

ISSN 2786-8974 (Online)

2026 | 2

виходить з 2023 року

*Науковий електронний журнал*

# Здоров'я людини і нації

*Scientific e-Journal*

**Human and nation's health**

Національний університет біоресурсів і природокористування України  
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine



ISSN 2786-8974 (Online)

УДК 613:17.023.31/.32

## ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ І НАЦІЇ

Електронний науковий журнал. № 2(2026)

*виходить 4 рази на рік*

*Рекомендовано до видання та поширення Вченою радою НУБіП України,  
протокол № 13 від 21.05.2026 р.*

**Засновник і видавець:**

Національний університет біоресурсів і природокористування України

**Рік заснування: 2023,**

рішенням Вченої ради НУБіП України від 25.10.2023, протокол № 4

**Державна реєстрація:**

Ідентифікатор медіа R40-02286. Рішення Національної Ради України з питань телебачення і радіомовлення від 21.12.2023 р. № 1796, протокол № 31

**Включено до категорії «Б» Переліку наукових фахових видань України  
за спеціальністю 181 "Харчові технології" (технічні науки).**

**Наказ Міністерства освіти і науки України № 582 від 24.04.2024 р.**

***Інші спеціальності, за якими журнал приймає до публікації статті:***

*017 «Фізична культура і спорт» (освіта/педагогіка);*

*229 «Громадське здоров'я» (охорона здоров'я).*

**Журнал представлено у міжнародних наукометричних базах даних, репозиторіях та пошукових системах:** Index Copernicus International, Google Scholar, Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського

**Адреса редакції:**

Національний університет біоресурсів і природокористування України  
03041, м. Київ, вул. Героїв Оборони, 15. Тел.: +38 044 527 87 20.

E-mail: [humanhealth@nubip.edu.ua](mailto:humanhealth@nubip.edu.ua)

<https://www.humanhealth.nubip.edu.ua>

© Національний університет біоресурсів і природокористування України, 2026

ISSN 2786-8974 (Online)

UDC 613:17.023.31/.32

**HUMAN and NATION'S HEALTH****Electronic scientific journal. № 2(2026)***Published 4 times a year*

*Recommended for publication and distribution the Academic Council NULES of Ukraine,  
Minutes No. 13 of May 21, 2026*

**Founder and Publisher:**

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

**Year of foundation: 2023,**

by the decision of the Academic Council NULES of Ukraine, Minutes No.4,  
dated 25.10.2023

**State Registration:**

Media identifier R40-02286. Decision of the National Council of Television and Radio  
Broadcasting of Ukraine No.1796, Minutes No.31, dated 21.12.2023 p.

*Included in category "B" of the List of scientific and specialized publications of Ukraine  
in specialty 181 "Food technology" (technical sciences).*

*Order of the Ministry of Education and Science of Ukraine No. 582 of April 24, 2024*

***Other specialties for which the journal accepts articles for publication:***

*017 «Physical education and sport» (education/pedagogy);*

*229 «Public health» (health).*

**The journal is presented in international scientometric databases, repositories, and scientific systems:** Index Copernicus International,  
Google Scholar, Vernadsky National Library of Ukraine

**Editor's office address:**

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine  
03041, 15 Heroiv Oborony, Kyiv, Ukraine. Phone +38 044 527 87 20.

E-mail: [humanhealth@nubip.edu.ua](mailto:humanhealth@nubip.edu.ua)

<https://www.humanhealth.nubip.edu.ua>

© National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 2026

### Редакційна колегія:

|  |  |
|--|--|
| <b>Баль-Прилипко Лариса<br/>Вацлавівна</b> | Доктор технічних наук, професор, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна ( <i>головний редактор</i> );             |
| <b>Муштрук Михайло<br/>Михайлович</b>      | Кандидат технічних наук, доцент, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна ( <i>заступник головного редактора</i> ); |
| <b>Шевченко Наталія<br/>Юріївна</b>        | відповідальний редактор, ( <i>технічний</i> ), Київ, Україна;  |
| <b>Берник Ірина Миколаївна</b>             | Доктор технічних наук, професор, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна;  |
| <b>Паламарчук Ігор<br/>Павлович</b>        | Доктор технічних наук, професор, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна ;   |
| <b>Стадник Ігор<br/>Ярославович</b>        | Доктор технічних наук, професор, Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя, Україна;   |
| <b>Науменко Оксана<br/>Василівна</b>       | Доктор технічних наук, професор, Інститут продовольчих ресурсів НААН України, Україна;   |
| <b>Сукманов Валерій<br/>Олександрович</b>  | Доктор технічних наук, професор, Полтавський державний аграрний університет, Україна;  |
| <b>Мукоїд Роман<br/>Миколайович</b>        | Кандидат технічних наук, доцент, Національний університет харчових технологій, Україна;  |
| <b>Бровенко Тетяна<br/>Вікторівна</b>      | Кандидат технічних наук, доцент, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна;  |
| <b>Міхайела Корнеа-<br/>Сіпчіган</b>       | Доктор з медицини, Університет сільськогосподарських наук та ветеринарної медицини Клуж-Напока, Румунія;   |
| <b>Родіка Маргаоан</b>                     | PhD, науковий співробітник, Університет сільськогосподарських наук та ветеринарної медицини Клуж-Напока, Румунія;                                      |
| <b>Галя Замарацкая</b>                     | кандидат наук, доцент, Шведський університет сільськогосподарських наук, Швеція  |

## Editorial Board:

|  |   |
|--|---|
| <b>Bal-Prylypko Larysa<br/>Vatslavivna</b> | Doctor of Technical Sciences, Professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine ( <i>Editor-in-Chief</i> );               |
| <b>Mushtruk Mykhailo<br/>Mykhailovych</b>  | PhD in Technical Sciences, Associate Professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine ( <i>Deputy Editor-in-Chief</i> ); |
| <b>Shevchenko Nataliia<br/>Yuriivna</b>    | Editor-in-Chief, ( <i>Technical</i> ), Ukraine;   |
| <b>Bernyk Iryna Mykolaivna</b>             | Doctor of Technical Sciences, Professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine;  |
| <b>Palamarchuk Igor<br/>Pavlovych</b>      | Doctor of Technical Sciences, Professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine;  |
| <b>Stadnyk Ihor<br/>Yaroslavovych</b>      | Doctor of Technical Sciences, Professor, Ternopil National Technical University. Ivan Pulyuy, Ukraine;  |
| <b>Naumenko Oksana<br/>Vasylivna</b>       | Doctor of Technical Sciences, Professor, Institute of Food Resources of the National Academy of Sciences of Ukraine, Ukraine;                                 |
| <b>Sukmanov Valerii<br/>Oleksandrovyh</b>  | Doctor of Technical Sciences, Professor, Poltava State Agrarian University, Ukraine;  |
| <b>Mukoid Roman<br/>Mykolayovych</b>       | Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, National University of Food Technologies, Ukraine;  |
| <b>Brovenko Tetiana<br/>Viktorovna</b>     | PhD in Technical Sciences, Associate Professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine                                    |
| <b>Mihaiela Cornea-Cipcigan</b>            | Doctor of Medicine, University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine, Cluj-Napoca, Romania;  |
| <b>Mărgăoan Rodica</b>                     | PhD, University of Agricultural Science and Veterinary Medicine Cluj-Napoca, Calea Manastur, Romania;   |
| <b>Galya Zamaratskaia</b>                  | Ph.D., Associate Professor, Swedish University of Agricultural Sciences, Sweden   |

## ЗМІСТ

### **1. Ірина Момот, Валентина Ізраелян**

Обґрунтування використання м'яса нутрії у технології продуктів здорового харчування ..... 7

### **2. Антон Лихацький, Валентина Ізраелян**

Вплив функціональних добавок на органолептичні показники напівкопчених ковбас 21

### **3. Наталія Голембовська**

Дослідження сенсорних характеристик ягід годжі методом профілю флейвору ..... 34

### **4. Валентина Чиж, Оксана Науменко**

Оптимізація технологічного процесу виробництва хліба пшеничного на заквасці з тефовим борошном ..... 46

### **5. Ростислав Кравченко, Ігор Стадник, Ірина Михайлівна Белова**

Вплив додавання бурякового квасу на показники якості пшеничного хліба..... 61

### **6. Олена Очколяс, ЛюбовТкаченко, Олександр Савченко, Аліна Менчинська, Анастасія Іванюта**

Інноваційні рішення підвищення харчової цінності вершкового масла для зміцнення здоров'я населення ..... 71

### **7. Ярослав Кислиця, Аліна Менчинська**

Формування органолептичних показників риби холодного копчення типу «Кіперс» методом профілю флейвору ..... 83

### **8. Ірина Белова, Ігор Стадник, Євгеній Сухенко, Владислав Сухенко**

Мультисенсорний дизайн десертів: інтеграція текстури, кольору та аромату як фактор формування споживчого досвіду ..... 97

### **9. Тетяна Бровенко, Галина Крусір, Оксана Ткачук, Тетяна Лебеденко, Олена Кананихіна**

Крафтове хлібопечення: огляд технологічних та управлінських детермінант ..... 113

### **10. Кирило Петриченко, Михайло Муштрук**

Оцінка біологічної цінності м'ясо-рослинних консервів других страв методом факторних площ..... 129

## CONTENTS

|  |     |
|--|-----|
| <b>1. Iryna Momot, Valentyna Israelian</b><br>Substantiation of the use of nutrition meat in the technology of healthy food products.....  | 7   |
| <b>2. Anton Lykhatskyi, Valentyna Israelian</b><br>Influence of functional additives on organoleptic indicators of semi-smoked sausages .....  | 21  |
| <b>3. Nataliia Holembovska</b><br>Study of the sensory characteristics of goji berries using the flavor profile method .....   | 34  |
| <b>4. Valentyna Chyzh, Oksana Naumenko</b><br>Optimization of the technological process of sourdered wheat bread production with tea flour<br>.....  | 46  |
| <b>5. Rostyslav Kravchenyuk, Igor Stadnik, Iryna Belova</b><br>Influence of adding beet kvas on the quality indicators of wheat bread .....  | 61  |
| <b>6. Olena Ochkolyas, Lyubov Tkachenko, Oleksandr Savchenko, Alina Menchynska,<br/>Anastasia Ivaniuta</b><br>Innovative approaches to enhancing the nutritional value of butter to promote public healt         | 71  |
| <b>7. Yaroslav Kyslytsia, Alina Menchynska</b><br>Formation of organoleptic indicators of cold-smoked fish of «kippers» type using the flavor<br>profile method.....   | 83  |
| <b>8. Iryna Belova, Igor Stadnyk, Yevhenii Sukhenko, Vladyslav Sukhenko</b><br>Multi-sensory design of desserts: integration of texture, color, and aroma as a factor in shaping<br>the consumer experience..... | 97  |
| <b>9. Tetyana Brovenko, Galina Krusir, Oksana Tkachuk, Tetiana Lebedenko,<br/>Olena Kananykhina</b><br>Craft bread baking: a review of technological and management determinants .....                           | 113 |
| <b>10. Kirilo Petrychenko, Mikhailo Mushtruk</b><br>Assessment of the biological value of meat and plant canned second-course products using<br>the factor area method.....                                      | 129 |

УДК 614:637.5:636.932.3

<https://doi.org/10.31548/humanhealth.2.2026.07>

## ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ М'ЯСА НУТРІЇ У ТЕХНОЛОГІЇ ПРОДУКТІВ ЗДОРОВОГО ХАРЧУВАННЯ

**Ірина Василівна Момот**

здобувач PhD

<https://orcid.org/0009-0002-2899-5532>Національний університет біоресурсів і природокористування України,  
03041, вул. Виставкова, 16, м. Київ, Україна**Валентина Миколаївна Ізраєлян**

кандидат технічних наук, доцент

<https://orcid.org/0000-0002-7242-3227>Національний університет біоресурсів і природокористування України,  
03041, вул. Виставкова, 16, м. Київ, Україна

**Анотація.** У роботі досліджено якість м'яса нутрії (*Myocastor coypus*) як альтернативної м'ясної сировини для виробництва продуктів здорового харчування. Актуальність дослідження зумовлена необхідністю розширення асортименту м'ясної продукції з підвищеною біологічною цінністю та використанням нетрадиційних джерел тваринного білка у сучасних харчових технологіях. Метою роботи було визначення фізико-хімічних і органолептичних показників м'яса нутрії та оцінка його технологічного потенціалу у виробництві подрібнених м'ясних продуктів. Дослідження проводили із застосуванням стандартних лабораторних методів визначення хімічного складу, функціонально-технологічних характеристик і сенсорних показників.

Встановлено, що м'ясо нутрії характеризується помірним вмістом вологи (63,03 %), високою масовою часткою білка (21,3 %), відносно низьким вмістом жиру (8,8 %) та підвищеним рівнем мінеральних речовин (1,87 %), що свідчить про його високу харчову та біологічну цінність. Визначено, що вологоутримуюча здатність фаршу становить 51,14 %, що забезпечує достатню стабільність фаршевих систем і сприяє формуванню однорідної текстури продукту. Поєднання помірного вмісту вологи та задовільної вологоутримуючої здатності свідчить про переважання структурно зв'язаної води, що може зменшувати втрати маси під час теплової обробки та покращувати структурно-механічні властивості продукції. Значення активної кислотності (рН 6,77) характеризує сприятливий стан білкової системи та потенційно забезпечує підвищену водозв'язувальну здатність м'язових білків.

