треонін	1056	1029
Фенілаланін	1350	1271
Цистеїн	594	545

Як видно з даної таблиці 1.2 вміст амінокислот в продуктах має близькі значення. Дані продукти є гарним джерелом незамінних амінокислот, а саме: Валін, Ізолейцин, Лейцин, Лізін, Метіонін, Треонін, Триптофан, Фенілаланін.

Білкові продукти з насіння конопель мають низьку алергенну активність, що підтверджено дослідженнями (Matone та ін., 2019).

Ефективне використання сировини отриманої від переробки насіння конопель в харчовій промисловості може відкрити нові можливості для створення продуктів з доданою вартістю та позитивними властивостями для здоров'я споживачів.

Протеїн з насіння конопель у харчових продуктах можливо використовувати у якості емульгатора. Білково-пектиновий комплекс насіння конопель виявив надзвичайну стабільність під час тесту на зберігання, де зміна була мінімальна порівняно з емульсією, стабілізованою лише білком насіння конопель. Реологічні характеристики свідчать про те, що пектин забезпечив фізичну міцність, яка може допомагати краплям емульсії зберегти структурну цілісність під впливом зовнішнього середовища. Основний механізм може бути пов'язаний із формуванням тривимірної структури пектином через взаємодію суміжних крапель емульсії (Feng та ін., 2021; Korus та ін., 2017).

Доведено ефективність використання конопляних білків для виробництва аналогів м'яса з високим вмістом вологи (Nasrollahzadeh та ін., 2022).

Також доведено, що проростання насіння конопель дозволяє збільшити можливість гелеутворення білкового ізоляту (Liu та ін., 2022).

Дослідження з використання продуктів переробки насіння конопель свідчать про високу технологічну ефективність їхнього впровадження у склад м'ясних продуктів. Встановлено, що спільне використання м'яса механічного обвалювання індички та конопляного борошна в м'ясомістких хлібах дозволяє отримувати продукти з високими харчовими характеристиками. Зокрема, використання конопляного борошна у кількості 8–12% призводить до збільшення вмісту білку на 3,21–11,80%, а також істотно підвищує функціонально-технологічні властивості виробів (Bozhko та ін., 2021).

Дослідниками (Zajac та ін., 2019) було проведено дослідження використання продуктів з насіння конопель у фаршевих системах зі свинини, що позитивно вплинуло на твердість виробів та збільшило вміст клітковини. Продукти з додавання продуктів переробки коноплі також виявилися більш багатими на магній, марганець, залізо та мідь. Вміст поліненасичених жирних

кислот значно зріс як у продуктах з очищеним та необробленим насінням конопель.

Сировина отримана шляхом переробки конопель, яка містять лушпиння, сприяє зменшенню процесів окислення. Таким чином, після додавання таких інгредієнтів, не було помічено жодних змін у мікробних показників. Також отримані м'ясні продукти були високо оцінені за органолептичними показниками.

За результатами досліджень становлено, що між білками традиційними та отриманих з альтернативних джерел все ще є значна відмінність (Zeng та ін., 2022). Це у свою чергу доводить актуальність виробництва саме комбінованих м'ясних продуктів.

### **1.3. Використання кріопротекторів у виробництві м'ясних продуктів.**

Розроблення заморожених м'ясних продуктів, включаючи напівфабрикати, стикається з проблемою перетворення водної фази під дією низьких температур.

Замороження харчових продуктів представляє собою термодинамічний процес, який включає тепловий та масовий обмін, включаючи охолодження продукту до точки замерзання, видалення прихованої теплоти кристалізації та подальше зниження температури до кінцевого значення для зберігання. Окрім термодинамічних факторів, які визначають властивості системи в умовах рівноваги, важливі кінетичні фактори описують швидкість наближення рівноваги під час переходу води у лід. Кристалізація води є ключовим етапом, який визначає ефективність процесу і якість заморожених продуктів (Aboagye та ін., 2020).

Наприклад, фазовий перехід води в лід, що включає зародження та зростання кристалів, грає важливу роль у визначенні ефективності процесу та якості заморожених продуктів. Високі значення початкового переохолодження та швидкості замерзання можуть призводити до утворення великої кількості

ядер, що призводить до розподілу льоду на багато дрібних кристалів. З іншого боку, низькі значення швидкості переохолодження та замерзання сприяють росту кристалів, що може призводити до формування великих кристалів льоду (Dang та ін., 2021).

У харчових продуктах технологічні параметри, використовувані під час заморожування, враховують заморожений стан, а також інші фактори, такі як початкові характеристики сировини та попередня обробка перед заморожуванням, що мають значення для збереження високих якісних характеристик замороженого продукту під час розморожування (Bonat Celli та ін., 2015).

Фазовий перехід води в лід складається з двох етапів кристалоутворення - зародження і зростання кристалів. Перше передбачає утворення нового кристала і відбувається або в розчині без кристалів (первинне зародження), або в присутності раніше створених кристалів (вторинне зародження) шляхом переохолодження системи. Після утворення кристалів льоду зростання залежить від швидкості видалення прихованої теплоти, що виділяється під час зміни фази води, і масопередачі як молекул води з оточуючого розчину, так і розчинених речовин, видалених із розчину, на поверхню кристалів льоду (Chaves & Zaritzky, 2018).

Зародження та ріст кристалів впливають на розподіл кристалів за розміром. Кількість і розмір утворених кристалів льоду в замороженій системі залежать від початкового переохолодження, що впливає на якість зародження та швидкість росту. Великі значення переохолодження та швидкості замерзання призводять до утворення багатьох малих кристалів, тоді як низьке початкове переохолодження та низька швидкість замерзання сприяють росту великих кристалів (Miyawaki, 2018).

Таким чином, управління технологічними параметрами та умовами попередньої обробки сировини під час заморожування визначає якість та збереження характеристик заморожених продуктів.

Розробка заморожених продуктів змушує до пошуку речовин, що виявляють здатність до нівелювання змін, що викликані впливом низьких температур. Для зменшення цих негативних наслідків використання кріопротекторів є необхідним. У сучасних технологіях комерційні кріопротектори в основному містять цукри, поліюли, фосфати та/або синтетичні антиоксиданти.

Використання харчових інгредієнтів кріопротекторної дії та їх комбінацій стає важливим аспектом у технологіях виробництва м'ясної продукції. Використання цих речовин дозволяє максимально використовувати сировину з пониженими технологічними властивостями, зменшує витрати м'ясної сировини під час холодильної обробки й зберігання, знижує інтенсивність фізико-хімічних та біохімічних процесів, дозволяє отримати різноманітні продукти з високими органолептичними характеристиками та продовжити терміни зберігання при зниженій температурі. Такий підхід може виявитися особливо ефективним для оптимізації виробництва м'ясних продуктів і покращення їх якості (Янчева, 2015).

Одним з розповсюджених шляхів запобігання змін, що викликає низькотемпературна обробка — це використання полісахаридних сумішей. Дослідження підтверджує технологічну доцільність використання 3% білково-полісахаридної композиції з використанням волокон льону, оскільки вона успішно виступає у ролі кріопротектора для фаршових систем під час їх обробки при низьких температурах. За отриманими результатами досліджень можна систематично впливати на формування та стабілізацію необхідних характеристик кінцевого продукту, включаючи функціональні, технологічні, структурно-механічні та сенсорні параметри. Також доведено, що використання сахарози дозволяє отримати стабільну вологоутримуючу здатність (Wu & Lin, 2013; Ishamri & Huda, 2023)

У дослідженні (Хіе та ін., 2023) була запропонована синергетична стратегія, включаючи застосування електростатичного поля низької напруги та речовин, що запобігають змінам під час заморожування: сахарози та сорбіту, з

метою зменшення втрат якості при заморожуванні яловичого стейка. Результати свідчать, що такий комбінований підхід істотно сприяв процесу нуклеації харчових продуктів, скоротив час фазового переходу, зменшив розмір кристалів льоду та ефективно знизив втрати від розморожування приблизно на 41%.

Фосфасні сполуки протидіють денатурації білка у процесі заморожування. Триполіфосфат має гарний вплив на уповільнення процесу денатурації викликаной низькими температурами впливу (Lee та ін., 2017).

Гідролізат курячого колагену виявив гарний кріопротекторний ефект, а саме зменшення розмірів кристалів льоду при заморожуванні та денатурації та окиснення білка (Du & Vetti, 2016).

Використання саме нетрадиційної білоквмісної сировини ставить питання ефективності відомих кріопротекторів при використанні у таких системах. Дослідженнями визначено ефективність використання пулулану (E1204) при заморожуванні м'яса личинок. Ця речовина також є полісахаридом, що утворений шляхом біосинтезу гриба *Aureobasidium pullulans* (Pan та ін., 2017).

Серед сировини, що може виявляти такі властивості є білки нуту. Дослідники (Wang та ін., 2023) виявили, що використання білків нуту зменшує денатурацію міофібрилярних білків при розморожуванні. Використання рисового борошна та борошна з нуту у складі снєків з баранини дозволяє отримати збільшення стабільності емульсії (Talukder та ін., 2015).

Серед дослідження отримання стабільних показників при циклах заморожування-розморожування гарний результат показав хітозан. Використання цього інгредієнту показало покращення структури фаршів та знизити активність окиснювальних процесів у продукті (Zhang та ін., 2023).

Отримані результати дослідників (Skochko та ін., 2018) підтверджують доцільність використання білково-полісахаридних сумішей у кількості 2% як компонентів, спрямованих на кріозахист м'ясних фаршевих систем від впливу низьких температур. Їх стабілізуючий ефект проявляється у зменшенні негативного впливу фізико-хімічних факторів на якісні характеристики

посічених напівфабрикатів, у покращенні консистенції та підвищенні соковитості. Вивчено, що найбільш функціональною є білково-полісахаридна суміш, що включає білок плазми крові, казеїнат натрію, клітковину подорожника та льону у рівних пропорціях.

Серед потенційних кріопротекторів значну увагу викликають продукти переробки рослинництва, а саме злакових. Зокрема крохмаль широко використовується у м'ясній галузі та є гарною сировиною для подальших досліджень.

Крохмаль виконує різноманітні функції в м'ясних продуктах та їх заміниках. Це важливий функціональний інгредієнт, що впливає на покращення текстурних властивостей та збереження води в продукті. У свою чергу, це може впливати на гелеутворення білків, а також зменшувати утворення волокон під час технологічних процесів, таких як екструзія чи зсув. Ефективність крохмалю залежить від різних характеристик, таких як розмір частинок, здатність утримувати воду, розчинність та термічні властивості, такі як в'язкість та клейовий профіль. Крім того, взаємодія крохмалю з білком може відбуватися як на молекулярному рівні, так і на рівні структурних змін продукту. Всі ці аспекти можуть різнитися в залежності від джерела білка та крохмалю, їх концентрації та історії обробки (Bühler та ін., 2021).

Кукурудзяний крохмаль часто використовується для створення структури та заміни частки жиру в м'ясних продуктах (Romero et al., 2019; Eshag Osman et al., 2022; Sá Júnior et al., 2021). У складі продуктів з курячим м'ясом цей інгредієнт може виявити позитивний вплив на реологічні характеристики, особливо під час зберігання (Park et al., 2021; Wang et al., 2019).

Застосування модифікованого крохмалю виявило значний вплив на функціонально-технологічні показники мортадели з курячого м'яса зі зниженим вмістом жиру. Результати свідчать про перевагу модифікованого крохмалю над нативним, особливо у відношенні до технологічних параметрів, таких як втрати при повторному нагріванні. Цей вид крохмалю виявився ефективним у покращенні структури та стабільності продукту, що вказує на

його потенційне використання у різних функціональних м'ясних продуктах. Його взаємодія з іншими компонентами сприяла покращенню технічних якостей мортадели, зокрема у зменшенні втрат та збереженні якості при повторному обробці та нагріванні (Prestes та ін., 2014).

Додавання октенілсукцинільованого кукурудзяного крохмалю до яловичих котлет виявилось ефективним методом для поліпшення їх фізико-хімічних властивостей. Дослідження включало в себе додавання 5% і 15% крохмалю і подальше зберігання протягом 30 або 60 днів при  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Результати вказують на те, що крохмаль значно зменшив втрати при саженні котлет. Утримання вологи, твердість і колір котлет також покращилися. Сенсорна оцінка продемонструвала підвищену ніжність і соковитість без значущих змін у смаку, кольорі та загальній прийнятності.

Мікроструктура готових котлет показала рівномірні та когезійні структури з малим розміром пор, сформованих за допомогою октенілсукцинільованого кукурудзяного крохмалю. Важливо відзначити, що здатність до зберігання сирих котлет позитивно вплинула на їх фізико-хімічні, текстурні, колірні та сенсорні характеристики під час готування. Це свідчить про потенційні переваги використання крохмалю у виготовленні заморожених котлет і вказує на його можливе використання в м'ясній промисловості.

Загальна сенсорна прийнятність готових котлет, які містять кукурудзяний крохмаль октенілсукцинільований, була порівняною із котлетами із нативним крохмалем, але виражений вплив на позитивний бік був виявлений також у котлетах із 15% тваринного жиру (Eshag Osman та ін., 2021).

#### **1.4. Процес гідратації як підготовка сировини до виробництва.**

Використання сухих інгредієнтів при виробництві харчових продуктів викликає питання про підготовку такої сировини до процесу виробництва. Для підготовки сухих сипучих інгредієнтів використовують попередню гідратацію у якості підготовки. Під час цього процесу відбувається набухання білків, призводячи до формування в'язко-пластичної маси. Протіканню цього процесу

сприяють різноманітні фактори, такі як температура, наявність перемішування та здатність конкретного білка зв'язувати вологу (Cornet та ін., 2021). Зміна рН та окисно-відновлювальний потенціал рідини, яка використовується під час гідратації, також може впливати на протікання цього процесу.

На ступінь граничної гідратації також істотно впливає вид білку. Визначено здатність білкових частинок зв'язувати воду визначене за вагою гранул, отриманої після центрифугування дисперсії цих частинок. Білкові структури сої, люпину і глютену пшениці утворюють гранулу, що складається з білкових компонентів із помітною кількістю інтерстиціальної води. На відміну від цього, білки гороху формують гранулу, яка практично не містить інтерстиціальної води. Крім того, виявлено, що гранули можуть мати дві основні мікроструктури: або частинки, зважені у воді, або білкову мережу, яка додатково утримує воду у своїх порах. Ймовірно, такі мережі вже не взаємодіють із водою так, як це роблять частинки, що в результаті може вплинути на взаємодію інших частинок із водою (Peters та ін., 2017).

Аналіз властивостей здатності поглинати вологу рослинної сировини є важливим аспектом при розробці рецептур та прогнозуванні їх поведінки під час виробництва. Дослідження, проведені для вивчення характеристик сої, розглядали відмінності у цьому процесі. Отримані результати свідчать про те, що температура впливає на швидкість гідратації; проте виявлено, що різниця в ступені гідратації та рівноважній вологості між зразками була незначною (Fracasso та ін., 2014).

Було проведено дослідження, що стосується впливу різних методів попередньої обробки через замочування на поведінку бобів під час їх варіння та/або водопоглинання, як цілих, так і очищених. Виявлено, що видалення лушпиння та замочування в розчинах із високим рівнем рН та одновалентною сіллю спричинило скорочення часу варіння бобів, у той час як замочування в розчинах із низьким рівнем рН та  $\text{CaCl}_2$  призвело до збільшення цього часу. Швидкість поглинання води виявилася вищою для цілих бобів та тих, що були очищені. Також виявлено, що замочування при високих температурах

сприяло прискоренню гідратації. Отримані результати свідчать про важливість аспектів, пов'язаних із пектином, і швидкість поглинання води як можливі фактори, які впливають на час варіння квасолі (Kinyanjui та ін., 2014).

Проведено дослідження щодо вивчення зміни характеристик рису при гідратації при різних температурах. З отриманих даних визначено, що різна температура впливу може підвищити властивість крейстерізації у різних сортах рису (Arava та ін., 2020).

Розмір частинок подрібненої сировини може впливати на технологічні показники серед яких ступінь гідратації та утримання цієї вологи (Deli та ін., 2019).

Для покращення властивостей пов'язаних з утримання вологи також використовують фізико-хімічні методи впливу, включаючи ультразвуковий вплив. Використання ультразвукової обробки пришвидшує масообмін під час гідратації з мінімальним впливом на біоактивні компоненти. Крім того, ультразвукова обробка може змінювати хімічну структуру, мікроструктуру та функціональність ізольованих харчових макромолекул, що призводить до поліпшення біофункціональності завдяки зменшенню їхнього розміру та деполімеризації (Kumar та ін., 2023).

Серед можливих способів впливу на гідратацію сухих продуктів є використання електрохімічно активованої води. Аноліт і католіт - це речовини, що виявляють значний вплив на розчини різного складу, біологічні системи і організми. Відмінності від класичного електролізу виявляються при електрохімічній активації прісних або слабо-мінералізованих вод, що призводить до утворення католітів і анолітів. Характеристики цих речовин є нестабільними в часі, і вони мають термін релаксації - період, протягом якого їхні властивості змінюються, слідуючи загальноприйнятим законам електролізу.

Тривалість цього періоду релаксації може коливатися від десятків хвилин до десятків і навіть сотень годин. Присутність часу релаксації послужила підставою для визначення аноліта і католіта під час їхньої релаксації як

активованих або, іншими словами, електрохімічних розчинів, і виведення основних принципів технології електрохімічної активації (Romashchenko та ін., 2021).

Важливо відзначити, що вода з від'ємним окисно-відновним потенціалом (ОВП) має антиоксидантні властивості, тоді як вода з позитивним ОВП виявляє дезінфікуючі властивості. Ця взаємодія властивостей призвела до того, що католіта часто називають "живою" водою, а аноліта - "мертвою".

Електрохімічно активована вода широко використовується, як екстагуюча речовина для вилучення білків із різної сировини (Gerliani та ін., 2020).

Однією з виявлених властивостей електрохімічно активованої води є бактерицидна дія, а саме мати вплив на бактерії *Salmonella Heidelberg*, та знезаражувати їх (Wilsmann та ін., 2020). Також бактерицидну дію виявили при утворенні туману в процесі зберігання свіжих овочів та фруктів (Thorn та ін., 2017).

Серед досліджень, що проводились шляхом використання у складі харчових продуктів дослідниками (Bölek та ін., 2023) вивчено, що використання аноліту дозволило підвищити вологозв'язуючу здатність тіста, також використання різного середовища показало антиоксиданту дію.

Окремі дослідження проводили при підготовці фруктів до висушування. Електрохімічно активовану воду використовували для оброблення фруктів. Дослідження отриманих продуктів показало покращення зберігання кольору та вищу антиоксидантну активність (Bölek, Göktaş та ін., 2023).

Технологічні показники процесів генерації дріжджів та бродіння м'ясного сусли, яке було досліджено за участю електрохімічно активованої води, а саме аноліту та католіту, виявилися суттєво покращення бродіння порівняно з контрольним варіантом. Ці результати свідчать про високу ефективність використання електрохімічно активованої води для оптимізації процесів біоконверсії м'яса (Паляниця та ін., 2014).

Окремі дослідження проводились при використанні електрохімічно активованої води у виробництві цукру. Аноліт виявився ефективним

дезінфектантом із тривалим бактеріодинамічним ефектом, що робить його перспективним в застосуванні технологічних процесах цукрового виробництва, зокрема, у етапі екстрагування цукрози та доведено його ефективність у якості дезінфектанта (Ткаченко та ін., 2015; Бордун та ін., 2014). Також дезінфікуюча дія електрохімічно активованої води виявилась при обробці туш тварин та приміщень м'ясопереробного комплексу (Roobab та ін., 2023).

Активована вода відзначається здатністю впливати на реологічні параметри крохмальних суспензій, і це, в свою чергу, визначає структурно-механічні характеристики та консистенцію продуктів, що включають такі суспензії у своєму складі (Маринін та ін., 2023).

Отримані під час комплексних досліджень (Віннікова & Пронькіна, 2015) результати використання електрохімічно активованої води у технології виробництва м'ясних продуктів свідчать про потенційні переваги цього методу. Вплив сумішей фракцій електрохімічно активованої води від 30/70 до 100 % католіту проявився як ефективний, поліпшуючи технологічні та органолептичні характеристики м'яса та готових продуктів. Результати досліджень вказують на доцільність використання електрохімічно активованої води у технології виробництва варених ковбас, особливо з урахуванням співвідношення фракцій католіт/аноліт: 70/30 у кількості 20–25 % від маси м'ясної сировини.

Вплив активованої води на вихід та органолептичні характеристики цільном'язових продуктів зі свинини досліджено у статті (Vinnikova, & Pronkina, 2016). Отримані дані показали, що використання активованої води для розсолу призвело до значного збільшення виходу продукту. В порівнянні з контрольними зразками, вихід продукту зріс від 3,8% до 7,3%.

Дані комплексних досліджень надають інформацію про те, що електрохімічна активація води є високоефективним методом підготовки води для подальшого використання у виробництві м'ясних посічених напівфабрикатів. Зокрема, виявлено значущий позитивний вплив католіту на якість біфштексів, що вказує на його потенціал для вдосконалення технологічних параметрів м'ясної продукції.

Фізичний вплив електрохімічно активованої води може покращувати функціонально-технологічні властивості м'ясної сировини. Цей підхід відкриває можливості для зменшення використання вологоутримуючих агентів у виробництві м'ясних продуктів, не лишаючи позначення на їхній споживчій якості, і дозволяє продовжувати термін придатності таких продуктів у охолоджену стані. Це інноваційне рішення може відігравати ключову роль у вдосконаленні якості та технології виробництва м'ясних продуктів (Войцехівська та ін., 2016).

Проведені дослідження (Bordun та ін., 2015) підтверджують, що структурні особливості насиченого розчину значно впливають на механізм росту кристалів при заморожуванні. У випадку солей, які розчинені в електроактивованій воді, спостерігається утворення регулярних кристалів, відмінних від анізотропних мікрокристалів, що утворюються при використанні звичайного водного розчину. Оскільки значення рН та окислювально-відновного потенціалу суміші католіту та аноліту практично не розрізняються від характеристик дистильованої води, можна зазначити, що метастабільні властивості отриманої води, зокрема гідратована декомпенсація фази — вільні протони та електрони, мають визначальний вплив на формування фазових структур і білкових структур. Ще дає можливість розглядати електрохімічно активовану воду у виробництві заморожених напівфабрикатів для підвищення функціональності кріопротекторів.

## ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ I

Проведений аналіз ринку заморожених напівфабрикатів вказує на зацікавленість споживачів в даній групі продуктів. Серед заморожених напівфабрикатів значну нішу займають напівфабрикати у тістовій оболонці, що вказує на актуальність розширення їх асортименту.

Проведений аналіз наукових досліджень світить про актуальність розробки напівфабрикатів з комбінованим складом сировини. Результати представлених досліджень доводять, що отримання високоякісних напівфабрикатів комбінованого складу широко використовується в харчуванні та має потенціал до розширення ринку споживання.

Аналіз джерел білоквмісної сировини дозволив визначити як предмет дослідження в складі напівфабрикатів продукти переробки насіння конопель. Даний харчовий інгредієнт має достатньо високу харчову та біологічну цінність і є перспективним.

У свою чергу питання виробництва заморожених напівфабрикатів викликає ряд питань пов'язаних зі змінами, що проходять у продукті під час процесу заморожування. Нівелювати зміни, викликані впливом низьких температур, здатні кріопротектори. Серед харчових інгредієнтів такими властивостями володіють крохмалі. Підготовкою такої сировини у процесі виробництва є гідратація. На її перебіг та отримані характеристики здатні впливати різні фактори, включаючи температуру впливу, рН середовища та різні способи активації, в тому числі електрохімічно.

Аналіз доступних наукових досліджень вказує на перспективність розширення асортименту напівфабрикатів у тістовій оболонці з використанням нетрадиційної білоквмісної сировини та проведення досліджень щодо підвищення ефективності кріопротекторів.

## РОЗДІЛ II. ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕНЬ. ОБ'ЄКТ, ПРЕДМЕТ ТА МЕТОДИ.

### 2.1 Характеристики сировини використовуваної під час досліджень.

Експериментальну частину досліджень в рамках тематики досліджень проводили на базі кафедри технології м'яса та м'ясних продуктів Національного університету харчових технологій та Проблемної науково-дослідної лабораторії Національного університету харчових технологій.

Виробництво напівфабрикатів проводили спираючись на ДСТУ 6028:2008 Напівфабрикати з м'ясом у тістовій оболонці заморожені. Загальні технічні умови, та за ДСТУ 4437:2005. Напівфабрикати м'ясні та м'ясорослинні посічені. Технічні умови.

Вимоги до зовнішнього вигляду напівфабрикатів у тістовій оболонці включають форму (круглі, квадратні чи будь-якої іншої форми), не злипаються, мають суху поверхню, можуть бути білого або кремового кольору. У розрізі начинка повинна бути від світло-сірої до коричневої, відповідати вигляду м'ясного фаршу та цибулі. Смак і аромат повинні бути приємними та відповідати характеристикам продукту. Кількість м'ясної частини повинна бути в межах 60–80%. Вага одного напівфабрикату— від 3 до 25 грамів, і відношення тіста до начинки — 50 : 50%.

Згідно зі стандартом, у складі напівфабрикатів у тістовій оболонці використовують такі інгредієнти: яловичина, телятина, баранина, жиловане м'ясо, тваринний жир, м'ясо птиці, пекарське борошно або борошно твердих сортів пшениці, цибуля, зелень, спеції, яйця, молоко, масло, а також харчові добавки. Сировину піддають експертизі перед використанням, яка визначає її якість.

Для забезпечення якості зберігання напівфабрикатів у тістовій оболонці важливо дотримуватися правил їх транспортування та зберігання. М'ясні напівфабрикати перевозяться при температурі не вище мінус 10 °С. Термін придатності напівфабрикатів залежить від температури у холодильнику: при

температурі не вище мінус 10 °С — 1 місяць; при температурі не вище мінус 18 °С — 6 місяців. Виробник вказує термін придатності на упаковці.

Для м'ясних фрикадельок згідно ДСТУ вимагається масова частка м'ясної сировини не менше 50%. Вони повинні мати однорідну масу без кісток, хрящів, жилок, грубої сполучної тканини та кров'яних згустків. Форма фрикадельок може бути описана як "округло-приплюснута", з поверхнею без розламаних країв. Фарш у складі фрикадельок повинен бути рівномірно перемішаним, можливо з наявністю овочів, крупів та інших інгредієнтів згідно з рецептурою. Консистенція фрикадельок повинна бути щільною, а при смаженні — соковитою і некрихкою.

Під час виконання досліджень основну сировину як:

- М'ясо курчат-бройлерів згідно ДСТУ 3143-2013 - М'ясо птиці (тушки).  
Загальні технічні умови.

- Свинина згідно ДСТУ 4590:2006. Напівфабрикати м'ясні натуральні від комплексного ділення свинини за кулінарним призначенням.

- Яловичина згідно ДСТУ 4589:2006 Напівфабрикати м'ясні натуральні від комплексного ділення яловичини за кулінарним призначенням. Технічні умови.

- Вода питна згідно ДСТУ 7525:2014 Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості.

- Кукурудзяний крохмаль згідно ДСТУ 3976-2000 Крохмаль кукурудзяний сухий. Технічні умови. Зі зміною № 1 (ІПС № 12-2013) та поправкою (ІПС № 11-2000).

- Протеїн з насіння конопель згідно ТУ У 10.4-39224310-002:2019.

- Борошно з насіння конопель згідно ТУ У 10.4-39224310-002.2019.

- Цибуля ріпчаста згідно ДСТУ 3234-95 Цибуля ріпчаста свіжа. Технічні умови.

- Перець чорний мелений згідно ДСТУ ISO 959-1:2008 Перець (*Piper nigrum* L.).

- Сіль кухонна харчова згідно ДСТУ 3583:2015 Сіль кухонна. Загальні технічні умови. З поправкою.

- Борошно пшеничне згідно ГСТУ 46.004-99 Борошно пшеничне. Технічні умови.

- Яйця курячі згідно ДСТУ 5028:2008 Яйця курячі харчові. Технічні умови

Для удосконалення рецептури напівфабрикатів було використано аноліт та католіт підготовлений в умовах Проблемної науково-дослідної лабораторії НУХТ. Для отримання електрохімічно активованої води проводиться обробка питної води електричним струмом за допомогою діафрагмового електродіалізатора. Установа призначена для очищення питної води від мікроорганізмів різних видів і форм, токсичних органічних сполук, іонів важких металів, кількісний вміст яких у питній воді перевищує санітарні норми. Також використовується для отримання розчинів аноліту і католіту. Під час процесу очищення зберігаються іони кальцію, магнію, калію, натрію тощо, а також важливі мікроелементи, необхідні для забезпечення нормальної життєдіяльності організму. Отриманні відповідних розчинів можливе за рахунок використання загальноприйнятих режимів роботи установки (Marynin, Bolshak та ін., 2020).

Аноліт представляє собою прозору воду, вільну від осаду, характеризується кислим смаком та невеликою в'язкістю. Біологічні характеристики цього розчину зберігаються протягом 15-25 годин (залежно від умов зберігання та обсягу води). Аноліт проявляє антисептичні властивості і відзначається високою бактерицидною та дезінфекційною активністю, виступаючи альтернативою йоду, зеленки, перекису водню та інших медикаментів аналогічного спрямування. Важливо підкреслити, що, у відміну від зазначених препаратів, аноліт не викликає хімічних опіків живих тканин.

Аноліт ефективно пригнічує розвиток шкідливих мікроорганізмів та виявляє негативний вплив на патогенну мікрофлору. Католіт після приготування є менш прозорою рідиною з інтенсивно осідаєм у вигляді пластівців. Чим вища мінералізація води (з високою жорсткістю, високим вмістом сполук важких металів тощо), тим більше спостерігаються пластівці. Католіт майже без запаху, на смак – лужний, м'який.

Католіт визначається як потужний стимулятор біологічних процесів, відзначається високою екстрагуючою здатністю, високою розчинювальною здатністю і підвищеною адсорбційно-хімічною активністю. В його складі міститься не більше 7-8% солей жорсткості при повному його знезараженні. Після фільтрування, протягом 20-30 хвилин, всі пластівці осідають.

## **2.2. Використані методи дослідження.**

### ***Визначення вмісту вологи у зразках***

Вміст вологи у дослідних зразках визначали згідно ДСТУ ISO 1442:2005 методом висушування у сушільній шафі до постійної маси. Розрахунок проводили згідно формули 2.1

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m} \quad (2.1)$$

Де, W – вміст вологи, %;

m – маса сухої буюкси, г;

m<sub>1</sub> – маса буюкси з наважкою, г;

m<sub>2</sub> – маса буюкси з наважкою після висушування, г.

### ***Визначення вологозв'язуючої здатності***

Визначення вологозв'язуючої здатності сировини та отриманого продукту проводили методом пресування наважки масою 300 мг протягом 10 хвилин при навантаженні в 1 кг (Bozhko, Tischenko та ін., 2020).

Для обрахунку обчислювали площу утворену вологою плямую, розрахунок проводили за формулами 2.2 та 2.3.

$$V33m = (M - 8.4S) \cdot 100 / m_0 \quad (2.2)$$

$$V33a = (M - 8.4S) \cdot 100 / M \quad (2.3)$$

M – маса вологи в наважці фаршу, мг;

S – площа вологої плями, мм;

m<sub>0</sub> – маса наважки фаршу, мг.

### ***Визначення рН***

Для визначення кислотно-лужного балансу (рН) використовуємо метод водного витяження. Зразок масою (5,00±0,02) г ретельно подрібнювали

переносили в хімічний стакан об'ємом 250 см<sup>3</sup>. Після цього проводимо екстрагування дистильованою водою протягом у співвідношенні 1:10 30 хвилин за температури навколишнього середовища, перемішуючи. Отриманий екстракт проціджуємо через фільтрувальний папір і використовуємо для визначення рН за допомогою лабораторного рН -метра.( ДСТУ ISO 2917-2001)

### ***Визначення пластичності***

Визначення пластичності досліджуваної сировини проводили обрахунок площі вологої плями фарш, що утворюється при впливі 1 кг навантаження на 0,3 г сировини протягом 10 хв. Отриманні данні обраховували за формулою.

Розрахунок пластичності проводилось за наведеною формулою

$$P = \frac{V_{\phi} \times 1000 \times 1000}{m} \quad (2,4)$$

Де P – пластичність досліджуваного зразка, см<sup>2</sup>×кг/г;

1000 - коефіцієнти переведення мг та г в кг;

V<sub>φ</sub> – площа плями фаршу, см<sup>2</sup>;

m – маса наважки, мг.

### ***Визначення активності води***

Активність води має важливе значення в оцінці безпечності харчових продуктів. Активність води (A<sub>w</sub>) є важливим параметром для оцінки вологості продуктів та оточуючого середовища з точки зору їхньої придатності для біологічних процесів. Цей показник визначає кількість "вільної води", доступної для мікроорганізмів, і виражається у відношенні парціального тиску водяної пари в газовій фазі до парціального тиску чистої води при однаковій температурі. Значення активності води розташовуються в діапазоні від 0 (відсутність вільної води) до 1 (повна насиченість вологості) (Petrova та ін., 2022).

Визначення активності води проводили з використанням аналізатора HygroLab 2, з точністю ±0,01 A<sub>w</sub>.

### ***Визначення буферної ємності***

Буферну ємність визначали при дії кислотного середовища потенціометричним методом. Для дослідження наважку досліджуваної

речовини екстрагували водою у співвідношенні 1:10 протягом 30 хв. Після чого отриманий розчин фільтрували та додавали кислотні розчини НСІ з концентрацією 0,05н; 0,1н; 0,2н; 0,4н та 0,6н. Після чого вимірювали рН зразків (Пасічний, Хайдер та ін., 2014).

#### ***Визначення оптичної густини водорозчинних білків***

Визначення даного показника проводили за допомогою фотоелектроколориметра. Для дослідження до 1 мл попередньо екстрагованої сировини додають 4 мл біуретового реактиву, після чого суміш залишають на 30 хв. Після чого рідини досліджують на фотоелектроколориметрі при довжині хвилі 540 нм.. Кількість водорозчинних білків визначають за допомогою калібрувального графіка ((Бойко & Приседський, 2021).

#### ***Визначення ефективної в'язкості, граничного напруження зсуву та зсувного зусилля***

Визначення показників проводилось за допомогою віскозиметра Воларовича. Для дослідження вимірюють залежність маси навантаження до швидкості з якою опускання ротора в стакан з вимірюваною сировиною.

Для дослідження обраховується частота обертання для кожної точки досліду за формулою 2.5

$$Ni = \frac{H \times 30}{\tau_i \times R_{шк} \times \pi} \quad (2.5)$$

де  $Ni$  - частота обертів, об/хвл;

$H$  - висота падіння вантажу, м;

$\tau_i$  - час виміру, с;

$R_{шк}$  - радіус шківів, м;

$\pi$  - 3,14

Значення ефективної в'язкості розраховують за формулою 2.6

$$\eta = k \times \frac{m_u}{Ni} \quad (2.6)$$

де  $\eta$  - ефективна в'язкість Па\*с,

$k$  – константа приладу;

$m_u$  — уточнена маса вантажу, кг, для розкручування ротора до

частотиобертів  $N_i$ , об/ хвилину;

Граничне напруження зсуву розраховується за формулою 2.7

$$\theta = k_0 \times m_0 \quad (2.7)$$

де  $\theta$  — межове напруження зсуву, кг;

$k_0$  — постійна константа приладу при висоті  $h$ .

Визначення зсувного зусилля проводили на віскозиметрі Реотест II. Прилад має циліндричну конструкцію. Матеріал, який вимірюється, розміщується в кільцевому щілині, створеній між двома коаксіальними циліндрами. Зовнішній циліндр, нерухомий, виконаний як вимірювальна ємність. У нього поміщається вимірюваний матеріал, а сам циліндр розміщується в контейнері.

Внутрішній циліндр обертається, з'єднаний через вимірювальний вал з циліндричною гвинтовою пружиною, відхилення якої служить мірою обертового моменту, що діє на внутрішній циліндр. Відхилення пружини відтворюється потенціометром, включеним в містову схему, при цьому зміна струму, який протікає по діагоналі містової схеми, є пропорційною обертовому моменту пружини.

### ***Визначення вмісту жиру***

Визначення вмісту жиру виконували в апараті Соксклета. Для дослідження попередньо висушену наважку поміщали у підготовлені гільзи з фільтрувального паперу та екстрагували дихлоретаном протягом 6 — 8 год. Вміст жиру визначався розрахунку різниці маси наважки до та після екстрагування. Отримані результати обчислюють за формулою 2.8

$$X = \frac{m_1 - m_2}{m_0} \times 100 \quad (2.8)$$

Де  $X$  – вміст жиру%;

$m_1$  – маса гільзи з наважкою до екстрагування, г;

$m_2$  – маса гільзи з наважкою після екстрагування, г;

$m_0$  – маса наважки, г.

### ***Визначення колірності***

Для визначення колірності продукту використовували систему колірних тонів Tintorama Color 5. В основі якої лежить природна система кольорів NCS — Natural Color System розроблена у Швеції. В основі системи покладено 6 основних тонів: білий, чорний, жовтий, красний, синій та зелений.