За результатами органолептичної оцінки встановлено високий рівень споживчих властивостей м'яса нутрії: зовнішній вигляд – 4,8 бала, колір – 4,7 бала, консистенція – 4,6 бала, смак і запах – по 4,8 бала. Середній інтегральний показник становив 4,7 бала, що підтверджує високі сенсорні характеристики досліджуваної сировини. М'ясо характеризується однорідною структурою, приємним ароматом і вираженим м'ясним смаком без сторонніх відтінків.

Отримані результати підтверджують доцільність використання м'яса нутрії у технології січених напівфабрикатів, фаршевих виробів і продуктів функціонального призначення. Практична цінність роботи полягає у можливості застосування цієї сировини для розроблення нових рецептур та підвищення ефективності переробки м'яса.

**Ключові слова:** нутрія, білкові продукти, харчова цінність, вологоутримувальна здатність, дієтичне харчування.

UDC 614:637.5:636.932.3

<https://doi.org/10.31548/humanhealth.2.2026.07>

## SUBSTANTIATION OF THE USE OF NUTRITION MEAT IN THE TECHNOLOGY OF HEALTHY FOOD PRODUCTS

**Iryna Momot**

Postgraduate student

<https://orcid.org/0009-0002-2899-5532>

National University of Life Resources and Environmental Sciences of Ukraine,  
03041, Vystavkova St., 16, Kyiv, Ukraine

**Valentyna Israelian**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

<https://orcid.org/0000-0002-7242-3227>

National University of Life Resources and Environmental Sciences of Ukraine,  
03041, Vystavkova St., 16, Kyiv, Ukraine

**Abstract.** The study investigates the quality of nutria meat (*Myocastor coypus*) as an alternative raw material for the production of healthy meat products. The relevance of the research is determined by the need to expand the range of meat products with enhanced biological value and to utilize non-traditional sources of animal protein in modern food technologies. The aim of the study was to determine the physicochemical and organoleptic characteristics of nutria meat and to evaluate its technological potential in the production of comminuted meat products. The research was carried out using standard laboratory methods for determining chemical composition, functional-technological properties, and sensory attributes.

It was established that nutria meat has a moderate moisture content (63.03%), high protein content (21.3%), relatively low-fat content (8.8%), and elevated levels of mineral substances (1.87%), indicating its high nutritional value. The water-holding capacity of the minced meat was 51.14%, ensuring sufficient stability of meat systems and contributing to a uniform product texture. The combination of moderate moisture content and satisfactory water-holding capacity indicates a predominance of bound water, which may reduce weight losses during heat treatment and improve structural properties. The active acidity value (pH 6.77) reflects a favorable state of the protein system and contributes to enhanced water-binding capacity.

Sensory evaluation showed high consumer acceptability: appearance – 4.8 points, color – 4.7 points, consistency – 4.6 points, taste and odor – 4.8 points each. The overall sensory score averaged 4.7 points, confirming the high sensory quality of the raw material. The meat is characterized by a uniform structure, pleasant aroma, and pronounced meat flavor without off-notes.

The results confirm the feasibility of using nutria meat in the production of comminuted semi-finished and functional meat products. The practical significance lies in its application for developing new formulations and improving meat processing efficiency.

**Keywords:** nutria meat, non-traditional meat raw materials, physicochemical properties, sensory evaluation, nutritional value, minced meat products.

**ВСТУП.** Сучасний розвиток харчової промисловості характеризується зростаючою орієнтацією на виробництво м'ясних продуктів із підвищеною біологічною цінністю, збалансованим хімічним складом та покращеними функціонально-технологічними властивостями. Особлива увага приділяється створенню продуктів здорового харчування, що поєднують високий вміст повноцінного білка, оптимізований ліпідний профіль і знижений вміст небажаних компонентів, зокрема насичених жирів, холестерину та кухонної солі. Такі тенденції обумовлені як зростанням обізнаності споживачів щодо впливу харчування на стан здоров'я, так і необхідністю профілактики неінфекційних захворювань, пов'язаних із

порушенням харчового раціону. У зв'язку з цим одним із актуальних напрямів сучасних досліджень є пошук альтернативних видів м'ясної сировини, здатних забезпечити розширення асортименту продукції, підвищення її харчової та біологічної цінності, а також оптимізацію технологічних процесів виробництва (Rodrigues et al., 2023; Meinilä & Virtanen, 2024).

Одним із перспективних об'єктів у цьому напрямі є м'ясо нутрії (*Myocastor coypus*), яке розглядається як нетрадиційна, але конкурентоспроможна м'ясна сировина. За даними Naščík і Pavelková (2023), м'ясо нутрії характеризується високим умістом білка, помірною кількістю жиру та добрими органолептичними властивостями, що дозволяє розглядати його як перспективну альтернативу традиційним видам м'яса. Крім того, автори відзначають достатній вихід туші та сприятливі показники хімічного складу, що створюють передумови для ефективного використання цієї сировини у виробництві широкого спектра м'ясних продуктів, у тому числі дієтичного та функціонального призначення.

Біологічна цінність м'яса нутрії значною мірою визначається його амінокислотним складом. Nanusová, Miluchová та Gábor (2022) встановили, що м'ясо нутрії є джерелом повноцінного білка з високим вмістом незамінних амінокислот, що обґрунтовує доцільність його використання у продуктах дієтичного та функціонального призначення. Висока протеїнова насиченість цієї сировини сприяє формуванню стабільних білково-водних систем, забезпечує ефективне зв'язування вологи та позитивно впливає на структурно-механічні характеристики фаршевих мас, що має важливе значення у технології подрібнених м'ясних продуктів.

Важливе значення мають також морфологічні та технологічні характеристики м'яса нутрії. У дослідженні Tůmová, Chodová, Volek і Ketta (2021) встановлено, що показники м'ясної продуктивності, склад туші та якість м'яса залежать від віку, статі та умов годівлі тварин, однак загалом ця сировина характеризується стабільними якісними параметрами. Зокрема, відзначається достатня частка м'язової тканини та сприятливе співвідношення структурних компонентів, що визначає придатність м'яса нутрії до технологічної переробки, особливо у виробництві фаршевих систем та січених напівфабрикатів.

З позицій промислового використання м'яса нутрії важливими є результати Rodionova, Paliy, Yatsenko і Paliy (2020), які підтверджують можливість його адаптації до технологій м'ясної промисловості за умови дотримання ветеринарно-санітарних вимог і стандартизації якості. Автори наголошують на необхідності комплексної оцінки сировини, включаючи її фізико-хімічні та органолептичні показники, що є ключовими для забезпечення стабільної якості готової продукції. Це свідчить про потенціал використання даного виду сировини у виробництві широкого асортименту м'ясних продуктів.

Останні дослідження також демонструють перспективність використання м'яса нутрії у складі комбінованих та функціональних продуктів. Так, Peshuk, Simonova і Shtyk (2022) відзначають можливість створення продуктів оздоровчого призначення на основі нетрадиційної м'ясної сировини з додаванням функціональних інгредієнтів, що дозволяє підвищити їхню біологічну цінність та поліпшити технологічні властивості. У свою чергу, Slováček, Nedomová, Janík Piechowiczová, Mikulka і Jůzl (2024) показали, що м'ясо нутрії може бути використане у виробництві ковбасних виробів із прийнятними показниками якості та сенсорної оцінки. Отримані результати підтверджують технологічну придатність цієї сировини та її потенціал для розширення асортименту сучасних м'ясних продуктів.

**МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ.** Метою роботи є дослідження органолептичних та фізико-хімічних показників м'яса нутрії, а також визначення його технологічного потенціалу як перспективної м'ясної сировини для виробництва продуктів здорового харчування. Особлива увага приділяється можливості використання нетрадиційної сировини у технологіях дієтичних та функціональних м'ясних продуктів, зокрема фаршевих виробів, паштетів, ковбасних виробів, м'ясних напівфабрикатів та інших видів м'ясної продукції з підвищеною біологічною цінністю.

Наукова новизна роботи полягає у комплексному дослідженні м'яса нутрії як альтернативної м'ясної сировини з високою біологічною та харчовою цінністю. Результати дослідження розширюють наукові уявлення щодо функціонально-технологічних властивостей цієї сировини та обґрунтовують доцільність її використання у виробництві дієтичних і функціональних м'ясних продуктів.

**ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.** У сучасних умовах розвитку харчової промисловості спостерігається зростання попиту на м'ясні продукти швидкого приготування, зокрема січені напівфабрикати. Це зумовлено зміною способу життя населення, урбанізацією та необхідністю скорочення часу на приготування їжі. Напівфабрикати поєднують зручність використання, високу харчову цінність та можливість швидкої кулінарної обробки, що робить їх одним із найбільш динамічних сегментів м'ясної індустрії. У сучасних умовах також спостерігається тенденція до вдосконалення рецептур м'ясних продуктів шляхом оптимізації вмісту жиру, солі та інших компонентів з метою підвищення їхньої харчової цінності та функціональних властивостей (Rodrigues et al., 2023). Крім того, технологія виробництва січених напівфабрикатів дозволяє раціонально використовувати різні види м'ясної сировини, у тому числі альтернативні або нетрадиційні, що сприяє розширенню асортименту продукції та підвищенню ефективності переробки м'яса. Водночас сучасні підходи до харчування передбачають раціональне споживання м'ясних продуктів із урахуванням їхнього поживного складу та впливу на здоров'я людини (Meinilä & Virtanen, 2024).

У зв'язку з цим значна увага науковців приділяється пошуку нових джерел м'ясної сировини з високою біологічною цінністю та сприятливими технологічними властивостями. Одним із перспективних об'єктів є нутрія (*Myocastor coypus*), м'ясо якої розглядається як альтернативна сировина для виробництва подрібнених м'ясних продуктів та січених напівфабрикатів. Naščík and Pavelková (2023) зазначають, що м'ясо нутрії характеризується високою поживною цінністю та може використовуватися у виробництві різних видів м'ясних продуктів. Дослідження технологічної адаптації м'яса нутрії до умов промислової переробки проводили Rodionova et al. (2020), які відзначають можливість його використання у технології подрібнених м'ясних виробів.

За даними літератури, нутрія характеризується задовільними показниками м'ясної продуктивності. Вихід туші без голови становить у середньому 54–56 %, що відповідає рівню традиційних видів фермерської сировини (Naščík & Pavelková, 2023). Морфологічний склад туші відзначається високою часткою м'язової тканини – понад 65 %, що є важливим для виробництва січених напівфабрикатів, де ключове значення має співвідношення м'язової, жирової та сполучної тканин. Rodionova et al. (2020) встановили, що найбільший вихід м'язової тканини припадає на окіст і спинно-грудну частину, що визначає їх як доцільну сировинну базу для фаршевих систем. Додатково Tůmová, Chodová, Volek і Ketta (2021) підтверджують, що структура туші нутрії характеризується сприятливим співвідношенням тканин, що обумовлює її технологічну придатність.

Хімічний склад м'яса нутрії свідчить про його високу біологічну цінність. За даними Iosub et al. (2022) вміст білка у різних анатомічних частинах коливається у межах 20,7–23,6 %, що відповідає показникам дієтичних видів м'яса. Подібні результати узгоджуються з дослідженнями Hanusová, Miluchová та Gábor (2022), які підтверджують високий рівень повноцінного білка та збалансований амінокислотний склад м'яса нутрії. Вміст жиру є помірним або низьким (приблизно 2–6 % залежно від частини туші), що дозволяє використовувати нутрію як основу для напівфабрикатів зі зниженою калорійністю. Невисокий рівень внутрішньом'язового жиру створює можливості для коригування рецептури шляхом введення функціональних компонентів з метою оптимізації соковитості та текстури виробів.

Важливе значення для технології січених напівфабрикатів мають фізико-хімічні показники м'ясної сировини. За даними Iosub et al. (2022) значення рН м'яса нутрії через 24 години після забою становить у середньому 5,8–6,0, що свідчить про нормальний перебіг

післязабійних біохімічних процесів. Такий рівень кислотності є сприятливим для формування водоутримувальної здатності та стабільності фаршевих систем, оскільки рН впливає на функціональні властивості м'язових білків, емульгувальну здатність та структуроутворення.

Колір м'яса нутрії є дещо темнішим порівняно з кролятиною, що пов'язано з особливостями пігментного складу м'язової тканини. Разом із тим, як зазначають Tůmová et al. (2021), ці відмінності не є критичними з технологічної точки зору, оскільки у подрібнених м'ясних системах вони нівелюються в процесі змішування інгредієнтів та формування фаршевої структури.

Ліпідний профіль м'яса нутрії характеризується значною часткою поліненасичених жирних кислот та відносно низьким вмістом жиру, що підвищує його нутриціологічну цінність (Iosub et al., 2022; Hanusová et al., 2022). Такий склад відповідає сучасним вимогам до формування продуктів здорового харчування та створює передумови для розроблення функціональних м'ясних виробів.

Сенсорні дослідження також підтверджують добрі споживчі властивості м'яса нутрії. Haščík and Pavelková (2023) зазначають, що за результатами органолептичної оцінки показники смаку, аромату, соковитості та ніжності перевищують 4 бали за п'ятибальною шкалою, що свідчить про високу прийнятність цієї сировини для споживачів.

Разом із тим сучасні дослідження підтверджують можливість ефективного використання м'яса нутрії не лише як сировини, але й у складі готових м'ясних виробів. Так, Slovák, Nedomová, Janík Piechowiczová, Mikulka i Jůzl (2024) встановили, що використання м'яса нутрії у виробництві ковбасних виробів забезпечує прийнятні показники якості, мікробіологічної стабільності та позитивну сенсорну оцінку, що свідчить про його технологічну придатність у промислових умовах.

Попри наявність сучасних досліджень, присвячених хімічному складу та харчовій цінності м'яса нутрії, питання його використання у технології січених напівфабрикатів залишається недостатньо висвітленим. Більшість наукових робіт зосереджена на загальній оцінці м'ясної продуктивності та нутриціологічних характеристик цієї сировини (Haščík & Pavelková, 2023; Iosub et al., 2022; Tůmová et al., 2021). У зв'язку з цим актуальним є дослідження фізико-хімічних та органолептичних показників м'яса нутрії з метою обґрунтування можливості його використання у технології січених напівфабрикатів.

**МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ.** Дослідження проводили в умовах лабораторій кафедри технології м'ясних продуктів кафедри технології м'ясних, рибних та морепродуктів.

Об'єктом дослідження було м'ясо нутрії (*Myocastor coypus*), отримане від тварин віком 7 місяців, вирощених у фермерських господарствах Черкаської області. Для аналізу відібрано 3 туші самок середньою масою  $3 \pm 0,5$  кг. Туші охолоджували до температури  $0-2$  °С, після чого відбирали стегнові та грудні м'язи, зачищали їх від жиру, сухожил'я і сполучної тканини. Очищене м'ясо подрібнювали на м'ясорубці (вовчку) з діаметром отворів решітки 3 мм та гомогенізували до однорідної фаршевої маси.

Органолептичні показники якості м'яса нутрії визначали в лабораторії сенсорного аналізу факультету харчових наук, нутриціології та управління якістю Національного університету біоресурсів і природокористування України експертною оцінкою за 5-бальною шкалою експертною комісією кафедри технології м'ясних, рибних та морепродуктів Національного університету біоресурсів і природокористування України. Здійснювали оцінку зовнішнього вигляду, кольору, запаху та консистенції зразків згідно з вимогами ДСТУ 4823.2:2007 за 5-бальною шкалою.

Зразки фаршу з м'яса нутрії дослідили за фізико-хімічними та функціонально-технологічними показниками. Масову частку вологи визначили методом висушування до постійної маси при температурі  $103 \pm 2$  °С згідно з ДСТУ ISO 1442:2005: наважку висушили у сушильній шафі СНОЛ 58/350, охолодили в ексікаторі та зважили до отримання сталої маси. Вологовз'язуючу здатність встановили методом пресування: наважку масою 0,3 г розмістили

між фільтрувальним папером, накрили пластинками, навантажили вантажем 1 кг і витримали 10 хв; після зняття вантажу окреслили контур плями, виміряли її площу та обчислили кількість виділеної вологи. Масову частку жиру визначали за методом Сокслета, який ґрунтується на екстракції жиру органічним розчинником (петролейним ефіром) із висушеної наважки продукту з подальшим видаленням розчинника та висушуванням екстракту до постійної маси, відповідно до вимог ДСТУ ISO 1443:2005. Вміст білка визначили методом К'ельдаля згідно з ДСТУ ISO 937:2005: проби піддали мінералізації концентрованою сірчаною кислотою з каталізатором, провели перегонку, титрування і за кількістю азоту обчислили вміст білкових речовин. Масову частку золи визначили методом озолення: наважку масою 2–3 г помістили в попередньо прокалений тигель і спалили у муфельній печі при 600–900 °С до отримання білої або сіруватої золи, охолодили в ексикаторі та зважили до постійної маси. Рівень рН визначили потенціометричним методом у водній витяжці (1:10): 5 г подрібненого зразка змішали з 50 мл дистильованої води, настоювали 30 хв при періодичному перемішуванні, відфільтрували, після чого виміряли рН (рН-150 МИ) за допомогою електрода, відкаліброваного буферними розчинами рН 4,0 і 7,0. Пенетрацію (граничну напругу зсуву) визначили пенетрометричним методом за допомогою приладу Пенетрометр ULab 3-31 М. Наважку фаршу розмістили у вимірювальній комірці приладу та витримали при нормованій температурі і тиску. Прилад фіксував глибину проникнення індентора з визначеними геометричними параметрами та масою у зразок за встановлений час. За отриманими показниками обчислили значення граничної напруги зсуву.

Отримані експериментальні дані було проаналізовано з використанням методів математичної статистики. Обробку результатів здійснювали за допомогою функціоналу для статистичного аналізу у програмі Microsoft Excel. Кожен дослід проводився щонайменше у трьох-п'яти повтореннях. Результати наведені у вигляді середніх значень із відповідними стандартними похибками середнього ( $\pm$  SEM). Достовірність різниці між контрольним і дослідним зразками оцінювали за t-критерієм Стьюдента при рівні значущості  $p \leq 0,05$ .

**РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ОБГОВОРЕННЯ.** Якісна оцінка м'яса нутрії (*Myocastor coypus*) як нетрадиційної сировини для м'ясопереробної промисловості потребує комплексного дослідження його фізико-хімічних, біохімічних та органолептичних характеристик, які визначають харчову, біологічну та технологічну цінність даного виду м'ясної сировини. У сучасних умовах розвитку харчової промисловості значна увага приділяється пошуку альтернативних джерел тваринного білка, здатних розширити асортимент м'ясної продукції та забезпечити виробництво продуктів з підвищеною харчовою цінністю.

У межах проведеного дослідження було здійснено комплексний аналіз основних фізико-хімічних показників фаршу з м'яса нутрії, отриманого від тварин віком 7 місяців. Для більш об'єктивної оцінки технологічного потенціалу досліджуваної сировини результати було порівняно з аналогічними показниками традиційних видів м'яса, що широко використовуються у м'ясопереробній галузі, зокрема курятини, яловичини та свинини.

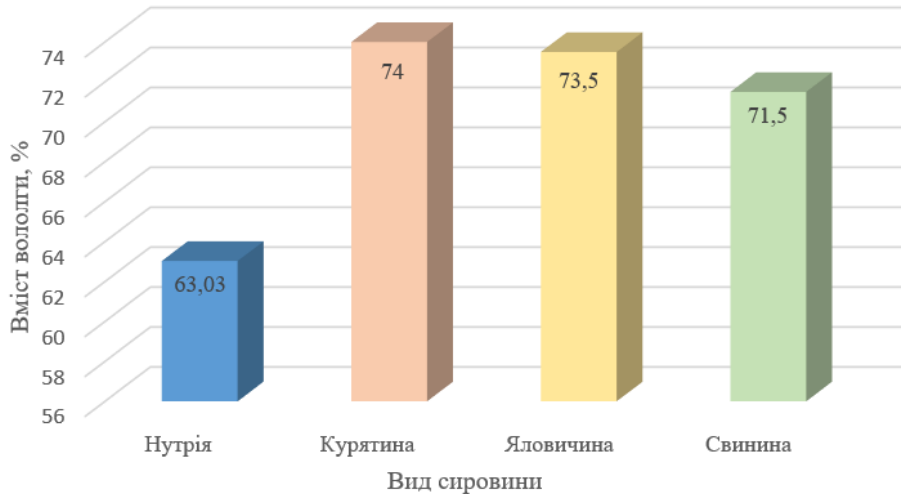
Одним із ключових фізико-хімічних показників м'ясної сировини є вміст вологи, який суттєво впливає на її функціонально-технологічні властивості, харчову цінність та поведінку під час технологічної обробки. Вода в м'язовій тканині перебуває у різних формах зв'язування – міцно зв'язаній, слабко зв'язаній та вільній. Співвідношення цих форм визначає такі важливі показники як соковитість, текстура, щільність продукту, а також величину масових втрат у процесі теплової обробки. Крім того, рівень вологи у м'ясі тісно пов'язаний із вмістом білкових речовин, жиру та структурною організацією м'язових волокон.

Відмінності у вмісті вологи між різними видами м'яса зумовлені низкою факторів, серед яких видові особливості м'язової тканини, співвідношення м'язових волокон різних типів, а також рівень внутрішньом'язового жиру. Саме ці фактори значною мірою визначають

функціональні та технологічні властивості м'ясної сировини, що має важливе значення для її подальшого використання у виробництві м'ясних продуктів.

На першому етапі дослідження визначено масову частку вологи у м'ясі нутрії. Встановлено, що цей показник становить 63,03 %. Для наочного відображення отриманих результатів побудовано стовпчикову діаграму (рис. 1), яка демонструє порівняльний вміст вологи у досліджуваних видах м'ясної сировини.

Аналіз отриманих результатів показав, що м'ясо нутрії характеризується нижчим вмістом вологи порівняно з традиційними видами м'яса. Встановлено, що цей показник є на 7–12 % меншим, ніж у курятині, яловичині та свинині. Разом із тим отримані значення перебувають у межах характерних показників для м'язової тканини, що підтверджує їх відповідність фізіологічним нормам.



**Рисунок 1.** Вміст вологи у м'ясі різних видів (%)

*Джерело: розроблено автором на основі власних досліджень.*

Отримані значення свідчать про нижчий вміст вологи у м'ясній сировині може мати низку позитивних наслідків під час її переробки. Насамперед зменшується частка вільної води, яка може виділятися у процесі теплової обробки, що сприяє зниженню інтенсивності усадки та масових втрат готової продукції. Крім того, така особливість сприяє формуванню більш щільної та стабільної текстурної структури фаршевих систем і підвищує їх формоутримувальну здатність. У результаті це позитивно впливає на якість готових м'ясних продуктів, зокрема формованих напівфабрикатів, фаршевих виробів та інших видів м'ясної продукції.

Таким чином, помірний рівень вологи у м'ясі нутрії можна розглядати як один із факторів технологічної стабільності сировини, що є важливим під час виробництва м'ясних продуктів із заданими структурно-механічними характеристиками.

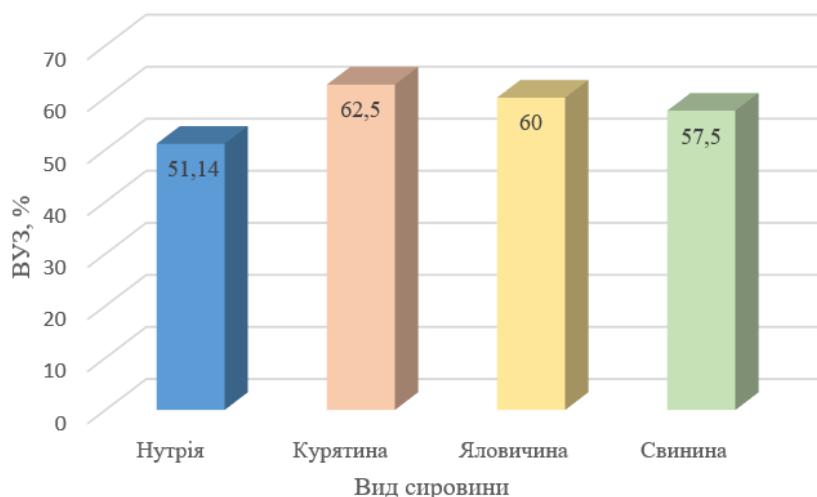
Аналіз графічного матеріалу також підтверджує стійку тенденцію до зниження вологості м'яса нутрії у порівнянні з іншими досліджуваними видами м'яса. Водночас отримані значення залишаються у межах фізіологічно характерних показників для м'язової тканини, що свідчить про повноцінність її структури та відсутність ознак дегідратаційних змін.

Окрім загального вмісту вологи, важливим показником технологічної оцінки м'ясної сировини є її вологоутримуюча здатність (ВУЗ). Цей показник характеризує здатність білкових структур м'язової тканини зв'язувати та утримувати воду під впливом механічних, фізичних і термічних факторів. Вологоутримуюча здатність безпосередньо впливає на вихід готової продукції, соковитість, текстурні характеристики, стабільність фаршевих систем, а також на рівень синерезису під час зберігання. За результатами проведених досліджень встановлено, що вологоутримуюча здатність фаршу з м'яса нутрії становить 51,14 %.

Отриманий показник свідчить про достатній рівень функціональної активності м'язових білків, здатних формувати водозв'язуючу структуру.

Графічне представлення результатів порівняльного аналізу вмісту вологоутримуючої здатності досліджуваної м'ясної сировини наведено на рис.2.

Аналіз побудованої діаграми свідчить, що м'ясо нутрії займає проміжне положення за показником вологоутримуючої здатності серед досліджуваних видів м'ясної сировини. Водночас отримані значення характеризуються достатнім рівнем функціональної активності білкової системи за умов помірного загального вмісту вологи у м'язовій тканині.

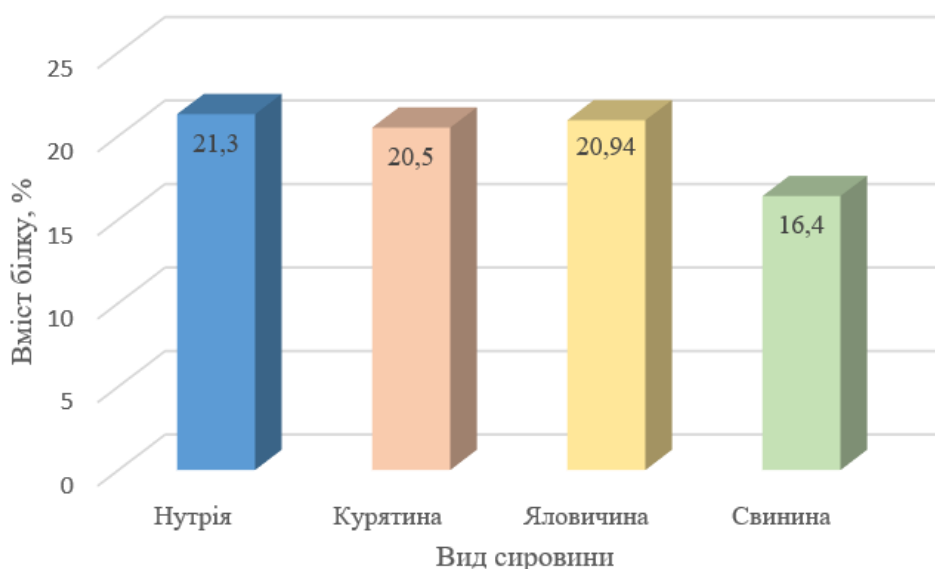


**Рисунок 2.** Вологоутримуюча здатність м'яса різних видів, %.

*Джерело: розроблено автором на основі власних досліджень.*

Поєднання зазначених характеристик свідчить про технологічну придатність м'яса нутрії для використання у виробництві різних груп м'ясних продуктів, зокрема фаршевих, формованих та комбінованих виробів.