### ***Визначення кислотного та пероксидного чисел***

Для визначення кислотного числа зразка проводять наступні кроки: спочатку зважують 4–5 г продукту та записують результат з точністю до другого десяткового знаку. Потім додають 50 мл суміші етилового спирту з діетиловим ефіром та 3–5 крапель розчину фенолфталеїну. Отриману суміш титрують з розчином гідроксиду калію або натрію до отримання слабо-рожевого забарвлення, яке не зникає протягом 30 секунд. Визначали згідно ДСТУ 4350:2004 Олії рослинні. Метод визначення кислотного числа (ISO 660:1996, NEQ)

Кислотне число (КЧ) розраховується за формулою:

$$\text{КЧ} = 5,611 \cdot V \cdot K / m \quad (2.9)$$

де 5,611 – титр 0,1 н. розчину гідроксиду калію, мг/мл;

V – об'єм витраченого розчину лугу, мл;

K – поправка до титру, m – маса наваженої речовини, г.

Для визначення пероксидного числа наважують 1 г зразка, додають 10 см<sup>3</sup> хлороформу та інші реагенти. Після перемішування та стояння протягом 5 хвилин проводять титрування з розчином тіосульфату натрію. Дослідження проводили згідно ДСТУ 4570:2006 Жири рослинні та олії. Метод визначання пероксидного числа

Пероксидне число (X) розраховується за формулою:

$$X = (V1 - V0) \cdot C \cdot 1000 / m \quad (2.10)$$

де V0 та V1 – об'єми розчину тіосульфату натрію для контрольного та основного дослідів, см<sup>3</sup>;

C – концентрація розчину тіосульфату натрію (моль/дм<sup>3</sup>);

m – наважка досліджуваного зразка, г.

### ***Визначення густини***

За допомогою математичної моделі проведено визначення густини крохмалю як функції вмісту вологи.

### ***Розрахунок вмісту вуглеводів***

Вміст вуглеводів був розрахований з урахуванням загального хімічного складу.

### ***Визначення частки мікроелементів***

Визначення масової частки фосфору здійснюється за стандартом ISO 3946:1982 "Крохмалі та їх похідні. Визначення загального вмісту фосфору. Спектрофотометричний метод". Цей метод використовує спектрофотометрію для визначення концентрації фосфору у зразках, зокрема в крохмалі та його похідних.

Також згадано визначення масової частки натрію, кальцію, фосфору, калію, магнію згідно з ДСТУ 2117-93 "Продукти без переробки овочів і фруктів.

### ***Визначення вмісту вітаміну PP***

Метод визначення вітаміну PP з ДСТУ 2117:93 «Продукти безпереробки овочів і фруктів. Метод визначення вітаміну PP». Визначення вмісту вітаміну PP здійснюється за зазначеним методом у продуктах безпереробки овочів і фруктів.

### ***Термографічний аналіз***

Дериватографія – це поєднання двох широко використовуваних термографічних методів: диференційного термічного аналізу (ДТА) і термогравіметричного аналізу. У ДТА під час поступового нагрівання матеріалу визначається його ентальпія (тепловміст). Для цього температуру зразка порівнюють із температурою еталона – речовини, яка практично збігається з температурою печі.

Якщо зразок нагрівати при постійній швидкості, тепло, яке подається з печі, підвищує температуру зразка лише тоді, коли відбуваються фізичні або хімічні перетворення в зразку. Якщо в цей момент відбувається ендотермічний процес (поглиблення тепла), температура зразка зростатиме повільніше, ніж

температура печі. Це відбувається до завершення перетворень в зразку. Якщо ж екзотермічні процеси (виділення тепла) відбуваються при певних температурах, тоді тепло, що подається, витрачатиметься на ці процеси, що призводить до додаткового розігріву зразка і підвищення його температури вище температури печі (Kovalov та ін., 2017; Jayas, 2016).

Дериватографія використовує ДТА для отримання диференційованої форми кривої залежності температури від часу, в якій точки перегину свідчать про наявність перетворень в зразку. Для більш точного визначення температур перетворень використовується еталон, і різниця температур між зразком і еталоном реєструється як крива ДТА. Фазові перетворення, плавлення, випаровування, зміна кристалічної структури та інші фізичні або хімічні реакції можуть спричиняти ендотермічні ефекти на кривій ДТА (Kochubei-Lytvynenko та ін., 2017).

### ***Визначення виходу продукту***

Вихід до маси основної сировини визначається у відсотках за формулою

$$X = \frac{A}{D} \cdot 100, \% \quad (2.11)$$

де X – вихід, %;

A – вага продукту після обробки, г;

D – вага виробу до обробки, г.

### ***Математично-статистична обробка результатів***

Отримані результати підділи обробці математично-статичними методами та прикладної математики. Для отримання достовірних даних дослідження проводили у трьохкратному повторюванні.

Для дослідження було проведено трьохфакторний експеримент, в якому вивчалось вплив трьох незалежних змінних на одну залежну змінну. Для оцінки статистичної значущості ефектів та коефіцієнтів моделі були використані відповідні статистичні критерії, зокрема критерій Фішера для перевірки

достовірності моделі та критерій Ст'юдента для оцінки статистичної значущості коефіцієнтів.

Перевірка достовірності моделі за критерієм Фішера та перевірка достовірності коефіцієнтів за критерієм Ст'юдента є стандартними процедурами в статистичному аналізі лінійної регресії.

Перевірка достовірності моделі за критерієм Фішера дозволяє визначити, чи модель взагалі пояснює змінність залежної змінної. Якщо критерій Фішера виявляється значущим (р-значення менше заданого рівня значущості, наприклад, 0.05), то можна стверджувати, що модель є статистично значущою.

Перевірка достовірності коефіцієнтів за критерієм Ст'юдента дозволяє визначити статистичну значущість кожного окремого коефіцієнта регресії. Якщо значення t-статистики для коефіцієнта перевищує критичне значення для заданого рівня значущості (зазвичай 0.05), то цей коефіцієнт вважається статистично значущим.

Розрахунок статистичних критеріїв:

F-критерій для перевірки достовірності моделі:

$$F = \frac{SSE_{reg}/(k-1)}{SSE_{res}/(n-k)} \quad (2.12)$$

де  $SSE_{reg}$  - сума квадратів відхилень, пояснена регресією;

$SSE_{res}$  - залишкова сума квадратів;

$k$  - кількість параметрів моделі;

$n$  - кількість спостережень.

t-критерій для перевірки статистичної значущості коефіцієнтів:

$$t = S \frac{E(\beta_i)}{\beta_i} \quad (2.13)$$

де  $\beta_i$  – оцінка коефіцієнта;

$SE(\beta_i)$  – стандартна похибка оцінки коефіцієнта.

Трьохфакторний експеримент - це експеримент, в якому досліджується вплив трьох незалежних змінних (факторів) на одну залежну змінну (відгук). Він може бути представлений у вигляді моделі.

$$Y = A_0 + a_1X_1 + a_2X_2 + a_3X_3 + a_4X_1X_2 + a_5X_1X_3 + a_6X_2X_3 + a_7X_1X_2X_3 \quad (2.14)$$

де  $Y$  - відгук,  $x_1, x_2, x_3$  - фактори,

$a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_7$  – коефіцієнти регресії.

Для трьохфакторного експерименту аналізуються не лише основні ефекти кожного фактора, але і можливі взаємодії між ними, що може бути представлено за допомогою відповідних коефіцієнтів.

Стандартні похибки оцінок коефіцієнтів регресії вказують на точність оцінок коефіцієнтів. Надійність прогнозу може бути оцінена за допомогою діапазону прогнозних значень, побудованих з використанням стандартних похибок моделі.

### ***Оцінка органолептичних показників досліджуваного продукту***

Оцінку органолептичних показників отриманих продуктів проводили за 5-ти бальною шкалою. Оцінка включала в себе заповнення дегустаційного листа за ДСТУ 4823.2:2007. Оцінка включала в себе такі показники як: зовнішній вигляд, колір, запах та аромат, консистенція, смак та соковитість.

### **2.3. Загальна схема проведення досліджень.**

На підставі проведеного аналізу літературних джерел створено загальну схему проведення досліджень.

Дослідження були проведені у п'ять основних етапів, що включали в себе: проведення аналізу літературних джерел, дослідження та підбір сировини для виробництва, удосконалення рецептур з використанням рослинних білоквмісних інгредієнтів шляхом внесення електрохімічно активованої води та кукурудзяного крохмалю та удосконалення технології виробництва напівфабрикатів у тістовій оболонці.

Отримана схема представлена на рисунку 2.1.

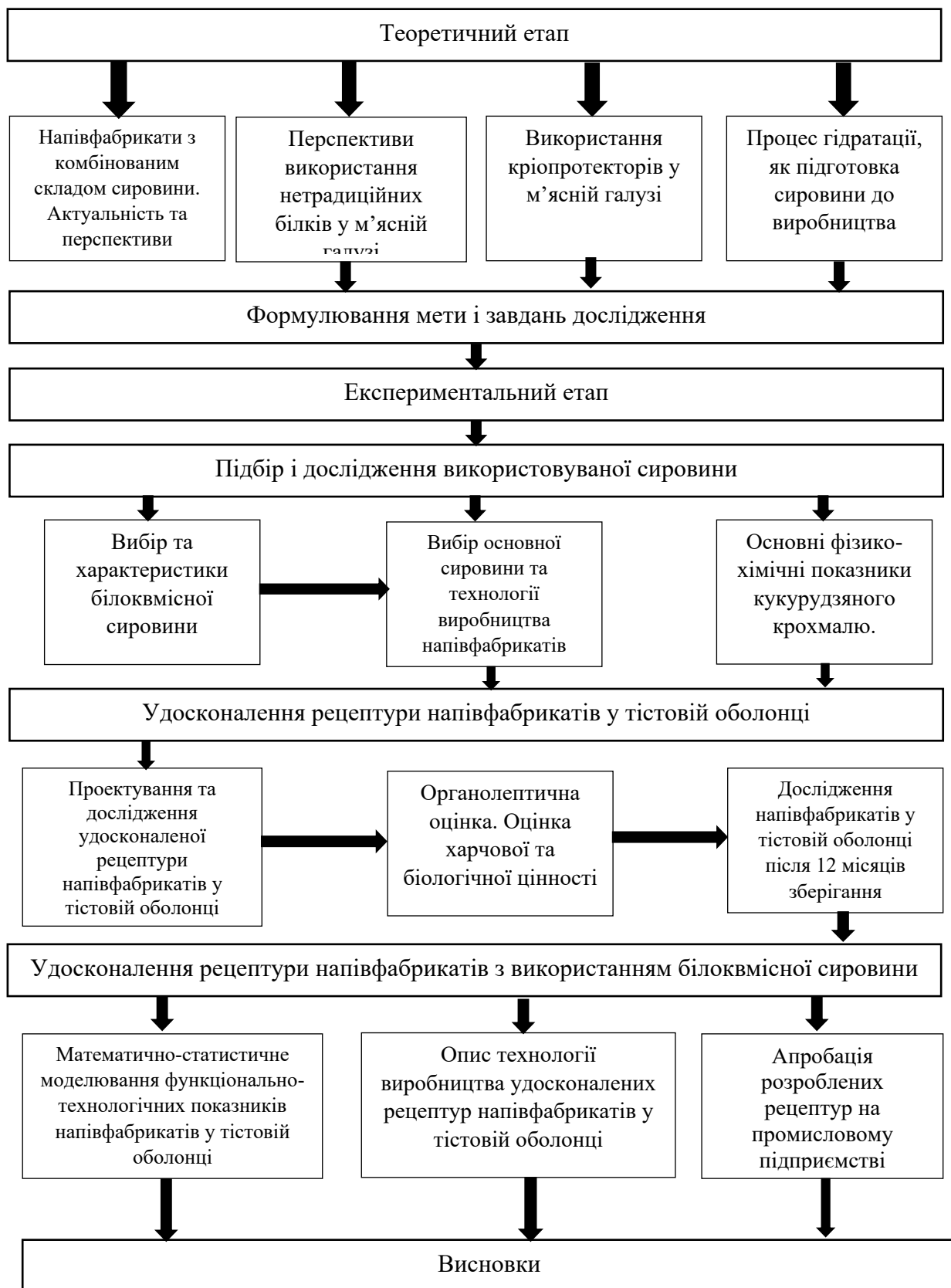


Рисунок 2.1 — Загальна схема проведення досліджень

## ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ II

У розділі наведено об'єкти дослідження, а саме основну та допоміжну сировину необхідну для досліджень.

Наведені методики досліджень сировини та готової продукції враховують вплив обробки на основні характеристики сировини і матеріалів. Зокрема, описані наступні методи досліджень:

1. Інструментальні методи: визначення реологічних властивостей продукту, що включає в себе вивчення його, в'язкості та інших характеристик, за допомогою відповідного інструментарію.

2. Фізико-хімічні методи: визначення функціонально-технологічних властивостей готового продукту і сировини, яке охоплює аналіз фізичних і хімічних параметрів, впливаючи на якість продукції.

3. Математичні методи: статистична обробка експериментальних результатів, що дозволяє вивчити та аналізувати числові дані, отримані під час досліджень.

4. Сенсорний аналіз: визначення показників якості на основі аналізу сприйняття органів чуття людини, оцінка за 5-бальною шкалою. Сенсорний аналіз може включати в себе експертні оцінки смаку, аромату, текстури та інших характеристик продукту.

Ці методики досліджень надають комплексний підхід до вивчення продуктів, забезпечуючи повноту та об'єктивність отриманих результатів.

Також розроблену загальну схему проведення досліджень, яка наочно відображає етапи проведення досліджень та апробацію удосконаленої технології.

## РОЗДІЛ III. ПІДБІР ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ВИКОРИСТОВАНОЇ СИРОВИНИ

### 3.1. Вибір та характеристика білоквмісної сировини.

Відповідно до поставлених дослідних завдань у якості рослинної білоквмісної сировини обрано продукти переробки насіння конопель (*Cannabis Sativa L*), а саме протеїн та борошно вітчизняного виробництва.

У процесі досліджень визначено значення основних фізико-хімічних показників даної сировини та їх зміни при різному ступені гідратації та наявності термічної обробки. Підготовлено зразки борошна та протеїну з насіння конопель з 4-ма ступенями гідратації 1:1; 1:2; 1:2,5; 1:3 з водою. В процесі досліджень також визначали термостійкість даної білоквмісної сировини при термічній обробці прогріванням на водяній бані до 80 °C протягом 10 хв.

Визначення основних показників проводилось у зразках борошна та протеїну з насіння конопель без попередньої гідратації. Отримані результати представлені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Характеристики продуктів переробки насіння конопель

Назва	Протеїн з насіння конопель	Борошно з насіння конопель
Вмість вологи, %	8,57±0,12	8,49±0,20
pH	6,1±0,07	6,0±0,3
Показник оптичної густини водорозчинних білків, од.	11,5±0,21	10,0±0,18
Вміст жиру, %	15,37±0,10	10,12±0,07
Колірність	S5030-G90y	S6020-Y10r

З даних таблиці 3.1. видно, що досліджувані основні показники знаходяться в межах оптимальних для поєднання з м'ясною сировиною та в межах заявлених виробником.

Дослідження колірності зразків сировини виявило, що колір S5030-G90Y представляє собою зелений відтінок із середньою насиченістю та високою яскравістю, вказуючи на присутність жовтого в колірній гаммі. Колірність борошна S6020-Y10R представляє жовтий відтінок із аналогічними характеристиками, вказуючи на присутність червоного в колірній гаммі. Це вказує на те, що сировина має подібність зразків, однак вони відрізняються за відтінками.

Важливим етапом у підготовці сировини є її гідратації. Здатність білка зв'язувати та утримувати молекули води є важливим показником для отримання м'ясних продуктів зі стабільними показниками якості. Проведено дослідження зміни вологозв'язуючої здатності досліджуваної білоквмісної сировини при різному ступені гідратації. Отримані дані представлені у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Вологозв'язуюча здатність гідратованих продуктів переробки з насіння конопель

Рівень гідратації	Протеїн з насіння коноплі		Борошно з насіння коноплі	
	В33m, %	В33a, %	В33m, %	В33a, %
Без термічної обробки				
1:1	77,74±0,01	88,82±0,12	70,41±0,12	82,83±0,13
1:2	59,89±0,11	73,34±0,06	53,65±0,17	63,49±0,11
1:2,5	46,61±0,12	54,38±0,07	47,17±0,09	55,51±0,07
1:3	46,08±0,09	53,73±0,05	35,13±0,03	41,35±0,11
Після прогрівання на водяній бані				
1:1	81,01±0,09	95,65±0,21	79,59±0,05	93,59±0,07
1:2	71,34±0,08	83,29±0,12	65,42±0,09	77,07±0,06
1:2,5	63,53±0,11	74,17±0,16	63,59±0,04	74,86±0,14
1:3	53,66±0,49	62,57±0,19	51,75±0,19	60,95±0,17

Дані таблиці 3.2 свідчать, що дослідні зразки протеїну та борошна з насіння конопель мають достатньо високі значення В33 для використання у виробництві м'ясних продуктів.

Зразки протеїну насіння конопель мали вищі значення, ніж зразки борошна насіння конопель, за винятком зразка у співвідношенні 1:2,5, де значення було на 0,56% вище без термічної обробки. Після термообробки значення зразків були на одному рівні. Найбільш оптимальне значення ВЗЗ мали зразки білка та борошна з насіння конопель, гідратованого у співвідношенні 1:2 після термообробки. Гідратація даної сировини більше ніж 1:2 значно зменшує їх вологозв'язуючу здатність, що може виявляти значний вплив на технологічні показники готових напівфабрикатів.

Стабільність білку під впливом зовнішніх факторів, таких як зміна рН, є важливим фактором при моделюванні рецептурного складу продукту. Показником якого є буферна ємність – кількість мольеквівалентів сильної кислоти, які необхідно додати до 1 л буферного розчину, щоб змістити рН на одиницю. За отриманими даними можна зробити висновок про необхідність використання регуляторів кислотності.

Для порівняння результатів дослідження проводили визначення буферної ємності дистильованої води та у зразках сухого протеїну або борошна з насіння конопель. Отримані результати досліджень представлено у таблицях 3.3 та 3.4.

Таблиця 3.3 –Буферна ємність зразків протеїну з насіння конопель.

Співвідношення протеїн:вода	Концентрація HCl				
	0,005н	0,01н	0,02н	0,04н	0,06н
1	2	3	4	5	6
Без термічної обробки					
0:1	3,42±0,02	3,02±0,06	2,78±0,05	2,20±0,09	2,00±0,04
1:0	5,61±0,05	5,71±0,03	5,12±0,01	3,33±0,02	4,84±0,03
1:1	5,32±0,03	5,60±0,10	4,76±0,08	4,52±0,06	4,41±0,07
1:2	5,64±0,08	6,04±0,01	5,43±0,03	3,46±0,04	3,21±0,07
1:2,5	6,32±0,01	6,04±0,03	5,25±0,04	3,61±0,02	3,23±0,11
1:3	6,16±0,01	5,56±0,04	4,41±0,05	4,25±0,05	4,10±0,07

1	2	3	4	5	6
Після прогрівання на водяній бані					
1:1	5,73±0,01	5,53±0,02	5,22±0,04	2,51±0,03	2,24±0,07
1:2	5,26±0,03	4,21±0,07	5,03±0,07	3,03±0,07	3,23±0,06
1:2,5	5,44±0,04	5,06±0,03	4,05±0,04	3,08±0,06	2,00±0,04
1:3	5,02±0,04	5,17±0,08	4,26±0,09	2,82±0,01	2,70±0,02

З отриманих результатів таблиці 3.3 видно, що збільшення ступеню гідратації не має значного впливу на зміну рН при використанні однакової концентрації HCl. У свою чергу температурний вплив здійснений шляхом прогрівання на водяній бані рН відповідних зразків значно знижується при збільшенні ступеня гідратації та концентрації HCl.

Дослідження буферної ємності борошна з насіння конопель представлено у таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 –Буферна ємність зразків борошна з насіння конопель.

Співвідношення борошно:вода	Концентрація HCl				
	0,005н	0,01н	0,02н	0,04н	0,06н
1	2	3	4	5	6
Без термічної обробки					
0:1	7,00±0,04	3,42±0,01	3,02±0,06	2,78±0,01	2,20±0,02
1:0	6,20±0,05	5,83±0,05	4,85±0,03	4,56±0,08	4,26±0,03
1:1	6,41±0,03	5,84±0,07	5,51±0,02	3,32±0,10	3,94±0,06
1:2	6,37±0,05	6,45±0,05	5,47±0,04	4,34±0,04	4,67±0,03
1:2,5	5,84±0,06	6,07±0,01	5,02±0,09	4,26±0,05	4,82±0,07
1:3	5,66±0,03	5,89±0,09	5,48±0,06	3,48±0,01	4,21±0,03
Після прогрівання на водяній бані					

1	2	3	4	5	6
1:1	5,57±0,05	5,56±0,05	5,24±0,04	3,01±0,06	2,87±0,06
1:2	5,82±0,10	5,82±0,07	5,60±0,04	3,53±0,06	3,45±0,07
1:2,5	6,10±0,03	5,27±0,04	5,71±0,02	4,05±0,04	3,73±0,04
1:3	5,52	5,64±0,03	5,23±0,06	3,08±0,02	3,51±0,05

Досліджувані зразки борошна з насіння конопель при різній гідратації також не мали значних відмінностей при дії однаковою концентрацією HCl. Порівнюючи дані борошна та протеїну рН борошна змінювався більш плавно. Після температурного впливу значення рН дослідних зразків знизилось в середньому на 11,49 %

Емульгуюча здатність це здатність білка утворювати систему білок-вода-жир. Цей показник стає визначним фактором для отримання стабільної фаршевої системи. Спираючись на проведені попередньо дослідження для визначення емульгуючої здатності обрано зразки гідратовані 1:0; 1:1; 1:2 з водою та варіювання часу обробки на водяній бані 10 та 15 хв. При 80 °С. Результати проведених досліджень представлені на рисунку 3.1.

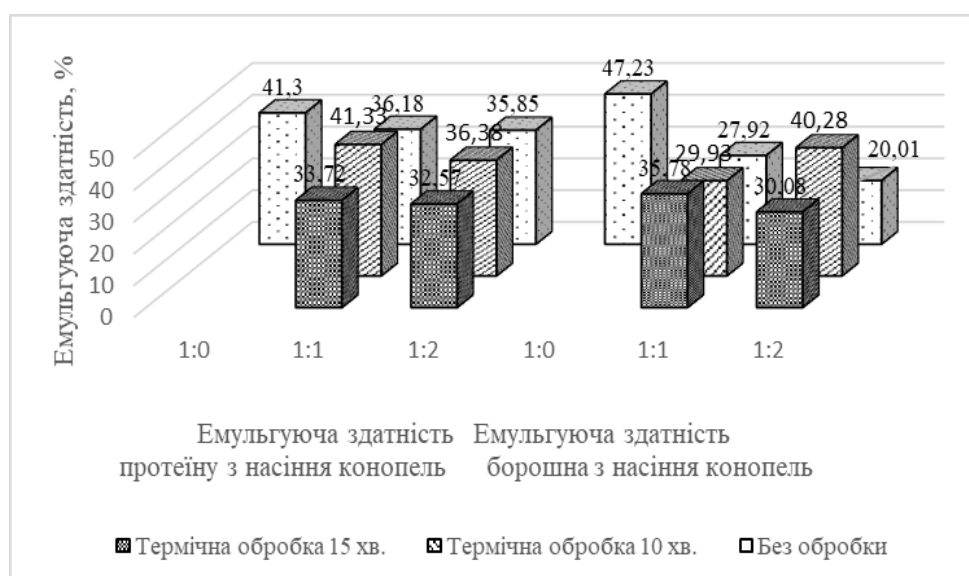


Рисунок 3.1 – Емульгуюча здатність продуктів переробки насіння конопель

З представлених на рисунку 3.1 даних видно, що протеїн, отриманий із насіння конопель, демонструє найвищу емульгуючу здатність у гідратованому стані зі значеннями від 35,85% до 36,18%. Варто зазначити, що ці зразки продемонстрували мінімальне погіршення емульгуючої здатності навіть після термічної обробки в межах 15 хв., що доводить можливість утворення стабільних емульсійних структур.

За результатами досліджень визначено, що зразки борошна насіння конопель після гідратації показали значно збільшують ЕЗ після термічної обробки.

Крім того, отримані дані показали, що негідратований зразок борошна з насіння конопель демонструє найвищу емульгуючу здатність  $47,23 \pm 0,01\%$ . Серед гідратованих зразків протеїн із насіння конопель у співвідношенні 1:1 з водою показав найбільше значення  $41,33 \pm 0,10\%$  після десяти хвилин термічної обробки.

Якість структурно-механічних властивостей готового продукту безпосередньо залежать від реологічних характеристик, що виявляють його складові. Дослідження ефективної в'язкості та граничного напруження зсуву проводили на віскозиметрі Воларовича при гідратації сировини 1:1,5 та 1:2.

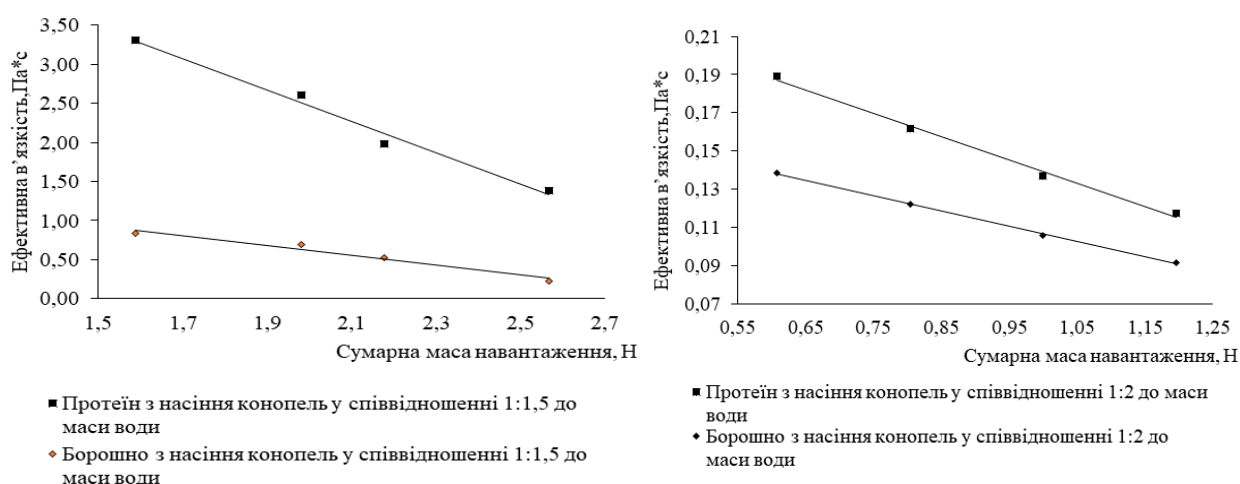


Рисунок 3.2 – Значення ефективної в'язкості борошна та протеїну з насіння конопель при різній гідратації

З представленого рисунку 3.2 видно, що при однаковій гідратації зразки протеїну та борошна значно відрізнялись між собою. Гідратовані зразки 1:1,5 ефективна в'язкість протеїну значно перевищує значення зразків борошна при однаковій гідратації в середньому на 2,0155375 Па\*с.

Порівняння зразків гідратованих 1:2 показує різну динаміку зміни показників. При мінімальному навантаженні ефективна в'язкість обох зразків має близькі значення, а при збільшенні в'язкість збільшується у зразку протеїну та зменшується у зразках борошна. Обидва зразки при максимальній в'язкості показують майже однакове значення близьке до мінімального.

Проведено визначення граничного напруження зсуву у зразках протеїну та борошна з насіння конопель. Отримані результати представлені на рисунку 3.3.

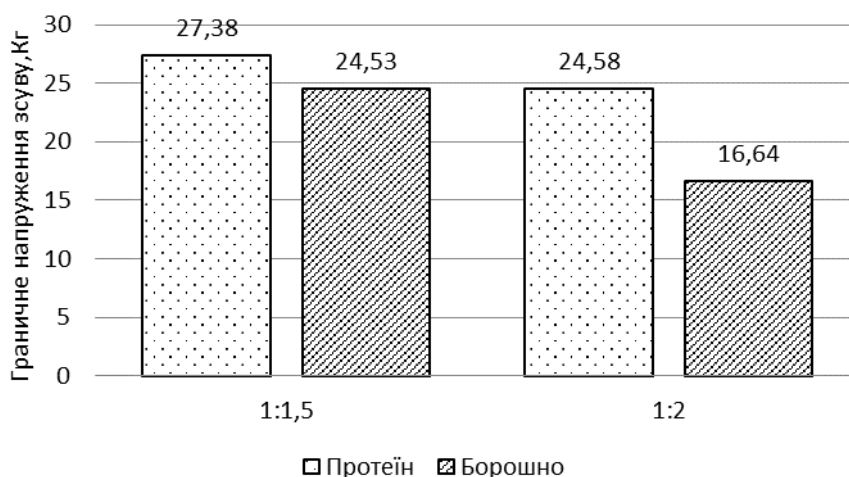


Рисунок 3.3 – Граничне напруження зсуву борошна та протеїну з насіння конопель при різній гідратації

З представлених на рисунку 3.3. результатів досліджень видно, що процес гідратації продуктів переробки насіння конопель має помітний вплив на реологічні параметри. Експериментальні дані показують, що граничне напруження зсуву в гідратованому зразку білка зі співвідношенням 1:1,5 на 11,% вище порівняно з гідратованим зразком білка зі співвідношенням 1:2.

Крім того, експериментальні зразки гідратованого борошна з насіння конопель у співвідношенні 1:1,5 демонструють значно нижчі показники

порівняно з протеїном такої ж гідратації. Проте між зразками борошна з різними рівнями гідратації спостерігається різниця в 7,89%.

Подальші дослідження проводили у зразках протеїну з насіння конопель при гідратації 1:1 та 1:2 за допомогою ротаційного віскозиметра Реотест 2 де визначали зсувне зусилля та відновлення системи. Отримані результати представлені на рисунку 3.4.

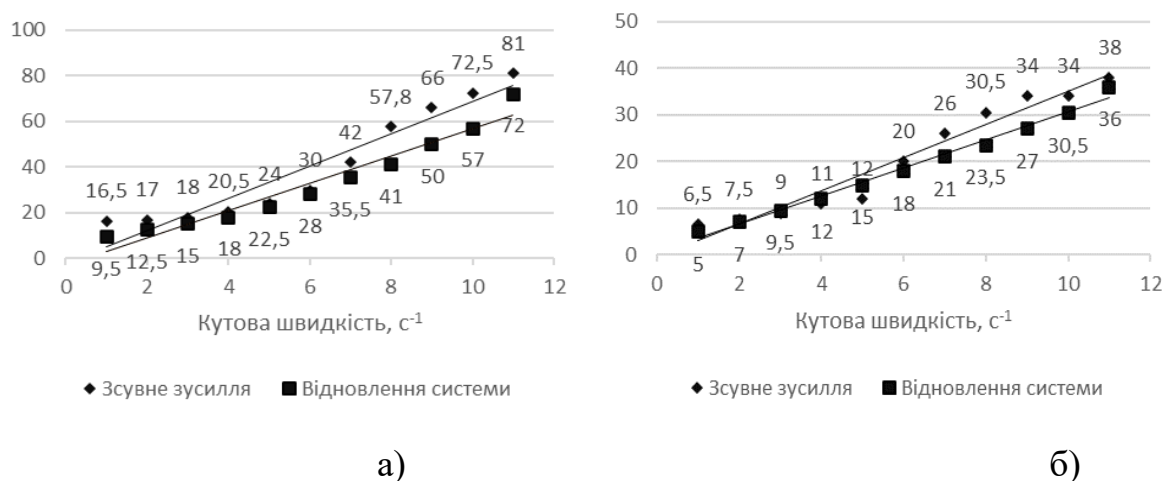


Рисунок 3.4 – Показники зсувного зусилля гідратованого протеїну з насіння конопель рисунок а) 1:1, б) 1:2

Результатами представленими на рисунку 3.4. видно, що зсувне зусилля збільшувалось плавно відповідно до збільшення кутової швидкості. Показники релаксації наближені до початкових, однак здебільшого мали нижчі значення. Збільшення ступеню гідратації знижує зсувне зусилля в середньому на 51,26 %

### 3.2. Вибір основної сировини та технології виробництва кулінарних напівфабрикатів

Важливим етапом є підбір основної сировини, а саме м'яса, та способу його обробки. Для дослідження було обрано 4 види м'ясної сировини, а саме яловичину, свинину, червоне та біле м'ясо курчат-бройлерів. На підставі попередніх досліджень обрано використання 20 % гідратованого 1:2 протеїну або борошна з насіння конопель. У якості контролю обрано рецептуру, що включає яловичину 1-го сорту, свинину напівжирну та жирну. Дослідні

рецептури 1; 2; 3 та 4 мали в складі протеїн з насіння конопель, а зразки з 5 по 8 борошно.

Виготовлення фаршів проводили за традиційною технологією. Формування фрикадельок проводили вручну, формування напівфабрикатів у тістовій оболонці проводилось за допомогою прес-форми. Заморожування проводили з використанням шафи для шокового заморожування Arach ASH05K при мінус 34-35 °С камери до мінус 18 ° С в товщі напівфабрикатів. Після заморожування зразки зберігались у морозильній камері при мінус 18 ° С. Розроблені рецептури представлені у таблиці 3.5

Таблиця 3.5 – Рецептурний склад напівфабрикатів

Сировина	Контроль	Зразок 1/ Зразок 5	Зразок 2/ Зразок 6	Зразок 3/ Зразок 7	Зразок 4/ Зразок 8
Склад фаршевої начинки					
Яловичина 1-го сорту, %	44	37	-	-	-
Свинина жирна, %	17	-	-	-	-
Свинина напівжирна, %	33	37	74	-	-
Червоне м'ясо курчат-бройлерів, %	-	-	-	74	-
Біле м'ясо курчат-бройлерів, %	-	-	-	-	74
Протеїн/борошно з насіння конопель, гідратований 1:2 з водою, %	-	20	20	20	20
Цибуля ріпчаста, %	6	6	6	6	6

1	2	3	4	5	6
Склад тіста					
Борошно пшеничне, %	58	58	58	58	58
Яйця курячі, %	8	8	8	8	8
Вода питна, %	34	34	34	34	34
Спеції на 100 г фаршевої начинки					
Сіль кухонна, %	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
Перець чорний, %	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6

Дослідження проводили у зразках фрикадельок та напівфабрикатів у тістовій оболонці до заморожування та після розморожування, також у зразках у тістовій оболонці окремо визначали показники тіста та фаршевої начинки, також в напівфабрикаті в загальному (фарш у тісті).

Вміст вологи є ключовим аспектом, що визначає якість м'ясних продуктів, особливо у виробництві напівфабрикатів. Технологія виготовлення цих продуктів включає важливі етапи, такі як заморожування та використання тістової оболонки з її власними характеристиками.

Додатково, вивчався вміст вологи у тісті для оболонки напівфабрикатів перед заморожуванням та після розморожування. Це аналіз дозволяє враховувати вплив технологічних процесів на якість тіста, зокрема його здатність утримувати вологу під час заморожування та розморожування.

Результати дослідження вмісту вологи у фарші до заморожування та у фаршевій начинці після розморожування представлені на рисунку 3.5.

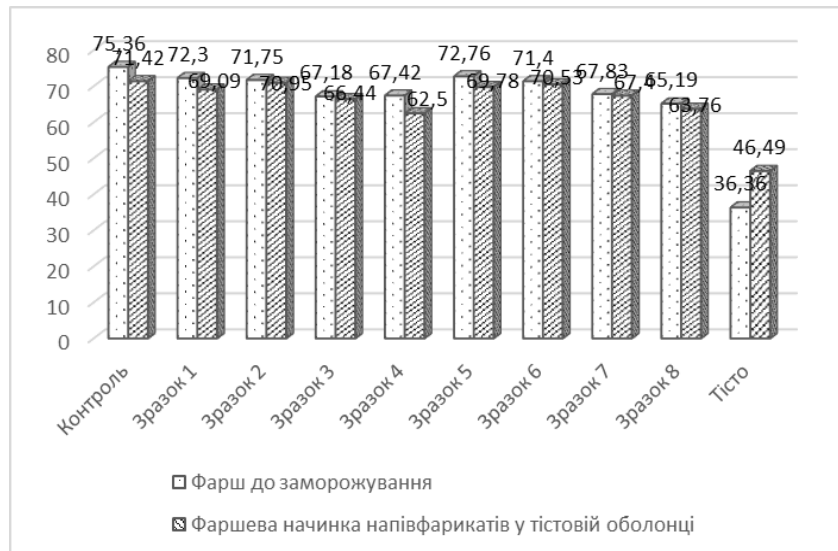


Рисунок 3.5– Вміст вологи у дослідних зразках фаршу та фаршевої начинки

З отриманого рисунку видно, що зразки фаршу мали високий рівень вмісту вологи на рівні  $75,36 \pm 0,02$ – $65,19 \pm 0,09$  % до заморожування. Зразки з використанням протеїну та борошна з насіння конопель мали близькі за значенням результати, без значних відхилень. Порівнюючи показники фаршів із різними видами м'яса видно, що найбільше значення за вмістом вологи спостерігалось у зразках на основі яловичини та свинини порівняно зі зразками на основі м'яса курчат-бройлерів.

Після розморожування усі зразки зазнали втрати вологи, у розморожених начинках для напівфабрикатів цей показник знизився на  $4,92$ – $0,26$  %. Найбільші втрати маси спостерігаються в зразку з використанням білого м'яса курчат-бройлерів, а саме  $7,30$  %, що на  $1,88$  % більше за втрати в контрольному зразку.

За результатами досліджень тістової оболонки значення вмісту вологи показало збільшення з  $36,36 \pm 0,04$  % до заморожування до  $46,49 \pm 0,10$  % після розморожування, що вказує на перерозподіл вологи з фаршу в тістову оболонку в процесі заморожування напівфабрикатів.

Оцінити зміни, що відбуваються у продукті в загальному можливо шляхом визначення вмісту вологи у напівфабрикатах в загальному (фарш у тісті), результати представлені на рисунку 3.6.

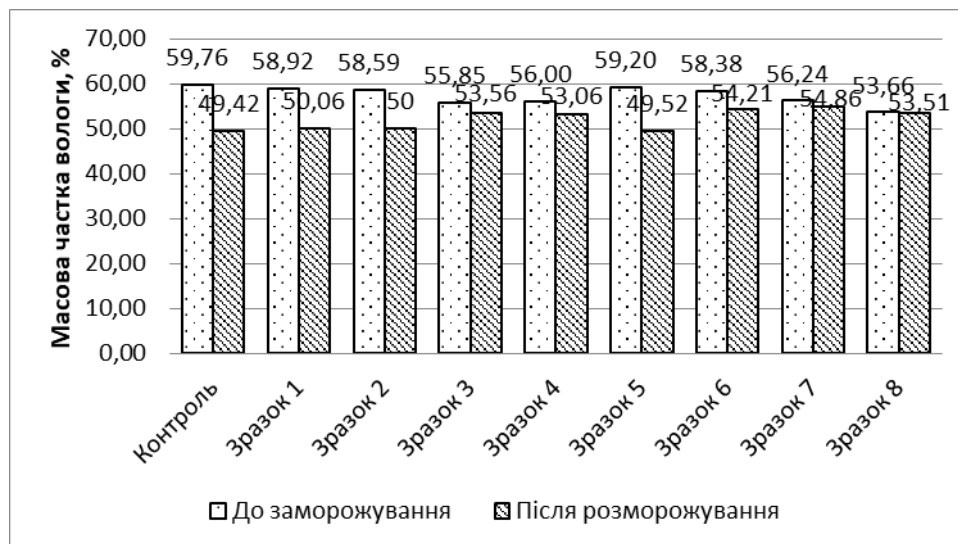


Рисунок 3.6– Вміст вологи у дослідних зразках напівфабрикатах у тістовій оболонці

Представлені на рисунку 3.6 результати дослідження вмісту вологи в напівфабрикатах показали, що вміст вологи в зразках залежав від виду м'ясної сировини і коливався від  $59,76 \pm 0,03$  % до  $53,66 \pm 0,07$  % до заморожування. Після криогенного впливу спостерігалась найбільша втрата вологи в контрольному зразку та рецептурах, які містили яловичину, свинину жирну та напівжирну (зразки № 1, № 2, № 5, № 6). Вплив заморожування на вологовміст напівфабрикатів у тістовій оболонці з білим та червоним м'ясом курчат-бройлерів з використанням протеїну або борошна з насіння конопель не суттєво змінювався. Найбільші відмінності спостерігалися між зразками з використанням білого м'яса курчат-бройлерів, де зразок з борошна мав на 1,34% менше вмісту вологи, ніж зразок з протеїном насіння конопель.

Після розморожування вміст вологи в дослідних напівфабрикатах знижувався у всіх зразках і становив від  $54,86 \pm 0,07$  % до  $49,52 \pm 0,09$  %. При цьому найбільші втрати вологи були в контрольному зразку, а найменші — у

напівфабрикатах з м'ясом курчат-бройлерів з використанням борошна та протеїну з насіння конопель.

Дослідження вмісту вологи у зразках фрикадельок проводили до заморожування та після розморожування. На рисунку 3.7. Представлено діаграму порівняння вмісту вологи у фарші та у розморожених фрикадельках

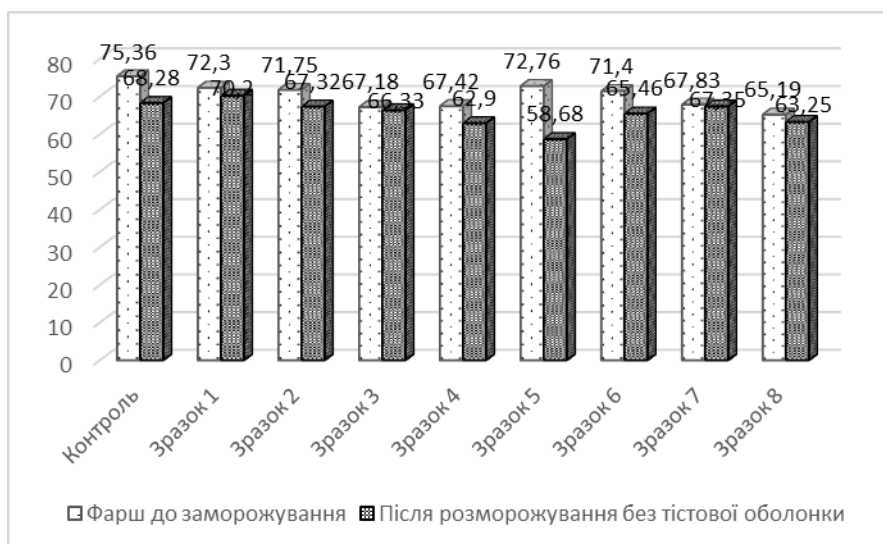


Рисунок 3.7– Вміст вологи у дослідних зразках фаршу та фрикадельках

Як видно з рисунку 3.7 у зразках фрикадельок зниження вологи відбулось у межах 0,48 – 14,08 %. Найбільше вологу втратили контрольний зразок та рецептура з яловичиною, свининою та борошном з насіння конопель. Найменші втрати вмісту вологи після розморожування у зразках напівфабрикатів показали рецептури з використанням м'яса курчат-бройлерів та борошна з насіння конопель.

Порівнюючи втрати, що зазнали фаршеві системи при заморожуванні у тістовій оболонці або без неї, наявність оболонки значно знижує втрати. Це видно в усіх зразках, окрім 1 та 4 де при заморожуванні без тістової оболонки вміст вологи був більший за відповідній зразок у тістовій оболонці на 1,11 та 0,40 % відповідно. Найбільша різниця у значеннях при різному способі заморожування спостерігається у зразках 5 та 6 зі свининою, яловичиною та борошном з насіння конопель.

Здатність фаршевої системи зв'язувати вологу є значним для отримання високих реологічних та органолептичних показників продукту. Визначення ВЗЗ проводилось у зразках фаршу, фаршевої начинки для напівфабрикатів після розморожування та фрикадельок після розморожування. Результати представлені у таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Значення вологоз'язуючої здатності фаршевів напівфабрикатів

Зразок	До заморожування		Фаршева начинка після розморожування		Фрикадельки після розморожування	
	ВЗЗm	ВЗЗa	ВЗЗm	ВЗЗa	ВЗЗm	ВЗЗa
Контроль	71,42±0,02	94,25±0,12	70,08±0,05	98,32±0,03	67,08±0,07	98,25±0,05
Зразок 1	70,28±0,05	96,52±0,09	64,41±0,15	96,25±0,05	63,96±0,05	95,01±0,21
Зразок 2	70,15±0,12	98,07±0,21	69,17±0,04	97,49±0,13	69,00±0,16	94,30±0,16
Зразок 3	66,76±0,09	99,35±0,11	65,50±0,09	97,88±0,13	64,67±0,18	97,50±0,04
Зразок 4	63,87±0,13	94,23±0,14	62,13±0,21	99,41±0,09	60,70±0,12	96,50±0,16
Зразок 5	66,07±0,18	90,67±0,15	64,79±0,18	92,69±0,11	62,33±0,12	97,69±0,07
Зразок 6	69,64±0,19	97,69±0,12	69,54±0,12	98,60±0,14	65,21±0,04	99,61±0,07
Зразок 7	66,75±0,05	99,74±0,21	65,71±0,05	98,91±0,17	64,78±0,21	96,18±0,05
Зразок 8	62,87±0,08	96,37±0,19	63,43±0,18	99,49±0,05	62,76±0,16	99,22±0,03

Отримані дослідні дані (таб 3.6) ВЗЗm до заморожування свідчать, що всі зразки мали показники на достатньо високому рівні, які корелювались із загальним вологовмістом у відповідних продуктах. Вищі показники ВЗЗm мали зразки начинки для напівфабрикатів у тістовій оболонці зі свининою та яловичиною порівняно з м'ясом курчат-бройлерів. Водночас вищі значення ВЗЗm спостерігаються в зразках із додаванням протеїну порівняно зі зразками з борошном насіння конопель до заморожування.

Після розморожування всі зразки фаршів зменшили значення ВЗЗm, окрім зразка № 8 з борошном з насінням конопель та білим м'ясом курчат-бройлерів. Найбільшу різницю між показниками ВЗЗm мав зразок № 1, у складі якого протеїн із насіння конопель поєднувався з яловичиною та свининою. У

цьому зразку показник ВЗЗт після розморожування зменшився на 5,66 % при заморожуванні у тісті та на 6,32 при заморожуванні без оболонки порівняно зі значенням до заморожування. Найкращі показники мав зразок № 6 із використанням свинини та борошна з насіння конопель, де обидва показники були на одному рівні –  $69,64 \pm 0,19$  % та  $69,54 \pm 0,12$  % при заморожуванні у тісті.

Показник ВЗЗа характеризує вологозв'язуючу здатність фаршу до вологовмісту. Отриманні дані свідчать, про достатньо високі значення цього показника для модельних фаршів, які для всіх зразків є вищими за 90,00 %.

Найменший цей показник був у зразку з використанням м'яса свинини, яловичина та борошна з насіння конопель. Зміна цього показнику після розморожування відбулася нерівномірно: у зразках із використанням протеїну відбувалось зменшення значень ВЗЗа, окрім рецептури з білим м'ясом курчат-бройлерів, а для зразків із використання борошна після розморожування значення ВЗЗа збільшувалось, окрім зразка № 7.

В загальному найвищі показники ВЗЗ мали рецептури з м'ясом курчат-бройлерів.

Показник «активність води» є важливим показником, що показує стан вологи в харчовому продукті та спрямованість волого-масообміну. Цей показник характеризує наявність води в стані, яка може бути задіяна в біохімічних реакціях і може використовуватись мікроорганізмами для своєї життєдіяльності (Vu та ін., 2020).

Визначення відповідного показника проводили у зразках розморожених напівфабрикатів у тістовій оболонці. Отримані результати зазначені на рисунку 3.8.

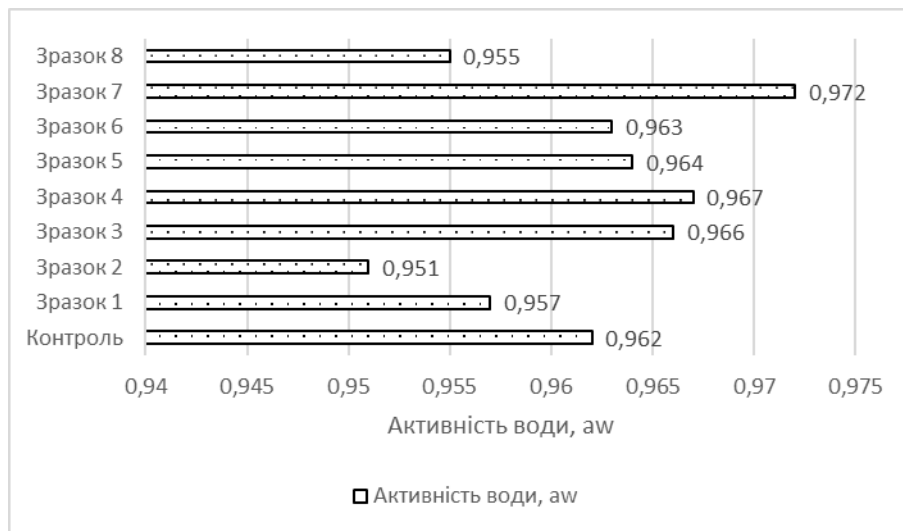


Рисунок 3.8 – Активність води у зразках напівфабрикатів у тістовій оболонці

Усі досліджувані зразки напівфабрикатів показали (рис 3.8) значення допустимі для м'ясних продуктів цієї асортиментної групи в діапазоні 0.951-0,967 Aw, окрім зразка № 7 з використанням борошна з насіння конопель та червоного м'яса курчат-бройлерів, де значення на рівні 0,972 Aw.

Значення активності води контрольного зразка було на рівні 0,962 Aw, найнижчі показники активності води показали зразки з використанням яловичини та свинини з протейном із насіння конопель на рівні 0,957 Aw та 0,951 Aw, що є достатньо низьким показником для мікробіологічної безпеки цієї групи продуктів. Найнижчий показник активності води серед зразків із використанням борошна з насіння конопель мав зразок, що містив біле м'ясо курчат-бройлерів.

Оцінюючи фарш, як м'ясо-жирову емульсію показник емульгуючої здатності є визначним для формування якісних характеристик продукту. Дослідження проводили у розморожених зразках фрикадельок та начинки для напівфабрикатів у тістовій оболонці, дані представлено на рисунку 3.9.

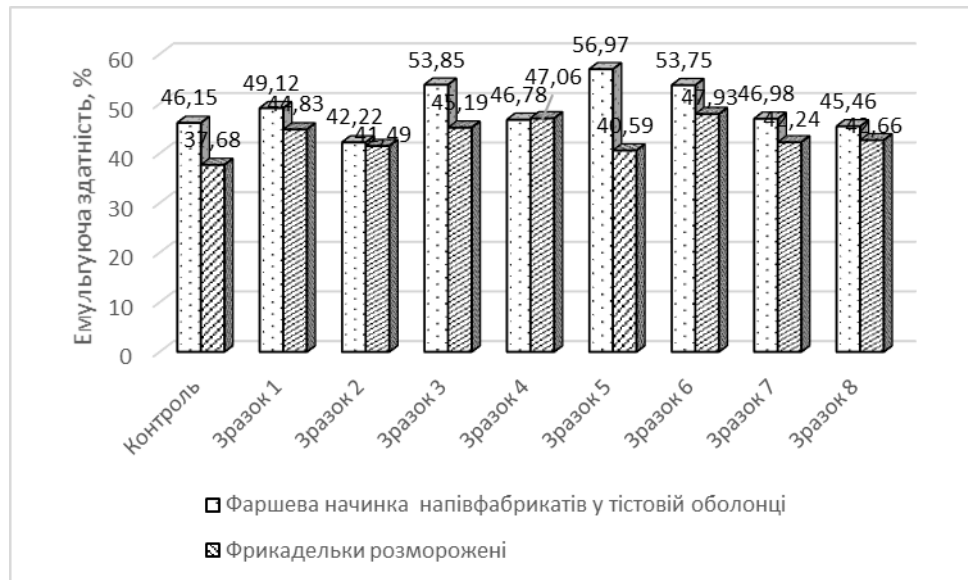


Рисунок 3.9 – Емульгуюча здатність зразків фаршу

З отриманого рисунку 3.9 видно, що емульгуюча здатність фаршів з використанням продуктів переробки насіння конопель показує значення вищі за контрольний зразок, окрім рецептури №2 замороженої у тістовій оболонці. Найбільше значення серед фаршевих начинок мав зразок № 5 з м'ясом яловичини, свинини та борошном з насіння конопель, що становив  $56,97 \pm 0,14$  %. У дослідних зразках із використанням протеїну з насіння конопель найкращим є поєднання з червоним м'ясом курчат-бройлерів.

Зразки заморожені як фрикадельки мають значно нижчі показники емульгуючої здатності порівняно із замороженими у тісті на 0,73 - 6,38 %, окрім зразка №4 де показник навпаки є більшим на 0,28 %. Найбільша різниця ЕЗ при заморожуванні у тістовій оболонці, або без неї у контрольному зразку та рецептурою №5.

Зразки фаршу до заморожування та після розморожування у складі начинки для напівфабрикатів у тістовій оболонці та фрикадельок досліджували на зміну рН. Отримані результати графічно представлені на рисунку 3.10.

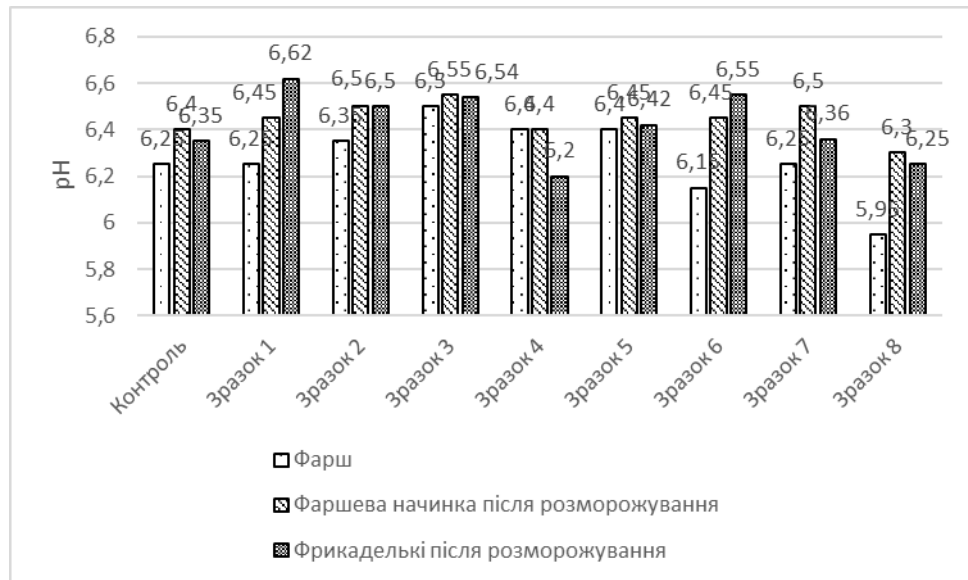


Рисунок 3.10 – рН зразків фаршу

За отриманими результатами представленими на рисунку 3.10 наявність у фарші продуктів переробки насіння конопель значно не впливає на зміни активної кислотності. Всі показники знаходились у межах  $5,95 \pm 0,03$  –  $6,62 \pm 0,01$  рН. Значення активної кислотності після криогенного впливу на продукт зростає в усіх зразках, окрім №4 у складі якого біле м'ясо курчат-бройлерів та протеїн з насіння конопель, у даному зразку рН у фрикадельках знижується на 0,2 рН. У рецептурах зі свининою та яловичиною значення рН у продуктах без тістової оболонки дещо більший ніж за наявності тістової оболонки, у рецептурах з м'ясом курчат-бройлерів навпаки. Однак, процес заморожування не здійснює значного впливу на формування показників активної кислотності.

Зразки фаршів з використанням рослинної білоквмісної сировини було досліджено за реологічними показниками.

Проведено дослідження значення пластичності у фарші до заморожування та після розморожування у якості фрикадельок так і фаршевої начинки. Отримані результати представлені на рисунку 3.11.

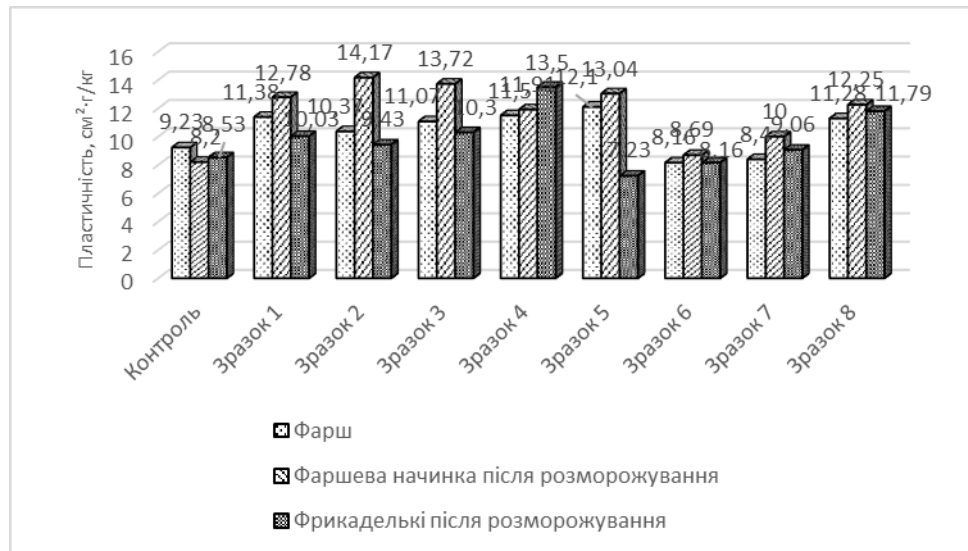


Рисунок 3.11 – Пластичність фаршів до заморожування та після розморожування

Як видно з отриманого рисунку 3.11 пластичність зразків фаршу до заморожування знаходилась в межах  $8,16 \pm 0,14$  —  $12,1 \pm 0,16$  см<sup>2</sup>·г/кг. Найменше значення пластичності показали фарші з використанням свинини або червоного м'яса курчат-бройлерів в поєднанні з борошном з насіння конопель, ці рецептури мали значення менші за контрольний зразок.

Після розморожування зразки у тістовій оболонці збільшили пластичність. Найбільші значення мали рецептури з яловичиною та свининою. Зразок № 2 показав значення на рівні  $14,17 \pm 0,06$  см<sup>2</sup>·г/кг.

Після розморожування фрикадельок контрольний зразок показав значення  $8,53 \pm 0,14$  см<sup>2</sup>·г/кг, що вище за зразок фаршевої начинки, але менше за фарш до заморожування. Усі зразки з використанням протеїну, окрім зразка № 4 мали меншу пластичність за значення фаршу до заморожування та розмороженої фаршевої начинки. Зразок з протеїном та білим м'ясом курчат-бройлерів навпаки мав більшу пластичність на рівні  $13,5 \pm 0,14$  см<sup>2</sup>·г/кг. У рецептурах в яких використовувалось борошно з насіння конопель поєднання зі свининою та яловичиною зменшило пластичність за початкову, а з м'ясом курчат-бройлерів підвищило.

Проведено визначення ефективної в'язкості зразків фаршів з нетрадиційною білоквмісною сировиною. Отримані дані представлені на рисунку 3.12

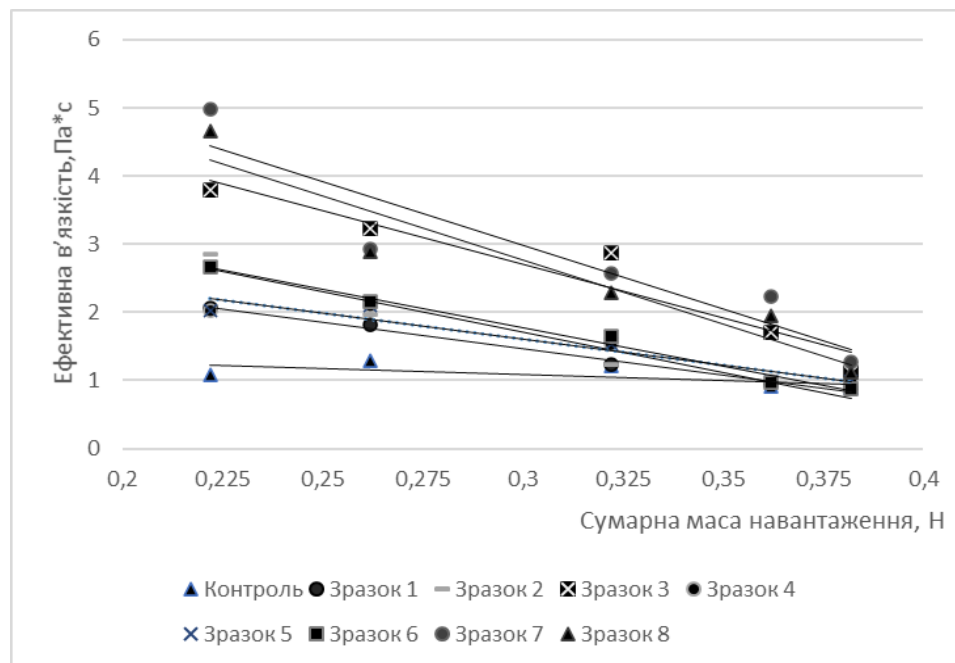


Рисунок 3.12 – Залежність ефективної в'язкості від сумарної маси навантаження

З представленого рисунка 3.12 видно, що використання продуктів переробки насіння конопель в складі напівфабрикатів збільшує ефективну в'язкість фаршів порівняно з контролем. Найвищі показники виявили фарші з використанням м'яса курчат-бройлерів. Найвищі значення у  $1,12 \pm 0,03$  Па\*с показали зразки № 3, 7 та 8. Це свідчить про ефективність поєднання м'яса курчат бройлерів з продуктами переробки насіння конопель з метою покращення реологічних показників.

Наступним етапом досліджень було визначення межової напруги зсуву у фаршах. Отримані значення представлені на рисунку 3.13.

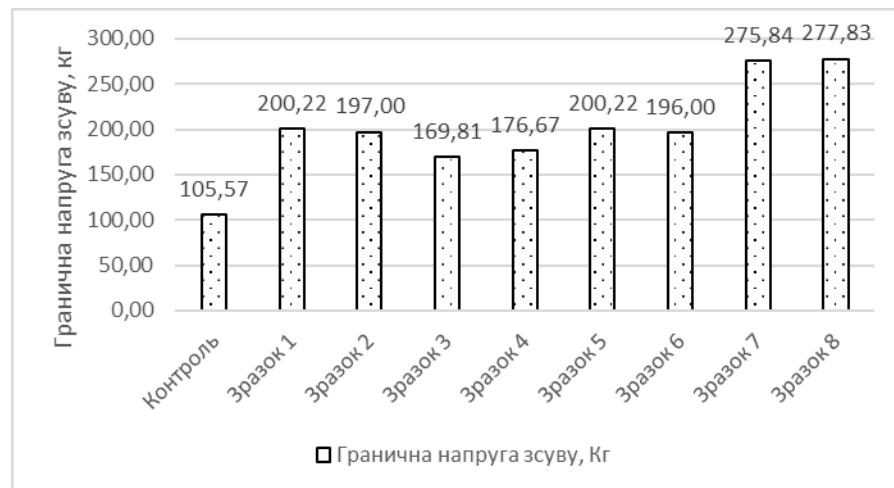


Рисунок 3.13 – Значення граничної напруги зсуву у зразках фаршів з рослинною білоквмісною сировиною

З отриманого рисунку 3.13 видно, що найвищі значення граничного напруження зсуву показує поєднання борошна з насіння конопель з м'ясом курчат бройлерів, показники яких були на рівні  $275,84 \pm 0,14$  та  $277,83 \pm 0,18$  відповідно.

Усі дослідні фарші показали значення вищі за контрольний зразок, де показник знаходився в межах  $105,57 \pm 0,12$  кг. Дослідження зразків з використанням протеїну показало, що кращі результати мали зразки зі свининою та яловичиною, тоді яку зразках з борошном кращим є поєднання з м'ясом курчат бройлерів.

Подальші дослідження проводили з метою визначення виходу продукту та його колірність. Значення виходу продукту після доведення до кулінарної готовності зазначено у таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 – Вихід напівфабрикатів після доведення до кулінарної готовності

Зразок	Вихід, %	
	Напівфабрикати у тістовій оболонці	Фрикадельки
Контроль	115,80±0,09	89,59±0,43
Зразок 1	109,03±0,05	94,28±0,24
Зразок 2	106,15±0,04	90,90±0,67
Зразок 3	114,50±0,12	88,81±0,12
Зразок 4	100,48±0,13	87,40±0,07
Зразок 5	100,01±0,21	91,69±0,07
Зразок 6	115,07±0,32	87,94±0,11
Зразок 7	134,86±0,21	92,59±0,19
Зразок 8	102,75±0,19	99,31±0,15

Як видно з отриманої таблиці 3.7 усі напівфабрикатів у тістовій оболонці мали вихід більший за 100 %. Однак, усі зразки мали значення менші за контрольний зразок, окрім рецептури №7 де вихід був на рівні 134,86±0,21 %, у даній рецептурі поєднувалось червоне м'ясо курчат бройлерів з борошном з насіння конопель. З найменшим виходом були зразки 4 та 5 до рецептурного складу яких входили біле м'ясо курчат-бройлерів та протеїн з насіння конопель, і відповідно свинина, яловичина та борошно з насіння конопель.

За результатами досліджень виходу фрикадельок значення менші за контроль мали лише зразки № 3, 4 та 5. Серед зразків з використанням протеїну найбільший вихід мав зразок з використанням свинини та яловичини. А серед зразків з борошном з білим м'ясом курчат-бройлерів на рівні 94,28±0,24 % та 99,31±0,15 % відповідно.

Такі дані свідчать про здатність впливати на вихід продукції використання продуктів переробки насіння конопель.

Визначення колірності проводили у зразках фаршевої начинки для напівфабрикатів та фрикадельок у дефростованому вигляді та у фарші до

заморожування. Визначення кольору продукту є важливим органолептичним показником, що може значно вплинути на вибір продукту серед споживачів. Дослідні результати представлені у таблиці 3.8

Таблиця 3.8 – Колірність фаршів з нетрадиційною білоквмісною сировиною

Зразок	Фарш	Фаршева начинка розморожена	Фрикадельки розморожені
Контроль	S3040-Y90R	S3020-Y90R	S3020-Y90R
Зразок 1	S5020-Y50R	S3020-Y80R	S5020-Y80R
Зразок 2	S3020-Y60R	S3020-Y60R	S5020-50R
Зразок 3	S3010-Y40R	S3020-Y20R	S3020-Y30R
Зразок 4	S3010-Y20R	S2010-Y20R	S3010-Y20R
Зразок 5	S5020-Y50R	S3020-Y60R	S5020-50R
Зразок 6	S5020-Y50R	S2020-Y80R	S5020-Y50R
Зразок 7	S4010-Y30R	S3020-Y30R	S3020-Y30R
Зразок 8	S4010-Y20R	S3010-Y20R	S4010-Y20R

Аналіз кольорових параметрів восьми зразків представлених у таблиці 3.8 за системою RAL дозволяє виявити різноманіття у їхньому зовнішньому вигляді.

При дослідженні фаршу видно, що він має колірність в межах різних відтінків жовто-червоного (YR) спостерігаються в зразках, таких як S3040-Y90R, S5020-Y50R, S3020-Y60R тощо. Зразок 4 має найменш насичений колір серед усіх фаршів, через використання у складі білого м'яса курчат бройлерів.

У фаршевій начинці після розморожування спостерігається різноманіття відтінків, особливо в сфері насиченості. Зразок 8 і зразок 4 мають подібний колір, але Зразок 8 має більш виражений насичений відтінок.

Більшість фрикадельок мають схожий відтінок (S3020-Y90R або S5020-50R). Зразок 2 (S5020-50R) виділяється від інших своєю низькою насиченістю.

За цими даними можна зробити висновок, що додавання продуктів переробки насіння конопель у фаршеві систем не суттєво змінює їх колір та

надає більш зелений або коричневий відтінок. Отримані дослідження кольору фаршевої начинки вказують, що внесення нетрадиційної білоквмісної сировини змінює колір продукту, однак показник знаходиться в межах дозволеного за ДСТУ 6028:2008.

### **3.3. Основні фізико-хімічні показники кукурудзяного крохмалю, як функціонально-технологічної сировини для м'ясопереробної галузі.**

Крохмаль, завдяки своїм унікальним властивостям, є невід'ємною складовою харчової промисловості. Він використовується для виробництва різноманітних продуктів, таких як патока крохмальна, глюкоза, цукристі сиропи, і виступає як ключовий технологічний інгредієнт. Останнім часом сфера застосування крохмалю значно розширилася за рахунок модифікації його властивостей фізико-хімічними методами для досягнення конкретних споживчих характеристик. Модифіковані види крохмалю мають підвищену здатність до вологопоглинання, загущення, формування структури, емульгування та інших властивостей.

У виробництві харчових концентратів крохмаль відіграє ключову роль, створюючи основу для багатьох страв, таких як супи-пюре, киселі, пудинги та інші. Зазвичай використовують крохмаль отриманий з картоплі та кукурудзяний. Проте, нативний крохмаль потребує тривалого варіння для клейстеризації, що може бути неефективним. Використання модифікованого крохмалю дозволяє спростити технологію приготування страв з концентратів, покращити їх зовнішній вигляд та смак. Для цього використовують крохмаль холодного набухання, який ефективно поглинає вологу та набухає у холодній воді, що дозволяє швидко готувати продукти без кулінарної обробки. (Лисий & Грабовська, 2015).

Різноманітні модифіковані крохмалі стали неодмінною складовою більшості харчових продуктів для сучасного населення, використовуючись як згущувачі, стабілізатори, наповнювачі та емульгатори, і входять до списку харчових добавок, дозволених для використання.

Отримання начинок із властивостями, такими як термостійкість та стійкість до заморожування-розморожування, вимагає використання модифікованих крохмалів із відповідними показниками якості (Кошель та ін., 2018).

У виробництві м'ясної продукції крохмаль та його модифіковані форми відіграють ключову роль у регулюванні характеристик продукції та її економічній ефективності. Використання крохмалю під час виготовлення м'ясних виробів сприяє поліпшенню консистенції та смакових якостей продукту, а також збільшенню виходу готової продукції.

Крохмалі холодного набухання, зокрема, є цікавими для виробництва напівфабрикатів, що полегшують обробку сировини та покращують властивості фаршу. Застосовуючи їх у розсолах спільно із крохмалю гарячого набухання, можна уникнути седиментації та підвищити в'язкість розсолу, а також запобігти відділенню вологи при заморожуванні-розморожуванні та інших процесах.

Крохмаль та його модифіковані форми грають важливу роль у виробництві м'ясної продукції, сприяючи покращенню якості продуктів та підвищенню ефективності виробництва (Ощипок, І. М., 2020).

Таким чином використання модифікованих крохмалів у якості сировини, що покращує структурні характеристики отриманого продукту. Досліджено основні характеристики крохмалю кукурудзяного холодного набухання. Отримані результати представлені у таблиці 3.9

Таблиця 3.9 – Результати фізико-хімічних досліджень кукурудзяного крохмалю

Показник	Значення
Масова частка вологи, %	13,87±0,02
Титрована кислотність, °Т	17,98±0,15
Густина, кг/м <sup>3</sup>	1527,12±0,11
Середня температура клейстеризації, °С	67,30±0,12

Як показують отримані результати за фізико-хімічного аналізу у таблиці 3.9 кукурудзяний крохмаль має гарні показники густини для отримання високоякісних емульсій. Визначена титрована кислотність знаходиться в нормальних межах для використання у м'ясних продуктах.

Визначено хімічний склад кукурудзяного крохмалю, отримані дослідні дані представлені у таблиці 3.10.

Таблиця 3.10 – Хімічний склад кукурудзяного крохмалю

Показник	Значення
Вміст білка, %	0,5±0,003
Вміст вуглеводів, %	83,87±0,06
Харчових волокон, %	1,49±0,12
Вміст жиру, %	0,58±0,21
Вітамін РР, мг	0,164±0,02
Натрій, мг	29,41±0,12
Кальцій, мг	15,87±0,13
Фосфор, мг	20,12±0,24
Калій, мг	15,34±0,04
Магній, мг	1,21±0,01
Золи в сухому порошку, %	0,25±0,02

Дослідні результати біологічної цінності модифікованого крохмалю виявили високий вміст вуглеводів та саме харчових волокон на рівні 1,49 %. Також дослідження зразків кукурудзяного крохмалю мають високий вміст мікроелментів, які можуть збільшити біологічну цінність отриманого продукту.

Таким чином проведені дослідження виявили, що кукурудзяний крохмаль є перспективною сировиною для використання в складі рецептур м'ясних продуктів.

### ВИСНОВОК ДО РОЗДІЛУ III

Дослідження продуктів переробки насіння конопель показали високі значення функціонально-технологічних показників, що підтверджує можливість використання даної сировини в складі м'ясних напівфабрикатів. Термічна обробка не значно підвищує значення вологозв'язуючу здатність та здатність до утворення емульсійних структур. Однак тривале термічне оброблення призводить до зниження емульгуючої здатності гідратованих продуктів переробки насіння конопель.

Буферна ємність досліджуваних зразків близька до контрольного, але значення рН змінюються інтенсивніше після термічної обробки. За реологічними показниками встановлено, що оптимальним для використання в м'ясних напівфабрикатах є продукти переробки насіння конопель при гідратації 1:2.