Порівняльний вміст білка м'яса нутрії та традиційних видів м'яса представлено на рис. 3.



**Рисунок 3.** Вміст білка у м'ясі різних видів, %

*Джерело: розроблено автором на основі власних досліджень.*

Білки м'язової тканини відіграють ключову роль у формуванні функціонально-технологічних властивостей м'ясної сировини. Саме білкові компоненти забезпечують

зв'язування структурно-асоційованої вологи, стабільність фаршевих систем, а також формування текстури та консистенції готових продуктів. У зв'язку з цим визначення масової частки білка є одним із важливих етапів оцінювання технологічної придатності м'ясної сировини.

За результатами проведених досліджень встановлено, що масова частка білка у фарші з м'яса нутрії становить  $21,3 \pm 0,83$  %. Отриманий показник свідчить про високий рівень протеїнової насиченості даної сировини та її здатність забезпечувати формування структурованих фаршевих систем.

Аналіз отриманих даних показав, що за показником білка м'ясо нутрії знаходиться на рівні яловичини та свинини і перевищує курятину. Отримані результати свідчать про високий рівень протеїнової насиченості досліджуваної сировини.

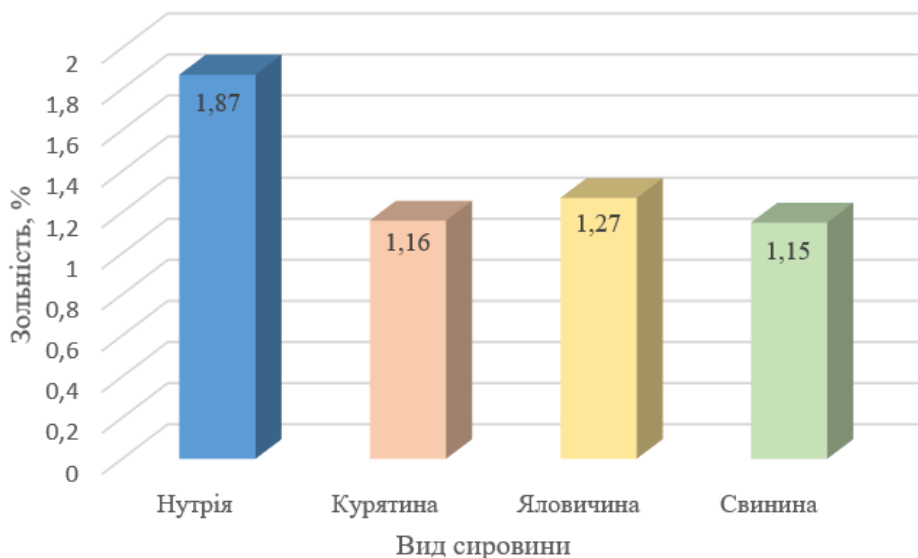
Масова частка золи є важливим показником хімічного складу м'яса, що характеризує сумарний вміст мінеральних речовин у сировині. Даний показник відображає концентрацію неорганічних компонентів, які беруть участь у регуляції буферних властивостей м'язової тканини, впливають на фізико-хімічні характеристики білків та визначають харчову цінність продукту.

За результатами власних досліджень встановлено, що масова частка золи у фарші з м'яса нутрії становить  $1,87 \pm 0,26$  %.

Отримані результати свідчать, що м'ясо нутрії характеризується вищим рівнем мінеральних речовин порівняно з традиційними видами м'яса. Отримані результати свідчать про вищий рівень мінеральних речовин у м'ясі нутрії порівняно з традиційними видами м'яса.

На рис. 4 наведено порівняльну характеристику вмісту золи у м'ясі нутрії та традиційних видах м'яса.

Аналіз діаграми демонструє, що м'ясо нутрії має найвищий показник зольності серед досліджених зразків. З позиції харчової цінності це свідчить про потенційно вищий вміст мінеральних компонентів, що може бути важливим при формуванні рецептур продукції функціонального спрямування.



**Рисунок 4.** Масова частка золи в різних видах м'яса, %

*Джерело:* розроблено автором на основі власних досліджень.

З технологічної точки зору підвищений вміст мінеральних речовин може позитивно впливати на стабільність білково-водної системи та структуроутворення у фарші.

Показник активної кислотності (рН) належить до ключових фізико-хімічних характеристик м'ясної сировини, оскільки визначає перебіг післязабійних автолітичних

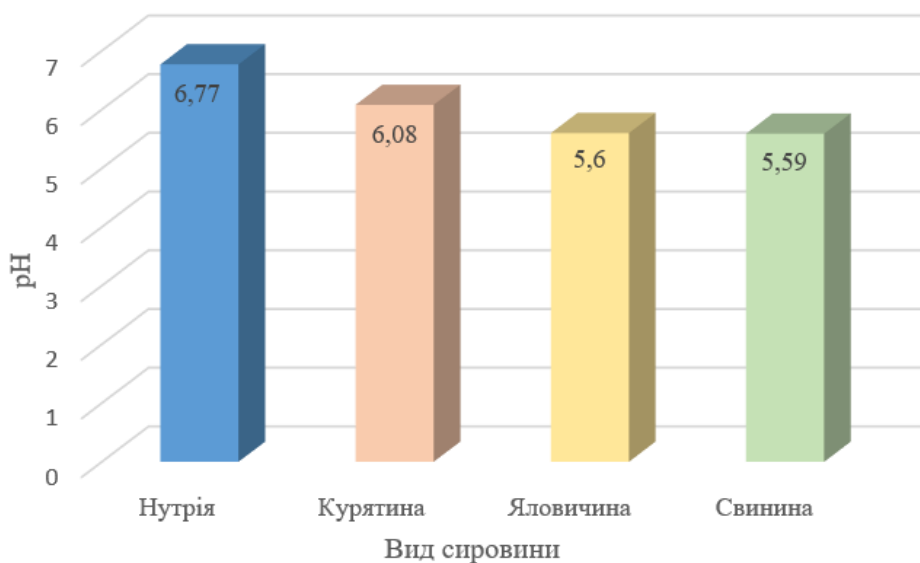
процесів, стан білкової системи, водозв'язувальну здатність та мікробіологічну стабільність продукту. Рівень рН впливає на колір, консистенцію, соковитість та зберігання м'яса.

У межах проведених досліджень встановлено, що значення рН фаршу з м'яса нутрії становило  $6,77 \pm 0,01$ .

Порівняльний аналіз показників активної кислотності у досліджуваних видах м'яса подано на рис. 5.

Аналіз отриманих результатів свідчить, що м'ясо нутрії характеризується найвищим значенням показника рН серед досліджуваних видів м'яса. За результатами дослідження встановлено підвищене значення показника рН у м'ясі нутрії.

З технологічної точки зору більш високий рівень рН сприяє підвищенню водозв'язувальної здатності м'язових білків, що позитивно впливає на стабільність фаршевих систем і може забезпечувати більший вихід готової продукції. Водночас ця особливість потребує врахування під час зберігання сировини, оскільки підвищені значення рН можуть створювати сприятливіші умови для розвитку мікроорганізмів.



**Рисунок 5.** Показники рН м'яса різних видів

*Джерело:* розроблено автором на основі власних досліджень.

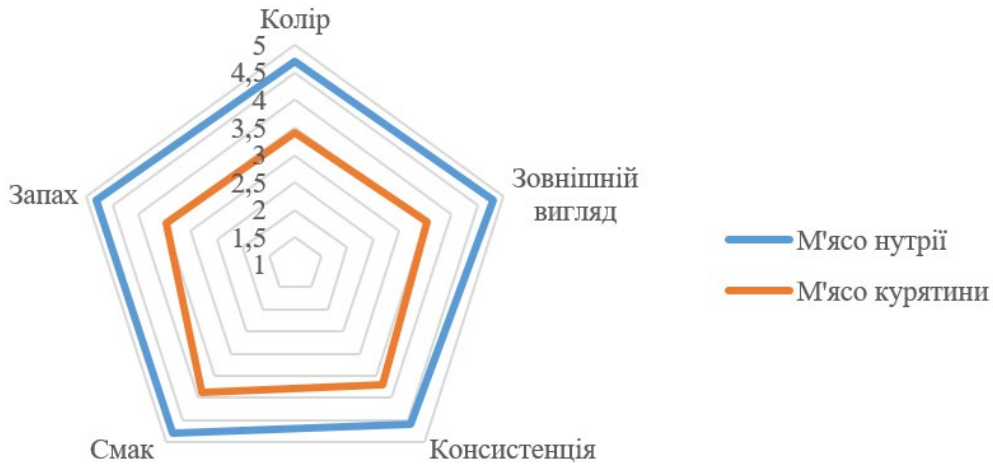
Повноцінна оцінка якості м'ясної сировини неможлива без визначення її сенсорних характеристик, які безпосередньо впливають на сприйняття продукту споживачем. У зв'язку з цим наступним етапом дослідження було проведено органолептичну оцінку фаршу з м'яса нутрії. Для забезпечення об'єктивної органолептичної оцінки використовували м'язову тканину бедрової частини туші нутрії, оскільки саме ця анатомічна ділянка характеризується найбільшою часткою м'язової тканини та широко використовується у виробництві подрібнених м'ясних продуктів.

За результатами проведеного дослідження встановлено, що зразки м'яса нутрії характеризуються високими органолептичними показниками. Оцінка зовнішнього вигляду становила 4,8 бала; зразки мали однорідну структуру, рівномірний зріз та не містили сторонніх включень. Колір було оцінено у 4,7 бала; він характеризувався природним темно-рожевим відтінком без ознак потемніння або сіруватого забарвлення.

Показник консистенції становив 4,6 бала; зразки відзначалися достатньою щільністю та пружністю, без надмірної рихлості або водянистості, при цьому структура залишалася стабільною після механічного впливу. Смакові властивості було оцінено у 4,8 бала; смак – приємний, характерний для м'ясної сировини, без сторонніх присмаків. Показник запаху також становив 4,8 бала; аромат відповідав свіжому м'ясу.

Середня інтегральна органолептична оцінка досліджуваних зразків становила 4,7 бала.

Результати органолептичної оцінки м'яса нутрії та курячого м'яса представлено у вигляді пелюсткової діаграми (рис. 6), що відображає співвідношення досліджуваних показників.



**Рисунок 6.** Профілограма органолептичної оцінки м'яса нутрії та курятини, бал  
*Джерело:* розроблено автором на основі власних досліджень.

Аналіз діаграми показує, що м'ясо нутрії характеризується високими значеннями за всіма органолептичними показниками. Найвищі оцінки отримано за показниками зовнішнього вигляду, смаку та запаху, що свідчить про привабливі сенсорні властивості досліджуваної сировини. Показники кольору та консистенції також знаходяться на високому рівні, що підтверджує добру якість м'яса та його придатність до технологічної переробки.

Отримані результати дають змогу більш повно та ґрунтовно охарактеризувати фізико-хімічні та органолептичні властивості м'яса нутрії у порівнянні з традиційними видами м'ясної сировини. Проведений аналіз свідчить, що визначені показники загалом корелюють із сучасними літературними даними, водночас виявлені певні відмінності, які зумовлюють специфічні особливості технологічної поведінки даного виду сировини.

Зокрема, встановлений рівень вологоутримуючої здатності м'яса нутрії є нижчим порівняно з традиційними видами м'яса. Для порівняння, вологоутримуюча здатність сирого м'яса курятини становить 60–65 %, яловичини – 58–62 %, а свинини – 55–60 %. Такі відмінності пояснюються видовими особливостями м'язової тканини та специфікою білкового складу різних видів м'яса (Rodrigues et al., 2023; Meinilä & Virtanen, 2024). На відміну від наведених даних, у дослідженні встановлено дещо нижчий показник для м'яса нутрії, що свідчить про відмінності у функціонально-технологічних властивостях цієї сировини (Iosub et al., 2022).

Водночас важливим є взаємозв'язок між вологоутримуючою здатністю та загальним вмістом води. Поєднання нижчого рівня загальної води з достатньою здатністю білкових структур її утримувати свідчить про більшу частку структурно зв'язаної води та меншу кількість вільної фракції. Це відрізняє м'ясо нутрії від традиційних видів м'яса та визначає особливості його технологічної поведінки (Rodionova et al., 2020). У порівнянні з іншими видами м'яса такі характеристики можуть забезпечувати зменшення втрат м'ясного соку під час теплової обробки, підвищення стабільності структурно-механічних властивостей фаршевих систем, зниження ризику виділення води під час зберігання продукції та формування більш однорідної текстури фаршу (Slováček et al., 2024).

Аналіз масової частки білка показав, що м'ясо нутрії не поступається традиційним видам м'яса за цим показником. Отримані результати узгоджуються з даними Haščík i Pavelková

(2023), які встановили високий вміст білка у м'ясі нутрії, а також із результатами Hanusová et al. (2022), де підтверджено його збалансований амінокислотний склад. Подібність отриманих результатів до літературних даних свідчить про стабільність протеїнового складу цієї сировини та її відповідність сучасним вимогам до продуктів із підвищеною біологічною цінністю (Meinilä & Virtanen, 2024).