Використання продуктів переробки насіння конопель у заморожених напівфабрикатах показало високу стійкість фаршевої системи до впливу низьких температур. Внесення рослинних білкових інгредієнтів знизило значення активності води і забезпечило високі функціонально-технологічні показники. Замороження також вплинуло на фаршеву начинку й напівфабрикати в цілому, зазначаючи перерозподіл вологовмісту, але комбінування борошна і протеїну з насіння конопель покращує стабільність напівфабрикатів у тістовій оболонці. Заморожування фаршів без тістової оболонки показало зниження функціональних характеристик продукту, що доводить актуальність подальшого удосконалення саме напівфабрикатів у тістовій оболонці. Дослідження реологічних характеристик фаршу підтверджує, що внесення рослинної білоквмісної сировини гідратованої 1:2 з водою в кількості 20 % підвищує характеристик отриманих фаршевих систем.

Дослідження фізико-хімічних показники та хімічний склад кукурудзяного крохмалю доводить, що використання даної сировини в складі напівфабрикатів, завдяки наявному вмісту харчових волокон та складних вуглеводів, може бути перспективним рецептурним компонентом і структуроутворювачем фаршів.

## РОЗДІЛ IV. УДОСКОНАЛЕННЯ РЕЦЕПТУРИ НАПІВФАБРИКАТІВ У ТІСТОВІЙ ОБОЛОНЦІ.

### 4.1. Проектування та дослідження удосконаленої рецептури напівфабрикатів у тістовій оболонці

В результаті попередньо проведених досліджень основної сировини визначено, що поєднання білого м'яса курчат бройлерів з продуктами переробки насіння конопель дозволяє отримати продукти зі стабільними показниками при впливі низьких температур. Згідно отриманих дослідних даних визначено, що напівфабрикати у тістовій оболонці мають кращі функціонально-технологічні властивості.

Проведені дослідження мали на меті визначити кращі рецептурні композиції для криогенного впливу згідно технології напівфабрикатів у тістовій оболонці. В результаті проведених досліджень перспективною сировиною при виробництві заморожених напівфабрикатів у якості криопротектора є кукурудзяний крохмаль. Згідно пошукових досліджень підвищення стійкості до впливу низьких температур можливе при використанні електрохімічно активованої води.

Відповідно до плану були досліджені модельні рецептури, в яких для зразків 1; 2; 3;4; використовували протеїн з насіння конопель, а для рецептур 5; 6; 7; 8 – борошно та електрохімічно активований крохмаль входив в рецептуру всіх 8 зразків. В якості контролю 1 використовували рецептуру, яка містила біле м'ясо курчат-бройлерів та протеїн з насіння конопель., а контролю 2 – біле м'ясо курчат-бройлерів та борошно без електрохімічно активованого крохмалю. Кукурудзяний крохмаль в рецептури вносили в кількості від 6 до 15 %. Гідратацію рослинної сировини проводили електрохімічно активованою водою, а саме в зразках 1; 2; 5 та 6 – анолітом, зразках 3, 4,7, 8 – католітом, а контрольних рецептурах використовували питну воду.

При виробництві тіста для дослідних зразків також використовували електрохімічно активовану воду для зразків 1, 2, 5, 6 — аноліт, для 3, 4, 7, 8 — католіт, для контрольних зразків використовувалась питна вода.

В таблиці 4.1. представлені змодельовані рецептури напівфабрикатів згідно плану досліджень.

Таблиця 4.1 – Рецептатура дослідних зразків

Сировина	Контроль 1/ Контроль 2	Спосіб гідратації			
		Аноліт		Католіт	
		Зразок 1/ Зразок 5	Зразок 2/ Зразок 6	Зразок 3/ Зразок 7	Зразок 4/ Зразок 8
Склад фаршевої начинки					
Біле м'ясо курчат-бройлерів, %	74	74	74	74	74
Протеїн або борошно з насіння конопель, гідратоване 1:2 з водою, %	20	14	5	14	5
Цибуля ріпчаста, %	6	6	6	6	6
Крохмаль гідратований 1:2 з водою,	-	6	15	6	15
Склад тіста					
Борошно пшеничне, %	58	58	58	58	58
Яйця курячі, %	8	8	8	8	8
Вода*, %	34	34	34	34	34
Спеції на 100 г фаршевої начинки					
Сіль кухонна, %	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
Перець чорний, %	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6

Виробництво напівфабрикатів проводили за традиційною технологією, для формування виробів використовували прес-форму. Замороження проводили за допомогою шафи шокового заморожування Arach ASH05K за температури -

34 – 35 °С до досягнення температури мінус 18 °С всередині напівфабрикатів. Після заморожування напівфабрикати зберігали у морозильній камері при температурі мінус 18 °С. Електрохімічно активована вода, що використана при виробництві мала визначені показники рН — аноліт 5,9 та католіт з рН 9,7

Використання рослинних добавок у рецептурі та їх метод гідратації може значно впливати на функціонально-технологічні показники, зменшуючи вплив змін, спричинених технологічною обробкою. Результати досліджень вмісту вологи подано у таблиці 4.2 та на рисунку 4.1, охоплюючи як фарш, так і тісто окремо, а також загальний вміст вологи у напівфабрикатах. У таблиці 4.2 представлені дані про вміст вологи у фаршевій начинці для напівфабрикатів у тістовій оболонці.

Таблиця 4.2 – Значення вмісту вологи у начинці для напівфабрикатів у тістовій оболонці

Зразок	До заморожування	Після розмороження
Контроль 1	67,42±0,09	62,50±0,02
Контроль 2	65,19±0,12	63,76±0,16
Зразок 1	75,38±0,16	74,83±0,14
Зразок 2	72,47±0,07	71,57±0,13
Зразок 3	70,98±0,12	69,52±0,21
Зразок 4	74,92±0,11	74,19±0,14
Зразок 5	73,25±0,06	72,04±0,15
Зразок 6	74,58±0,04	73,57±0,17
Зразок 7	74,14±0,08	73,18±0,21
Зразок 8	83,48±0,11	82,43±0,12

Представлені дані таблиці 4.2 вказують, що у всіх зразках вміст вологи перевищує 60%, що вважається достатнім для даного виду продукту. Визначено, що використання кукурудзяного крохмалю та активованої води призвело до збільшення вмісту вологи на 3,56–7,96 % для рецептур з використанням протеїну з насіння конопель і на 8,60–18,29% для борошна,

порівняно з контрольними зразками. Серед зразків з протеїном найвищий вміст вологи в фарші показав зразок 1 ( $75,38 \pm 0,16\%$ ), серед борошна – зразок 8 ( $83,48 \pm 0,11\%$ ).

Після розморожування всі зразки втрачали вологу, проте зниження вологи у модельних зразках менше, ніж у контрольних. Зразок 1 втратив найменше - 0,55%. Комбінація рослинної сировини з активованою водою також спричинила помітний ефект на зменшення вологовмісту. Зразок 1 з більшою часткою протеїну та зразок 6 з більшою часткою крохмалю, що пройшли гідратацію анолітом мали менші втрати вологи. З використанням католіту спостерігався зворотній ефект: зразок з більшою часткою крохмалю з протеїном з насіння конопель та зразок з більшою часткою борошна втратили менше вологи.

Також проведено дослідження тістової оболонки, результати яких представлені на рисунку 4.1.

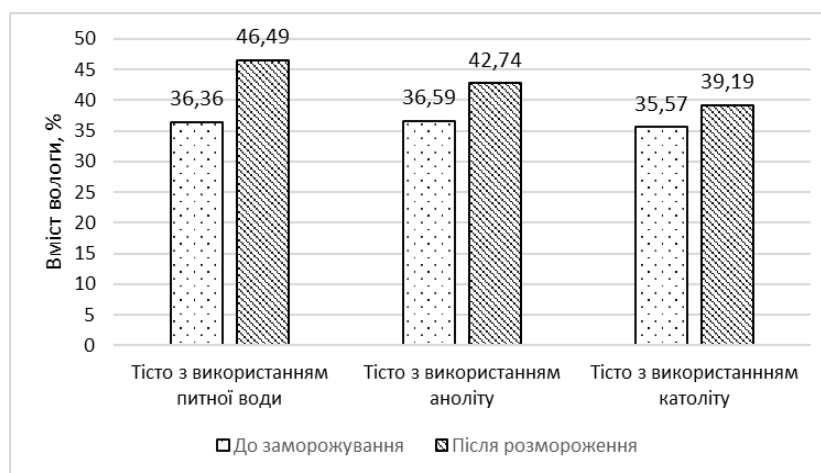


Рисунок 4.1 – Вміст вологи у тістовій оболонці

Під час виготовлення тіста для оболонки замішувалося за допомогою питної води та активованої води. З рисунка 4.1 видно, що початковий вміст вологи в усіх зразках становив  $35,56 \pm 0,11$  –  $36,59 \pm 0,16$ %. Проте після розморожування відбувся перерозподіл вологи, зі збільшенням її частки у тісті. Максимальне зростання вмісту вологи спостерігалось в контрольному зразку з використанням водопровідної води - на  $10,13\%$ , тоді як у дослідних зразках в

тісті з використанням католіту та аноліту це зростання становило відповідно 3,62% та 6,15%.

Середні значення вмісту вологи в пробі фаршу у тісті дозволяють оцінити зміни, що відбуваються в продукті під час заморожування в цілому. Результати представлені на рисунку 4.2.

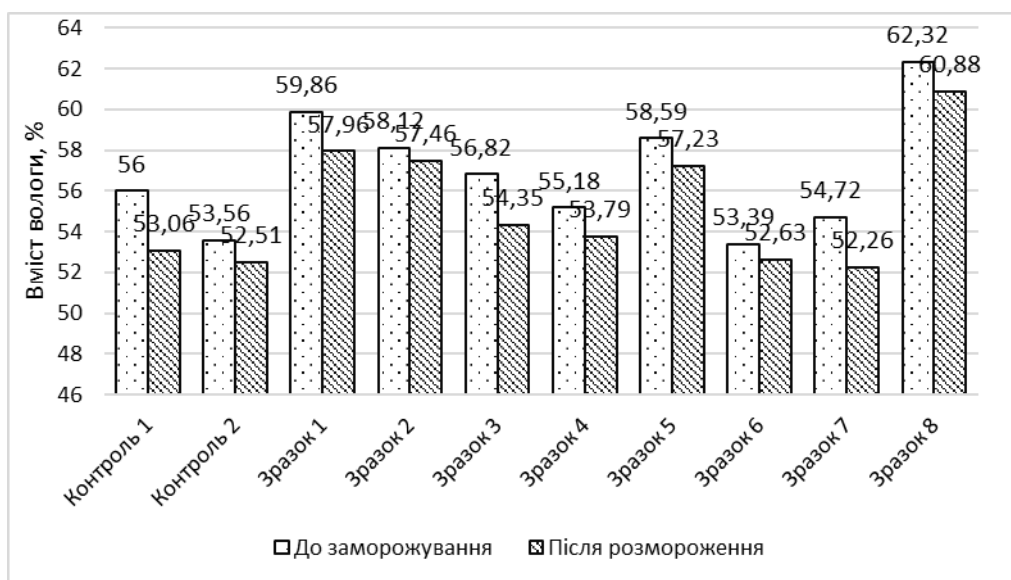


Рисунок 4.2 – Вміст вологи у напівфабрикатах у тістовій оболонці

Отримані зразки напівфабрикатів з використанням кукурудзяного крохмалю виявилися з вищим вмістом вологи порівняно із контрольними. Найбільш ефективним виявився зразок 8, що містить католіт та борошно з насіння конопель. Порівнюючи зразки із використанням різних джерел білка, усі зразки з протеїну мали вищі показники, за винятком зразка 8.

Після розмороження найменші втрати вологи виявили у всіх зразках з більшою кількістю кукурудзяного крохмалю. Найменші втрати від впливу низьких температур показали зразки 2 та 6 вміст вологи в яких знизився на 0,66 та 0,76 % відповідно. Ці зразки мали однаковий відсотковий рецептурний склад, але в зразку 2 використовувався протеїн з насіння конопель, а в 6 борошно.

Порівняно із змінами у вологовмісті, залежно від використаної води, спостерігається тенденція, яка виявлена при дослідженні фаршевої начинки.

Стан вологи у дослідних зразках можна оцінити за допомогою визначення вологозв'язуючої здатності фаршу, результати якої представлені на рисунку 4.3.

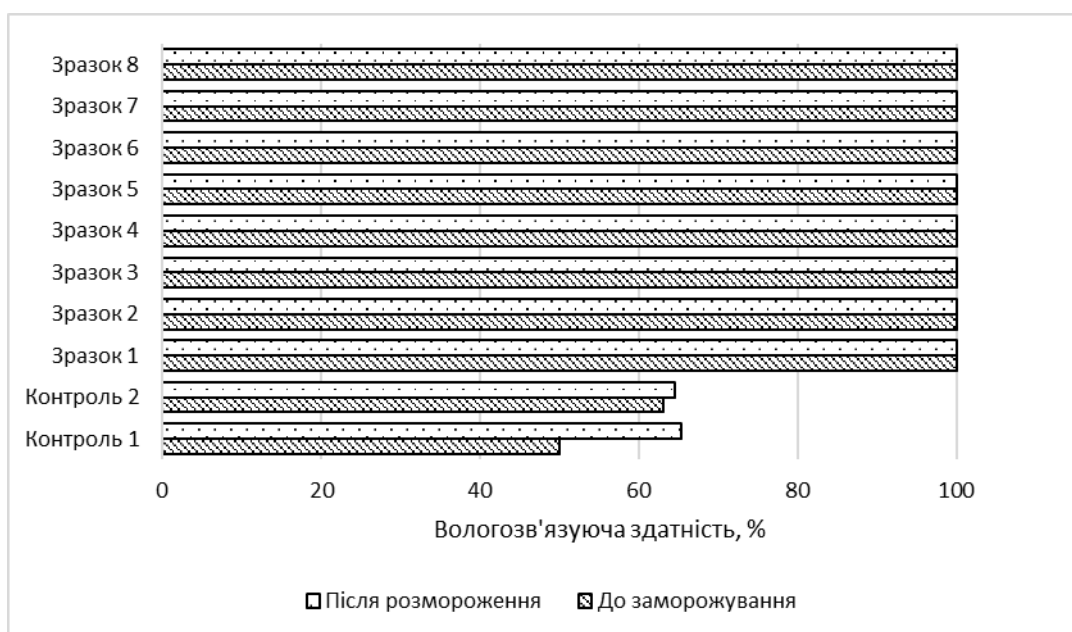


Рисунок 4.3 – Значення вологозв'язуючої здатності до маси наважки м'яса

З наведеного рисунка 4.3 видно, що значення ВЗЗт у контрольних зразках після розморожування значно зросло порівняно із значеннями до заморожування. У той час як у дослідних зразках, де використовувався крохмаль та електрохімічно активована вода, спостерігалися стабільні показники на рівні 100,00 % після термічного впливу.

Це свідчить про ефективність комбінації різних джерел рослинної сировини в м'ясних продуктах для створення кріостабільних фаршевих систем. Ці дані доводять ефективність використання рослинної структуроформуючої сировини, а саме кукурудзяного крохмалю у якості кріопротектора.

Високий вміст вологи та високий ступінь її зв'язаності у продукті є потенційним середовищем для розвитку бактерій. У продуктах призначених для тривалого зберігання для моніторингу потенційного мікробного псування широко використовується визначення активності води ( $V_u$  та ін., 2020).

Дослідження активності води проводили у зразках напівфабрикатів після розморожування, і отримані результати представлені на рисунку 4.4.

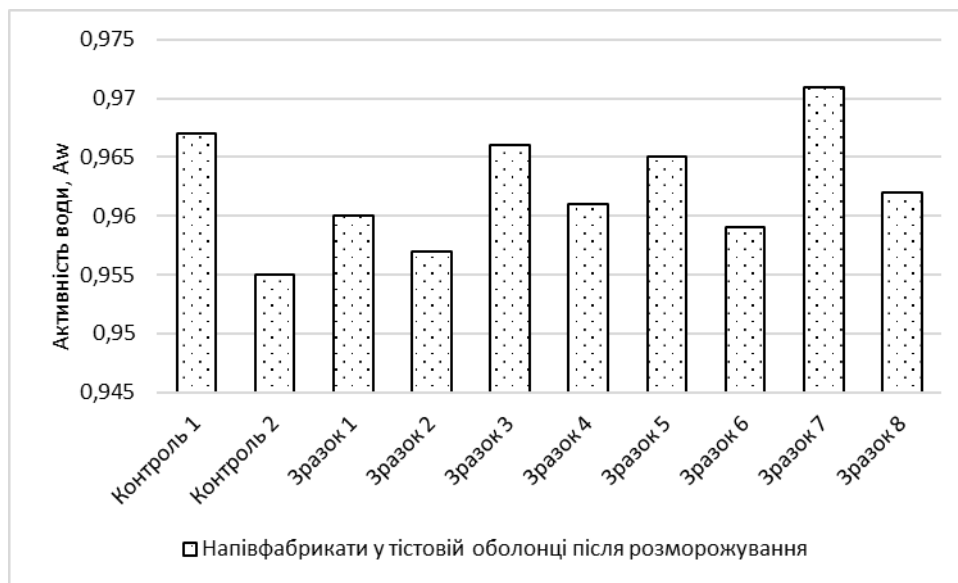


Рисунок 4.4 – Значення активності води у зразках розморожених напівфабрикатів

З рисунку 4.4 видно, що досліджувані зразки мали значення активності води в межах 0,955 – 0,971  $A_w$ . Використання протеїну призвело до зниження значень  $A_w$  порівняно з контрольними зразками, які містять більше борошна. З іншого боку, зразки з використанням борошна мали вищі значення  $A_w$ , порівняно з контрольним.

У всіх зразках, незалежно від виду електрохімічно активованої води, виявлено зменшення активності води при збільшенні частки крохмалю на 0,003 – 0,009  $A_w$ . Це свідчить про ефективність використання крохмалю для заморожених м'ясних продуктів. Порівнюючи зразки за типом активованої води, зразки з використанням аноліту показали менші значення  $A_w$  при поєднанні з протеїном та борошном з насіння конопель.

Використання електрохімічно активованої води здатне безпосередньо впливати на показник рН, через природну зміщеність в кислу чи лужну сторону. Дослідження значення рН проводилося у зразках фаршевої начинки для напівфабрикатів до заморожування та після розмороження. Отримані дані представлені на рисунку 4.5.

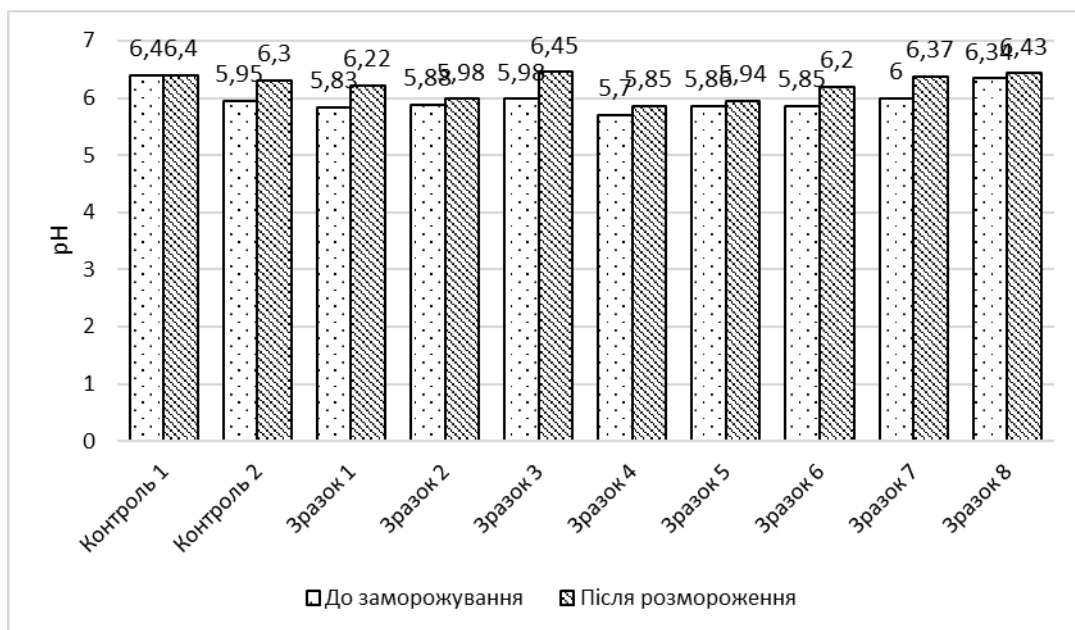


Рисунок 4.5 – рН начинки для напівфабрикатів

Отримані результати досліджень (рис. 4.5) свідчать, що всі фарші для напівфабрикатів мали активну кислотність у межах від  $5,7 \pm 0,02$  до  $6,45 \pm 0,05$  рН. Після процесу заморожування значення кислотності в фаршевої начинки незначно підвищився, за винятком Контролю 1, де рівень рН залишився незмінним. Використання аноліту та католіту у рецептурі практично не вплинуло на досліджувані показники, а відмінність у значеннях склала лише  $0,15 - 0,49$  рН. Найбільш помітні зміни спостерігалися у випадку використання борошна з насіння конопель.

Для більш глибокого розуміння впливу активованої води на характеристики напівфабрикатів як готового продукту, важливо дослідити рівень активної кислотності в тістовій оболонці. Отримані результати представлені на рисунку 4.6.

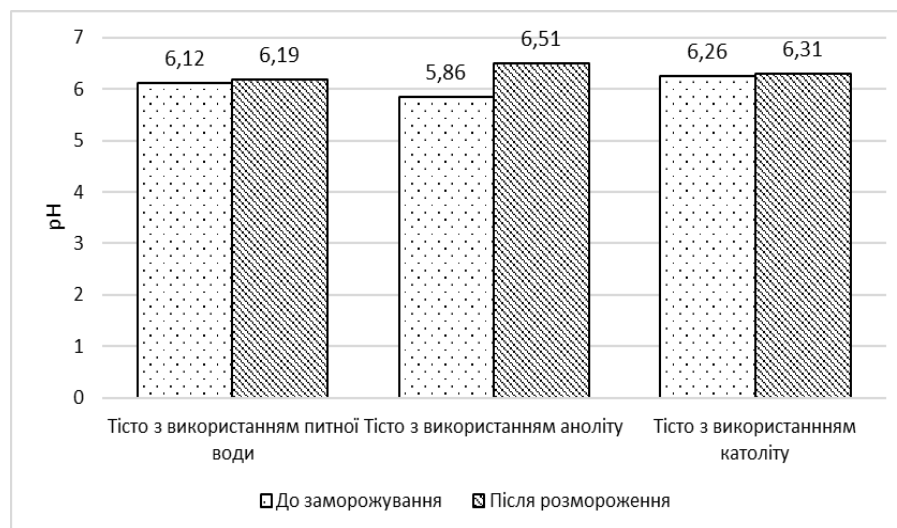


Рисунок 4.6 – рН тістової оболонки

З аналізу рисунку 4.6 випливає, що рівень рН у зразках тіста майже не залежить від кислотності води, яка використовувалась. Проте після процесу розморожування дослідних зразків відзначається підвищенням рівня рН. Тісто, приготоване з використанням водопровідної води та католіту, мало незначне підвищення кислотності, тоді як випадковий зразок із застосуванням аноліту показав підвищення кислотності на 0,65 рН.

Оцінку стабільності та якості м'ясних фаршів як системи можна провести через визначення їх емульгуючої здатності. Властивість фаршу утворювати емульсії в системі білок-вода-жир дозволяє оцінити функціонально-технологічні характеристики фаршу. Емульгуючу здатність вивчали у розморожених зразках начинки для напівфабрикатів у тістовій оболонці, отримані результати представлені на рисунку 4.7.

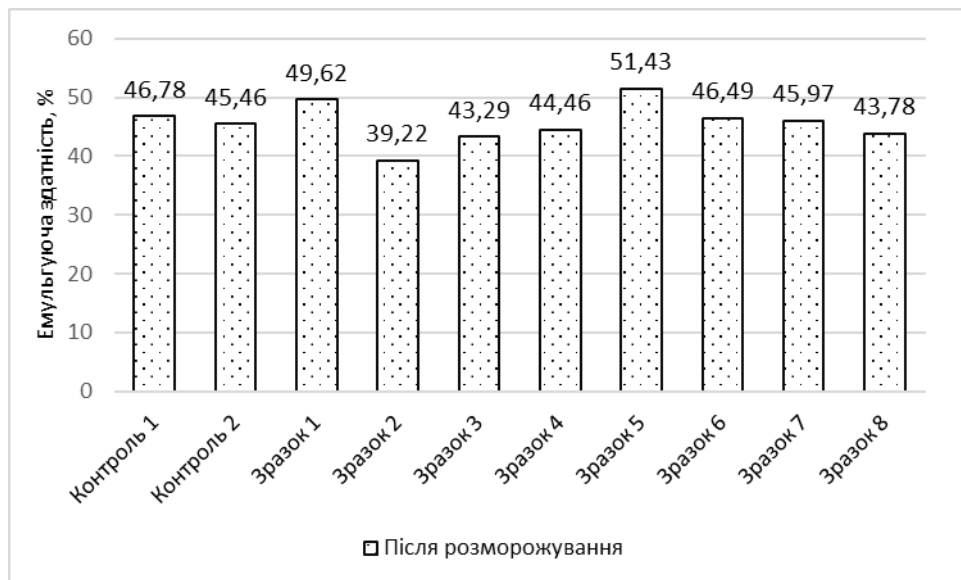


Рисунок 4.7 – Емульгуюча здатність начинки для напівфабрикатів у тістовій оболонці

Зазначена рисунку 4.7 емульгуюча здатність досліджуваних модельних зразків фаршу коливалася в межах  $39,22 \pm 0,10$  –  $51,43 \pm 0,13$  %. Серед фаршів, які містять протеїн з насіння конопель, лише зразок 1 з меншою кількістю крохмалю та анолітом демонстрував значення вище за контрольний, а саме  $49,62 \pm 0,07\%$ . У зразках із борошном найбільшою емульгуючою здатністю володіли ті зразки, що включали аноліт ( $51,43 \pm 0,13\%$  та  $46,49 \pm 0,016\%$ ). Зразок 2 із протеїном, більшою кількістю крохмалю та анолітом показав найменше значення цього показника.

Загальна тенденція даних емульгуючої здатності в досліді вказує на те, що поєднання у рецептурах аноліту та більшою кількістю продуктів переробки насіння конопель дозволяє отримати кращі емульсійні структури.

Враховуючи, що м'ясний фарш, який є емульсією, проявляє в'язко-пластичні властивості, визначення його пластичності є важливим для оцінки реологічних характеристик продукту. Зміни пластичності визначали до заморожування та після розморожування фаршевої начинки для напівфабрикатів, і отримані значення представлені на рисунку 4.8.

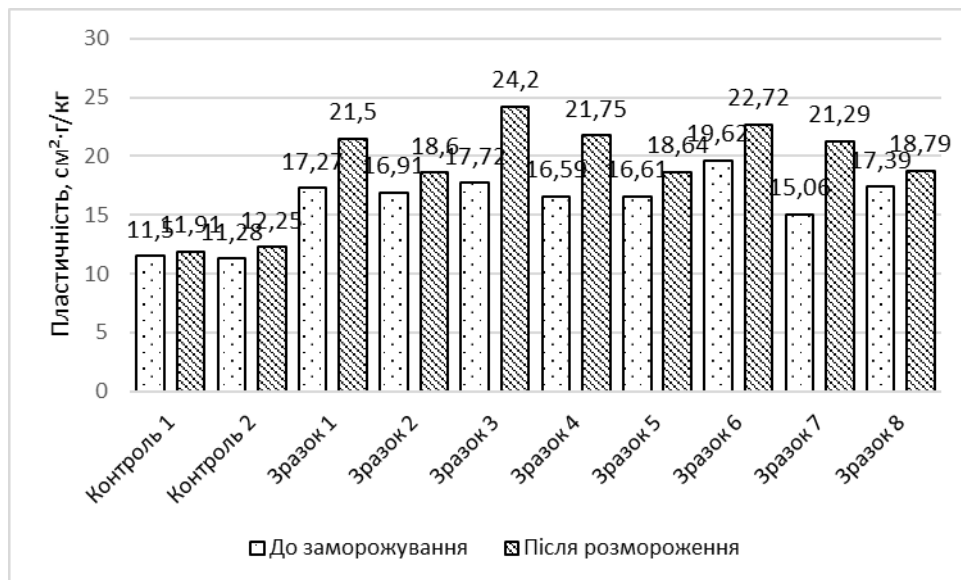


Рисунок 4.8 – Пластичність фаршевої начинки для напівфабрикатів

З аналізу представленого рисунка 4.8 видно, що заміна частки рослинного білку на 5–15% кукурудзяного крохмалю призводить до підвищення пластичності м'ясного фаршу. Ефект активованої води в поєднанні з рослинними добавками є неоднорідним. При розгляді зразків з використанням протеїну помітно, що аноліт збільшує пластичність при більшій кількості крохмалю, тоді як католіт – при вищому вмісті протеїну. У рецептурах із борошном всі зразки із застосуванням аноліту виявили більшу пластичність.

Після розморожування пластичність всіх зразків збільшилась на 3,56 – 8,60% у контрольних та на 8,05 – 41,37% у модельних. Найвище збільшення пластичності, більше ніж на 20%, зафіксовано у зразках із католітом, за винятком зразка 8. Найбільша пластичність спостерігалась у фаршу зразка 3, досягаючи 24,2 см²·г/кг, з використанням гідратації католітом та більшим вмістом протеїну.

Термографічний аналіз проведений у зразках дефростованих напівфабрикатів у тій самій оболонці з використанням електрохімічно активованої води та різним вмістом рослинної білоквмісної сировини та кукурудзяного крохмалю. Для дослідження обрано рецептури з кращими функціонально-технологічними показниками, а саме 2, 4, 6, 8. У складі цих зразків 15 % кукурудзяного крохмалю і 5 продуктів переробки насіння

конопель, гідратованих анолітом, або католітом. Отримані дані порівняння зразків 2 та 4 з протеїном з насіння конопель та католітом представлені на рисунку 4. 9.

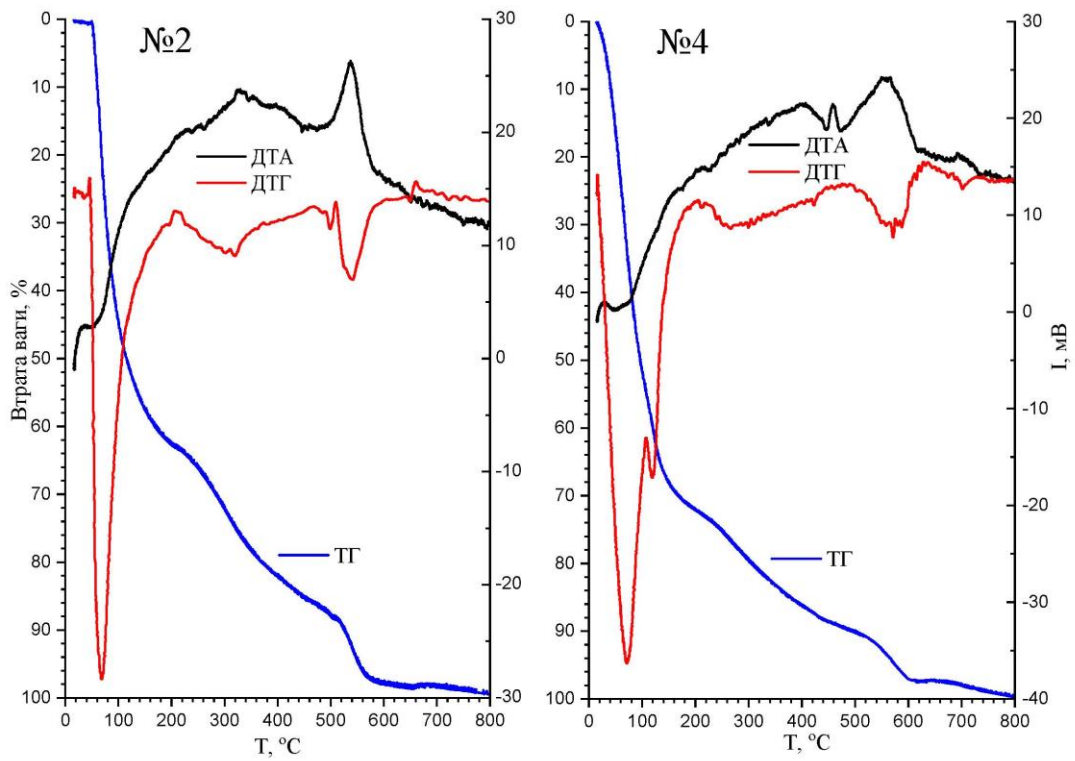


Рисунок 4.9 – Дериватографія фаршевої начинки для напівфабрикатів з використанням протеїну з насіння конопель

Розглядаючи зміни, що відбуваються у дослідних зразках в однаковою рецептурою, але при різному середовищі гідратації на рисунку 4.9, видно, що піки швидкості втрати маси у зразках знаходився в близьких межах 73 — 79 ° С. Розглядаючи зміну втрати маси на кривій ТГ видно, що для зразка з використанням католіту процес втрат почався за більш низьких температур.

Досліджуючи криву ДТГ, що вказує на швидкість з якою відбувається втрата вологи, видно, що зразок з використанням аноліту має більш чіткі піки швидкості, тоді як використання католіту вирізняється чотирьома ендопіками. Пік, що спостерігається близько 520 ° С у зразку з анолітом і близько 575 ° С у зразку з католітом. Вказує, що ця температура є критичною і призводить до остаточного руйнування білків.

Графік ДТА показує як саме проходить реакція перетворення, а саме зміну ентальпії (Гусарова та ін., 2021, ). Як видно, обидва зразки показують на ендотермічну реакцію перетворення. Температурні піки кривої у обох зразках відрізняють. При використанні католіту крива має два піки при 320 ° С та 540 ° С, що вказує на процес розкладання у дві фази, при використанні католіту при 400 ° С, 460 ° С та при 560 ° С. Це доводить, що використовувана для процесу гідратації вода, істотно впливає на процеси, що відбуваються у продукті під час температурного впливу.

Порівнюючи два зразки з використанням протеїну з насіння конопель видно, що більшу термостабільність мають зразки де гідратація проходила у лужному середовищі.

Окремо на рисунку 4.10 представлено дослідження фаршевої начинки для напівфабрикатів з використанням борошна з насіння конопель.

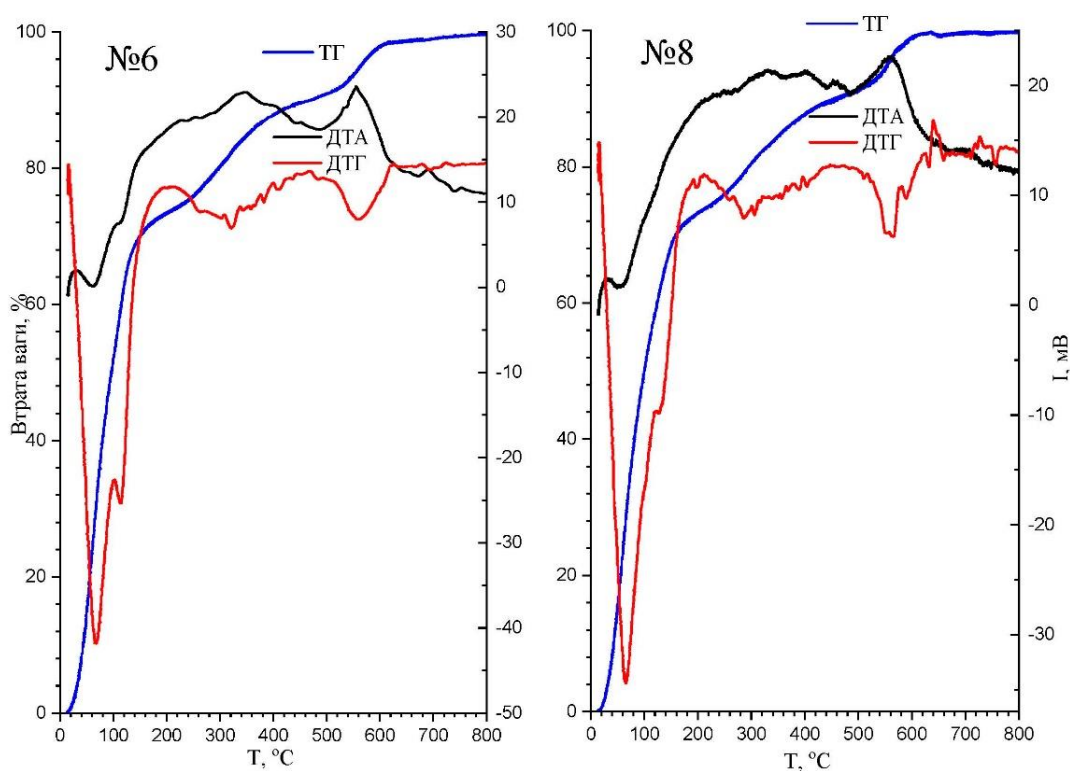


Рисунок 4.10 – Дериватографія фаршевої начинки для напівфабрикатів з використанням борошна з насіння конопель

З представленого рисунка 4.10 видно, що зразки з використанням борошна з насіння конопель показують більш подібні криві зміни маси під час

процесу нагрівання, однак процес цих змін починається при нижчій температурі впливу. Піки швидкостей втрати маси в зразках коливаються в діапазон 65 —69 ° С. Зміни втрати маси по кривій ТГ у обох зразках має досить близькі значення.