Водночас відмінністю є поєднання високого вмісту білка з помірним рівнем вологи та задовільною вологоутримуючою здатністю, що створює сприятливі умови для формування структурованих фаршевих систем (Rodionova et al., 2020). У порівнянні з традиційними видами м'яса це може визначати кращу стабільність м'ясної маси під час механічної та теплової обробки (Slováček et al., 2024).

Показники масової частки золи також свідчать про відмінності між м'ясом нутрії та традиційними видами м'яса. У даному дослідженні встановлено вищий рівень зольності, що узгоджується з результатами Naščík i Pavelková (2023) та підтверджує підвищений вміст мінеральних речовин у цій сировині. Це може розглядатися як перевага з точки зору харчової цінності та функціонального призначення продукції (Peshuk et al., 2022).

Показник активної кислотності (pH) у м'ясі нутрії також відрізняється від традиційних значень. Отримані результати узгоджуються з сучасними дослідженнями, які відзначають особливості фізико-хімічних показників м'яса нутрії (Tůmová et al., 2021). Вищий рівень pH може впливати на функціонально-технологічні властивості білків та визначати поведінку м'ясної системи у процесі переробки (Rodrigues et al., 2023).

Окрему увагу слід приділити органолептичним показникам. У проведеному дослідженні встановлено високий рівень сенсорної оцінки м'яса нутрії, що узгоджується з даними Naščík i Pavelková (2023), які також відзначають високі показники смаку, аромату та ніжності. У роботі Zahia-Azizan et al. (2025) показано, що сенсорні показники курячого м'яса є дещо нижчими, що підтверджує конкурентоспроможність м'яса нутрії за органолептичними характеристиками.

Крім того, можливість практичного використання м'яса нутрії підтверджується результатами Rodionova et al. (2020), які зазначають його придатність до промислової переробки. Подібні висновки наведені також у дослідженні Slováček et al. (2024), де встановлено ефективність використання м'яса нутрії у виробництві ковбасних виробів із прийнятними показниками якості.

Таким чином, результати проведеного дослідження узгоджуються з сучасними науковими даними та підтверджують, що м'ясо нутрії є перспективною альтернативною сировиною для виробництва м'ясних продуктів. Виявлені особливості фізико-хімічних показників визначають специфічні функціонально-технологічні властивості цієї сировини, що можуть бути ефективно використані у виробництві січених напівфабрикатів та інших видів м'ясної продукції (Rodrigues et al., 2023; Meinilä & Virtanen, 2024).

**ВИСНОВКИ.** У результаті комплексного дослідження фізико-хімічних та органолептичних показників м'яса нутрії (*Myocastor coypus*) встановлено сукупність характеристик, які об'єктивно відображають його якість як альтернативної м'ясної сировини для м'ясних продуктів.

Дослідження показали, що м'ясо нутрії характеризується помірним вмістом вологи (63,03 %), високою масовою часткою білка (21,3 %) при відносно низькому вмісті жиру (8,8 %) та золи (1,87 %), що свідчить про його високу харчову цінність та перспективність використання у виробництві продуктів здорового харчування.

Визначена задовільна вологоутримуюча здатність (51,14 %) свідчить про адекватні функціонально-технологічні властивості білкової системи та здатність м'ясної сировини формувати стабільні подрібнені м'ясні продукти. Показник активної кислотності (pH 6,77) відповідає технологічним вимогам до м'ясної сировини та забезпечує належні умови для формування функціональних властивостей фаршу.

Органолептична оцінка підтвердила високий рівень споживчих властивостей (середній бал 4,7), зокрема позитивні характеристики зовнішнього вигляду, кольору, консистенції, смаку та запаху.

Отримані результати обґрунтовують доцільність використання м'яса нутрії як альтернативної сировини у технології січених напівфабрикатів та дієтичних м'ясних продуктів. Перспективи подальших досліджень полягають у оптимізації рецептур, оцінці змін показників якості під час зберігання, а також у вивченні впливу технологічних режимів обробки на структурно-механічні та споживчі властивості готової продукції.

**Подяки.** Немає

**Конфлікт інтересів.** Немає.

### References

- Bhat, Z. F., Kumar, S., & Fayaz, H. (2021). Meat analogues: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 61(15), 2597–2611. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1768031>
- Bhawana, I., Malik, A., Raposo, A., Singh, S., Yadav, S., Zandonadi, R. P., Lo, L. H., Khan, H., & Thakur, N. (2023). Physico-chemical, sensory and microbiological quality of raw chicken meat: A survey study in Hisar City, Haryana, India. *Frontiers in Nutrition*, 10, 1184005. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1184005>
- DSTU 4823.2:2007. (2007). *Meat and meat products. Methods for determination of moisture content (Part 2)*. Kyiv: Derzhspozhyvstandart of Ukraine.
- DSTU ISO 1442:2005. (2005). *Meat and meat products. Determination of moisture content (reference method)*. Kyiv: Derzhspozhyvstandart of Ukraine.
- DSTU ISO 1443:2005. (2005). *Meat and meat products. Determination of total fat content*. Kyiv: Derzhspozhyvstandart of Ukraine.
- DSTU ISO 937:2005. (2005). *Meat and meat products. Determination of nitrogen content (Kjeldahl method)*. Kyiv: Derzhspozhyvstandart of Ukraine.
- Haščík, P., & Pavelková, A. (2023). Meat performance, chemical composition and sensory evaluation of *Myocastor coypus* meat. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 13(3), e10628. <https://doi.org/10.55251/jmbfs.10628>
- Hanusová, J., Miluchová, M., & Gábor, M. (2022). Evaluation of amino acids in meat and liver of nutria (*Myocastor coypus* Molina) depending on age. *Journal of Central European Agriculture*, 23(1), 24–30. <https://doi.org/10.5513/JCEA01/23.1.3450>
- Iosub, I. A., Lazăr, R., Ciobanu, M. M., & Boișteanu, P. C. (2022). Research on characterization of physicochemical parameters of nutria meat. *Animal & Food Sciences Journal Iasi*, 77, 203–207.
- Meinilä, J., & Virtanen, J. K. (2024). Meat and meat products – a scoping review for Nordic Nutrition Recommendations 2023. *Food & Nutrition Research*, 68, 10538. <https://doi.org/10.29219/fnr.v68.10538>
- Peshuk, L., Simonova, I., & Shtyk, I. (2022). Modern trend – health products with microalgae. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 24(97), 52–59. <https://doi.org/10.32718/nvlvet-f9709>
- Pighin, D., Pazos, A., Chamorro, V., & Grigioni, G. (2020). Role of meat in human nutrition and health. *Meat Science*, 162, 108089. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108089>
- Ribeiro, A. J., Silva, F., Teixeira, P., & Saraiva, C. M. (2025). Dry-aged beef: A global review of meat quality traits, microbiome dynamics, safety, and sustainable strategies. *Journal of Food Science*, 90(10), e70589. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.70589>
- Rodionova, K. O., Paliy, A. P., Yatsenko, I. V., & Paliy, A. P. (2020). Adaptation of nutria meat to industrial technologies of the meat industry. *Journal for Veterinary Medicine, Biotechnology and Biosafety*, 6(1), 31–36. <https://doi.org/10.36016/JVMBBS-2020-6-1-6>

- Rodrigues, S. S. Q., et al. (2023). Novel approaches to improve meat products' healthy characteristics: A review on lipids, salts, and nitrites. *Foods*, 12(15), 2962. <https://doi.org/10.3390/foods12152962>
- Slováček, J., Nedomová, Š., Janík Piechowiczová, M., Mikulka, O., & Jůzl, M. (2024). Comparative study on quality parameters of dry-cured beaver (Castor fiber) and nutria (*Myocastor coypus*) sausages. *Czech Journal of Food Sciences*, 42(5), 382–389. <https://doi.org/10.17221/XXX/2024-CJFS>
- Tůmová, E., Chodová, D., Volek, Z., & Ketta, M. (2021). The effect of feed restriction, sex and age on the carcass composition and meat quality of nutrias (*Myocastor coypus*). *Meat Science*, 182, 108625. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108625>
- Zahia-Azizan, N. A., Yee, C. S., Ushidee-Radzi, M. A., Ilham, Z., Abd Rahim, M. H., Raseetha, S., Hamid, N., Jamaludin, A. A., & Wan-Mohtar, W. A. A. Q. I. (2025). Development of antimicrobial and antioxidative chicken patties using liquid-fermented *Ganoderma lucidum* and *Pleurotus djamor* fruiting body biomass. *Fermentation*, 11(7), 393. <https://doi.org/10.3390/fermentation11070393>
- Zduńczyk, W., Tkacz, K., Pietrzak-Fiećko, R., Bottari, B., & Modzelewska-Kapituła, M. (2024). Pork as a source of nutrients in a human diet—Comparison of meat obtained from conventional and organic systems offered in the Polish market. *NFS Journal*, 37, 100199. <https://doi.org/10.1016/j.nfs.2024.100199>

УДК 664.9:637.52

<https://doi.org/10.31548/humanhealth.2.2026.21>

## ВПЛИВ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ДОБАВОК НА ОРГАНОЛЕПТИЧНІ ПОКАЗНИКИ НАПІВКОПЧЕНИХ КОВБАС

**Антон Олегович Лихацький**

Здобувач ступеня доктора філософії,

<https://orcid.org/0009-0007-3779-0084>**Валентина Миколаївна Ізраєлян**

кандидат технічних наук, доцент

<https://orcid.org/0000-0002-7242-3227>Національний університет біоресурсів і природокористування України,  
03041, Україна, м. Київ, вул. Виставкова, 16

**Анотація.** У сучасних умовах розвитку м'ясопереробної промисловості актуальним є підвищення якості та стабільності органолептичних показників ковбасних виробів шляхом оптимізації рецептурного складу та використання функціональних інгредієнтів. Особливого значення набуває застосування білкових добавок рослинного походження, гідроколоїдів і природних антиоксидантів, які забезпечують покращення структурно-механічних характеристик продукції, стабілізацію емульсійної системи та підвищення стійкості виробів під час зберігання. Метою досліджень є обґрунтування впливу функціональних добавок у складі оптимізованої рецептури на формування органолептичних показників напівкопчених ковбас. Органолептичну оцінку напівкопчених ковбас проводили за показниками зовнішнього вигляду, структури фаршу на розрізі, консистенції, смаку та запаху. Дослідження здійснювали відповідно до вимог ДСТУ 4435:2005 із використанням п'ятибальної шкали оцінювання та побудовою сенсорної профілограми. Для дослідного зразка використовували оптимізовану рецептуру з додаванням соєвого білкового ізоляту, сухого знежиреного молока, каррагенану, гексаметафосфату та природного антиоксиданту дегідрокверцетину.

У результаті проведених досліджень встановлено позитивний вплив комплексу функціональних інгредієнтів на органолептичні характеристики напівкопчених ковбас. Дослідний зразок характеризувався рівномірною та щільною структурою фаршу, чітко вираженим рисунком на розрізі та відсутністю бульйонно-жирових набряків. Встановлено, що внесення білкових компонентів і гідроколоїдів забезпечувало формування стабільної білково-жирової матриці, що сприяло підвищенню вологоутримуючої здатності фаршевої системи та покращенню консистенції готового продукту. Консистенція дослідного зразка була пружною, еластичною та однорідною порівняно з контрольним зразком. Дослідження смако-ароматичних властивостей показало, що напівкопчені ковбаси з функціональними добавками мають більш гармонійний і виражений смак та аромат. Використання дегідрокверцетину сприяло уповільненню окиснювальних процесів у жировій фазі продукту, що позитивно вплинуло на стабільність смакових характеристик. За результатами сенсорного оцінювання середній інтегральний бал дослідного зразка перевищував контрольний на 0,58 бала, що підтверджує ефективність застосування оптимізованої рецептури для покращення органолептичних показників продукції.

Практична цінність роботи полягає у можливості використання оптимізованої рецептури на підприємствах м'ясопереробної галузі для підвищення споживчих властивостей напівкопчених ковбас, стабілізації їх органолептичних показників, удосконалення текстурних характеристик і розширення асортименту конкурентоспроможної продукції.

**Ключові слова:** білково-жирова матриця, соєвий ізолят, гідроколоїди, антиоксиданти, дегідрокверцетин, сенсорні властивості.

UDC 664.9:637.52

<https://doi.org/10.31548/humanhealth.2.2026.21>

## INFLUENCE OF FUNCTIONAL ADDITIVES ON ORGANOLEPTIC INDICATORS OF SEMI-SMOKED SAUSAGES

**Anton Lykhatskyi**

*Candidate for the degree of Doctor of Philosophy,*

<https://orcid.org/0009-0007-3779-0084>

**Valentyna Israelian**

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor*

<https://orcid.org/0000-0002-7242-3227>

*National University of Life Resources and Environmental Sciences of Ukraine,  
03041, Vystavkova St., 16, Kyiv, Ukraine*

**Abstract.** Given current conditions in the meat processing industry, it is relevant to improve the quality and stability of sausage products' organoleptic properties by optimizing recipe composition and using functional ingredients. Of particular importance are the use of protein additives of plant origin, hydrocolloids, and natural antioxidants, which improve the structural and mechanical characteristics of products, stabilize the emulsion system, and increase product stability during storage.

The purpose of the research is to substantiate the influence of functional additives in the optimized recipe on the formation of organoleptic indicators of semi-smoked sausages. The organoleptic assessment of semi-smoked sausages was carried out according to indicators of appearance, the structure of the minced meat on the cut, consistency, taste, and smell. The research was carried out in accordance with the requirements of DSTU 4435:2005 using a five-point evaluation scale and constructing a sensory profile. For the experimental sample, an optimized recipe was used, including soy protein isolate, skimmed milk powder, carrageenan, hexametaphosphate, and the natural antioxidant dehydroquercetin.

As a result of the conducted studies, a positive effect of the complex of functional ingredients on the organoleptic characteristics of semi-smoked sausages was established. The experimental sample was characterized by a uniform, dense minced-meat structure, a clearly defined pattern on the cut, and the absence of broth-fat swellings. It was established that the introduction of protein components and hydrocolloids resulted in the formation of a stable protein-fat matrix, thereby increasing the moisture-retention capacity of the minced meat system and improving the consistency of the finished product. The experimental sample was more elastic and homogeneous than the control. The study of taste and aromatic properties showed that semi-smoked sausages with functional additives had a more harmonious, pronounced taste and aroma. The use of dehydroquercetin slowed oxidative processes in the product's fat phase, thereby improving the stability of its taste characteristics. According to the sensory evaluation results, the average integral score of the experimental sample exceeded that of the control by 0.58 points, confirming the effectiveness of the optimized recipe in improving the product's organoleptic characteristics.

The practical value of the work lies in the possibility of using the optimized recipe at meat processing enterprises to improve the consumer properties of semi-smoked sausages, stabilize their organoleptic characteristics, enhance their texture, and expand the range of competitive products.

**Keywords:** protein-fat matrix, soy isolate, hydrocolloids, antioxidants, dehydroquercetin, sensory properties.

**ВСТУП.** Забезпечення населення високоякісними та безпечними харчовими продуктами є одним із пріоритетних завдань системи громадського здоров'я. М'ясні вироби залишаються важливим джерелом повноцінного білка, незамінних амінокислот, мікроелементів та вітамінів групи В. Водночас сучасні тенденції розвитку харчової промисловості передбачають не лише збереження харчової цінності продукції, а й удосконалення її функціонально-технологічних та сенсорних характеристик.

Напівкопчені ковбаси належать до емульсійних м'ясних продуктів, у яких структура формується складною білково-жировою системою. Якість таких виробів визначається взаємодією міофібрилярних білків, жиру, води та допоміжних компонентів (Flores, 2018). Порушення стабільності емульсії призводить до дефектів текстури, втрат вологи під час термічної обробки, появи бульйонно-жирових набряків та погіршення органолептичних показників (Zhang et al., 2022).

Сучасні наукові дослідження доводять, що оптимізація білкової системи є ключовим напрямом удосконалення технології м'ясних емульсійних виробів. Зокрема, використання рослинних білкових ізолятів дозволяє підвищити емульгуючу здатність фаршу, покращити вологоутримувальні властивості та забезпечити стабільність структури продукту (Kyriakopoulou et al., 2019). Комбінування тваринних і рослинних білків сприяє формуванню більш щільної білкової матриці та позитивно впливає на текстурні характеристики ковбасних виробів (Bohrer, 2019).

Важливу роль у стабілізації структури емульсійних систем відіграють гідроколоїди та фосфати. Каррагенан у поєднанні з м'ясними білками утворює просторову гелеву сітку, яка утримує воду та жир, що сприяє підвищенню виходу продукції та покращенню консистенції. Фосфати, у свою чергу, підвищують рН системи та активують гідратацію білків, що позитивно позначається на текстурі готового продукту (Bal-Prylypko et al., 2023).

Окремої уваги потребує проблема окислення ліпідів у напівкопчених ковбасах. Окисні процеси призводять до формування небажаних присмаків та зниження споживчих властивостей продукції (Shahidi & Ambigaipalan, 2015). У цьому контексті перспективним є застосування природних антиоксидантів, зокрема поліфенольних сполук, здатних пригнічувати ліпопероксидацію та стабілізувати смако-ароматичний профіль продукту (Dorozhko et al., 2025).

Сенсорні показники є визначальними для споживчого вибору та конкурентоспроможності ковбасної продукції. Гармонійність смаку, однорідність структури на розрізі, пружність консистенції та виражений аромат копчення формують загальне враження від продукту. Саме тому наукове обґрунтування рецептурних змін повинно базуватися на комплексному аналізі органолептичних властивостей.

З огляду на викладене, актуальним є проведення комплексних досліджень, спрямованих на наукове обґрунтування рецептурних рішень щодо удосконалення технології напівкопчених ковбас із урахуванням взаємодії білкових, жирових та функціональних компонентів системи. Поєднання оптимізації білково-жирової матриці, раціонального використання гідроколоїдів і природних антиоксидантів повинно забезпечувати підвищення структурної стабільності, зниження інтенсивності окислювальних процесів та покращення сенсорного профілю продукції.

**ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.** Напівкопчені ковбаси належать до емульсійних м'ясних продуктів, структура яких формується внаслідок складної взаємодії м'язових білків, жирової фази та води з утворенням просторової білково-жирової матриці. Стабільність такої системи значною мірою визначає функціонально-технологічні та сенсорні характеристики готового продукту. Саме міофібрилярні білки забезпечують емульгування жиру, зв'язування вологи та формування термостійкої гелевої структури під час термічної обробки (Cornet et al., 2020). Порушення стабільності емульсії супроводжується погіршенням текстури, підвищенням втрат маси та утворенням бульйонно-жирових набряків.

Сучасні тенденції розвитку технології м'ясних продуктів орієнтовані на підвищення структурної стабільності емульсійних систем, покращення текстурних показників і мінімізацію технологічних втрат. У зв'язку з цим особливого значення набуває оптимізація рецептурного складу за рахунок використання функціональних інгредієнтів, здатних модифікувати властивості білково-жирової системи та забезпечувати стабільність фаршу на всіх етапах технологічного процесу.

Одним із ключових напрямів удосконалення рецептур напівкопчених ковбас є оптимізація білкової складової. Встановлено, що міозин і актин формують тривимірну білкову мережу, здатну ефективно утримувати воду та жир, забезпечуючи необхідні структурно-механічні властивості продукту (Xiong, 2022). Разом із тим, у сучасних технологіях дедалі ширше використовуються рослинні білкові ізоляти, які характеризуються високими функціональними властивостями. Зокрема, іноземні науковці довели, що використання соєвого білкового ізоляту сприяє підвищенню вологоутримувальної здатності фаршу, стабілізації емульсії та покращенню текстурних характеристик ковбасних виробів (Jiang et al., 2025).

Важливим аспектом є також комбінування тваринних і рослинних білків. Таке поєднання забезпечує формування більш щільної та стабільної білкової матриці без істотного погіршення сенсорних показників за умови оптимального дозування рослинних компонентів (Kyriakoulou et al., 2019). Аналогічні результати досліджень відзначають позитивний вплив білкових добавок на консистенцію, соковитість та загальну споживчу оцінку ковбасних виробів (Kim et al., 2025). Отже, застосування функціональних білкових компонентів є перспективним напрямом удосконалення технології емульсійних м'ясних продуктів.

Вагому роль у формуванні структурно-механічних властивостей напівкопчених ковбас відіграють гідроколоїди. Встановлено, що каррагенан та інші полісахариди здатні формувати просторові гелеві структури, які підвищують водо- та жирутримувальну здатність фаршу (Wu et al., 2021). Крім того, гідроколоїди сприяють стабілізації емульсійної системи та покращенню консистенції готової продукції.

Особливий інтерес становить поєднання гідроколоїдів із фосфатами. Науковці зазначають, що фосфати підвищують рН системи та активують центри гідратації білків, унаслідок чого посилюється зв'язування води та підвищується стабільність емульсії (Van der Sman and Van der Goot, 2018). Комплексне використання структуроутворювальних компонентів дозволяє зменшити прояви синерезису, покращити текстурні характеристики та підвищити вихід готової продукції. Таким чином, застосування каррагенану та фосфатів у технології напівкопчених ковбас є технологічно та функціонально обґрунтованим.

Важливою проблемою у виробництві та зберіганні м'ясних продуктів залишається окиснення ліпідів, яке негативно впливає на харчову цінність, смако-ароматичні властивості та безпечність продукції. Доведено, що процеси ліпопероксидації супроводжуються утворенням вторинних летких сполук, які зумовлюють появу прогірклого присмаку та стороннього запаху (Aminzare et al., 2019).

У сучасних дослідженнях значна увага приділяється використанню природних антиоксидантів як альтернативи синтетичним добавкам. Науково встановлено механізми антиоксидантної дії поліфенольних сполук, які полягають у їх здатності інактивувати вільні радикали, переривати ланцюгові реакції окиснення та стабілізувати реактивні форми кисню (Shahidi and Ambigaipalan, 2018). Це забезпечує уповільнення окиснення ліпідів і білків та сприяє збереженню якості м'ясних продуктів під час зберігання.

Інтенсивність окиснювальних процесів безпосередньо впливає на зміну кольору, аромату, смаку та загальної сенсорної привабливості м'ясних виробів (Munekata et al., 2020). Контроль ліпопероксидації є необхідною умовою забезпечення стабільності органолептичних показників продукції протягом усього терміну зберігання. У зв'язку з цим використання природних поліфенольних антиоксидантів у технології напівкопчених ковбас є

перспективним напрямом підвищення окиснювальної стабільності та подовження терміну придатності продукції.

Сенсорні показники залишаються одними із ключових критеріїв оцінювання якості та конкурентоспроможності ковбасних виробів. Органолептичне сприйняття продукції формується сукупністю таких характеристик, як зовнішній вигляд, колір, структура на розрізі, консистенція, соковитість, смак і аромат. Використання функціональних інгредієнтів може як покращувати текстурні та структурні властивості продукції, так і негативно впливати на її сенсорний профіль у разі порушення оптимальних дозувань (Guzek et al., 2020). Саме тому обґрунтування рецептурних змін повинно супроводжуватися комплексною сенсорною оцінкою із застосуванням профільного аналізу та бальних методів оцінювання.

Таким чином, аналіз сучасних наукових джерел свідчить, що удосконалення технології напівкопчених ковбас повинно базуватися на комплексному підході, який передбачає оптимізацію білкової системи, використання гідролоїдів і природних антиоксидантів, а також оцінювання їхнього впливу на структурно-механічні, окиснювальні та сенсорні характеристики готової продукції.

**МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ.** Метою роботи є дослідження впливу модифікованої рецептури, що передбачає зміну білкового та функціонально-технологічного складу, на формування органолептичних властивостей напівкопчених ковбас.

**МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ.** Об'єктом дослідження були напівкопчені ковбаси виготовлені за двома рецептурами: **контрольний зразок** – за традиційною рецептурою; **дослідний зразок** – із модифікованим білковим та функціонально-технологічним складом (заміна частини молочної сировини на соєвий білковий ізолят, введення каррагенану, фосфатів та природного антиоксиданту дегідрокварцетину).

Виробництво зразків здійснювали в умовах навчально-виробничої лабораторії кафедри технології м'ясних, рибних та м'ясопродуктів з дотриманням технологічної схеми виготовлення напівкопчених ковбас: підготовка сировини, подрібнення, кутерування, шприцювання, осадження, термічна обробка (обсмажування, варіння, копчення), охолодження.

Органолептичні дослідження готових зразків проводили відповідно до вимог ДСТУ 4435:2005 «Ковбаси напівкопчені. Загальні технічні умови». Оцінювання здійснювали за такими показниками: зовнішній вигляд, консистенція, вигляд фаршу на розрізі, колір, запах та смак. Визначення показників проводили після завершення технологічного циклу та охолодження продукції до температури, передбаченої нормативною документацією.

Органолептичну оцінку здійснювала комісія у складі 6 експертів, які пройшли попередній інструктаж щодо критеріїв оцінювання.

Дегустацію проводили у спеціально обладнаному приміщенні при температурі  $20 \pm 2$  °С, за нейтрального освітлення. Зразки подавали у випадковому порядку, закодованими тризначними номерами.

Для порівняльного аналізу якості контрольного та дослідного зразків застосовували метод бальної оцінки з використанням п'ятибальної шкали. Кожному органолептичному показнику надавали відповідний коефіцієнт вагомості залежно від його впливу на загальне сприйняття продукту. Підсумкову оцінку визначали шляхом розрахунку середнього арифметичного значення з урахуванням вагових коефіцієнтів.

Для візуалізації результатів застосовували метод графічного профілю (сенсорна профілограма), який дозволяє комплексно оцінити якість продукції та порівняти контрольний і дослідний зразки.

Отримані експериментальні дані було проаналізовано з використанням методів математичної статистики. Обробку результатів здійснювали за допомогою функціоналу для статистичного аналізу у програмі Microsoft Excel. Кожен дослід проводився щонайменше у трьох–п'яти повтореннях. Результати наведені у вигляді середніх значень із відповідними

стандартними похибками середнього ( $\pm$  SEM). Достовірність різниці між контрольним і дослідним зразками оцінювали за t-критерієм Стьюдента при рівні значущості  $p \leq 0,05$ .

**РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ОБГОВОРЕННЯ.** Порівняльний аналіз рецептур контрольного та дослідного зразків наведено в таблиці 1. Модифікація складу рецептури була спрямована на оптимізацію білково-жирової системи та підвищення функціонально-технологічних властивостей фаршу, що дозволяє забезпечити збереження органолептичних характеристик та покращення технологічної стабільності продукту.