Зміна швидкості втрати маси під час температурного впливу у зразках з використанням борошна з насіння конопель та аноліту показує три чіткі піки, тоді як у зразку з використанням католіту є три чіткі піки і один слабо помітний пік. Для зразка з анолітом вони були при температурах: 65 ° С, 120 ° С, 320 ° С та 560 ° С, для католіту — 60 ° С, 130 ° С, 280 ° С та 560 ° С. Це свідчить, що незважаючи на те, що процес під час нагрівання зразках з різною електрохімічно активною водою протікає неоднаково, але температура остаточного розпаду білків для зразків знаходиться в однакових межах.

Зміна кривої ДТА у зразках є подібною та має два виражені піки у процесі нагрівання при 340 ° С та 560 ° С для аноліту та католіту.

Отримані дані доводять, що на процес перетворення під дією нагрівання, що відбуваються у структурі фаршевих систем, залежать як від використовуваної сировини, так і характеристик використовуваної води. Зміна рН середовища, має більш виражений вплив на дослідні зразки з використанням протеїну, де зразок з використанням католіту мав вищу температуру остаточного перетворення. Тоді як, при використанні борошна обидва зразки мали близькі характеристики та температури при яких відбувалось перетворення.

Однією зі споживчих характеристик напівфабрикатів є їх вихід після доведення до стану кулінарної готовності. Використання структуроформуючої сировини з високою здатністю утримувати вологу може нести значний вплив на цю характеристику.

Для дослідження даного показника заморожені напівфабрикати у тістовій оболонці доводили до кулінарної готовності. Отримані результати представлено у таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Вихід напівфабрикатів з комбінованим складом сировини

Зразок	Напівфабрикати у тістовій оболонці
Контроль 1	107,48±0,11
Контроль 2	109,75±0,22
Зразок 1	114,51±0,04
Зразок 2	111,97±0,07
Зразок 3	112,43±0,11
Зразок 4	132,03±0,23
Зразок 5	126,41±0,09
Зразок 6	118,42±0,12
Зразок 7	123,62±0,17
Зразок 8	126,31±0,02

З представленої таблиці 4.3. видно, що використання кукурудзяного крохмалю підвищує вихід готової продукції на 4,49 — 16,66 %. В загальному найбільший вихід мали зразки з використанням борошна з насіння конопель, де вихід збільшився більше ніж на 8,67 %. Однак серед усіх зразків вихід у рецептури №4 становив 132,03±0,23 і був більший за контрольний зразок на 24,55 %. Аналіз впливу електрохімічно активованої води показує, що використання аноліту збільшує вихід у зразках з більшою часткою продуктів переробки насіння конопель, а католіт з більшою часткою кукурудзяного крохмалю.

Важливим показником якості і безпечності харчових продуктів — це їх відповідність за мікробіологічними показниками. Мікробіологічні параметри фаршу вимагають дотримання норм, встановлених чинним законодавством. Бактерії, такі як група кишкової палички та протеї, служать важливими критеріями безпеки продукту. Виявлення цих бактерій у готовому продукті може свідчити про можливе зараження сировиною або порушення технологічного процесу виробництва, що варто уникати з метою забезпечення якості та безпеки продукції.

Загальна кількість бактеріального обсіменіння, особливо для продуктів комбінованого складу є важливим показником безпечності. Внесення рослинної сировини може вказати на додаткові фактори ризику.

Заморожені напівфабрикати вплив низьких температур згубно дії на термофільні бактерії, однак не дає повного знезараження. Процес повторного нагрівання, тобто розморожування, здатен пришвидшити розмноження бактерій.

Для напівфабрикатів у тістовій оболонці на початку терміну зберігання проведено дослідження мікробіологічних показників на загальний вміст МАФАНМ та наявність бактерій групи кишкової палички та сальмонели. Дослідження враховували вимоги ДСТУ 4437:2005 Напівфабрикати м'ясні та м'ясорослинні січені. Технічні умови. Зі змінами та поправками. Отримані результати начинки для напівфабрикатів представлені у таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 – Загальна мікробіологічна оцінка фаршевої начинки для напівфабрикатів

Зразок	Показники		
	МАФАНМ, КУО/г, не більше	БГКП в 0,001 г	Патогенні мікроорганізми, в т.ч. бактерії роду сальмонела в 25 г продукту
1	2	3	4
Норма	$1 \times 10^7$	Не дозволено	Не дозволено
Зразок № 1	$0,69 \times 10^6$	Не виявлено	Не виявлено
Зразок № 2	$0,65 \times 10^6$	Не виявлено	Не виявлено
Зразок № 3	$0,75 \times 10^6$	Не виявлено	Не виявлено
Зразок № 4	$0,71 \times 10^6$	Не виявлено	Не виявлено
Зразок № 5	$0,68 \times 10^6$	Не виявлено	Не виявлено
Зразок № 6	$0,68 \times 10^6$	Не виявлено	Не виявлено

1	2	3	4
Зразок № 7	$0,71 \times 10^6$	Не виявлено	Не виявлено
Зразок № 8	$0,74 \times 10^6$	Не виявлено	Не виявлено

Отримані дані з таблиці 4.3 підтвердили, що розроблені напівфабрикати є безпечний за мікробіологічною характеристиками. Аналізуючи рецептурний склад, видно, що використання електрохімічно активованої води має бактерицидну дію та сприяє отриманню безпечних продуктів. Серед показників з різним рецептурним складом суттєвої відмінності не виявлено. Однак, загальна кількість бактеріального обсіменіння у зразках з анолітом була не значно нижча. Патогенних мікроорганізмів при дослідженні виявлено не було.

#### **4.2. Органолептична оцінка. Оцінка харчової та біологічної цінності розроблених рецептур.**

Під час проведення досліджень виконано органолептичну оцінку отриманих напівфабрикатів в склад яких входили продукти переробки насіння конопель (борошно або протеїн), кукурудзяний крохмаль та електрохімічно активована вода. Для здійснення оцінки проводилась сліпа дегустація доведених до кулінарної готовності заморожених напівфабрикатів у тістовій оболонці, а також заповнено дегустаційний лист у відповідності до форми, встановленої у ДСТУ 4823:2007. Отримані результати досліджень були детально оброблені та графічно відображені на рисунку 4.11.

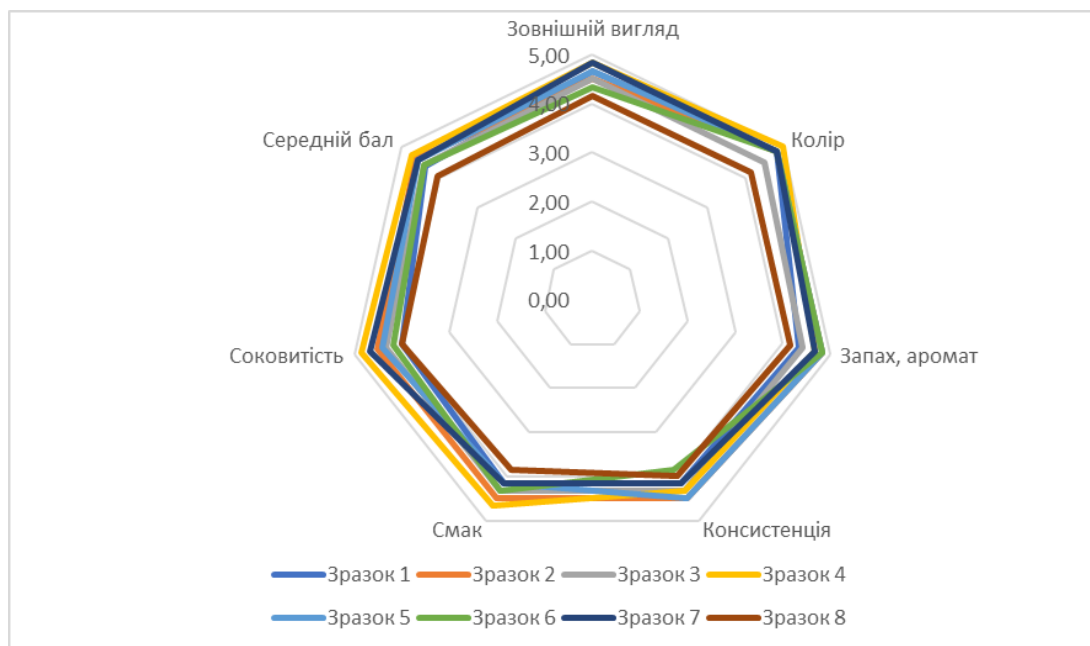


Рисунок 4.11 – Профілограма результатів органолептичної оцінки напівфабрикатів (пельменів)

Представлені результати на рисунку 4.11 вказують на високі органолептичні характеристики отриманих напівфабрикатів у тістовій оболонці. В загальному оцінка зразків коливалась в межах 4,83 — 3,83.

Аналізуючи результати зразків з використанням протеїну, можна зазначити, що зразки з використанням католіту мали дещо вищі показники зовнішнього вигляду і колірності. Однак, на смакові характеристики більше впливає наявність рецептурних складових, а саме більша частка крохмалю покращує органолептичну характеристику.

За загальним зовнішнім виглядом напівфабрикатів з використанням борошна були близькими за значеннями, незалежно від використовуваної електрохімічно активованої води. За смаковими характеристиками ці рецептури мали значні відмінності, а саме використання більшої частки кукурудзяного крохмалю знизило оцінку консистенції у зразку № 6 та смаку у зразку № 8 до 3,83.

Отримані дані свідчать, що поєднання у складі заморожених напівфабрикатів рослинної сировини та електрохімічно активованої води може значно впливати на споживчу оцінку рецептур. Найкращими поєднаннями за

результатами дегустації став зразок 4 у рецептурному складі якого використовувалось 15 % крохмалю та католіт.

Окремим етапом досліджень було визначення колірності отриманого продукту, що є важливим показником для споживачів в питанні оцінки якості продукту.

Результати досліджень представлені у таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 – Значення кольору дослідних зразків фаршевих начинок

Зразок	Фарш до заморожування	Фаршева начинка після розморожування	Фаршева начинка після доведення до кулінарної готовності
Зразок 1	S3010-Y20R	S2010-Y20R	S2010-Y20R
Зразок 2	S2010-Y20R	S2010-Y20R	S1005-Y20R
Зразок 3	S3010-Y20R	S2010-Y20R	S1505-Y10R
Зразок 4	S3010-Y20R	S2010-Y20R	S1005-Y10R
Зразок 5	S1005-Y20R	S1005-Y20R	S1005-Y10R
Зразок 6	S1020-Y20R	S1020-Y20R	S1010-Y20R
Зразок 7	S3010-Y20R	S2010-Y20R	S1005-Y20R
Зразок 8	S2010-Y20R	S2010-Y20R	S1005-Y10R

Зазначені дані є результатами кольорового аналізу різних зразків фаршу на трьох етапах обробки: до заморожування, після розморожування та після доведення до кулінарної готовності . Кожен зразок охарактеризований трьома кольоровими параметрами, представленими у форматі SXXX-YYR.

Здійснюючи порівняльний аналіз кольорів зразків фаршу на різних етапах обробки, можна визначити деякі важливі відмінності:

Фарш до заморожування у зразку 1 (S3010-Y20R) має помітний червоний відтінок, а зразок 5 (S1005-Y20R) виглядає менш насиченим червоним, більше рожевим. Зразок 6 (S1020-Y20R) має помірний червоний відтінок, але світліший.

Фаршева начинка після розморожування була більш світліших відтінків за фарш до заморожування. Зразок 2 (S2010-Y20R) має подібний колір до зразка 1, але здається менш насиченим. Зразок 5 (S1005-Y20R) зберігає рожевий відтінок, а зразок 6 (S1020-Y20R) залишається світлішим за рахунок вищого значення S.

Дослідження після доведення до кулінарної готовності (варіння) показало, що фаршева начинка після доведення до кулінарної готовності у зразку 3 (S1505-Y10R) відрізняється помітною зміною в кольорі, з суттєво меншим червоним та більш яскравим відтінком. Зразок 4 (S1005-Y10R) показує також помірний зсув у бік світліших відтінків, але менш виражений, ніж у зразку 3. Зразок 6 (S1010-Y20R) залишається досить світлим, але теплішим за зразок 4. За отриманими результатами видно, що використання рослинної сировини не значно впливає на колір фаршів, який знаходиться в межах норми за ДСТУ 6028:2008.

Одним з важливих показників продукту є його харчова та біологічна цінність. Розробка комбінованих харчових продуктів дозволяє збагатити продукти за вмістом корисних речовин.

Досліджено вміст водорозчинних білків за біуретом у фаршевих начинках напівфабрикатів. Результати представлені на рисунку 4.12.

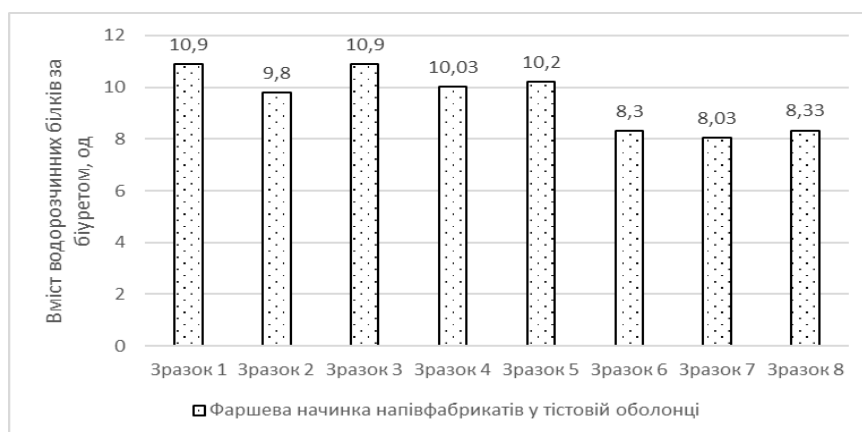


Рисунок 4.12 – Вміст водорозчинних білків за біуретом

З рисунку 4.12 видно, вміст водорозчинних білків у отриманих фаршах має досить високий рівень. В порівнянні видно, що зразки з використанням борошна з насіння конопель мають нижчі значення вмісту водорозчинних білків до 2,87 од. в усіх зразках. Що доводить актуальність використання протеїну з насіння конопель у якості інгредієнту, що здатен покращувати харчову цінність продукту.

Однак, важливим при удосконаленні рецептур є не тільки харчова цінність отриманого продукту, але і його амінокислотний склад. Білки складаються з амінокислот, які з'єднані пептидними зв'язками. Амінокислоти визначають структуру білка і впливають на його характеристики, такі як розчинність, стабільність, форма та функції.

Для синтезу білків клітини використовують 20 основних амінокислот, які можна розділити на есенційні (незамінні) та неесенційні (які можуть бути синтезовані в організмі або замінні). Аналіз амінокислотного складу білка корисний в біохімічних та біологічних дослідженнях та визначення біологічної цінності продукту (Tang та ін., 2023).

Проведення обрахункового визначення вмісту амінокислот проводилось за допомогою програми BIO1.bas, ця програма дозволяє розрахувати біологічну цінність напівфабрикатів враховуючи їх функціонально-технологічні параметри. Розрахунок проводився, як для фаршевої начинки окремо, так і для загального вмісту у продукті. Розрахунок проводився у 4 рецептурах з використанням 5 та 15 % кукурудзяного крохмалю та у 2 контрольних, що не враховують використовувану воду для гідратації. Отримані результати представлені у таблиці 4.6.

Таблиця 4.6 – Розрахунковий амінокислотний склад фаршевої начинки для напівфабрикатів у тістовій оболонці

Елемент	Значення вмісту у рецептурі					
	Контроль 1	Контроль 2	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 5	Зразок 6
Вміст білка на 100 г продукту	11,02	10,64	10,37	9,20	10,02	9,15
Вміст вологи у продукті, %	63,50	63,79	74,83	71,57	72,04	73,57
Значення СКОР у % на 1 г. білка						
Валін	144,87	138,64	137,64	135,14	137,32	135,33
Ізолейцин	140,35	135,80	135,57	132,66	134,62	132,84
Лейцин	169,61	162,50	161,57	155,39	159,76	155,66
Лізін	167,58	158,62	158,54	153,01	156,65	153,88
Метіонін	120,32	118,56	118,23	116,20	117,64	116,26
Треонін	138,20	134,84	134,24	130,93	133,34	131,09
Триптофан	112,17	117,39	117,24	111,83	115,34	111,77
Фенілаланін	135,45	134,55	134,24	129,06	133,34	129,92
Аланін	148,26	145,76	145,14	140,26	143,25	140,43
Аргінін	154,27	163,62	161,78	150,74	154,61	151,19
Аспаргінова кислота	180,09	163,86	172,17	165,11	163,52	163,05
Гістидин	129,01	126,62	126,48	123,60	125,19	123,68
Гліцин	142,94	139,86	138,40	134,71	137,96	135,00
Глутамінова кислота	152,23	144,42	140,01	126,54	137,45	127,57
Оксипролін	105,58	104,02	104,17	104,01	104,28	104,01
Пролін	146,02	141,78	141,18	136,84	139,05	137,03
Серин	136,93	135,62	134,41	129,93	133,73	130,12
Тирозин	122,64	122,50	122,08	118,97	121,53	119,02
Цистеїн	111,98	111,74	111,85	109,71	110,86	109,75
метионін+цист їїн	85,36	86,59	82,16	74,05	81,69	74,35
фенілаланін+ тирозин	89,50	90,58	85,67	77,43	85,45	77,70

Як видно з таблиці 4.6 контрольні рецептури, де використовували лише протеїн та борошно з насіння конопель має більший вміст загального білка, однак його збалансованість залишається достатньо високою для всіх модельних рецептур. У рецептурах лімітуючими є метіонін+цистин та фенілаланін+тирозин. З отриманих розрахункових результатів видно, що використанням білоквмісної сировини може покращити вміст амінокислот у продукті, однак внесення частки кукурудзяного крохмалю понижує цінність харчового продукту.

При створенні напівфабрикатів з тістовою оболонкою ключовим аспектом є урахування амінокислотного складу та його властивостей для всього продукту, включаючи тістову оболонку. Це важливо для досягнення оптимальної біологічної цінності та органолептичних якостей. Аналіз амінокислот допомагає визначити білковий склад і якість, що впливає на поживну цінність та смакові характеристики продукту. Врахування амінокислот у напівфабрикаті в цілому сприяє розумінню та забезпеченню якісного формування та оцінки продукту.

Розраховано амінокислотний склад для напівфабрикатів у тістовій оболонці враховуючи вміст амінокислот у рецептурних складових тіста. Результати представлені у таблиці 4.7.

Таблиця 4.7 – Розрахунковий амінокислотний склад напівфабрикатів з використанням продуктів переробки насіння конопель та кукурудзяного крохмалю

Елемент	Значення вмісту у рецептурі					
	Контроль 1	Контроль 2	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 5	Зразок 6
1	2	3	4	5	6	7
Вміст білка на 100 г продукту	8,77	8,58	8,40	7,85	8,27	7,86
Вміст вологи у продукті, %	53,06	52,51	57,96	57,46	57,23	52,63
Значення SKOP у % на 1 г. білка						

Продовження таблиці 4.7

1	2	3	4	5	6	7
Валін	138,65	138,47	137,54	136,54	138,34	137,43
Ізолейцин	138,87	138,56	137,85	136,35	137,65	136,32
Лейцин	170,76	170,54	168,66	166,64	169,65	166,58
Лізин	145,87	146,11	144,32	143,35	144,12	143,34
Метіонін	115,97	115,76	114,87	114,43	114,56	114,24
Треонін	131,95	131,43	130,80	129,65	131,21	129,65
Триптофан	114,76	114,31	113,21	111,67	112,58	111,25
Фенілаланін	139,98	140,12	138,43	137,32	139,25	137,24
Аланін	140,52	140,32	138,99	137,43	138,57	137,34
Аргінін	154,63	155,16	151,81	148,42	152,64	148,21
Аспаргінова кислота	157,56	153,42	156,42	153,56	153,41	152,42
Гістидин	123,96	123,31	123,10	122,65	123,72	122,43
Гліцин	136,56	137,16	135,97	134,46	136,24	134,65
Глутамінова кислота	201,64	203,14	198,73	193,67	199,12	193,53
Оксипролін	102,76	102,56	102,12	101,98	102,12	101,76
Пролін	161,76	161,62	160,17	158,86	160,21	158,79
Серин	140,43	141,15	139,76	138,65	139,39	138,11
Тирозин	123,86	123,62	122,21	121,01	122,32	121,12
Цистеїн	114,81	114,75	114,12	113,78	114,06	113,62
метионін+цист иїн	86,70	86,70	83,48	79,68	83,96	79,85
фенілаланін+ тирозин	101,91	101,09	97,78	93,73	98,21	93,88

Як видно з таблиці 4.7 напівфабрикати у тістовій оболонці мають нижчий вміст білка. Однак, з порівняння даних аналізу амінокислотного складу напівфабрикатів та окремо фаршевої начинки видно, що вміст деяких амінокислот, а саме : лізин, фенілаланін, глутамінова кислота, пролін, серин,

тирозин, цистеїн, метионін + цистин та фенілаланін + тирозин в усіх дослідних зразках напівфабрикатів вища за фаршеву начинку, через використання тіста. В дослідних зразках з протеїном з насіння конопель також був вищий вміст аргініну на 0,36 %.

Щоб отримати повне розуміння засвоюваності амінокислот в отриманих напівфабрикатах важливо розрахувати біологічну цінність продукту та коефіцієнт розбіжності амінокислот у продукті.

Коефіцієнт розбіжності амінокислотного скору (КРАС) вказує на середній надлишок амінокислотного скору для незамінних амінокислот порівняно з найменшим рівнем СКОРу будь-якої з цих амінокислот. Тобто, це величина надлишковості незамінних амінокислот, які необхідні для пластичних потреб, порівняно з найменш представленою амінокислотою в джерелі білка (Дубініна та ін., 2015).

Так як, надлишок амінокислот не може бути засвоєним організмом у повному обсязі, розрахунок біологічної цінності проводиться шляхом вирахування різниці 100 % від отриманого КРАС.

Розраховано КРАС та біологічну цінність для фаршевої начинки та напівфабрикатів у загальному. Отримані розрахункові дані представлені у таблиці 4.8.

Таблиця 4.8 – КРАС та біологічна цінність розроблених продуктів

Зразок	КРАС, %	Розрахункова біологічна цінність, %
1	2	3
Фаршева начинка контролю 1	28,63	71,37
Фаршева начинка контролю 2	25,00	75,00
Фаршева начинка зразка 1	24,75	75,25
Фаршева начинка зразка 2	20,63	79,37
Фаршева начинка зразка 5	23,78	76,62

1	2	3
Фаршева начинка зразка 6	20,75	79,25
Напівфабрикати контроль 1	24,25	75,75
Напівфабрикати контроль 2	24,50	75,50
Напівфабрикати зразок 1	23,13	76,87
Напівфабрикати зразок 2	22,00	78,00
Напівфабрикати зразок 2	22,00	78,00
Напівфабрикати зразок 5	23,50	76,50
Напівфабрикати зразок 6	22,13	77,87

Результати, які представлені у таблиці 4.8, свідчать про те, що КРАС (коефіцієнт розбіжності амінокислотного скору) та біологічна цінність в зразках є високими. Ці показники є ключовими для оцінки якості білка в продукті та його впливу на організм.

Згідно отриманих результатів, як для напівфабрикатів у тістовій оболонці в цілому, так і для фаршевої начинки окремо, можна визначити високі значення біологічної цінності. Це свідчить про те, що білки в цих продуктах мають високу засвоюваність організмом. Високий КРАС та біологічна цінність говорять про те, що склад амінокислот у білках є відповідним і високоякісним для задоволення потреб організму в незамінних амінокислотах. Це важливий аспект для визначення корисності та харчової цінності продукту.

Для оцінки харчового продукту важливим є визначення вмісту жиру у його складі, оскільки жир відіграє ключову роль у харчових властивостях та харчовій цінності продукту. Для проведення визначення вмісту жиру використовувався метод екстракції за допомогою апарата Сокслета. Дослідження проводили у дефростованих напівфабрикатах у тістовій оболонці (фарш у тісті) та для фаршевої начинки окремо.

Визначення вмісту жиру є важливим показником для отримання повної оцінки харчової цінності змодельованого продукту. Отримані результати представлені на рисунку 4.13.

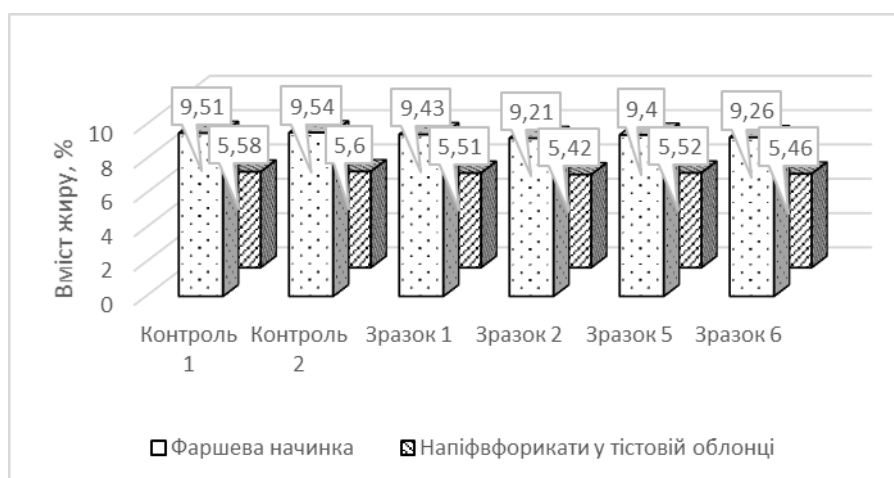


Рисунок 4.13 – Вміст жиру у дослідних зразках фаршевої начинки та напівфабрикатах у тістовій оболонці

Оцінка вмісту жиру у дослідних зразках представлена на рисунку 4.13. За представленими даними отримані фаршеві системи мали низький вміст жиру менше 10 %. Контрольні рецептури, в яких поєднували лише м'ясо курчат-бройлерів з продуктами переробки насіння конопель мали вищий вміст жиру за досліджувані зразки на 0,08 — 0,22 % для протеїну та на 0,14 — 0,17 % у рецептурах з борошном з насіння конопель. Низький вміст та достатньо високі функціонально-технологічні показники фаршевих систем доводить, що використання кукурудзяного крохмалю у рецептурах здатне забезпечити високу якість у продуктах дієтичного спрямування.

Вміст жиру у середній пробі напівфабрикатів показує низький вміст жиру у продукті на рівні  $5,42 \pm 0,11$  —  $5,58 \pm 0,13$  %. Низький вміст жиру у продукті визначається за рахунок близько 50 % тістової оболонки, що за рецептурним складається з борошна та яєць.

Аналіз отриманих даних щодо органолептичної оцінки та технологічних характеристик напівфабрикатів підтверджує, що зниження вмісту жиру не впливає на органолептичну оцінку розроблених продуктів.

Отримані рецептури напівфабрикатів у тістовій оболонці мають високу органолептичну оцінку та показали досить високу біологічну цінність.

### 4.3. Дослідження характеристик напівфабрикатів у тістовій оболонці після зберігання

Процес зберігання є важливим аспектом у технології заморожених м'ясних напівфабрикатів. М'ясні продукти при тривалому зберіганні при низьких температурах здатні змінювати свої технологічні показники. Вплив низьких температур призводить до виморожування вологи з продукту та руйнування структур білка з подальшою втратою вологозв'язуючих властивостей.

Проведено дослідження функціонально-технологічних властивостей напівфабрикатів заморожених у тістовій оболонці (пельменів), що зберігались у вакуумному пакуванні протягом 12 місяців при температурі мінус 18 °С. Результати отриманих даних дослідження фаршевої начинки представлені у таблиці 4.9.

Таблиця 4.9 – Функціонально-технологічні показники фаршевих начинок після 12 місяців зберігання.

Зразок	Досліджувані показники			
	Вміст вологи, %	ВЗЗт, %	ВЗЗа, %	pH
Зразок 1	73,31±0,21	100	100	5,80±0,25
Зразок 2	68,67±0,13	100	100	5,78±0,21
Зразок 3	63,89±0,32	100	100	5,85±0,34
Зразок 4	73,85±0,11	100	100	5,79±0,21
Зразок 5	68,59±0,29	100	100	5,75±0,06
Зразок 6	72,15±0,21	100	100	5,77±0,11
Зразок 7	73,10±0,34	100	100	5,83±0,18
Зразок 8	79,46±0,21	100	100	5,79±0,15

З отриманої таблиці 4.9 видно, що досліджувані зразки фаршевої начинки показали високий вміст вологи після зберігання. Порівнюючи дані з таблиці з вміст вологи у зразках знизився в межах 0,08 — 5,63 %. Зміна вмісту вологи після зберігання у зразках відбулась неоднорідно, в зразках з використанням протеїну більше вологи втратив зразок де використовувався католіт з більшою часткою протеїну, а при використанні борошна аналогічний зразок з використанням аноліту. Ці дані доводять, що вміст білка у продукті значно впливає на кріостабільність зв'язаної вологи в процесі зберігання. Таким чином краще комбінування дає протеїн з анолітом, а католіт з борошном.

Вологозв'язуюча здатність фаршевої начинки після розморожування залишилась на рівні 100 %, що доводить ефективність комбінованих рецептур задля створення кріостабільних систем.

pH дослідних фаршевих начинок після 12 місяців зберігання вирівнявся до значень  $5,75 \pm 0,06$  —  $5,85 \pm 0,34$  незалежно від використовуваного для гідратації середовища, що свідчить про стабілізацію систем до нормальних показників для м'ясних продуктів.

Тісто є важливою складовою для напівфабрикатів у тістовій оболонці, що свідчить про необхідність окремого дослідження його властивостей. Було досліджено вміст вологи та pH тістової оболонки після зберігання. Результати дослідження показників у тістовій оболонці представлені у таблиці 4.10

Таблиця 4.10 – Дослідження фізико-хімічних показників тістової оболонки п після зберігання.

Зразок	Показники	
	Вміст вологи, %	pH
Тісто з використанням аноліту	$39,85 \pm 0,11$	$5,78 \pm 0,07$
Тісто з використанням католіту	$46,04 \pm 0,14$	$5,82 \pm 0,15$

З представлених результатів у таблиці 4.10 видно, зміна вмісту вологи у зразках в процесі зберігання проходить не однаково. Зразок з використанням аноліту зменшив свій вологовміст, коли використання католіту призвело до його збільшення. Зміна рН зразків показала ті ж зміни, що й фаршева начинка показники в обох зразках знаходились в межах норми для продукту.

Окремо проведено дослідження вмісту вологи у дослідних зразках напівфабрикатів у тістовій оболонці в середній пробі фаршу у тісті. Дослідження вмісту вологи в усередненому зразку продукту дозволяє отримати точні значення, щодо його оцінки. Отримані результати представлені на рисунку 4.14

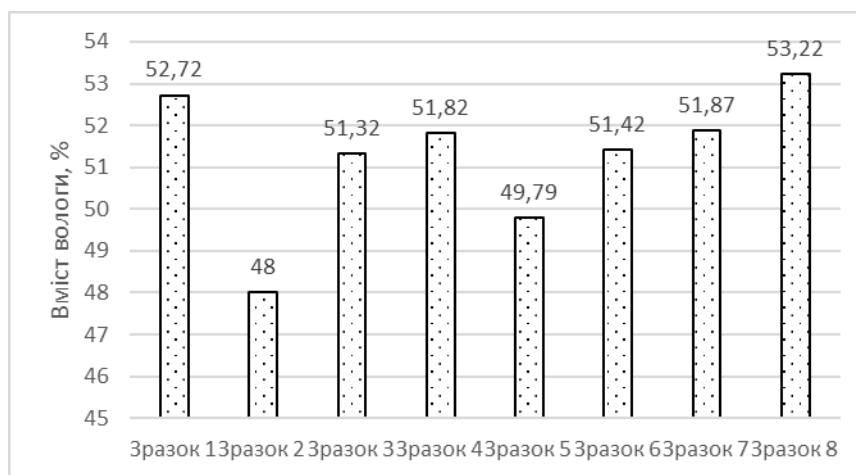


Рисунок 4.14 – Вміст вологи в напівфабрикатах після 12 місяців зберігання

Отримані дані з рисунка 4.14 вказують, що вміст вологи у зразках зменшився на 0,39 — 9,46 %. Зменшення вмісту вологи в зразках пройшла неоднорідно. Як видно з рисунка 4.4 найменшим вмістом вологи володів зразок № 4, на рівні  $48,00 \pm 0,17$  %, найбільшим зразок 8 та 1. Аналіз результатів досліджень зразків з використанням протеїну вказує, що найменше втратили вологу зразки з католітом 3,03 та 1,97 %, а з борошном менших втрат зазнав зразок з більшою часткою крохмалю та анолітом, а з католітом навпаки з більшою часткою борошна.

Отримані дані свідчать, що вплив замороження на фізико-хімічні показники продукту є неоднорідним, однак найкращими показниками володіли зразки з використанням протеїну насіння конопель та аноліту.

Для оцінки змін у вологості продуктів після 12 місяців зберігання проведено дослідження, спрямоване на вивчення активності води. Це дозволило отримати данні про зміну стану вологи у напівфабрикатах після зберігання.

Отримані результати дослідження активності води у зразках напівфабрикатів у тістовій оболонці представлені на рисунку 4.15.

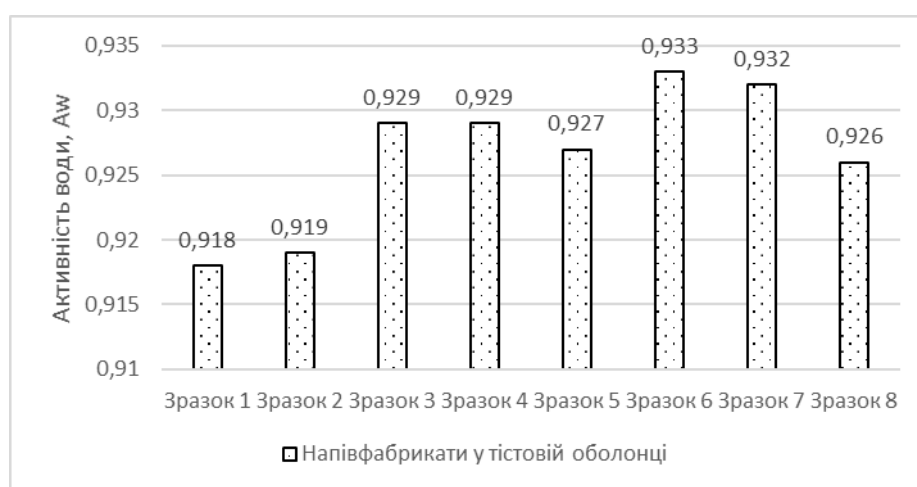


Рисунок 4.15 – Активність води у напівфабрикатах після 12 місяців зберігання

За результатами представленими на рисунку 4.15 видно, що зі зниженням вмісту вологи у зразках також знизилось значення активності води. Дослідні зразки знизили активність води на 0,026 — 0,042  $A_w$ . Порівнюючи значення активності води у зразках з різним середовищем у зразках з протеїну найкраще показує себе аноліт. В зразках з борошном активність води знизилась найбільше в зразках з більшою часткою крохмалю, незалежно від способу гідратації.

Аналізуючи результати всіх зразків після зберігання найнижчу активність води показали зразки 1 та 2 з протеїном з насіння конопель та анолітом.

Для отримання даних щодо безпеки харчових продуктів важливим є виявлення якості жиру у продукті. Окислення є однією з основних причин погіршення якості м'яса. М'ясо стає вразливим до окислювального псування через високі концентрації ненасичених ліпідів, наявність пігментів гема та в результаті складних фізико-хімічних процесів в м'язовій тканині. Окислювальні процеси можуть виникнути внаслідок взаємодії кисню з ненасиченими жирними кислотами та іншими окислювальними речовинами в м'ясі. Це може призвести до зміни кольору, аромату та смаку м'яса, а також до втрати харчової цінності та текстурних якостей. Таким чином, контроль окислення важливий для збереження якості м'ясних продуктів та подовження їхнього терміну придатності (Domínguez та ін., 2019).

Проведено визначення пероксидного та кислотного чисел у зразках фаршевої начинки для напівфабрикатів у тістовій оболонці та тіста після 12 місяців зберігання під вакуумом. Результати дослідження кислотного числа представлені на рисунку 4.16.

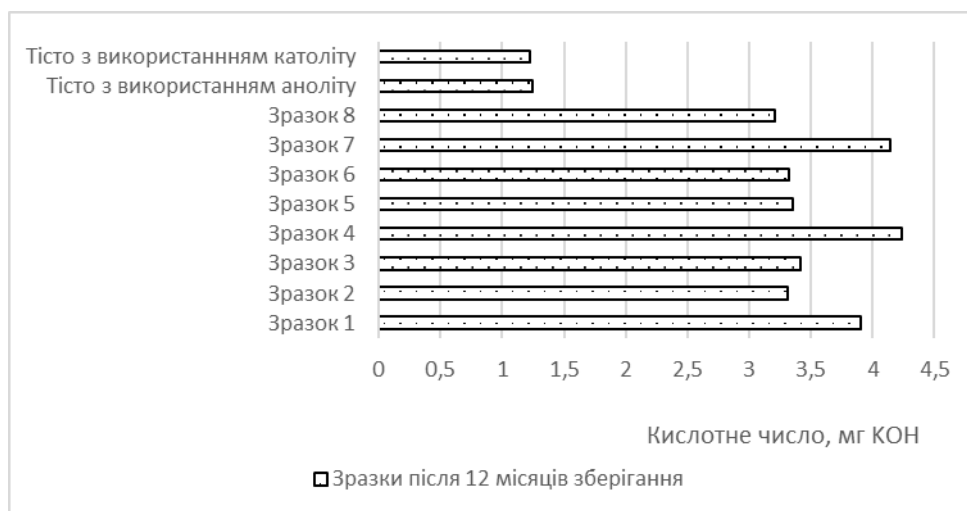


Рисунок 4.16 – Кислотне число дослідних зразків після 12 місяців зберігання

З отриманих результатів досліджень кислотного числа видно, що зразки фаршевої начинки мали значення в межах 3,21 — 4,24 мг КОН. Як відомо тваринні жири сумнівної свіжості вважаються такими в межах КЧ 3,5 — 5,0 мг КОН, з досліджуваних зразків такими є зразки № 2, 3, 5, 6, та 8. Порівнюючи

зразки з використанням протеїну, видно, що нижче значення кислотного числа мали зразки з 15 % кукурудзяного крохмалю у рецептурі. Серед усіх зразків найнижчим виявився зразок з використанням аноліту, КЧ якого становило 3,31, одна обидва зразки з католітом показують значення в межах ідентифікації, як продукт сумнівної свіжості.

Серед зразків з використанням борошна кращими визнано поєднання більшої частки протеїну з анолітом, а в зразках з борошно рецептура з 5 % борошна та 15 крохмалю, гідратованих католітом. Зразок № 8 також показав найнижче КЧ з усіх зразків.

Варто зазначити, що зіпсованим продукт вважається якщо його КЧ вище за 5 мг КОН, з представлення даних досліджень видно, що усі продукти після 12 місяців зберігання мають показник кислотного числа нижчий за 5 мг КОН.

Використане у напівфабрикатах тісто за показником КЧ виявило  $1.25 \pm 0,03$  та  $1,22 \pm 0,05$  мг КОН, що свідчить, про незначний вплив процесів окиснення на складові тіста.

Наступним етапом було визначення пероксидного числа жиру у продуктах Пероксидне число представляє собою суттєвий показник, який вказує на ступінь окислення жирів та служить індикатором їхньої стійкості.

Високе значення пероксидне числа може вказувати на інтенсивний окислювальний стрес, який може виникнути через вплив кисню, тепла, світла або іонів металів на жири в продуктах. Визначення пероксидного числа дозволяє вчасно виявити процес окислення жирів (Pasičnyí та ін., 2022).

Результати дослідження пероксидне числа у зразках представлено на рисунку 4.17.

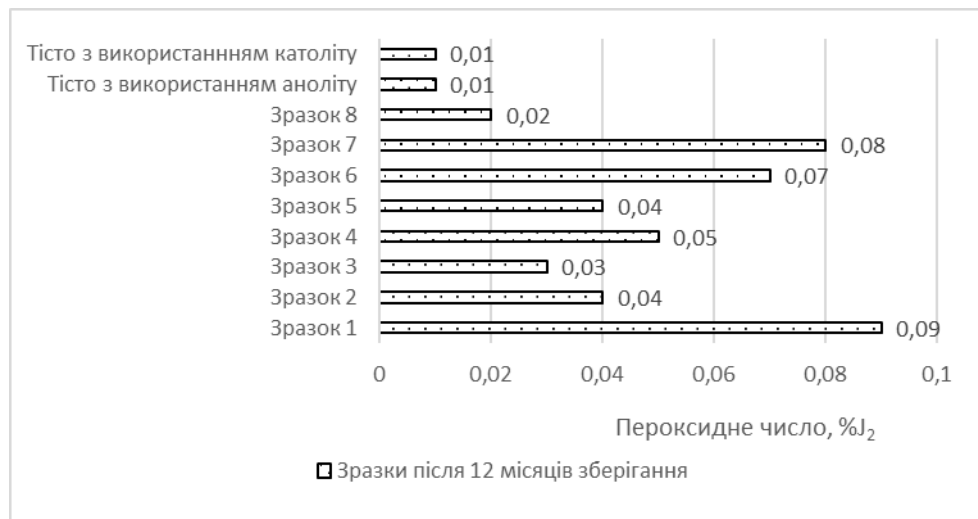


Рисунок 4.17 – Пероксидне число дослідних зразків після 12 місяців зберігання

З отриманого рисунку 4.17 видно, що дослідні зразки фаршевих начинок за показником пероксидного числа мали достатньо низькі значення до 0,08 % J<sub>2</sub>. За нормою ПЧ жиру продукти вважаються сумнівної свіжості якщо їх пероксидне число знаходиться в межах 0,07 — 0,1 % J<sub>2</sub>. Як видно з отриманого рисунку, всі зразки мали значення в цих межах. Найнижче значення ПЧ показав зразок № 8, де показник становив 0,02±0,01 % J<sub>2</sub>. Розглядаючи поєднання рецептурних складових з електрохімічно активованою водою видно аналогічні тенденції, як при оцінці кислотного числа.

Дослідження тістової оболонки для напівфабрикатів показало, що ПЧ у зразках має значення 0,01±0,002 %J<sub>2</sub>, що вказує на її якість.

Аналізуючи результати оцінки показників якості жиру, можна сказати, що після 12 місяців зберігання під вакуумом комбіновані напівфабрикати у тістовій оболонці є умовно придатними до вживання. Такі данні можуть свідчити про можливість зберігати ці продукти протягом 6 — 9 місяців.

Дослідження мікробіологічних характеристик є ключовим етапом в оцінці безпечності харчових продуктів. У таблиці 4.11 представлені результати мікробіологічної оцінки напівфабрикатів після 12 місяців зберігання, що вказує на стабільність та якість продукту протягом тривалого періоду часу.

Ці дані дозволяють визначити рівень мікробіологічної чистоти продукту та переконатися в його відповідності нормативам безпеки харчових продуктів.

Вивчення мікробіологічних показників після 12 місяців зберігання дозволяє визначити безпечність харчового продукту.

Таблиця 4.11 – Загальна мікробіологічна оцінка фаршевої начинки після 12 місяців зберігання

Зразок	Показники		
	МАФАНМ, КУО/г, не більше	БГКП в 0,001 г	Патогенні мікроорганізми, в т.ч. бактерії роду сальмонела в 25 г продукту
Норма	$1 \times 10^7$	Не дозволено	Не дозволено
Зразок № 1	$0,68 \times 10^6$	Не виявлено	Не виявлено
Зразок № 2	$0,65 \times 10^6$	Не виявлено	Не виявлено
Зразок № 3	$0,74 \times 10^6$	Не виявлено	Не виявлено
Зразок № 4	$0,72 \times 10^6$	Не виявлено	Не виявлено
Зразок № 5	$0,67 \times 10^6$	Не виявлено	Не виявлено
Зразок № 6	$0,67 \times 10^6$	Не виявлено	Не виявлено
Зразок № 7	$0,70 \times 10^6$	Не виявлено	Не виявлено
Зразок № 8	$0,74 \times 10^6$	Не виявлено	Не виявлено

Дослідження напівфабрикатів, що зберігались 12 місяців у вакуумній упаковці, при мінус 18 °С мікробіологічне обсіменіння зразків знаходилось в межах норми, відповідно до нормативної документації. Патогенних та умовно патогенних мікроорганізмів у продукті не виявлено. Ці дані свідчать про мікробіологічну безпечність отриманого продукту. Порівнюючи значення після 12 місяців зберігання з даними отриманими на початку зберігання кількість мікроорганізмів у продукті залишилась сталою, або знизилась на 0,1 КУО/г. Проведені дослідження свідчать про ефективність використання електрохімічно активованої води для збільшення термінів зберігання при замороженні продукту у вакуумі та зберігання при температурі не вище мінус 18 °С.

## ВИСНОВОК ДО РОЗДІЛУ IV

За результатами досліджень функціонально-технологічних властивостей отриманих фаршевих систем та напівфабрикатів з використанням продуктів переробки насіння конопель та кукурудзяного крохмалю гідратованих електрохімічно активованою водою на основі м'яса курчат-бройлерів виявлено, що запропоноване поєднання дозволяє отримати системи з високими показниками.

Виявлено, що використання гідратованого електрохімічно активованою водою кукурудзяного крохмалю в кількості 15 % при виробництві фаршевих систем для заморожених напівфабрикатів дозволяє стабілізувати вологовміст та запобігти змінам у напівфабрикатах під час впливу низьких температур.

Визначено, що в зразках з використанням протеїну при використанні аноліту спостерігається покращення стабільності фаршевих систем. Для напівфабрикатів з використанням борошна з насіння конопель краща стабільність спостерігається у поєднанні з католітом.

Дослідження показали, що для зразків з внесенням протеїну, поєднаного з анолітом, зафіксовано більший вміст води, тоді як в зразках із католітом спостерігався кращий ефект з борошном. Використання електрохімічно активованої води дозволяє знизити активність води на 0,003 – 0,009 A<sub>w</sub>. Внесення кукурудзяного крохмалю дозволяє покращити реологічні показники та емульгуючу здатність продукту. Кращий ефект термостабільності в результаті термографічного аналізу виявлено у зразках з використанням католіту.

Аналіз харчової цінності доводить, що використання гідратованих продуктів переробки насіння конопель в кількості 20 % дає змогу отримати продукти з високою біологічною цінністю, однак заміна частки білоквмісної сировини на кукурудзяний крохмаль понижує ці показники.

На підставі дослідження використання кукурудзяного крохмалю та продуктів переробки насіння конопель в процесі зберігання підтверджено позитивний вплив внесення електрохімічно активованої води в рецептуру напівфабрикатів.

## РОЗДІЛ V. ОБҐРУНТУВАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ НАПІВФАБРИКАТІВ У ТІСТОВІЙ ОБОЛОНЦІ ТА ПРОМИСЛОВА АПРОБАЦІЯ

### 5.1. Математичне моделювання функціонально-технологічних показників напівфабрикатів у тістовій оболонці

Для отримання функціональних залежностей впливу в складі рецептур продуктів переробки насіння конопель, кукурудзяного крохмалю та активації даної сировини з використанням електрохімічно активованої води (аноліту або католіту) на функціонально-технологічні показники фаршів з їх використанням були проведені дослідження з використанням планів ПФЕ. Якісті критеріїв в плані ПФЕ визначали зміну вмісту вологи та рН.

План проведення експерименту зазначений у таблиці 5.1

Таблиця 5.1 – План дослідження впливу рослинної сировини на функціонально-технологічні показники.

Рецептура	Значення факторів			рН середовища	Вміст білоквмісної сировини, %	Вміст кукурудзяного крохмалю, %
	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>2</sub>			
1	2	3	4	5	6	7
Виростання протеїну з насіння конопель						
1	+	+	+	9,7	14	15
2	-	+	+	5,4	14	15
3	+	-	+	9,7	5	15
4	-	-	+	5,4	5	15
5	+	+	-	9,7	14	6
6	-	+	-	5,4	14	6
7	+	-	-	9,7	5	6
8	-	-	-	5,4	5	6
Використання борошна з насіння конопель						
9	+	+	+	9,7	14	15
10	-	+	+	5,4	14	15
11	+	-	+	9,7	5	15
12	-	-	+	5,4	5	15

1	2	3	4	5	6	7
13	+	+	-	9,7	14	6
14	-	+	-	5,4	14	6
15	+	-	-	9,7	5	6
16	-	-	-	5,4	5	6

В таблиці 5.2 представлено результати досліджень згідно плану експерименту

Таблиця 5.2 – Результати досліджень для обрахунку ПФЕ для зразків з використанням протеїну з насіння конопель.

Електрохімічно активована вода	Протеїн з насіння конопель	Кукурудзяне борошно	Зразок	Вміст вологи, %	pH
+	+	+	Зразок 1	59,24	6,25
-	+	+	Зразок 2	58,96	5,97
+	-	+	Зразок 3	53,79	6,22
-	-	+	Зразок 4	57,46	5,98
+	+	-	Зразок 5	57,96	6,22
-	+	-	Зразок 6	54,35	5,96
+	-	-	Зразок 7	53,46	6,19
-	-	-	Зразок 8	53,67	6,00

Математично-статистичну обробку та обрахунок рівнянь регресії проводили за стандартним алгоритмом (Сухенко та ін., 2019).

Загальний вигляд рівняння регресії має вигляд формули 5.1.

$$Y = A_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_4x_1x_2 + a_5x_1x_3 + a_6x_2x_3 + a_7x_1x_2x_3 \quad (5.1)$$

Коефіцієнти рівняння регресії в загальному вигляді представлені у формулі 5.2.

$$A_0=(Y_1+ Y_2+ Y_3+ Y_4+Y_5+Y_6+Y_7+Y_8)/8 \quad (5.2)$$

$$a_1=( Y_1-Y_2+ Y_3-Y_4+Y_5-Y_6+Y_7-Y_8)/8$$

$$a_2=( Y_1+ Y_2- Y_3- Y_4+Y_5+Y_6 -Y_7-Y_8)/8$$

$$a_3=( Y_1+ Y_2+ Y_3+ Y_4-Y_5-Y_6-Y_7-Y_8)/8$$

$$a_4=( Y_1- Y_2- Y_3+ Y_4+Y_5-Y_6-Y_7+Y_8)/8$$

$$a_5=( Y_1- Y_2+ Y_3- Y_4-Y_5+Y_6-Y_7+Y_8)/8$$

$$a_6=( Y_1+ Y_2- Y_3- Y_4-Y_5-Y_6+Y_7+Y_8)/8$$

$$a_7=( Y_1- Y_2- Y_3+ Y_4-Y_5+Y_6+Y_7-Y_8)/8$$

Де:  $Y_i$  — значення  $i$ -того параметру кожного з зразків, а 4 — кількість зразків.

Розрахунок коефіцієнтів рівняння регресії для вмісту вологи для зразків з використанням протеїну з насіння конопель представлено нижче:

$$A_0=(57,24+58,96+53,56+57,46+57,96+54,35+53,46+53,57)/8=55,82$$

$$a_1=(57,24-58,96+53,56-57,46+57,96-54,35+53,46-53,57)/8=13,13$$

$$a_2=(57,24+58,96-53,56-57,46+57,96+54,35-53,46-53,57)/8=0,15$$

$$a_3=(57,24+58,96+53,56+57,46-57,96-54,35-53,46-53,57)/8=0,008$$

$$a_4=(57,24-58,96-53,56+57,46+57,96-54,35-53,46+53,57)/8=0,73$$

$$a_5=(57,24-58,96-53,56+57,46-57,96+54,35+53,46-53,57)/8=-0,31$$

$$a_6=(57,24+58,96-53,56-57,46-57,96-54,35+53,46+53,57)/8=-0,013$$

$$a_7=(57,24-58,96-53,56+57,46-57,96+54,35+53,46-53,57)/8=-0,03$$

Загальне рівняння залежності вмісту вологи від змінного факторного простору представлено формулою 5.3.

$$Y_{\text{вол}}=55,82+13,13 x_1+0,15 x_2-0,008 x_3+0,73 x_1 x_2 -0,31 x_1 x_3-0,013 x_2 x_3-0,03 x_1 x_2 x_3 \quad (5.3)$$

Аналогічно було розраховано рівняння залежності рН (5.4)

$$A_0=(6,25+ 5,79+ 6,22+ 5,98+6,22+5,96+6,19+6,00)/8=6,08$$

$$a_1=(6,25-5,79+ 6,22-5,98+6,22-5,96+6,19-6,00)/8=0,02$$

$$a_2=(6,25+ 5,79- 6,22- 5,98+6,22+5,96 -6,19-6,00)/8=-0,02$$

$$a_3=(6,25+ 5,79+ 6,22+ 5,89-6,22-5,96-6,19-6,00)/8=-0,02$$

$$a_4=(6,25- 5,79- 6,22+ 5,98+6,22-5,96-6,19+6,00)/8=0,002$$

$$a_5=(6,25- 5,79+ 6,22- 5,98-6,22+5,96-6,19+6,00)/8=0,03$$

$$a_6=(6,25+ 5,79- 6,22- 5,98-6,22-5,96+6,19+6,00)/8=-0,002$$

$$a_7=(6,25- 5,79- 6,22+ 5,98-6,22+5,96+6,19-6,00)/8=0,019$$

Рівняння залежності зміни рН від факторного простору представлено за формулою 5.4.

$$Y_{\text{pH}}=6,08+0,02 x_1-0,02 x_2-0,02 x_3+0,002 x_1 x_2 +0,03 x_1 x_3-0,002 x_2 x_3+0,019 x_1 x_2 x_3 \quad (5.4)$$

Вміст вологи та активна кислотність середовища є важливими факторами, що можуть змінюватись при використанні рослинної сировини, окремо важливо розуміти зміни, що викликає використання лужного та кислотного середовища у процесі гідратації. Проаналізовані залежності представлено графічно на рисунку 5.1

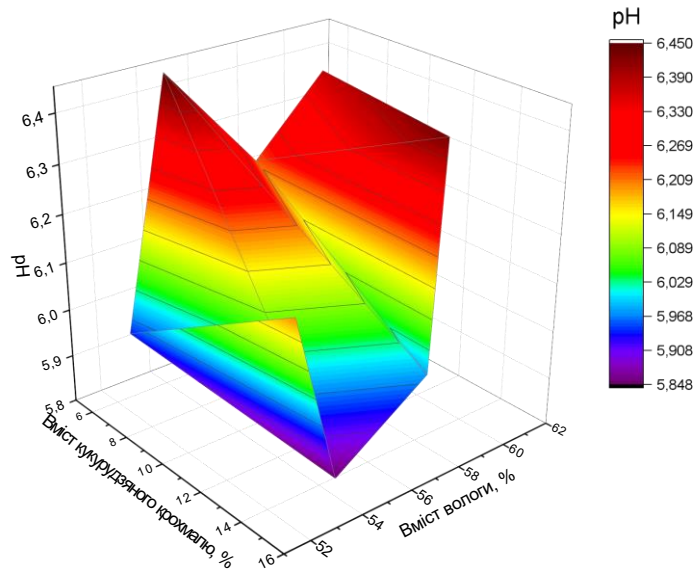


Рисунок 5.1 – Залежність вмісту вологи та рН від рецептурного складу продукту з протеїном з насіння конопель

Представлені математично-статистичні моделі дають змогу оцінити вплив зміни рецептурного складу на функціонально-технологічні показники напівфабрикатів з використанням протеїну з насіння конопель, що дозволяє прогнозувати показники при складанні рецептур.

За цим же алгоритмом було проведено дослідження в плані ПФЕ впливу борошна з насіння конопель та кукурудзяного крохмалю активованих з використанням електрохімічно активованої води. Отримані дані представлені в табл 5.3.

Таблиця 5.3 – Результати досліджень для обрахунку ПФЕ для зразків з використанням борошна з насіння конопель.

Електрохімічно активована вода	Протеїн з насіння конопель	Кукурудзяне борошно	Зразок	Вміст вологи, %	pH
+	+	+	Зразок 9	61,31	6,18
-	+	+	Зразок 10	61,16	5,98
+	-	+	Зразок 11	57,96	6,43
-	-	+	Зразок 12	52,26	6,2
+	+	-	Зразок 13	60,88	6,37
-	+	-	Зразок 14	52,63	5,94
+	-	-	Зразок 15	51,89	6,32
-	-	-	Зразок 16	51,76	5,96

Розрахунок рівняння регресії для зміну вмісту вологи представлено нижче.

Аналогічний розрахунок рівняння залежності зміни факторного простору на вміст вологи проводимо для зразків з використанням борошна з насіння конопель.

Розрахунок коефіцієнтів для рівняння регресії вмісту вологи:

$$A_0=(61,31+61,16+57,96+52,26+60,88+52,63+51,89+51,76)/8=56,23$$

$$a_1=(61,31-61,16+57,96-52,26+60,88-52,63+51,89-51,76)/8=1,78$$

$$a_2=(61,31+61,16-57,96-52,26+60,88+52,63-51,89-51,76)/8=0,19$$

$$a_3=(61,31+61,16+57,96+52,26-60,88-52,63-51,89-51,76)/8=1,94$$

$$a_4=(61,31-61,16-57,96+52,26+60,88-52,63-51,89+51,76)/8=0,32$$

$$a_5=(61,31-61,16-57,96+52,26-60,88+52,63+51,89-51,76)/8=-1,71$$

$$a_6=(61,31+61,16-57,96-52,26-60,88-52,63+51,89+51,76)/8=-0,30$$

$$a_7=(61,31-61,16-57,96+52,26-60,88+52,63+51,89-51,76)/8=-1,71$$

Загальний вміст вологи при зміні факторного простору для рецептур з борошном наведено у рівнянні 5.5.

$$Y_{\text{вол}}=56,23+1,78 x_1+0,19 x_2+1,94 x_3+0,32 x_1 x_2 -1,71 x_1 x_3-0,30 x_2 x_3-1,71 x_1 x_2 x_3 \quad (5.5.)$$

Аналогічно розраховуємо рівняння для рН напівфабрикатів з борошном з насіння конопель:

$$A_0=(6,18+ 5,98+ 6,43+ 6,20+6,37+5,94+6,32+5,96)/8=6,17$$

$$a_1=(6,18-5,98+ 6,43-6,20+6,37-5,94+6,32-5,96)/8=0,15$$

$$a_2=(6,18+ 5,98- 6,43- 6,20+6,37+5,94 -6,32-5,96)/8=-1,65$$

$$a_3=(6,18+ 5,98+ 6,43+ 6,20-6,37-5,94-6,3-5,96)/8=0,025$$

$$a_4=(6,18- 5,98- 6,43+ 6,20+6,37-5,94-6,32+5,96)/8=0,095$$

$$a_5=(6,18- 5,98+ 6,43- 6,20-6,37+5,94-6,32+5,96)/8=-0,045$$

$$a_6=(6,18+ 5,98- 6,43- 6,20-6,37-5,94+6,32+5,96)/8=-0,063$$

$$a_7=(6,18- 5,98- 6,43+ 6,20-6,37+5,94+6,32-5,96)/8=-0,013$$

За результатами проведених обрахунків представлено рівняння (5.6) залежностей для показника рН у зразках з використанням борошна з насіння конопель.

$$Y_{\text{рН}}=6,17+0,15 x_1-1,65 x_2+0,025 x_3+0,095 x_1 x_2 -0,045 x_1 x_3-0,063 x_2 x_3-0,013 x_1 x_2 x_3 \quad (5.6)$$

Математично-статистична модель отриманих залежностей представлена на рисунку 5.2

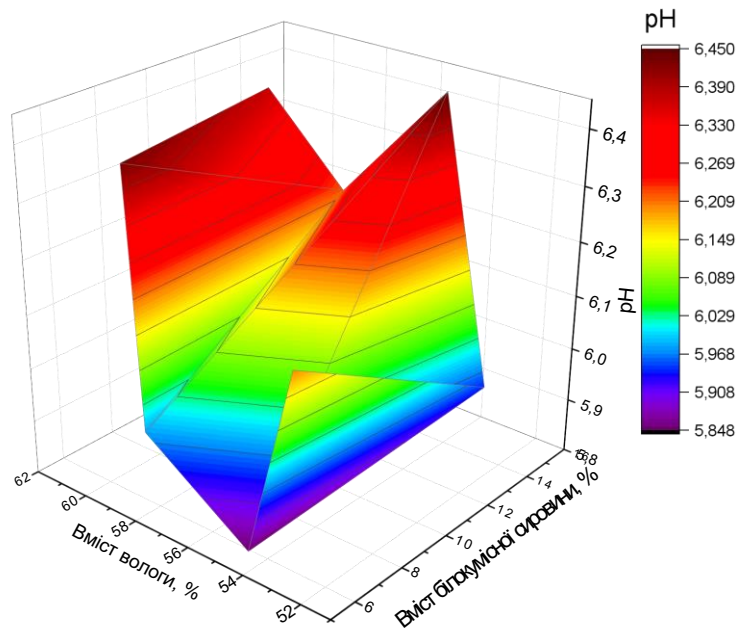


Рисунок 5.2 – Залежність вмісту води та рН від рецептурного складу продукту для зразків з борошном з насіння конопель

Представлені дані отриманих залежностей на рисунках 5.1 та 5.2 для фаршевих систем із використанням борошна з насіння конопель вказують, на подібність отриманих результатів з протеїном. Однак, важливим при проектуванні рецептур враховувати функціонально-технологічні показники окремих інгредієнтів рецептури.

## 5.2. Опис технології виробництва удосконалених рецептур напівфабрикатів у тістовій оболонці

На основі проведених досліджень запропоновано удосконалену технологію напівфабрикатів у тістовій оболонці. Технологічна схема розширена за рахунок внесення рослинної сировини у фаршеву систему з її попередньою підготовкою, що включає в себе гідратацію за допомогою аноліту або католіту. Також запропоновано використання електрохімічно активованої води при замісі тіста.

Для виробництва напівфабрикатів за заданою технологією використано: біле м'ясо курчат-бройлерів, протеїн або борошно з насіння конопель,

кукурудзяний крохмаль холодного набухання, електрохімічно активована вода (аноліт або католіт), цибуля, борошно пшеничне, яйця курячі, сіль та перець. Технологія виробництва напівфабрикатів у тістовій оболонці умовно розділена на процес приготування тіста та фаршу.

Для приготування тіста підготовлюється борошно та яйця, а потім замішується тісто. Окремо відбувається підготовка електрохімічно активованої води, залежно від зразку це аноліт або католіт. Замішане тісто витримують, а потім розкочують до 2 мм у товщину.

Паралельно виконується складання фаршу для начинки. Основними етапами якого є: підготовка та подрібнення цибулі та м'яса за заданими параметрами, підготовка та гідратація електрохімічно активованою водою кукурудзяного крохмалю та продуктів переробки насіння конопель (борошно або протеїн). Після підготовки складових проводиться складання фаршу.

Формування напівфабрикатів виконують за допомогою прес-форм. Заморожування проходить у шоківій морозильній камері при мінус 34 — 35 °С. Отриманий продукт пакується під вакуумом та зберігається у морозильній камері при мінус 18 °С. Загальна схема виробництва напівфабрикатів у тістовій оболонці представлена на рисунку 5.3.



Рисунок 5.3 – Технологічна схема виробництва напівфабрикатів у тісовій оболонці з використанням продуктів переробки насіння конопель, кукурудзяного крохмалю та електрохімічно активованої води

### **5.3. Промислова апробація розроблених напівфабрикатів у тістовій оболонці.**

Проведено промислову апробацію за розробленими проєктами ТУ У та ТІ 10.1-02070938-325:2023 «Напівфабрикати у тістовій оболонці з використанням продуктів переробки насіння конопель та аноліту» та ТУ У та ТІ 10.1-02070938-326:2023 «Напівфабрикати у тістовій оболонці з використанням продуктів переробки насіння конопель та католіту», затверджених в установленому порядку, на СФГ «Калина», ПП «Юник», ПП «Маршалок», ТОВ «УПГ-ІНВЕСТ» та досліджено функціонально-технологічні характеристики вироблених напівфабрикатів з використанням протеїну або борошна з насіння конопель та кукурудзяним крохмалем, що пройшли активацію електрохімічно активованою водою у сирому та після кулінарної готовності

Процес виробництва напівфабрикатів у тістовій оболонці включає наступні етапи: підготовка сировини, приготування фаршу, приготування тіста та формування напівфабрикатів.

Підготовка сировини. М'ясу сировину розморожували та подрібнювали на вовчку з діаметром решітки 3 — 4 мм. Свіжу цибулю очищали та подрібнювали на вовчку з діаметром отворів 2 – 3 мм. Борошно, продукти переробки насіння конопель та кукурудзяний крохмаль просіювали на дрібному ситі з металоуловлювачем. Сіль та спеції також просіювали з використанням металоуловлювачів. Підготовку електрохімічно активованої води здійснювали в умовах Проблемної науково-дослідної лабораторії НУХТ. Окремо проводилась попередня гідратація продуктів переробки насіння конопель та кукурудзяного крохмалю з використанням електрохімічно активованої води. Для з приготування тіста використовувались яйця, що проходили підготовку відповідно до інструкції.

Приготування фаршу. Складання фаршу проводили на кутері, куди завантажуються попередньо підготовлені рецептурні інгредієнти. Перемішування відбувається до отримання однорідної фаршевої маси.

Приготування тіста проводили у тістомісильній машині, куди подається борошно, яйця та електрохімічно активована вода. Усі рецептурні складові перемішуються, до отримання стабільної тістової маси. Тісто подавалось на формувальну машину, де проходить процес розкочування. В окремий бункер формувальної машини подають фарш.

Формування напівфабрикатів відбувалось за заданою формою. Співвідношення маси тіста до маси фаршевої начинки дозволяється не більше як 50 : 50 %. Брак дозволений не більше 3 % від загальної партії.

Сформовані напівфабрикати у тістовій оболонці подавались в шокову морозильну камеру де при температурі мінус 35 °С заморожуються протягом 35 — 40 хв до температури мінус 18 °С в товщі продукту.

Пакування продукту проводилось з використанням вакууму. Зберігання упакованих напівфабрикатів відбувалось у морозильній камері при – мінус 18 °С.

Отримані зразки напівфабрикатів досліджували за основними функціонально-технологічними показниками. Для досліджень використовували зразки напівфабрикатів після розморожування.

Дослідження функціонально-технологічних показників проводили у середній пробі напівфабрикатів та окремо у фаршевій начинці. У таблиці 5.4 представлені результати визначення функціонально-технологічних показників фаршевої начинки.

Таблиця 5.4 – Функціонально-технологічні показники фаршевої начинки для напівфабрикатів

Зразок	Досліджувані показники			
	Вміст вологи, %	V33m,%	V33a,%	pH
Зразок 1	73,98±0,14	100	100	6,22±0,13
Зразок 2	72,45±0,17	100	100	5,98±0,21
Зразок 3	70,02±0,21	100	100	6,45±0,16
Зразок 4	73,14±0,03	100	100	5,85±0,13
Зразок 5	72,53±0,18	100	100	5,94±0,18
Зразок 6	73,32±0,16	100	100	6,20±0,13

1	2	3	4	5
Зразок 7	74,03±0,17	100	100	6,37±0,21
Зразок 8	84,02±0,11	100	100	6,43±0,03

З отриманих результатів видно, що всі зразки показують високий вміст вологи зі 100 % її зв'язуванням, що доводить ефективність підібраних рецептурних інгредієнтів для отримання продуктів з високими функціонально-технологічними показниками.

Для проведення повного аналізу, щодо якості отриманих продуктів досліджено середню пробу напівфабрикатів як фарш та тісто разом.

Результати дослідження середньої проби продукту зазначені у таблиці 5.5

Таблиця 5.5 – Функціонально-технологічні показники напівфабрикатів

Зразок	Досліджувані показники			
	Вміст вологи, %	ВЗЗм,%	ВЗЗа,%	pH
Зразок 1	58,04±0,13	100	100	6,37±0,05
Зразок 2	56,96±0,18	100	100	6,25±0,03
Зразок 3	55,03±0,21	100	100	6,38±0,06
Зразок 4	54,21±0,05	100	100	6,08±0,01
Зразок 5	56,63±0,01	100	100	6,23±0,10
Зразок 6	53,13±0,14	100	100	6,36±0,02
Зразок 7	51,98±0,15	100	100	6,34±0,05
Зразок 8	61,19±0,19	100	100	6,37±0,02

За отриманими результатами досліджень середньої проби напівфабрикатів видно, всі зразки мали високі функціонально-технологічні показники. Найбільший вміст вологи, як у дослідних зразках начинки та середньої проби напівфабрикатів був у зразка №8 з використанням борошну з насіння конопель. Дослідження значень pH в пробі показує значення в межах

норми для м'ясних продуктів. Використання кислого або лужного середовища не має значного впливу на продукт.

Наступним етапом досліджень було визначення функціонально-технологічних показників у продукті після доведення до кулінарної готовності.

Для отримання більш деталізованого відображення якості розробленої рецептури та отримання інформації щодо змін, що відбулися у продукті під час термічного впливу, проведено дослідження основних показників після доведення до кулінарної готовності. Це дослідження спрямоване на детальний аналіз властивостей продукту, враховуючи його характеристики та стан після теплової обробки. Результати дозволяють отримати дані щодо якості розробленої рецептури та впливу термічного оброблення на них. Отримані результати досліджень фаршевої начинки представлені у таблиці 5.6.

Таблиця 5.6 – Функціонально-технологічні показники фаршевої начинки для напівфабрикатів після доведення до стану кулінарної готовності.

Зразок	Досліджувані показники			
	Вміст вологи, %	V33m,%	V33a,%	pH
Зразок 1	70,05±0,26	49,18±0,17	83,54±0,04	6,37±0,05
Зразок 2	69,60±0,18	44,60±0,17	77,14±0,19	6,35±0,10
Зразок 3	73,26±0,17	50,87±0,10	81,28±0,15	6,11±0,15
Зразок 4	74,74±0,12	59,88±0,03	90,04±0,01	6,20±0,04
Зразок 5	72,40±0,06	51,78±0,31	84,86±0,16	6,21±0,08
Зразок 6	73,58±0,01	55,90±0,14	86,26±0,05	6,19±0,17
Зразок 7	72,04±0,05	40,48±0,18	66,38±0,04	6,15±0,04
Зразок 8	78,89±0,03	55,61±0,17	83,96±0,04	6,08±0,05

З отриманих результатів зазначених у таблиці 5.3 видно, що після термічної обробки усі фаршеві начинки показали значення вмісту вологи в межах 69,60±0,18 — 78,89±0,03 %. На зміну вологовмісту значно впливає середовище використовуване для гідратації. У зразках з використанням

протеїну з насіння конопель вміст вологи знизився при використанні аноліту, а при використанні католіту збільшився, а в зразках з борошном відбулась зворотна реакція. Всі зразки знизили вологозв'язуючу здатність найнижче значення показав зразок 7 в рецептурі якого поєднувалось 5 % борошна з насіння конопель 15 % кукурудзяного крохмалю активованих католітом. Усі зразки мали близьке значення рН, що вказує, що у процесі термічної обробки активна кислотність вирівнюється незалежно від середовища гідратації сировини.

Проведено визначення аналогічних показників для середньої проби напівфабрикатів у тістовій оболонці, результати яких представлені у таблиці 5.7.

Таблиця 5.7 – Функціонально-технологічні показники напівфабрикатів у тістовій оболонці після доведення до кулінарної готовності

Зразок	Досліджувані показники			
	Вміст вологи, %	V33m, %	V33a,%	pH
Зразок 1	58,87±0,24	50,19±0,12	87,35±0,02	6,42±0,15
Зразок 2	57,82±0,13	53,32±0,15	79,24±0,12	6,41±0,23
Зразок 3	62,59±0,15	53,23±0,18	84,53±0,16	6,22±0,17
Зразок 4	66,50±0,13	60,64±0,03	95,01±0,12	6,26±0,21
Зразок 5	61,02±0,16	52,53±0,23	85,98±0,23	6,34±0,19
Зразок 6	64,80±0,27	56,98±0,18	88,42±0,24	6,33±0,17
Зразок 7	60,99±0,15	50,28±0,13	72,24±0,02	6,24±0,21
Зразок 8	66,23±0,19	56,42±0,11	86,54±0,13	6,20±0,24

Як видно з отриманих результатів таблиці 5.7 дослідження середньої проби отриманих продуктів, всі зразки мають високі функціонально-технологічні показники. Вміст вологи після кулінарної готовності у зразках знизився, однак вологозв'язуюча здатність дослідних зразків напівфабрикатів вища, за фаршеву начинку. рН дослідних зразків середньої проби знаходився в межах 6,20 — 6,42, що є нормою для даного виду продукту.

## ВИСНОВОК ДО РОЗДІЛУ V

За результатами проведеного математично-статистичного аналізу визначено залежності впливу на вологовміст та значення рН наявності в системі білоквмісної рослинної сировини та кріопротекторів активованих з використанням електрорхімічно активованої води.

Описано удосконалену технологію виробництва напівфабрикатів у тістовій оболонці з використанням рослинної білоквмісної сировини, кукурудзяного крохмалю та електрохімічно активованої води. В процесі удосконалення технології напівфабрикатів у тістовій оболонці передбачені додаткові операції з підготовки продуктів переробки насіння конопель та кукурудзяного крохмалю та процес їх попередньої гідратації з використанням електрохімічно активованої води, що не потребує введення додаткового обладнання.

Проведена промислова апробація за розробленими проєктами ТУ в умовах промислових виробництв та підтверджено високі функціонально-технологічні показники напівфабрикатів, згідно розроблених рецептур.

За результатами досліджень виготовлених зразків доведено їх високі технологічні властивості.