**Таблиця 1.** Рецептура напівкопчених ковбас

| Назва сировини   | Од. вим. | Зразок      |           |
|--|----------|-------------|-----------|
|  |          | Контрольний | Дослідний |
| <b>Сировина несолена, кг (на 100 кг)</b>                     |          |             |           |
| Свинина напівжирна 70/30                                     | %        | 48          | 48        |
| Філе куряче  | %        | 10          | 10        |
| М'ясо куряче   | %        | 10          | 10        |
| Яловичина I гатунку (ковбасна)                               | %        | 10          | 12        |
| Шпик боковий   | %        | 10          | 10        |
| Печінка свинна   | %        | 2           | -         |
| Емульсія з шкурки свинної №1                                 | %        | 10          | 10        |
| <b>Прянощі і матеріали, г (на 100 кг несоленої сировини)</b> |          |             |           |
| Сіль екстра  | г        | 1800        | 1800      |
| Розчин нітриту натрію  | г        | 300         | 300       |
| Суміш комбінована "Екстра комбі супермікс ГН"                | г        | 700         | 850       |
| Ковбасний аромат   | г        | 300         | 300       |
| Барвник «Кондікоп»   | г        | 10          | 10        |
| Могуцель PL-400  | г        | 500         | -         |
| Ізолят соєвого білка або тваринний білок                     | г        | -           | 500       |
| Суміш пряно-ароматична «Опті-Фреш»                           | г        | 400         | -         |
| Суміш пряно-ароматична «Емуль Топ Суперфест»                 | г        | 120         | 120       |
| Натрій ізоскарбінат харчовий                                 | г        | 70          | -         |
| Суміш пряно-ароматична «Мускатний горіх мелений»             | г        | 70          | 70        |
| Барвник «Рис ферментований»                                  | г        | 50          | 50        |
| Сироватка молочна суха                                       | г        | 5000        | -         |
| Сухе знежирене молоко  | г        | -           | 3000      |
| Функціональна суміш «Емульгатор PSP/600»                     | г        | 200         | -         |
| Гексаметафосфат, Е-452                                       | г        | -           | 200       |
| Каррагенан неочищений  | г        | -           | 200       |
| Дегідрокварцетин (таксифолін)                                | г        | -           | 20        |
| Вода   | г        | 16000       | 16000     |

У дослідному зразку здійснено часткову заміну традиційних компонентів білкової та функціональної природи. Зокрема, вилучено печінку свинну (2 %) та суху молочну сироватку (5 %), натомість введено ізолят соєвого білка (0,5 %) та сухе знежирене молоко (3 %). Така заміна спрямована на підвищення концентрації функціонально активних білкових фракцій, здатних ефективно емульгувати жир та утримувати вологу в структурі фаршу. Соевий білковий ізолят характеризується високою водо- та жирозв'язувальною здатністю, що сприяє формуванню більш стабільної білкової матриці порівняно з молочною сироваткою.

Крім того, у дослідній рецептурі вилучено комплексну функціональну суміш «Емульгатор PSP/600» та стабілізатор Могуцель PL-400, замінивши їх цілеспрямованим введенням гексаметафосфату (Е-452) у кількості 0,2 % та каррагенану (0,2 %). Такий підхід дозволяє регулювати гідратацію м'язових білків і формування гелевої структури більш керовано. Фосфати сприяють підвищенню рН фаршу та активації білкових центрів зв'язування води, тоді як каррагенан формує просторову гелеву сітку, здатну утримувати дисперговану жирову фазу.

Важливою особливістю дослідного зразка є введення природного антиоксиданту — дегідрокварцетину (0,02 %), який відсутній у контрольній рецептурі, застосування якого спрямоване на гальмування процесів ліпопероксидації та стабілізацію смако-ароматичних характеристик продукту під час зберігання.

Таким чином, запропонована модифікація рецептури має комплексний характер і спрямована на:

- підвищення емульгуючої здатності фаршу;
- покращення вологоутримуючої здатності;
- стабілізацію структури та зменшення ризику бульйонно-жирових набряків;
- підвищення окислювальної стабільності готового продукту.

Для підтвердження технологічної доцільності внесених змін було проведено органолептичну оцінку контрольних та дослідного зразків напівкопчених ковбас. Дослідження здійснювали за п'ятьма основними показниками: зовнішній вигляд, вид фаршу на розрізі, консистенція, смак, запах. Результати органолептичної оцінки контрольного та дослідного зразків напівкопчених ковбас наведено в таблиці 2.

**Таблиця 2.** Порівняльна характеристика органолептичних показників напівкопчених ковбас

| <b>Показник</b>             | <b>Контрольний зразок</b>  | <b>Дослідний зразок</b>   |
|-----------------------------|--|---|
| <b>Зовнішній вигляд</b>     | Батони правильної форми, оболонка суха, місцями нещільне прилягання до фаршу               | Батони правильної форми, поверхня суха та чиста, оболонка щільно прилягає до фаршу, бульйонно-жирові набряки відсутні |
| <b>Вид фаршу на розрізі</b> | Фарш однорідний, рожевого кольору, без сірих плям, наявні поодинокі мікропорожнини         | Фарш рівномірно перемішаний, щільний, рожевого кольору, без сірих плям, порожнини відсутні                            |
| <b>Консистенція</b>         | Достатньо щільна, дещо м'якувата, при натисканні повільно відновлює форму                  | Пружна, еластична, щільна, швидко відновлює форму після натискання  |
| <b>Смак</b>                 | Характерний для напівкопчених ковбас, помірно солоний, злегка виражений молочний післясмак | Насичений, гармонійний, збалансований за солоністю та пряністю, чистий м'ясний післясмак                              |
| <b>Запах</b>                | Власивий напівкопченим ковбасам, виражений коптильний аромат, сторонні запахи відсутні     | Інтенсивний м'ясний аромат, гармонійне поєднання пряних спецій, без стороннього присмаку та запаху                    |

Як видно з даних таблиці 2, обидва зразки напівкопчених ковбас відповідали загальним вимогам до продукції даної групи за основними органолептичними показниками. Водночас між контрольним і дослідним зразками встановлено певні відмінності, що характеризують вплив модифікації рецептури на якість готового продукту.

За показником **зовнішнього вигляду** обидва зразки мали правильну форму батонів та суху поверхню оболонки. Проте у контрольному зразку спостерігалось місцями нещільне прилягання оболонки до фаршу, що може свідчити про менш стабільну структурну організацію фаршевої системи. У дослідному зразку оболонка щільно прилягала до фаршу, поверхня була чистою, без ознак бульйонно-жирових набряків, що вказує на підвищену волого- та жирутримуючу здатність фаршу.

За показником **консистенції** контрольний зразок був достатньо щільним, проте дещо м'якуватим, із повільним відновленням форми після натискання. Дослідний зразок відзначався пружністю, еластичністю та швидким відновленням форми, що характеризує вищий рівень структурно-механічної стабільності продукту.

Оцінка **смаку** показала, що контрольний зразок мав типовий для напівкопчених ковбас профіль із помірною солоністю та легким молочним післясмаком. Дослідний зразок характеризувався більш насиченим та гармонійним смаком із чітко вираженим м'ясним післясмаком і збалансованим поєднанням солі та прянощів.

За показником **запаху** обидва зразки відповідали вимогам до напівкопчених ковбас і не мали сторонніх відтінків. Проте дослідний зразок відзначався більш інтенсивним м'ясним ароматом та гармонійним поєднанням прямих компонентів, що свідчить про стабільність ароматичного профілю.

Узагальнюючи результати описового аналізу, можна зазначити, що дослідний зразок характеризувався більш стабільною структурою, кращою текстурою та більш вираженим сенсорним профілем порівняно з контрольним, що підтверджує позитивний вплив внесених рецептурних змін на якість напівкопчених ковбас.

Для кількісного підтвердження результатів описового органолептичного аналізу було проведено бальну оцінку досліджуваних зразків за п'ятибальною шкалою. Отримані результати дозволили визначити інтегральний рівень сенсорної якості та встановити ступінь впливу модифікації рецептури на споживчі властивості продукції. Результати бальної органолептичної оцінки наведено в таблиці 3.

**Таблиця 3.** Результати бальної органолептичної оцінки напівкопчених ковбас, ( $n = 5$ ,  $p \leq 0,05$ )

| Показник             | Контрольний зразок, бали | Дослідний зразок, бали |
|----------------------|--------------------------|------------------------|
| Зовнішній вигляд     | 4,1 ± 0,05               | 4,9 ± 0,04             |
| Вид фаршу на розрізі | 4,3 ± 0,06               | 4,9 ± 0,03             |
| Консистенція         | 4,2 ± 0,05               | 5,0 ± 0,02             |
| Смак                 | 4,4 ± 0,04               | 4,8 ± 0,03             |
| Запах                | 4,6 ± 0,05               | 4,9 ± 0,03             |
| <b>Середній бал</b>  | <b>4,32</b>              | <b>4,90</b>            |

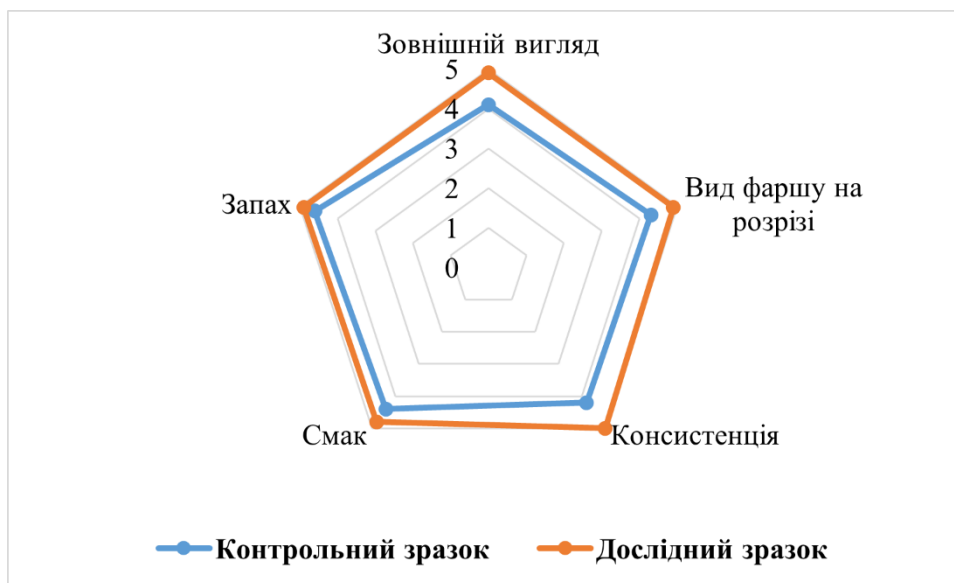
Отримані дані свідчать про вищий рівень органолептичної якості дослідного зразка за всіма оцінюваними показниками.

Середній інтегральний бал дослідного зразка - 4,90 перевищував показник контрольного - 4,32 на 0,58 бала, що свідчить про доцільність та ефективність внесених рецептурних змін для підвищення органолептичної якості напівкопчених ковбас.

На підставі отриманих середніх значень бальної оцінки органолептичних показників було побудовано **профілограму** (рис. 1), яка наочно відображає сенсорний профіль контрольного та дослідного зразків. Профілограма дозволяє оцінити рівень вираженості кожного показника та комплексно порівняти якість зразків.

Аналіз графічного представлення демонструє, що дослідний зразок переважає контрольний за всіма досліджуваними показниками, особливо за консистенцією та видом фаршу на розрізі. Розширення профілю у відповідних секторах свідчить про формування

більш стабільної структури та покращення текстурних характеристик, підтверджуючи позитивний вплив внесених рецептурних змін на органолептичну якість продукту.



**Рисунок 1.** Профілограма органолептичних показників напівкопчених ковбас

Таким чином, профілограма виступає наочним інструментом для демонстрації переваг дослідного зразка та узагальнює результати як описового, так і бального оцінювання органолептичних властивостей напівкопчених ковбас.

Аналіз органолептичних показників напівкопчених ковбас показав, що використання функціональних інгредієнтів позитивно впливає на формування структури фаршу, консистенцію, зовнішній вигляд та смако-ароматичні характеристики готового продукту. Встановлено, що обидва досліджувані зразки мали рівномірне рожеве забарвлення без сірих плям, що свідчить про правильне протікання процесів соління та термічної обробки. Разом із тим у контрольному зразку спостерігалися поодинокі мікропорожнини, тоді як дослідний зразок характеризувався більш щільною та однорідною структурою фаршу без видимих дефектів. Отримані результати узгоджуються з дослідженнями Чепурної та ін. (2025), у яких встановлено, що використання рослинних білкових інгредієнтів сприяє формуванню більш стабільної структури фаршу та покращенню текстурних характеристик ковбасних виробів. Подібні висновки наведені також у роботах Голембовської та ін. (2024), де доведено позитивний вплив білкових добавок на структурно-механічні властивості м'ясних емульсій.

Водночас результати даного дослідження відрізняються від наведених у роботах зазначених авторів комплексним підходом до оптимізації рецептури, оскільки у складі дослідного зразка одночасно використовувалися соєвий білковий ізолят, сухе знежирене молоко, каррагенан, гексаметафосфат та природний антиоксидант дегідрохверцетин. У більшості попередніх досліджень увага приділялася переважно окремим видам білкових інгредієнтів або гідроколоїдів без оцінки їх комбінованої дії на органолептичні показники продукту.

Покращення консистенції дослідного зразка пов'язане із застосуванням каррагенану, який забезпечує формування стабільної гелевої структури м'ясної емульсії та підвищує вологоутримуючу здатність фаршу. Аналогічні результати наведено у роботі Chen et al. (2024), де встановлено, що к-каррагенан покращує структурно-механічні властивості білкових гелів і сприяє стабілізації харчових систем. Автори зосереджували увагу переважно на реологічних властивостях модельних білкових систем, тоді як у даному дослідженні оцінювалися безпосередньо органолептичні характеристики готових напівкопчених ковбас. Це дозволило

встановити практичний вплив гідроколоїдів не лише на текстуру, а й на зовнішній вигляд та сенсорне сприйняття продукту.