Дослідження зміни функціонально-технологічних показників у готовому до вживання продукті вказують на високі показники вмісту вологи, що впливає на органолептичні показники продукту. Значення рН у продукті знаходилось в межах норми, що вказує на стабілізацію цього показника у процесі доведення до кулінарної готовності, незалежно від початкової кислотності фаршу.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

За результатами аналізу літературних джерел, аналітичними та експериментальними дослідженнями з удосконалення технології напівфабрикатів кулінарних з використанням нетрадиційної білоквмісної сировини, можна зробити наступні висновки:

1. За результатами проведеного літературного пошуку визначено, що перспективною білоквмісною сировиною є продукти переробки насіння конопель. Це дозволить розширити можливості вітчизняних підприємств, щодо використання сировини регіонального походження.

2. На підставі проведених досліджень встановлено, що гідратація протеїну та борошна у співвідношенні 1:2 з водою дозволяє отримати високі функціонально-технологічні показники системи. Проведені дослідження гідратованих зразків білоквмісної сировини до та після термічного впливу дозволили змодельовати рецептури кулінарних напівфабрикатів з високим показниками якості. Дослідження хімічного складу кукурудзяного крохмалю, який містить у своєму складі полісахаридні ланцюги, вказує на перспективність використання даної сировини як кріопротектора у складі м'ясних продуктів, що піддаються впливу заморожування.

3. Досліджено функціонально-технологічних показників продуктів переробки насіння конопель в складі модельних рецептур з різною м'ясною сировиною. Для досліджень були виготовлені зразки напівфабрикатів у тістовій оболонці та фрикадельки. Визначено високі функціонально-технологічні показники фаршевих систем при використанні продуктів переробки насіння конопель. Заморожування напівфабрикатів проводили у шоковій морозильній камері.

4. Підтверджено, що використання продуктів переробки насіння конопель при використанні шокового заморожування дозволяє отримати напівфабрикати у тістовій оболонці з високими функціонально-технологічними показниками та зменшити втрати після кріогенного впливу. Дослідження модельних фаршів з використанням м'яса курчат-бройлерів та продуктів

переробки насіння конопель підтвердило високу стійкість фаршевої системи до впливу низьких температур і дозволяє отримати продукти з високими функціонально-технологічними показниками. Визначено стабільність значень показників активності води та можливості зниження втрат вологовмісту при використанні 20 % продуктів переробки насіння конопель гідратовані 1:2 з водою.

5. Підтверджено, що при активації протеїну з насіння конопель вищі функціонально-технологічні показники показують зразки з використанням аноліту, а для зразків з борошном кращою є активація католітом. Доведено, що використання кукурудзяного крохмалю при виробництві фаршевих систем для заморожених напівфабрикатів виявляється фактором стабілізуючим вологовміст у продукті та запобігає змінам під час впливу низьких температур, що виявляється у стабілізації вологозв'язуючої здатності на рівні 100 %. За результатами досліджень використання католіту дозволяє отримати продукт із кращим термостабільним ефектом при дії температур вище за 300 °С.

6. Дослідження харчової цінності розроблених напівфабрикатів показало, що внесення 20 % гідратованого протеїну або борошна дозволяє отримати продукт з вмістом білка на рівні 11,2 — 9,15 г в 100 г продукту.

7. За результатами досліджень показників безпечності напівфабрикатів у тістовій оболонці після зберігання при мінус 18 °С у вакуумному пакуванні протягом 12 місяців визначено, що напівфабрикати можуть бути віднесені довідносно придатних до вживання.

8. Науково доведено ефективність поєднання до 14 % продуктів переробки насіння конопель, до 15 % кукурудзяного крохмалю та електрохімічно активованою водою у співвідношенні 1:2, що дозволяє удосконалити технологію напівфабрикатів у тістовій оболонці з їх використанням.

9. Розроблено два проекти нормативної документації, а саме ТУ У та ТІ 10.1-02070938-325:2023 «Напівфабрикати у тістовій оболонці з використанням продуктів переробки насіння конопель та аноліту» та ТУ У та

ТІ 10.1-02070938-326:2023 «Напівфабрикати у тістовій оболонці з використанням продуктів переробки насіння конопель та католіту». Проведено промислову апробацію розроблених рецептур напівфабрикатів в умовах СФГ «Калина», ПП «Юник», ПП «Маршалок», ТОВ «УПГ-ІНВЕСТ».

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

Aboagye, G., Zappaterra, M., Laghi, L., Dall'Olio, S., Petracci, M., & Nanni Costa, L. (2020). Water status in meat from pig breeds strongly differing in growth performances. *Food Chemistry*, 305, 125445.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125445>

Ache, N. T., Manju, E. B., Lawrence, M. N., & Tonjock, R. K. (2021). Nutrient and mineral components of wild edible mushrooms from the Kilum-Ijim forest, Cameroon. *African Journal of Food Science*, 15(4), 152–161.

<https://doi.org/10.5897/ajfs2021.2089>

Amagliani, L., O'Regan, J., Kelly, A. L., & O'Mahony, J. A. (2017). The composition, extraction, functionality and applications of rice proteins: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 64, 1–12.

<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.01.008>

Argel, N. S., Ranalli, N., Califano, A. N., & Andrés, S. C. (2020). Influence of partial pork meat replacement by pulse flour on physicochemical and sensory characteristics of low-fat burgers. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 100(10), 3932–3941. <https://doi.org/10.1002/jsfa.10436>

Arrutia, F., Binner, E., Williams, P., & Waldron, K. W. (2020). Oilseeds beyond oil: Press cakes and meals supplying global protein requirements. *Trends in Food Science & Technology*, 100, 88–102. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.03.044>

Aruva, S., Dutta, S., Moses, J. A., & C, A. (2020). Empirical characterization of hydration behavior of Indian paddy varieties by physicochemical characterization and kinetic studies. *Journal of Food Science*, 85(10), 3303–3312. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15441>

Banskota, A. H., Tibbetts, S. M., Jones, A., Stefanova, R., & Behnke, J. (2022). Biochemical Characterization and In Vitro Digestibility of Protein Isolates from Hemp (*Cannabis sativa* L.) By-Products for Salmonid Feed Applications. *Molecules*, 27(15), 4794. <https://doi.org/10.3390/molecules27154794>

Behm, K., Nappa, M., Aro, N., Welman, A., Ledgard, S., Suomalainen, M., & Hill, J. (2022). Comparison of carbon footprint and water scarcity footprint of milk

protein produced by cellular agriculture and the dairy industry. *The International Journal of Life Cycle Assessment*. <https://doi.org/10.1007/s11367-022-02087-0>

Berrazaga, I., Micard, V., Gueugneau, M., & Walrand, S. (2019). The Role of the Anabolic Properties of Plant- versus Animal-Based Protein Sources in Supporting Muscle Mass Maintenance: A Critical Review. *Nutrients*, *11*(8), 1825. <https://doi.org/10.3390/nu11081825>

Bessada, S. M. F., Barreira, J. C. M., & Oliveira, M. B. P. P. (2019). Pulses and food security: Dietary protein, digestibility, bioactive and functional properties. *Trends in Food Science & Technology*, *93*, 53–68. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.08.022>

Biesiekierski, J. R. (2017). What is gluten? *Journal of Gastroenterology and Hepatology*, *32*, 78–81. <https://doi.org/10.1111/jgh.13703>

Bölek, S., Göktaş, M. A., Tosya, F., Göksu, F., & Dinç, Ö. (2023). Effect of different types of electrolyzed water on drying characteristics and quality of *Spondias dulcis* in oven drying. *Food Science and Technology International*. <https://doi.org/10.1177/10820132231186168>

Bölek, S., Tosya, F., & Dinç, Ö. (2023). Effects of different types of electrolyzed waters on rheological characteristics of dough and quality properties of bread. *Food Science and Technology International*, 108201322311702. <https://doi.org/10.1177/10820132231170288>

Bonat Celli, G., Ghanem, A., & Su-Ling Brooks, M. (2015). Influence of freezing process and frozen storage on the quality of fruits and fruit products. *Food Reviews International*, *32*(3), 280–304. <https://doi.org/10.1080/87559129.2015.1075212>

Bordun, I., Ptashnyk, V., Sardyga, M., Chapovska, R., & Baryga, A. (2015). Perspectives of wedge-shaped dehydration method for evaluation of physical and chemical properties of multicomponent aqueous solutions. *Ukrainian Food Journal*, *4*(2), 261–270.

Boukid, F., & Rosene, S. (2020). Grain Proteins: Challenges and Solutions in Developing Consumer-Relevant Foods. *Cereal Foods World*, 65(6). <https://doi.org/10.1094/cfw-65-6-0062>

Bozhko, N., Tischenko, V., Pasichnyi, V., & Matsuk, Y. (2020). Analysis of the possibility of fish and meat raw materials combination in products. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 14, 647–655. <https://doi.org/10.5219/1372>

Bozhko, N., Pasichnyi, V., Tischenko, V., Marynin, A., Shubina, Y., & Strashynskiy, I. (2021). Determining the nutritional value and quality indicators of meat-containing bread made with hemp seeds flour (*Cannabis sativa* L.). *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4(11(112)), 58–65. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.237806>

Bühler, J. M., Schlangen, M., Möller, A. C., Bruins, M. E., & van der Goot, A. J. (2021). Starch in Plant-Based Meat Replacers A New Approach to Using Endogenous Starch from Cereals and Legumes. *Starch - Stärke*, 2100157. <https://doi.org/10.1002/star.202100157>

Capcanari, T., Covaliov, E., Negoita, C., Siminiuc, R., Chirsanova, A., Reșitca, V., & Țurcanu, D. (2023). Hemp Seed Cake Flour as a Source of Proteins, Minerals and Polyphenols and Its Impact on the Nutritional, Sensorial and Technological Quality of Bread. *Foods*, 12(23)

Chaves, A., & Zaritzky, N. (2018). Cooling and freezing of fruits and fruit products. *Fruit Preservation: Novel and Conventional Technologies*, 127–180.

Cócaro, E. S., Laurindo, L. F., Alcantara, M., Martins, I. B. A., Junior, A. A. B., & Deliza, R. (2019). The addition of golden flaxseed flour (*Linum usitatissimum* L.) in chicken burger: Effects on technological, sensory, and nutritional aspects. *Food Science and Technology International*, 26(2), 105–112. <https://doi.org/10.1177/1082013219871410>

Cornet, S. H. V., Snel, S. J. E., Schreuders, F. K. G., van der Sman, R. G. M., Beyrer, M., & van der Goot, A. J. (2021), Thermo-mechanical processing of plant proteins using shear cell and high-moisture extrusion cooking, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1–18. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1864618>

Dang, D. S., Bastarrachea, L. J., Martini, S., & Matarneh, S. K. (2021). Crystallization Behavior and Quality of Frozen Meat. *Foods*, 10(11), 2707. <https://doi.org/10.3390/foods10112707>

de Souza Celente, G., Sui, Y., & Acharya, P. (2023). Seaweed as an alternative protein source: Prospective protein extraction technologies. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 103374. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2023.103374>

Deli, M., Petit, J., Nguimbou, R. M., Beaudelaire Djantou, E., Njintang Yanou, N., & Scher, J. (2019). Effect of sieved fractionation on the physical, flow and hydration properties of *Boscia senegalensis* Lam., *Dichostachys glomerata* Forssk. and *Hibiscus sabdariffa* L. powders. *Food Science and Biotechnology*, 28(5), 1375–1389. <https://doi.org/10.1007/s10068-019-00597-6>

Domínguez, R., Pateiro, M., Gagaoua, M., Barba, F. J., Zhang, W., & Lorenzo, J. M. (2019). A Comprehensive Review on Lipid Oxidation in Meat and Meat Products. *Antioxidants*, 8(10), 429. <https://doi.org/10.3390/antiox8100429>

Drachuk, U., Simonova, I., Halukh, B., Basarab, I., & Romashko, I. (2018). The study of lentil flour as a raw material for production of semismoked sausages. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6(11 (96)), 44–50. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.148319>

Du, L., & Betti, M. (2016). Chicken collagen hydrolysate cryoprotection of natural actomyosin: Mechanism studies during freeze-thaw cycles and simulated digestion. *Food Chemistry*, 211, 791–802. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.05.092>

Eshag Osman, M. F., Mohamed, A. A., Alamri, M. S., Ahmed, I. A. M., Hussain, S., Ibraheem, M. I., & Qasem, A. A. (2021). Quality Characteristics of Beef Patties Prepared with Octenyl-Succinylated (Osan) Starch. *Foods*, 10(6), 1157. <https://doi.org/10.3390/foods10061157>

Eshag Osman, M. F., Mohamed, A. A., Mohamed Ahmed, I. A., Alamri, M. S., Al Juhaimi, F. Y., Hussain, S., Ibraheem, M. A., & Qasem, A. A. (2022), Acetylated corn starch as a fat replacer: Effect on physiochemical, textural, and sensory

attributes of beef patties during frozen storage, *Food Chemistry*, 388, 132988.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.132988>

Eze, C. R., Kwofie, E. M., Adewale, P., Lam, E., & Ngadi, M. (2022). Advances in legume protein extraction technologies: A review. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 103199.  
<https://doi.org/10.1016/j.ifset.2022.103199>

Fan, S., Zhang, Z., Duncan, G. J., Morris, A., Scobbie, L., Henderson, D., Morrice, P., Russell, W. R., Duncan, S. H., & Neacsu, M. (2023). Bioprocessing of Hempseed (*Cannabis sativa* L.) Food By-Products Increased Nutrient and Phytochemical In Vitro Bioavailability during Digestion and Microbial Fermentation. *Applied Sciences*, 13(9), 5781. <https://doi.org/10.3390/app13095781>

Feng, Y., Yu, D., Lin, T., Jin, Q., Wu, J., Chen, C., & Huang, H. (2021). Complexing hemp seed protein with pectin for improved emulsion stability. *Journal of Food Science*. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15810>

Finnigan, T., Needham, L., & Abbott, C. (2017). Mycoprotein: A healthy new protein with a low environmental impact. In Sustainable protein sources. *Academic Press*, 305–325.

Fracasso, A. F., Perussello, C. A., Haminiuk, C. W. I., Jorge, L. M. M., & Jorge, R. M. M. (2014). Hydration kinetics of soybeans: Transgenic and conventional cultivars. *Journal of Cereal Science*, 60(3), 584–588.  
<https://doi.org/10.1016/j.jcs.2014.07.011>

Geerts, M. E. J., Dekkers, B. L., van der Padt, A., & van der Goot, A. J. (2018). Aqueous fractionation processes of soy protein for fibrous structure formation. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 45, 313–319.  
<https://doi.org/10.1016/j.ifset.2017.12.002>

Gerliani, N., Hammami, R., & Aïder, M. (2020). Extraction of protein and carbohydrates from soybean meal using acidic and alkaline solutions produced by electro-activation. *Food Science & Nutrition*, 8(2), 1125–1138.  
<https://doi.org/10.1002/fsn3.1399>

Hashempour-Baltork, F., Khosravi-Darani, K., Hosseini, H., Farshi, P., & Reihani, S. F. S. (2020). Mycoproteins as safe meat substitutes. *Journal of Cleaner Production*, 253, 119958. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.119958>

Ishamri, I., & Huda, N. (2023). Cryoprotectant Effects on Duck Surimi During Frozen Storage. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*, 11(2), 641–654. <https://doi.org/10.12944/crnfsj.11.2.15>

Järviö, N., Parviainen, T., Maljanen, N.-L., Kobayashi, Y., Kujanpää, L., Ercili-Cura, D., Landowski, C. P., Ryyänen, T., Nordlund, E., & Tuomisto, H. L. (2021). Ovalbumin production using *Trichoderma reesei* culture and low-carbon energy could mitigate the environmental impacts of chicken-egg-derived ovalbumin. *Nature Food*, 2(12), 1005–1013. <https://doi.org/10.1038/s43016-021-00418-2>

Jayas, D. S. (2016). Food Dehydration. *V Reference Module in Food Science*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-100596-5.02913-9>

Kim, M., Hwang, H.-S., Jeong, S., & Lee, S. (2022). Utilization of oleogels with binary oleogelator blends for filling creams low in saturated fat. *LWT*, 155, 112972. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112972>

Kinyanjui, P. K., Njoroge, D. M., Makokha, A. O., Christiaens, S., Ndaka, D. S., & Hendrickx, M. (2014). Hydration properties and texture fingerprints of easy- and hard-to-cook bean varieties. *Food Science & Nutrition*, 3(1), 39–47. <https://doi.org/10.1002/fsn3.188>

Kochubei-Lytvynenko, O., Marynin, A., Yushchenko, N., Kuzmyk, U., & Lazarenko, M. (2017). THERMOGRAVIMETRIC ANALYSIS OF INDICATORS OF THE PASTE BASED ON SOUR CREAM. *EUREKA: Life Sciences*, 6, 3–9. <https://doi.org/10.21303/2504-5695.2017.00493>

Köhler, R., Kariuki, L., Lambert, C., & Biesalski, H. K. (2019). Protein, amino acid and mineral composition of some edible insects from Thailand. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 22(1), 372–378. <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2019.02.002>

Korus, J., Witczak, M., Ziobro, R., & Juszczak, L. (2017). Hemp (*Cannabis sativa* subsp. *sativa*) flour and protein preparation as natural nutrients and structure

forming agents in starch based gluten-free bread. *LWT*, 84, 143–150. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.05.046>

Kotecka-Majchrzak, K., Sumara, A., Fornal, E., & Montowska, M. (2020). Oilseed proteins – Properties and application as a food ingredient. *Trends in Food Science & Technology*, 106, 160–170. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.10.004>

Kovalov, K. M., Alekseev, O. M., Lazarenko, M. M., Zabashta, Y. F., Grabovskii, Y. E., & Tkachov, S. Y. (2017). Influence of Water on the Structure and Dielectric Properties of the Microcrystalline and Nano-Cellulose. *Nanoscale Research Letters*, 12(1). <https://doi.org/10.1186/s11671-017-2231-5>

Krishnamoorthi, R., Srinivash, M., Mahalingam, P. U., & Malaikozhundan, B. (2022). Dietary nutrients in edible mushroom, *Agaricus bisporus* and their radical scavenging, antibacterial, and antifungal effects. *Process Biochemistry*. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2022.06.021>

Kumar, G., Le, D. T., Durco, J., Cianciosi, S., Devkota, L., & Dhital, S. (2023). Innovations in legume processing: Ultrasound-based strategies for enhanced legume hydration and processing. *Trends in Food Science & Technology*, 104122. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2023.104122>

Langyan, S., Yadava, P., Khan, F. N., Dar, Z. A., Singh, R., & Kumar, A. (2022). Sustaining Protein Nutrition Through Plant-Based Foods. *Frontiers in Nutrition*, 8. <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.772573>

Langyan, S., Yadava, P., Khan, F. N., Dar, Z. A., Singh, R., & Kumar, A. (2022b). Sustaining Protein Nutrition Through Plant-Based Foods. *Frontiers in Nutrition*, 8. <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.772573>

Lee, J., Park, H. W., Jenkins, R., Yoon, W. B., & Park, J. W. (2017). Image and chemical analyses of freezing-induced aggregates of fish natural actomyosin as affected by various phosphate compounds. *Food Bioscience*, 19, 57–64. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2017.06.007>

Li, Q., Zheng, J., Ge, G., Zhao, M., & Sun, W. (2020). Impact of heating treatments on physical stability and lipid-protein co-oxidation in oil-in-water

emulsion prepared with soy protein isolates. *Food Hydrocolloids*, 100, 105167.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.06.012>

Liu, M., Childs, M., Loos, M., Taylor, A., Smart, L. B., & Abbaspourrad, A. (2022). The effects of germination on the composition and functional properties of hemp seed protein isolate. *Food Hydrocolloids*, 108085.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2022.108085>

Lo, B., Kasapis, S., & Farahnaky, A. (2021). Lupin protein: Isolation and techno-functional properties, a review. *Food Hydrocolloids*, 112, 106318.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2020.106318>

Mamone, G., Picariello, G., Ramondo, A., Nicolai, M. A., & Ferranti, P. (2019). Production, digestibility and allergenicity of hemp (*Cannabis sativa* L.) protein isolates. *Food Research International*, 115, 562–571.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.09.017>

Marynin, A., Bolshak, Y., Svyatnenko, R., & Shtepa, D. (2020). Research of peculiarities of physicochemical indicators of water processed by reagent-free electrochemical method. *Bulletin of the National Technical University «KhPI» Series: New solutions in modern technologies*, (2(4)), 103–109.  
<https://doi.org/10.20998/2413-4295.2020.02.13>

Miyawaki, O. (2018). Water and Freezing in Food. *Food Science and Technology Research*, 24(1), 1–21. <https://doi.org/10.3136/fstr.24.1>

Mohanty, B. P., Mahanty, A., Ganguly, S., Mitra, T., Karunakaran, D., & Anandan, R. (2019). Nutritional composition of food fishes and their importance in providing food and nutritional security. *Food Chemistry*, 293, 561–570.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.11.039>

Monteiro, C. A., Cannon, G., Levy, R. B., Moubarac, J.-C., Louzada, M. L., Rauber, F., Khandpur, N., Cediel, G., Neri, D., Martinez-Steele, E., Baraldi, L. G., & Jaime, P. C. (2019). Ultra-processed foods: what they are and how to identify them. *Public Health Nutrition*, 22(5), 936–941.  
<https://doi.org/10.1017/s1368980018003762>

Munialo, C. D., van der Linden, E., Ako, K., & de Jongh, H. H. J. (2015). Quantitative analysis of the network structure that underlines the transitioning in mechanical responses of pea protein gels. *Food Hydrocolloids*, *49*, 104–117. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2015.03.018>

Nagarajan, D., Varjani, S., Lee, D.-J., & Chang, J.-S. (2021). Sustainable aquaculture and animal feed from microalgae – Nutritive value and techno-functional components. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *150*, 111549. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111549>

Nasrollahzadeh, F., Roman, L., Swaraj, V., Ragavan, K., Vidal, N., & Dutcher, J. (2022). Hemp (*Cannabis sativa* L.) protein concentrates from wet and dry industrial fractionation: Molecular properties, nutritional composition, and anisotropic structuring. *FOOD HYDROCOLLOIDS*, (131).

Ojha, S., Bekhit, A. E.-D., Grune, T., & Schlüter, O. K. (2021). Bioavailability of nutrients from edible insects. *Current Opinion in Food Science*, *41*, 240–248. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2021.08.003>

Pan, S., Jiang, L., Meng, X., & Wu, S. (2017). Myofibrillar protein denaturation in frozen and stored *Clanis bilineata* larvae as affected by pullulan. *International Journal of Food Properties*, *20*(sup3), S2342—S2348. <https://doi.org/10.1080/10942912.2017.1362432>

Park, J.-H., Lee, Y.-J., Lim, J.-G., Jeon, J.-H., & Yoon, K.-S. (2021), Effect of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Starch and Seeds on the Physicochemical and Textural and Sensory Properties of Chicken Meatballs during Frozen Storage, *Foods*, *10*(7), 1601. <https://doi.org/10.3390/foods10071601>

Pasichnyi, V., Bozhko, N., Tischenko, V., Marynin, A., Shubina, Y., Svyatnenko, R., Haschuk, O., & Moroz, O. (2022). Studying the influence of berry extracts on the quality and safety indicators of half-smoked sausages. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, *1*(11(115)), 33–40. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.252369>

Peshuk, L. V., Gorbach, A. Y., & Bakhmach, V. A. (2017). Перспективи використання рослинних і тваринних білків в технології м'ясних продуктів.

*Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 19(80), 68–73. <https://doi.org/10.15421/nvlvet8014>

Peshuk, L., & Simonova, I. (2021). Development of meat and fish formed semi-finished products for herodietic food. *Bulletin of the National Technical University «KhPI» Series: New solutions in modern technologies*, (3(9)), 74–80. <https://doi.org/10.20998/2413-4295.2021.03.11>

Peters, J. P. C. M., Vergeldt, F. J., Boom, R. M., & van der Goot, A. J. (2017). Water-binding capacity of protein-rich particles and their pellets. *Food Hydrocolloids*, 65, 144–156. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2016.11.015>

Petrova, Z. O., Kuznietsova, I. V., Myrynin, A. I., & Novikova, Y. P. (2022). RESEARCH OF WATER ACTIVITY INDICATOR FOR MULOTORPHONE GRANULES. *Thermophysics and Thermal Power Engineering*, 44(1), 14–19. <https://doi.org/10.31472/ttpe.1.2022.2>

Pinckaers, P. J. M., Trommelen, J., Snijders, T., & van Loon, L. J. C. (2021). The Anabolic Response to Plant-Based Protein Ingestion. *Sports Medicine*. <https://doi.org/10.1007/s40279-021-01540-8>

Preece, K. E., Hooshyar, N., & Zuidam, N. J. (2017). Whole soybean protein extraction processes: A review. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 43, 163–172. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2017.07.024>

Prestes, R. C., Silva, L. B., Torri, A. M. P., Kubota, E. H., Rosa, C. S., Roman, S. S., Kempka, A. P., & Demiate, I. M. (2014). Sensory and physicochemical evaluation of low-fat chicken mortadella with added native and modified starches. *Journal of Food Science and Technology*, 52(7), 4360–4368. <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1496-2>

Ren, L.-k., Fan, J., Yang, Y., Liu, X.-f., Wang, B., Bian, X., Wang, D.-f., Xu, Y., Bao-xiang, L., Peng-yu, Z., & Zhang, N. (2022). Identification, in silico selection, and mechanism study of novel antioxidant peptides derived from the rice bran protein hydrolysates. *Food Chemistry*, 135230. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.135230>

Romashchenko, M. I., Konakov, B. I., Polishchuk, V. V., & Usatyi, S. V. (2021). Electrochemically activated water (ECHA<sub>W</sub>): history of discovery, specificity of the process, current state and prospects of its application under irrigation conditions. *Міжвідомчий тематичний науковий збірник "Меліорація і водне господарство"*, (2), 177–189. <https://doi.org/10.31073/mivg202102-291>

Romero, M. C., Fogar, R. A., Doval, M. M., Romero, A. M., & Judis, M. A. (2019). Optimisation of cooking properties of healthier beef patties and quality evaluation during frozen storage, *Journal of Food Measurement and Characterization*, 13(3), 1907–1916. <https://doi.org/10.1007/s11694-019-00109-4>

Roobab, U., Madni, G. M., Ranjha, M. M. A. N., Khan, A. W., Selim, S., Almuhayawi, M. S., Samy, M., Zeng, X.-A., & Aadil, R. M. (2023). Applications of water activated by ozone, electrolysis, or gas plasma for microbial decontamination of raw and processed meat. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 7. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1007967>

Sá Júnior, P. L. S., Silva, L. J., Andrade, H. A., Maciel, M. I. S., Shinohara, N. K. S., Gloria, M. B. A., & Oliveira Filho, P. R. C. (2021). Optimization of mechanically separated meat washing cycles and of corn starch addition in saramunete ( *Pseudopneus maculatus* ) sausages. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(12). <https://doi.org/10.1111/jfpp.16093>

Saeed, F., Afzaal, M., Khalid, A., Shah, Y. A., Ateeq, H., Islam, F., Akram, N., Ejaz, A., Nayik, G. A., & Shah, M. A. (2023). Role of mycoprotein as a non-meat protein in food security and sustainability: a review. *International Journal of Food Properties*, 26(1), 683–695. <https://doi.org/10.1080/10942912.2023.2178456>

Sholpan, A., Lamas, A., Cepeda, A., & Franco, C. M. (2019). Raw poultry meatballs with soya flour: Shelf life and nutritional value. *Foods and Raw Materials*, 396–402. <https://doi.org/10.21603/2308-4057-2019-2-396-402>

Sim, S. Y. J., SRV, A., Chiang, J. H., & Henry, C. J. (2021). Plant Proteins for Future Foods: A Roadmap. *Foods*, 10(8), 1967. <https://doi.org/10.3390/foods10081967>

Skochko, O., Druhoveiko, V., Shevchenko, I., & Maslikov, M. (2018). STUDY OF CRYOPROTECTORAL PROPERTIES OF BIO-POLYSACHARID MIXTURES IN THE COMPOSITION OF MINCED SEMI-PRODUCTS. *Scientific Works of National University of Food Technologies*, 24(5), 202–207. <https://doi.org/10.24263/2225-2924-2018-24-5-25>

Sogari, G., Caputo, V., Joshua Petterson, A., Mora, C., & Boukid, F. (2023). A Sensory Study on Consumer Valuation for Plant-Based Meat Alternatives: What is liked and disliked the most? *Food Research International*, 112813. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.112813>

Sova, N., Lutsenko, M., Yefimov, V., & Kurhalin, S. (2018). Characteristics of bulk hemp products. *Bulletin of the National Technical University «KhPI» Series: New solutions in modern technologies*, (45(1321)), 207–213. <https://doi.org/10.20998/2413-4295.2018.45.29>

Talukder, S., Mendiratta, S. K., Soni, A., Singh, T. P., Chhangte, L., Kumar, R. R., Goswami, M., Malav, O. P., & A, I. (2015). Development and quality characterization of mutton snack. *Nutrition & Food Science*, 45(6), 873–882. <https://doi.org/10.1108/nfs-04-2015-0041>

Tang, T., Wu, N., Tang, S., Xiao, N., Jiang, Y., Tu, Y., & Xu, M. (2023). Industrial Application of Protein Hydrolysates in Food. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.2c06957>

Thorn, R. M. S., Pendred, J., & Reynolds, D. M. (2017). Assessing the antimicrobial potential of aerosolised electrochemically activated solutions (ECAS) for reducing the microbial bio-burden on fresh food produce held under cooled or cold storage conditions. *Food Microbiology*, 68, 41–50. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2017.06.018>

Tomé, D. (2021). Yeast Extracts: Nutritional and Flavoring Food Ingredients. *ACS Food Science & Technology*, 1(4), 487–494. <https://doi.org/10.1021/acsfoodscitech.0c00131>

Topchii, O., Kotliar, Y., Honcharenko, T., Petryna, A., & Tarasiuk, O. (2019). USE OF OILSEED POLYFUNCTIONAL SUPPLEMENTS IN THE

MANUFACTURE OF MEAT PRODUCTS. *Food Science and Technology*, 13(2).  
<https://doi.org/10.15673/fst.v13i2.1384>

Vinnikova,, L. G., & Pronkina, K. V. (2016). THE CHANGES OF CHARACTERISTICS OF THE PORK WHOLE MUSCLE MEAT PRODUCTS WHILE USING THE ELECTROLYZED WATER. *Food Science and Technology*, 10(2). <https://doi.org/10.15673/fst.v10i2.151>

Vu, T. P., He, L., McClements, D. J., & Decker, E. A. (2020), Effects of water activity, sugars, and proteins on lipid oxidative stability of low moisture model crackers, *Food Research International*, 130, 108844.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108844>

Waltz, E. (2022). Cow-less milk: the rising tide of animal-free dairy attracts big players. *Nature Biotechnology*, 40(11), 1534–1536.  
<https://doi.org/10.1038/s41587-022-01548-z>

Wang, C., Rao, J., Li, X., He, D., Zhang, T., Xu, J., Chen, X., Wang, L., Yuan, Y., & Zhu, X. (2023). Chickpea protein hydrolysate as a novel plant-based cryoprotectant in frozen surimi: Insights into protein structure integrity and gelling behaviors. *Food Research International*, 169, 112871.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.112871>

Wang, X.-x., Li, Y.-s., Zhou, Y., Ma, F., Li, P.-j., & Chen, C.-g. (2019), Effect of resistant corn starch on the thermal gelling properties of chicken breast myosin, *Food Hydrocolloids*, 96, 681–687. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.06.013>

Watson, E. (2022). How are companies using canola protein? In conversation with Merit Functional Foods. *Food Navigator*.

Wilsmann, D. E., Carvalho, D., Zottis Chitolina, G., Apellanis Borges, K., Quedi Furian, T., Carvalho Martins, A., Webber, B., & Pinheiro do Nascimento, V. (2020). Electrochemically-Activated Water Presents Bactericidal Effect Against Salmonella Heidelberg Isolated from Poultry Origin. *Foodborne Pathogens and Disease*, 17(3), 228–233. <https://doi.org/10.1089/fpd.2019.2682>

Wu, Y.-B., & Lin, K.-W. (2013). Influences of Xylooligosaccharides and Saccharides on the Properties of Meat Batter During Frozen Storage. *Journal of Food Processing and Preservation*, 38(4), 1439–1446. <https://doi.org/10.1111/jfpp.12103>

Xie, Y., Zhou, K., Chen, B., Al-Dalali, S., Li, C., Wang, Y., Wang, Z., Zhou, H., Li, P., & Xu, B. (2023). Synergism effect of low voltage electrostatic field and antifreeze agents on enhancing the qualities of frozen beef steak: Perspectives on water migration and protein aggregation. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 84, 103263. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2022.103263>

Yan, X., Tang, J., dos Santos Passos, C., Nurisso, A., Simões-Pires, C. A., Ji, M., Lou, H., & Fan, P. (2015). Characterization of Lignanamides from Hemp (*Cannabis sativa* L.) Seed and Their Antioxidant and Acetylcholinesterase Inhibitory Activities. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 63(49), 10611–10619. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5b05282>

Yang, H.-S., Choi, S.-G., Jeon, J.-T., Park, G.-B., & Joo, S.-T. (2007). Textural and sensory properties of low fat pork sausages with added hydrated oatmeal and tofu as texture-modifying agents. *Meat Science*, 75(2), 283–289. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.07.013>

Yu, Q., Guo, M., Zhang, B., Wu, H., Zhang, Y., & Zhang, L. (2020). Analysis of Nutritional Composition in 23 Kinds of Edible Fungi. *Journal of Food Quality*, 2020, 1–9. <https://doi.org/10.1155/2020/8821315>

Zajac, M., Guzik, P., Kulawik, P., Tkaczewska, J., Florkiewicz, A., & Migdał, W. (2019). The quality of pork loaves with the addition of hemp seeds, dehulled hemp seeds, hemp protein and hemp flour. *LWT*, 105, 190–199. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.02.013>

Zeng, Y., Chen, E., Zhang, X., Li, D., Wang, Q., & Sun, Y. (2022). Nutritional Value and Physicochemical Characteristics of Alternative Protein for Meat and Dairy—A Review. *Foods*, 11(21), 3326. <https://doi.org/10.3390/foods11213326>

Zhang, H., Li, X., Kang, H., & Peng, X. (2023). Chitosan nanoparticles effectively improved quality stability of pork patties subjected to multiple freeze–

thaw cycles. *Meat Science*, 196, 109029.  
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2022.109029>

Zwinkels, J., Wolkers-Rooijackers, J., & Smid, E. J. (2023). Solid-state fungal fermentation transforms low-quality plant-based foods into products with improved protein quality. *LWT*, 114979. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.114979>

Бірюк, Ю. В., Полоз, Д. С., & Чернюшок, О. А. (2021). Аналіз ринку м'ясних напівфабрикатів в Україні. У *Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті Євроінтеграції : X Міжнародна науково-технічна конференція* (с. 188–189). НУХТ.

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»*.

Бордун, І. М., Пташник, В. В., Чаповська, Р. Б., & Барига, А. А. (2014). Електрохімічно активовані розчини як екобезпечні дезінфектанти цукрового виробництва. *Цукор України*, (3), 25–28.

Віннікова, Л. Г., & Пронькіна, К. В. (2015). Impact of electrically activated water fractions on functional and processing properties of beef and pork. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3(10(75)), 36.  
<https://doi.org/10.15587/1729-4061.2015.43781>

Войцехівська, Л. У., Лизова, В. Ю., Шелкова, Т. В., & Борсолук, Л. М. (2016). (). Дослідження впливу активованих водних розчинів на якість м'ясних посічених напівфабрикатів. , (). *Продовольчі ресурси*, (6), 176–180.

Гусарова, О. В., Михайлик, В. А., & Шапар, Р. О. (2021). Вплив паротермічної обробки яблук на теплоту зневоднення. *Scientific Works*, 85(1).  
<https://doi.org/10.15673/swonaft.v85i1.2069>

Дубініна, А. А., Ленерт, С. О., & Попова, Т. М. (2015). Analysis of amino acid composition and biological value of protein from buckwheat groats of different varieties. *Technology audit and production reserves*, 4(4(24)), 55.  
<https://doi.org/10.15587/2312-8372.2015.47707>

Кошель, О. Ю., Мельник, О. Ю., & Перцевой, Ф. В. (2018). Використання модифікованого крохмалю у начинках для кондитерських виробів. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. Технічні науки*, 18(1), 223–228.

Лисий, О. В., & Грабовська, О. В. (2015). Вплив харчових інгредієнтів на реологічні властивості набухаючого крохмалю. *Цукор України*, (3), 33–38.

Маринін, А. І., Шпак, В. В., & Святненко, Р. С. (2023). Маринін, А. І. Реологічні показники суспензій кукурудзяного крохмалю, приготованих з використанням електрохімічно активованої води. У *Промисловість та крафт для HoReCa в туризмі: досвід, проблеми, інновації* (с. 98–100). НУХТ.

Мельников, К. О., Колісниченко, Т. О., Мацук, Ю. А., & Марченко, І. М. (2018). (). Сучасні аспекти використання рибної сировини у технологіях м'ясомістких продуктів. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. Технічні науки.*, 18(1), 153–158.

Мукоїд, Р. М., Лісовий, М. А., & Пархоменко, А. М. (2020). Виробництво пива з додаванням насіння канабісу. У *The 6th International scientific and practical conference “Topical issues of the development of modern science”* (с. 639–647). Publishing House “ACCENT”.

Ощипок, І. М. Методи отримання модифікованого крохмалю і його застосування у виробництві варених ковбас. У *Scientific Collection «InterConf», (34): with the Proceedings of the 6th International Scientific and Practical Conference «International Forum: Problems and Scientific Solutions»* (с. 701). EDITOR COORDINATOR.

Паляниця, Л. Я., Березовська, Н. І., Косів, Р. Б., & Паньків, Н. О. (2014). Біоконверсія меляси з використанням електрохімічно активованої води. *Цукор України*, (3), 40–41.

Пасічний, В. М., Божко, Н. В., & Шалда, І. С. (2016). Оцінка функціонально-технологічних властивостей січених напівфабрикатів з м'ясом качки. *Харчова промисловість*, 20, 55–60.

Пасічний, В. М., Степаненко, І. О., Міщук, М. Ю., Макарчук, М. Р., Вишнівенко, С. В., Петрусь, О. С., & Ястреба, Ю. А. (2015). Удосконалення технологій м'ясо-рибних напівфабрикатів. *Науковий вісник ЛНУВМБ імені С. З. Гжицького. Технічні науки. Серія : Харчові технології*, 17(1 (61) Ч.4.), 76–79.

Пасічний, В. М., Хайдер, М., Шевченко, Т. П., & Єленець, Ю. А. (2014). Удосконалення технології підготовки м'яса перепелів для їх промислового використання. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. Гжицького*, 16, № 3(4), 114–118.

*Ринок напівфабрикатів в Україні: прогнози.* (2023, 22 червня). Pro-consulting.ua. <https://pro-consulting.ua/ua/pressroom/rynok-polufabrikatov-v-ukraine-prognozy>

Свистун, Т. В., & Туз, К. В. (2017). Аналіз ринку заморожених напівфабрикатів України. *Економіка харчової промисловості*, 9(2), 19–23.

Сухенко, Ю. Г., Жеплінська, М. М., Пасічний, В. М., & Тимошенко, І. В. (2019). Оптимізація виробничих процесів (Ю. Г. Сухенко, Ред.). Інкос.

Тищенко, В. І., Божко, Н. В., & Пасічний, В. М. (2016). Рибний фарш як сировина для виробництва полікомпонентних продуктів харчування. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства*, (179 «Сучасні напрямки технології та механізації процесів переробних і харчових виробництв»), 100–107.

Тищенко, В. І., Божко, Н. В., & Пасічний, В. М. (2017). Розробка рецептури полікомпонентних м'ясних хлібів на основі фаршу прісноводної риби. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*, 23(2), 172–178.

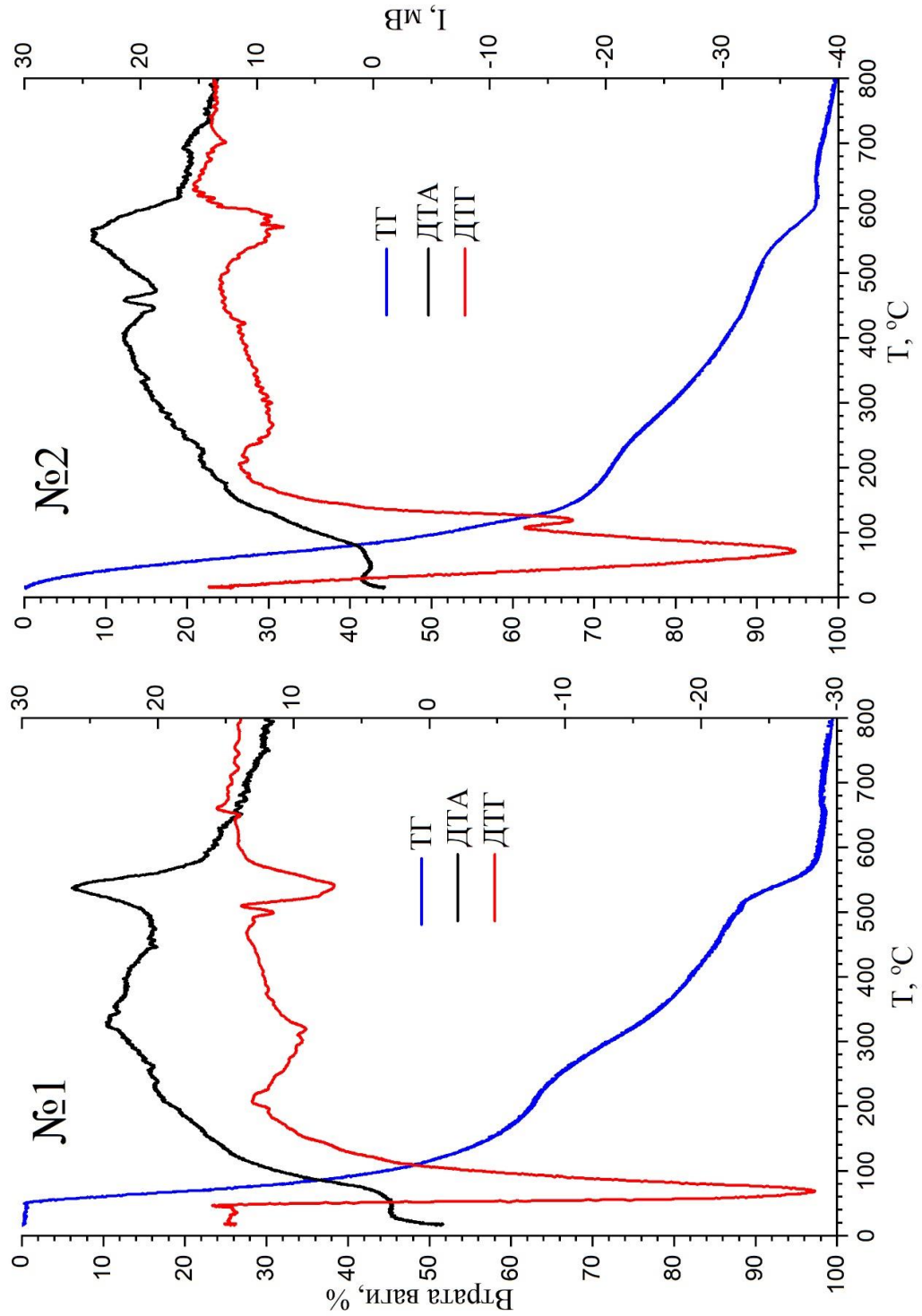
Ткаченко, С. В., Шейко, Т. В., Смоленський, В. Б., Бірук, О. В., Соколенко, Н. О., Грушецький, Р. І., & Хомічак, Л. М. (2015). Перспективи застосування електрохімічно активованих розчинів у технологічному процесі цукрового виробництва. *Цукор України*, (5), 13–17.

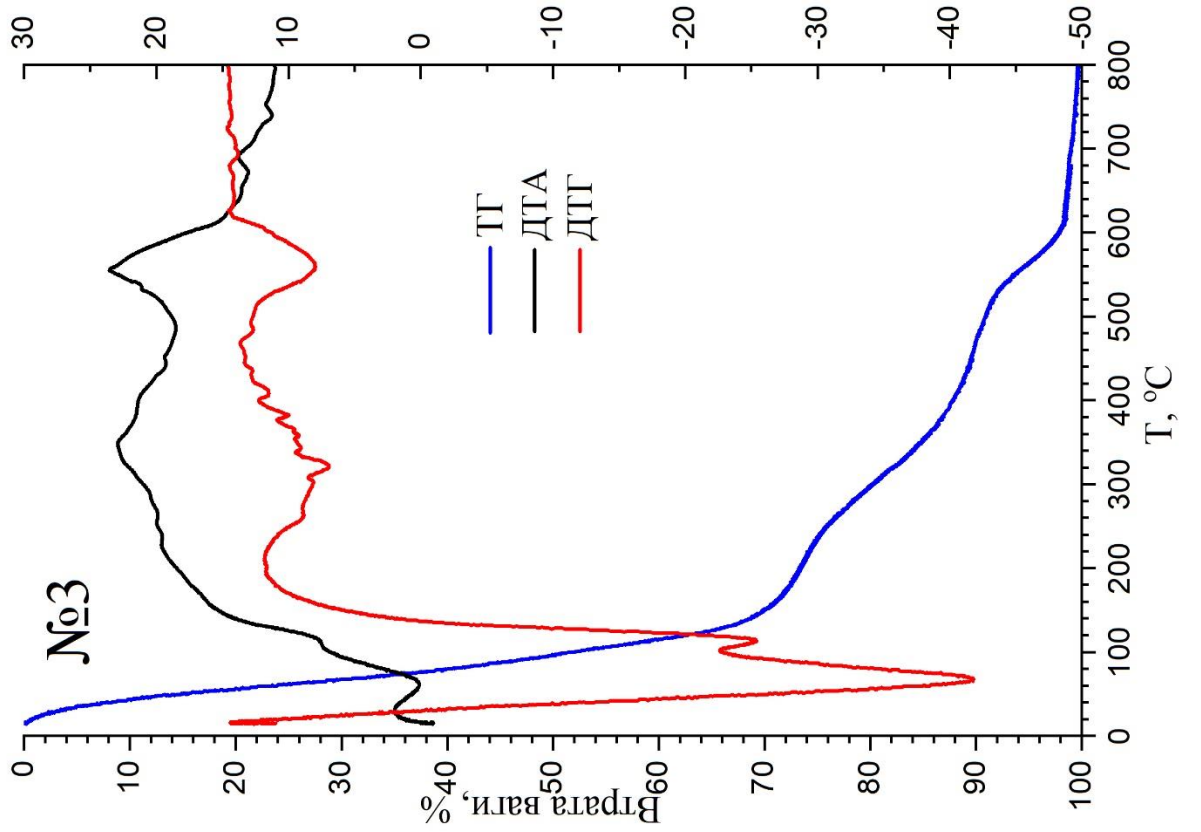
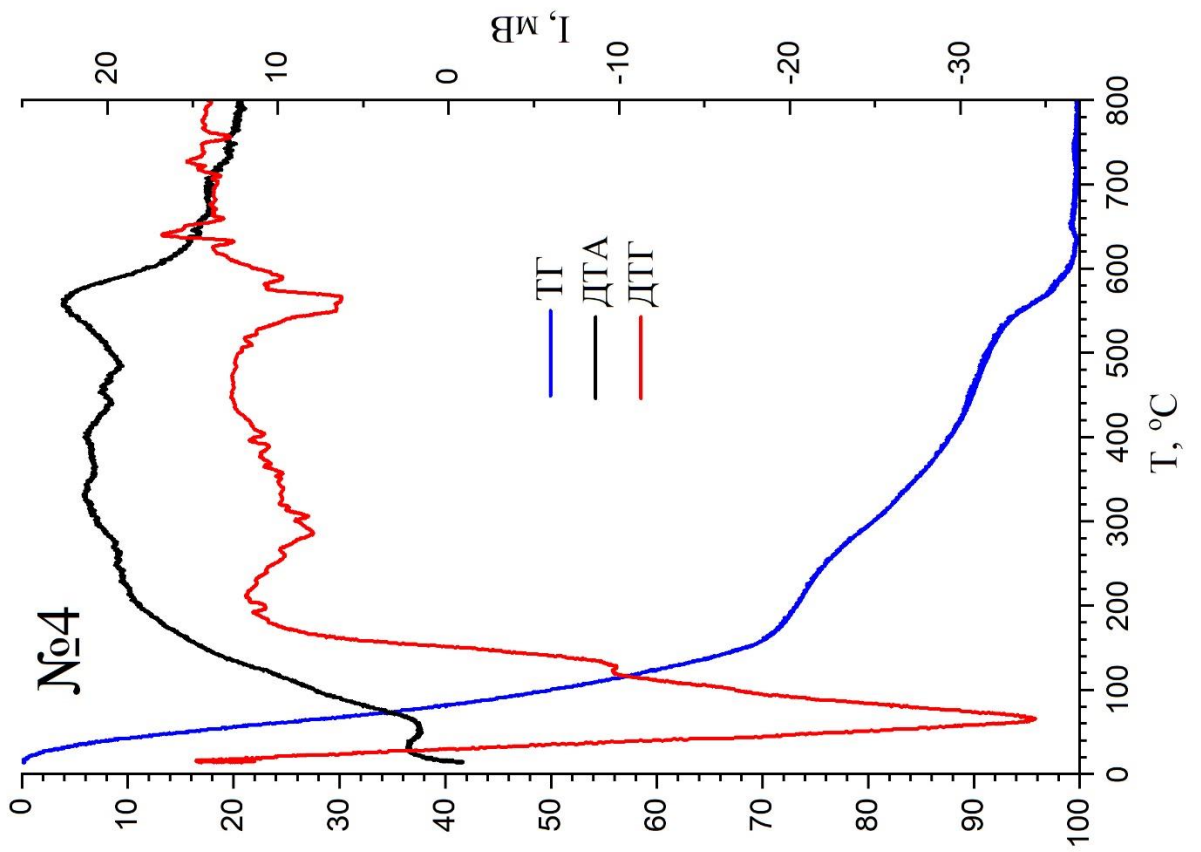
Янчева, М. О. (2015). Інновації в технологіях напівфабрикатів м'ясних заморожених. *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі*, 1(21), 58–69.

# ДОДАТКИ

## ДОДАТОК А

### Дериватографія фаршевої начинки для напівфабрикатів у тістовій облонці





# ДОДАТОК Б

## Проекти технічних умов

УКНД 67.120

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Проректор з наукової роботи Національного  
університету харчових технологій,  
кандидат технічних наук, доцент

  
Сергій ТОКАРЧУК

“12” 10 2023 р.

### НАПІВФАБРИКАТИ У ТІСТОВІЙ ОБОЛОНЦІ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОДУКТІВ ПЕРЕРОБКИ НАСІННЯ КОНОПЕЛЬ ТА КАТОЛІТУ

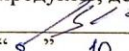
Технічні умови  
ТУ У 10.1-02070938-326:2023  
(Вперше)

Дата надання чинності з “12” 10 2023 р.  
Термін дії до “12” 10 2028 р.

**РОЗРОБЛЕНО**

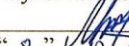
Національним університетом харчових  
технологій

Завідувач кафедри технології м'яса та м'ясних  
продуктів, доктор технічних наук, професор

  
Василь ПАСІЧНИЙ


“8” 10 2023 р.

Завідувач Проблемної науково-дослідної  
лабораторії, кандидат технічних наук, старший  
науковий співробітник

  
Андрій МАРІНІН

“8” 10 2023 р.

Аспірант кафедри технології м'яса та м'ясних  
продуктів

  
Світлана ШУБИНА

“9” 10 2023 р.

Київ 2023

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Проректор з наукової роботи Національного  
університету харчових технологій,  
кандидат технічних наук, доцент

  
Сергій ТОКАРЧУК

“ 10 ” 10 2023 р.

**НАШВФАБРИКАТИ У ТІСТОВІЙ ОБОЛОНЦІ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОДУКТІВ  
ПЕРЕРОБКИ НАСІННЯ КОНОПЕЛЬ ТА АНОЛІТУ**


**Технічні умови**  
**ТУ У 10.1-02070938-325:2023**  
(Вперше)

Дата надання чинності з “ 10 ” 10 2023 р.  
Термін дії до “ 10 ” 10 2029 р.

**РОЗРОБЛЕНО**

Національним університетом харчових  
технологій

Завідувач кафедри технології м'яса та м'ясних  
продуктів, доктор технічних наук, професор

  
Василь ПАСІЧНИЙ

“ 5 ” 10 2023 р.

Завідувач Проблемної науково-дослідної  
лабораторії, кандидат технічних наук, старший  
науковий співробітник

  
Андрій МАРІНІН

“ 5 ” 10 2023 р.

Аспірант кафедри технології м'яса та м'ясних  
продуктів

  
Євгенія ШУБІНА

“ 6 ” 10 2023 р.

Київ 2023

# ДОДАТОК В

## Проекти технологічних інструкцій

### ЗАТВЕРДЖЕНО

Проректор з наукової роботи Національного  
університету харчових технологій,  
Кандидат технічних наук, доцент

  
Сергій ТОКАРЧУК

“10” \_\_\_\_\_ 2023 р.

### ТЕХНОЛОГІЧНА ІНСТРУКЦІЯ ДО ТУ У 10.1-02070938-325:2023

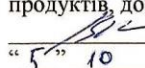
### НАПІВФАБРИКАТИ У ТІСТОВІЙ ОБОЛОНЦІ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОДУКТІВ ПЕРЕРОБКИ НАСІННЯ КОНОПЕЛЬ ТА АНОЛІТУ (ТУ У 10.1-02070938-325:2023) (Вперше)

Дата надання чинності з “10” 10 2023 р.  
Термін дії до “10” 10 2023 р.


### РОЗРОБЛЕНО

Національним університетом харчових  
технологій

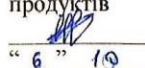
Завідувач кафедри технології м'яса та м'ясних  
продуктів, доктор технічних наук, професор

  
Василь ПАСІЧНИЙ  
“5” 10 2023 р.

Завідувач Проблемної науково-дослідної  
лабораторії, кандидат технічних наук, старший  
науковий співробітник

  
Андрій МАРІНІН  
“5” 10 2023 р.

Аспірант кафедри технології м'яса та м'ясних  
продуктів

  
Євгенія ШУБІНА  
“6” 10 2023 р.

Київ 2023

**ЗАТВЕРДЖЕНО**

Проректор з наукової роботи Національного  
університету харчових технологій,  
Кандидат технічних наук, доцент





“ 12 ” \_\_\_\_\_ 2023 р.

**ТЕХНОЛОГІЧНА ІНСТРУКЦІЯ  
ДО ТУ У 10.1-02070938-326:2023**

**НАПІВФАБРИКАТИ У ТІСТОВІЙ ОБОЛОНЦІ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОДУКТІВ  
ПЕРЕРОБКИ НАСІННЯ КОНОПЕЛЬ ТА КАТОЛТУ**

**(ТУ У 10.1-02070938-325:2023)**

(Вперше)

Дата надання чинності з “ 12 ” 10 2023 р.  
Термін дії до “ 12 ” 10 2024 р.

**РОЗРОБЛЕНО**

Національним університетом харчових  
технологій

Завідувач кафедри технології м'яса та м'ясних  
продуктів, доктор технічних наук, професор  
\_\_\_\_\_ Василь ПАСІЧНИЙ

“ 8 ” 10 2023 р.

Завідувач Проблемної науково-дослідної  
лабораторії, кандидат технічних наук, старший  
науковий співробітник

\_\_\_\_\_ Андрій МАРИНІН

“ 8 ” 10 2023 р.

Аспірант кафедри технології м'яса та м'ясних  
продуктів

\_\_\_\_\_ Євгенія ШУБІНА

“ 9 ” 10 2023 р.

Київ 2023

**ДОДАТОК Г**  
**Акти промислової апробації розроблених рецептур**

Акт впровадження розробленого продукту

Затверджую  
П.П. [Signature]  
Назва виробництва

[Signature] Підпис [Signature] П.П.

„ 1 ” листопада 2023 р.

**Акт виробки**  
**дослідно-промислової партії**  
**напівфабрикатів у тістовій оболонці**

Співробітниками ПП «Мерікс» та представниками НУХТ 2023 року згідно з розробленими технологічними рецептурами була виготовлена партія напівфабрикатів у тістовій оболонці в кількості 15 кг з використанням м'яса свинини напівжирної, протеїну з насіння конопель в умовах та на виробничих площах ПП «Мерікс».

Дослідні зразки направлені на лабораторне дослідження органолептичним, фізико-хімічним та реологічним показникам.

Д.т.н., професор, завідувач кафедри НУХТ  
[Signature] В. М. Пасічний

Аспірант 3-го року навчання НУХТ  
[Signature] Шубіна С.А.

Аспірант 2-го року навчання НУХТ  
[Signature] Данилевич І.О.

[Signature] П.П.  
Відповідальний за виробництво  
[Signature] Підпис П.П.

## Акт впровадження розробленого продукту

Затверджую

ІІІІ Маришук  
Назва виробництва  
Здобує І.О.  
Підпис ПІБ  
" 2023р.

## Акт виробки дослідно-промислової партії напівфабрикатів у тістовій оболонці

Співробітниками ІІІІ та представниками НУХТ 2023 року згідно з розробленими технологічними рецептурами була виготовлена партія напівфабрикатів у тістовій оболонці в кількості 15 кг з використанням білого м'яса курчат бройлерів, протеїну з насіння конопель, кукурудзяного крохмалю та аноліту в умовах та на виробничих площах ІІІІ.

Дослідні зразки направлені на лабораторне дослідження органолептичним, фізико-хімічним та реологічним показникам.

Д.т.н., професор, завідувач кафедри НУХТ  
В. М. Пасічний

Аспірант 3-го року навчання НУХТ  
Шубіна С.А.

Аспірант 2-го року навчання НУХТ  
Данилевич І.О.

Здобує І.О.  
Відповідальний за виробництво  
Підпис ПІБ

Акт впровадження розробленого продукту

Затверджую  
С.П. Косенко  
Назва виробництва



Акт виробки  
дослідно-промислової партії  
напівфабрикатів у тістовій оболонці

Співробітниками С.П. Косенко та представниками НУХТ 2023 року згідно з розробленими технологічними рецептурами була виготовлена партія напівфабрикатів у тістовій оболонці в кількості 15 кг з використанням білого м'яса курчат бройлерів, протейну з насіння конопель, кукурудзяного крохмалю та аноліту в умовах та на виробничих площах С.П. Косенко.

Дослідні зразки направлені на лабораторне дослідження органолептичним, фізико-хімічним та реологічним показникам.

Д.т.н., професор, завідувач кафедри НУХТ  
В. М. Пасічний

Аспірант 3-го року навчання НУХТ  
Шубіна С.А.

Аспірант 2-го року навчання НУХТ  
Данилевич І.О.



## Акт впровадження розробленого продукту

Затверджую  
СФП „Камінь“  
Назва виробництва

Бурюк Є.І.  
ПІБ

„ 12 ”  
Підпис  
22555187

„ 12 ”  
2023 р.



### Акт виробки дослідно-промислової партії напівфабрикатів у тістовій оболонці

Співробітниками СФП „Камінь“ та представниками НУХТ 2023 року згідно з розробленими технологічними рецептурами була виготовлена партія напівфабрикатів у тістовій оболонці в кількості 15 кг з використанням білого м'яса курчат бройлерів та протеїну з насіння конопель в умовах та на виробничих площах СФП „Камінь“.

Дослідні зразки направлені на лабораторне дослідження органолептичним, фізико-хімічним та реологічним показникам.

Д.т.н., професор, завідувач кафедри НУХТ  
В. М. Пасічний

Аспірант 3-го року навчання НУХТ  
Шубіна Є.А.

Аспірант 2-го року навчання НУХТ  
Данилевич І.О.

Бурюк Є.І.  
Відповідальний за виробництво

ПІБ

Підпис  
22555187



Акт впровадження розробленого продукту

Затверджую

СФГ Кошак  
Назва виробництва

Зурок Є.І.  
ПІБ  
2023 р.



Акт виробки  
дослідно-промислової партії  
напівфабрикатів у тістовій оболонці

Співробітниками СФГ Кошак та представниками НУХТ 2023 року згідно з розробленими технологічними рецептурами була виготовлена партія напівфабрикатів у тістовій оболонці в кількості 15 кг з використанням м'яса свинини напівжирної, протеїну з насіння конопель в умовах та на виробничих площах СФГ Кошак.

Дослідні зразки направлені на лабораторне дослідження органолептичним, фізико-хімічним та реологічним показникам.

Д.т.н., професор, завідувач кафедри НУХТ  
В. М. Пасічний

Аспірант 3-го року навчання НУХТ  
Шубіна Є.А.

Аспірант 2-го року навчання НУХТ  
Данилевич І.О.

Зурок Є.І.  
Відповідальний за виробництво  
Підпис  
22555187  
ПІБ



## Акт впровадження розробленого продукту



Затверджую  
УПГ-ІНВЕСТ  
Назва виробництва

Вісюк Т.О.  
ПІБ

15 " лютого 2023 р.

### Акт виробки дослідно-промислової партії напівфабрикатів у тістовій оболонці

Співробітниками УПГ-ІНВЕСТ та представниками НУХТ 2023 року згідно з розробленими технологічними рецептурами була виготовлена партія напівфабрикатів у тістовій оболонці в кількості 15 кг з використанням м'яса свинини напівжирної, протеїну з насіння конопель в умовах та на виробничих площах УПГ-ІНВЕСТ.

Дослідні зразки направлені на лабораторне дослідження органолептичним, фізико-хімічним та реологічним показникам.

Д.т.н., професор, завідувач кафедри НУХТ  
В. М. Пасічний

Аспірант 3-го року навчання НУХТ  
Шубіна Є.А.

Аспірант 2-го року навчання НУХТ  
Данилевич І.О.



Відповідає за виробництво

ПІБ

## Акт впровадження розробленого продукту

Затверджую



1117, Думка 4  
Назва виробництва

Підпис Резек І.В.  
ПІБ

2023 р.

## Акт виробки дослідно-промислової партії напівфабрикатів у тістовій оболонці

Співробітниками 1117, Думка 4 та представниками НУХТ 2023 року згідно з розробленими технологічними рецептурами була виготовлена партія напівфабрикатів у тістовій оболонці в кількості 15 кг з використанням білого м'яса курчат бройлерів та протеїну з насіння конопель в умовах та на виробничих площах 1117, Думка 4.

Дослідні зразки направлені на лабораторне дослідження органолептичним, фізико-хімічним та реологічним показникам.

Д.т.н., професор, завідувач кафедри НУХТ

В. М. Пасічний

Аспірант 3-го року навчання НУХТ

Шубіна Є.А.

Аспірант 2-го року навчання НУХТ

Данилевич І.О.



Відповідальний за виробництво

Підпис

ПІБ

### Акт впровадження розробленого продукту

Затверджую

М.М. Данилюк  
Мазва виробництва  
Данилюк М.М.  
ПІБ  
2023 р.



### Акт виробки дослідно-промислової партії напівфабрикатів у тістовій оболонці

Співробітниками М.М. Данилюк та представниками НУХТ 2023 року згідно з розробленими технологічними рецептурами була виготовлена партія напівфабрикатів у тістовій оболонці в кількості 15 кг з використанням білого м'яса курчат бройлерів та протеїну з насіння конопель в умовах та на виробничих площах М.М. Данилюк.

Дослідні зразки направлені на лабораторне дослідження органолептичним, фізико-хімічним та реологічним показникам.

Д.т.н., професор, завідувач кафедри НУХТ  
В. М. Пасічний

Аспірант 3-го року навчання НУХТ  
Шубіна С.А.

Аспірант 2-го року навчання НУХТ  
Данилевич І.О.

Ю.С. Данилюк  
Відповідальний за виробництво  
Валодимирівна  
Підпис  
2742613640 ПІБ



### ДОДАТОК Д

Акт проведення дегустаційної оцінки напівфабрикатів у тістовій оболонці

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи НУХТ

Сергій ТОВАЛЧУК

"14" 11 2023 р.

ПРОТОКОЛ

Дегустації напівфабрикатів у тістовій оболонці з використанням продуктів переробки насіння конопель та електрохімічно активованої води

У складі дегустаційної комісії брали участь:

Пасічний В. М. – д.т.н., професор, завідувач кафедри технології м'яса та м'ясних продуктів;

Маринін А. І. – к.т.н., завідувач Проблемної науково-дослідної лабораторії, старший науковий співробітник;

Святненко Р.С. – к.т.н., старший науковий співробітник Проблемної науково-дослідної лабораторії;

Топчій О. А. – к.т.н., доцент кафедри технології м'яса та м'ясних продуктів;

Чернюшок О. А. – к.т.н., доцент кафедри технології м'яса та м'ясних продуктів;

Шпак В. В. – аспірант Проблемної науково-дослідної лабораторії

Шубіна Є. А. – аспірант кафедри технології м'яса та м'ясних продуктів;

Данилевич І. О. – аспірант кафедри технології м'яса та м'ясних продуктів;

Мороз Д. О. – магістрантка кафедри технології м'яса та м'ясних продуктів;

Коротка Ю. Т. – здобувачка кафедри технології м'яса та м'ясних продуктів.

На дегустації представлені зразки напівфабрикатів у тістовій оболонці з використанням м'яса курчат-бройлерів, продуктів переробки насіння конопель та кукурудзяного крохмалю, активованого з використанням питної води або електрохімічно активованої води.

Органолептична оцінка проведена за показниками: смак, запах, колір, зовнішній вигляд та консистенція за 5-ти бальною шкалою.


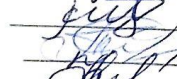
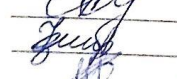







Після опрацювання дегустаційних листів зразки напівфабрикатів у тістовій оболонці з використанням нетрадиційної білоквмісної сировини та кукурудзяного крохмалю активованого з використанням електрохімічно активованої води отримали наступні оцінки, що представлені у таблиці

Таблиця. Органолептична оцінка дослідних напівфабрикатів у тістовій оболонці

№ зразка	Зовнішній вигляд	Колір	Запах, аромат	Консистенція	Смак	Соковитість	Загальна оцінка
Зразок 1	4,67	4,83	4,33	4,17	4,17	4,00	4,36
Зразок 2	4,50	4,83	4,83	4,50	4,50	4,50	4,61
Зразок 3	4,50	4,50	4,42	4,33	4,33	4,33	4,40
Зразок 4	4,83	5,00	4,67	4,33	4,67	4,83	4,72
Зразок 5	4,67	4,83	4,83	4,50	4,17	4,42	4,57
Зразок 6	4,33	4,83	4,83	3,83	4,33	4,17	4,39
Зразок 7	4,83	4,83	4,67	4,17	4,17	4,67	4,56
Зразок 8	4,17	4,17	4,17	4,00	3,83	4,00	4,06

Органолептичні дослідження показали високу споживчу оцінку представлених зразків напівфабрикатів. За результатами проведених органолептичних досліджень зразків напівфабрикатів з використання протеїну з насіння конопель найкращу оцінку отримало поєднання 5 % протеїну з насіння конопель та 15 % кукурудзяного крохмалю, що активовані з використанням католітом з оцінкою 4,72.

У зразках з використанням борошна з насіння конопель найвищу оцінку отримав зразок у складі якого 14 % борошна з насіння конопель, 6 % кукурудзяного крохмалю, що активовані католітом з оцінкою 4,56.

 Пасічний В. М. – д.т.н., професор;  
 Маринін А. І. – к.т.н., старший науковий співробітник;  
 Святненко Р.С. – к.т.н.;  
 Топчій О. А. – к.т.н., доцент;  
 Чернюшок О. А. – к.т.н., доцент;  
 Шпак В. В. – аспірант;  
 Шубіна С. А. – аспірант;  
 Данилевич І. О. – аспірант;  
 Мороз Д. О. – магістрантка;  
 Коротка Ю. Т. – здобувачка.

ДОДАТОК Е

Сертифікати учасника конференцій



НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

КАФЕДРА ТЕХНОЛОГІЇ М'ЯСА І  
М'ЯСНИХ ПРОДУКТІВ

# СЕРТИФІКАТ

учасника Міжнародної науково-практичної конференції  
**«Промисловість та крафт для HoReCa в  
туризмі: досвід, проблеми, інновації»**

*Шубіна Євгенія*

---

Ректор НУХТ

Олександр ШЕВЧЕНКО

23-24 травня  
2023 року

---

6 годин

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ  
КИЇВСЬКА ОБЛАСНА ДЕРЖАВНА АДМІНІСТРАЦІЯ

КАФЕДРА ТЕХНОЛОГІЇ М'ЯСА І М'ЯСНИХ ПРОДУКТІВ



# СЕРТИФІКАТ

Цей сертифікат підтверджує, що

*Шубіна Євгенія*

взяв (ла) участь у

ФОРУМІ:

"ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ В ПРОМИСЛОВОМУ ТА  
КРАФТОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ: ВИКЛИКИ ТА  
МОЖЛИВОСТІ"

Ректор НУХТ

Олександр ШЕВЧЕНКО

26 - 27 жовтня 2023

*15 академічних годин*

*0,5 кредитів ECTS*

ДОДАТОК Ж

Список публікацій за темою дисертації

1. Bozhko, N., Pasichnyi, V., Tischenko, V., Marynin, A., Shubina, Y., & Strashynskiy, I. (2021b). Determining the nutritional value and quality indicators of meat-containing bread made with hemp seeds flour (*Cannabis sativa* L.). *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4(11(112)), 58–65.
2. Marynin, A., Shpak, V., Pasichnyi, V., Svyatnenko, R., & Shubina, Y. (2023b). Physico-chemical and rheological properties of meat pates with corn starch suspensions prepared on electrochemically activated water. *Ukrainian Food Journal*, 12(2).
3. Маринін, А., Шпак, В., Пасічний, В., Шубіна, Є., & Святненко, Р. (2023). Вплив електрохімічно активованої води на функціонально–технологічні властивості та реологічні показники м'ясних паштетів. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: Нові рішення у сучасних технологіях, (2 (16)), 79-85.
4. Pasichnyi, V., Shubina, Y., Svyatnenko, R., & Moroz, O. (2021). The effect of freezing on the characteristics of semifinished products in a dough covering using non-conventional protein-containing raw materials. *Animal Science and Food Technology*, 13(1), 47–56.
5. Пасічний В. М., Шубіна Є. А., Тищенко В. І., Божко Н. В., Мороз О. О. (2021) Дослідження використання продуктів переробки насіння конопель для використання у м'ясних продуктах. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*, 22(2), 173-183.

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

6. Пасічний, В. М., Шубіна, Є. А., & Тищенко, В. І. (2021). Дослідження показників емульгуючої здатності у продуктах переробки насіння конопель. *EDITORIAL BOARD*, 449.
7. Пасічний, В. М., Шубіна, Є. А., Тищенко, В. І. & Божко, Н. В., (2021). Вивчення емульгуючої здатності протеїну з насіння конопель. *Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті Євроінтеграції*, 159–161.

8. Пасічний, В., & Шубіна, Є. (2022). Дослідження впливу нетрадиційної білоквмісної сировини на вміст вологи у напівфабрикатах у тістовій оболонці, *"Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті" Ч.1*, 225.
9. Пасічний, В. М., & Шубіна, Є. А. (2022). Визначення впливу заморожування на вміст вологи у фрикадельках з протеїну з насіння конопель. *Інновації, гостинність, туризм: наука, освіта, практика*, 232-235.
10. Пасічний, В., & Шубіна, Є. (2022). Дослідження емульгуючої здатності заморожених напівфабрикатів з комбінованим складом сировини. *Інноваційні технології та перспективи розвитку м'ясопереробної галузі*, 23–25.
11. Пасічний, В., & Шубіна, Є. (2022). Дослідження зміни вологозв'язуючої здатності у заморожених напівфабрикатах. *Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті Євроінтеграції*, 189–191.
12. Пасічний, В., & Шубіна, Є. (2022). Вивчення ефективної в'язкості продуктів переробки насіння конопель. *Інноваційні технології розвитку харчових і переробних виробництв та ресторанного господарства: наукові пошуки молоді*, 64.
13. Пасічний, В., & Шубіна, Є. (2022). Дослідження зміни вмісту вологи у напівфабрикатах заморожених. *Сучасні тенденції розвитку індустрії гостинності*, 209–211.
14. Пасічний, В. М., & Шубіна, Є. А. (2022). Вплив нетрадиційної білокумісної сировини на реологічні показники заморожених напівфабрикатів. *Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті*, с. 298.
15. Пасічний, В., & Шубіна, Є. (2023). Вплив протеїну з насіння конопель на функціонально-технологічні показники фаршів. *Нові технології і обладнання харчових та переробних виробництв*, 26–29.
16. Пасічний, В., & Шубіна, Є. (2023). Функціонально-технологічні властивості заморожених напівфабрикатів з використанням протеїну та

борошна з насіння конопель. *Молодь - науці і виробництву: Актуальні питання харчової промисловості*, 108–110.

17. Шубіна, Є. А., Маринін, А. І., & Пасічний, В. М. (2023). Функціонально-технологічні показники пельменів комбінованого складу. *Промисловість та крафт для HoReCa в туризмі: досвід, проблеми, інновації*, 86–87.

18. Пасічний, В. М., Маринін, А. І., & Шубіна, Є. А. (2023). Функціонально-технологічні показники пельменів комбінованого. *Продовольча та екологічна безпека в умовах війни та повоєнної відбудови: виклики для України та світу*.

19. Пасічний, В. М., & Шубіна, Є. А. (2023). Дослідження вмісту вологи у заморожених напівфабрикатах з нетрадиційною рослинною сировиною. *Сучасні тренди і перспективи в галузі переробки м'яса і молока*, 15–16.

20. Пасічний, В. М., & Шубіна, Є. А. (2023). Дослідження зміни вмісту вологи у заморожених напівфабрикатах. *Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті євроінтеграції*, 217–219.

21. Пасічний, В. М., & Шубіна, Є. А. (2023). Вплив способу гідратації рослинної сировини на активність води в напівфабрикатах. *Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті євроінтеграції*, 221–223.