Отримані результати підтверджують також висновки Штонди та ін. (2024), які довели, що поєднання рослинних білків із функціональними інгредієнтами сприяє покращенню консистенції, структури та загальної сенсорної привабливості м'ясних продуктів. Водночас у роботах цих авторів основна увага приділялася підвищенню харчової цінності та функціональних властивостей продуктів, тоді як у даному дослідженні акцент зроблено на стабілізації білково-жирової матриці та покращенні органолептичних показників напівкопчених ковбас.

Найбільша різниця між контрольним і дослідним зразками спостерігалася за показником консистенції, де перевага дослідного зразка становила 0,8 бала. Це свідчить про ефективну взаємодію білкового ізоляту, каррагенану та гексаметафосфату у формуванні стабільної білково-жирової системи. Подібні закономірності описані у дослідженнях Lee et al. (2025), де доведено, що використання емульсійних гелів на основі білків і полісахаридів дозволяє покращити текстурні характеристики та стабільність м'ясних продуктів. На відміну від наведених робіт, у даному дослідженні оцінювалися не лише вплив емульсійних систем на текстуру, а й їх роль у формуванні комплексних сенсорних характеристик ковбасних виробів.

За показником виду фаршу на розрізі дослідний зразок також мав суттєво вищу оцінку порівняно з контролем. Формування більш монолітної структури, рівномірний розподіл шпика та відсутність мікропорожнин свідчать про підвищення стабільності фаршевої системи. Аналогічні результати наведено у роботах Zhang et al. (2025), де встановлено, що соєвий білковий ізолят позитивно впливає на структурні характеристики ковбасних виробів та забезпечує стабільність емульсійної системи. Однак у роботах зазначених авторів основний акцент зроблено на фізико-хімічних показниках і вологостримуючій здатності, тоді як результати даного дослідження додатково підтверджують позитивний вплив функціональних інгредієнтів на сенсорне сприйняття готового продукту.

Покращення зовнішнього вигляду дослідного зразка проявлялося у щільному приляганні оболонки до фаршу, відсутності бульйонно-жирових підпливань і більш рівномірній структурі продукту. Це свідчить про підвищення волого- та жирутримуючих властивостей фаршу під впливом функціональних компонентів. Подібні результати описані у працях інших авторів, присвячених застосуванню білкових стабілізаторів та гідроколоїдів у технології м'ясних продуктів, однак у більшості досліджень увага приділялася переважно технологічним властивостям фаршу без детального аналізу органолептичних характеристик готової продукції.

Різниця між зразками за показниками смаку та запаху була менш вираженою, проте дегустаційна комісія відзначила більш гармонійний смаковий профіль і чистий аромат дослідного зразка. Такий ефект пояснюється стабілізацією ліпідної фази та зниженням інтенсивності окиснювальних процесів завдяки використанню дегідрокверцетину. Аналогічні результати наведені у дослідженнях Fontes-Candia et al. (2023), де встановлено, що функціональні інгредієнти сприяють стабілізації жирової фази та позитивно впливають на формування смако-ароматичних характеристик ковбасних виробів. На відміну від зазначених робіт, у даному дослідженні особливу увагу приділено застосуванню природного антиоксиданту дегідрокверцетину як компонента комплексної функціональної системи.

Таким чином, результати проведеного дослідження загалом підтверджують висновки інших авторів щодо позитивного впливу рослинних білків, гідроколоїдів та функціональних інгредієнтів на якість м'ясних продуктів. Водночас відмінністю даної роботи є комплексне поєднання функціональних компонентів та оцінка їх сумарного впливу саме на органолептичні характеристики напівкопчених ковбас. Це дозволило встановити, що комбіноване використання білкових добавок, гідроколоїдів і природних антиоксидантів забезпечує формування більш стабільної білково-жирової матриці, покращує консистенцію, зовнішній вигляд і сенсорні властивості готового продукту.

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні впливу різних концентрацій функціональних інгредієнтів на фізико-хімічні, структурно-механічні та мікробіологічні показники напівкопчених ковбас під час зберігання. Доцільним є також дослідження процесів окиснювальної стабільності ліпідної фази при використанні природних антиоксидантів та визначення оптимальних співвідношень рослинних і тваринних білків у рецептурах м'ясних продуктів. Подальші наукові дослідження можуть бути спрямовані на розроблення функціональних ковбасних виробів із підвищеною харчовою та біологічною цінністю, а також на оцінку споживчої прийнятності та економічної ефективності впровадження удосконалених рецептур у виробничих умовах.

**ВИСНОВКИ.** Результати проведеного дослідження свідчать про ефективність модифікованої рецептури напівкопчених ковбас, спрямованої на оптимізацію білково-жирової матриці та покращення функціонально-технологічних властивостей фаршу. Застосування соєвого білкового ізоляту, каррагенану, гексаметафосфату (Е-452) та природного антиоксиданту - дегідрокварцетину забезпечило формування більш стабільної структури продукту, підвищення пружності та еластичності консистенції, зменшення ризику бульйонно-жирових підпливань, а також покращення органолептичних показників.

Органолептична оцінка показала, що дослідний зразок перевищував контрольний за всіма ключовими показниками: зовнішній вигляд, консистенція, вид фаршу на розрізі, смак та запах. Найбільш виражені відмінності спостерігалися за консистенцією та структурою фаршу на розрізі, що свідчить про позитивний вплив функціональних добавок на стабільність білково-жирової матриці. Введення природного антиоксиданту сприяло збереженню чистого смакового та ароматичного профілю продукту.

Отримані результати сенсорного аналізу підтверджують доцільність застосування запропонованих рецептурних змін та їх позитивний вплив на якість готового продукту.

Таким чином, науково обґрунтована модифікація рецептури напівкопчених ковбас є ефективним шляхом підвищення структурної стабільності, сенсорної привабливості та технологічної якості продукції, що має практичне значення для розвитку харчової промисловості та задоволення споживчих потреб у високоякісних м'ясних виробках. Подальші дослідження доцільно спрямувати поглиблене вивчення фізико-хімічних, функціонально-технологічних показників, а також показників безпечності готової продукції.

**Подяки.** Немає.

**Конфлікт інтересів.** Немає.

### References

- Aminzare, M., Hashemi, M., Ansarian, E., Bimakr, M., Hassanzad Azar, H., Mehrasbi, M. R., ... & Afshari, A. (2019). Using natural antioxidants in meat and meat products as preservatives: A review. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, 7(5), 417–426.
- Bal-Prylypko, L., Khomych, V., Usenko, S., Israelian, V., & Nazarenko, M. (2021). Microstructural analysis of cooked sausages with spelt flour. *Animal Science and Food Technology*, 12(3), 50–59. <https://doi.org/10.31548/animal2021.03.004>
- Bal-Prylypko, L., Nikolaenko, M., Ustylenko, I., Slobodyanyuk, N., Israelian, V., Rozbytska, T., ... & Marchyshyna, Y. (2023). Thermized protein-fat fermented milk product with food emulsion and carrageenan. *Journal of Hygienic Engineering & Design*, 43.
- Bohrer, B. M. (2019). An investigation of the formulation and nutritional composition of modern meat analogue products. *Food Science and Human Wellness*, 8(4), 320–329. <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2019.11.006>
- Chen, J., et al. (2024). Effect of κ-carrageenan on the physicochemical and structural characteristics of ready-to-eat surimi gel. *International Journal of Food Science & Technology*, 59(6), 3711–3722. <https://doi.org/10.1111/ijfs.17113>

- Chepurna, O., Shtonda, O., Osypenkova, I., & Kurylenko, Y. (2025). Determination of the dependence of the fatty acid composition of boiled-smoked sausages with the addition of vegetable raw materials. *Technology Audit and Production Reserves*, 1(3/81), 45–50. <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2025.323966>
- Cornet, S. H., Edwards, D., van der Goot, A. J., & van der Sman, R. G. (2020). Water release kinetics from soy protein gels and meat analogues as studied with confined compression. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 66, 102528. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2020.102528>
- Dorozhko, V., HOLEMBOVSKA, N., Slobodianiuk, N., Israelyan, V., et al. (2025). Enhancing meat products with natural antioxidants: Technological and sensory aspects. *SciFood*, 19(1), 192–207. <https://doi.org/10.5219/sciFood.24>
- DSTU (2005). DSTU 4435:2005 Semi-smoked sausages. General technical conditions. National standard of Ukraine. State Enterprise "UkrNDNC".
- Flores, M. (2018). Understanding the implications of current health trends on the aroma of wet and dry cured meat products. *Meat Science*, 144, 53–61. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.04.016>
- Fontes-Candia, C., Martinez-Sanz, M., Gómez-Cortés, P., Calvo, M. V., Verdú, S., Grau, R., & López-Rubio, A. (2023). Polysaccharide-based emulsion gels as fat replacers in Frankfurter sausages: Physicochemical, nutritional and sensorial evaluation. *LWT*, 180, 114705. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.114705>
- Guzek, D., Głabska, D., Sajdakowska, M., & Gutkowska, K. (2020). Analysis of association between the consumer food quality perception and acceptance of enhanced meat products and novel packaging in a population-based sample of polish consumers. *Foods*, 9(11), 1526. <https://doi.org/10.3390/foods9111526>
- HOLEMBOVSKA, N., Slobodianiuk, N., Israelian, V., Dorozhko, V., Gryshchenko, S., Gruntkovskiy, M., Mykhalska, V., Drozd, P.; Priss, O. (Ed.) (2025). Technology improvement of cooked sausage products with the addition of non-traditional raw materials. *Innovative approaches in food processing and sustainability*. Tallinn: Scientific Route OÜ. <https://doi.org/10.21303/978-9908-9706-2-2.ch15>
- Jiang, T., Zhao, Y., Huang, M., Zhang, Z., Mao, Y., & Zuo, H. (2025). Influence of interactions between drawing soy protein and myofibrillar proteins on gel properties. *Foods*, 14(6), 1064. <https://doi.org/10.3390/foods14061064>
- Kim, M., Bae, S. M., Yoo, Y., Park, J., & Jeong, J. Y. (2025). Clean-label strategies for the replacement of nitrite, ascorbate, and phosphate in meat products: A review. *Foods*, 14(14), 2442. <https://doi.org/10.3390/foods14142442>
- Kyriakopoulou, K., Dekkers, B., & van der Goot, A. J. (2019). Plant-based meat analogues. In *Sustainable meat production and processing* (pp. 103–126). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814874-7.00006-7>
- Lee, M., Ha, D. G., Lee, H. G., Lee, J., & Choi, M. J. (2025). Plant-based protein emulsions with soy protein isolate and gluten improve freeze-thaw stability and shelf life of pork meatballs. *Meat Science*, 219, 109680. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2024.109680>
- Munekata, P. E., Gullón, B., Pateiro, M., Tomasevic, I., Domínguez, R., & Lorenzo, J. M. (2020). Natural antioxidants from seeds and their application in meat products. *Antioxidants*, 9(9), 815. <https://doi.org/10.3390/antiox9090815>
- Shahidi, F., & Ambigaipalan, P. (2015). Phenolics and polyphenolics in foods: Occurrence and health effects. *Journal of Functional Foods*, 18, 820–897. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.06.018>
- Shahidi, F., & Ambigaipalan, P. (2018). Antioxidants in oxidation control. *Measurement of antioxidant activity & capacity: recent trends and applications*, 287–320. <https://doi.org/10.1002/9781119135388.ch14>
- Shtonda, O., Israelian, V., Antoniuk, T., Slobodianiuk, N., & Tyshchenko, L. (2024). Efficiency of using spicy and aromatic plant ingredients in the technology of semi-smoked sausages. *Animal Science and Food Technology*, 15(2), 119–135. <https://doi.org/10.31548/animal.2.2024.119>

- Van der Sman, R. G. M., & Van der Goot, A. J. (2018). Food materials science in the meat industry: Structure-property relationships. *Food Materials Science*, *1*, 23–44. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814874-7.00002-3>
- Wu, H., Ma, Z., & Chen, Y. (2021). Effects of polysaccharide hydrocolloids on water binding, texture, and sensory acceptance of emulsified meat products. *LWT – Food Science and Technology*, *150*, 112023. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112023>
- Xiong, Y. L. (2022). Muscle protein oxidation and functionality: A global view of a once-neglected phenomenon. *Meat and Muscle Biology*, *5*(3), 14349, 1–16. <https://doi.org/10.22175/mmb.14349>
- Zhang, J., Li, D., Zhang, Y., Tang, J., Shi, S., Zeng, X., Chen, H., Pang, J., & Wu, C. (2025). The effects of soy protein isolate-based composite gels as pork back fat substitutes in low-fat emulsified sausage. *Food Research International*, *218*, 116945. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2025.116945>
- Zhang, Y., Kim, Y. H. B., Puolanne, E., & Ertbjerg, P. (2022). Role of freezing-induced myofibrillar protein denaturation in the generation of thaw loss: A review. *Meat Science*, *190*, 108841. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2022.108841>

УДК 664.8:543.92

<https://doi.org/10.31548/humanhealth.2.2026.34>

## ДОСЛІДЖЕННЯ СЕНСОРНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЯГІД ГОДЖІ МЕТОДОМ ПРОФІЛЮ ФЛЕЙВОРУ

**Наталія Володимирівна Голембовська**

Кандидат технічних наук, доцент

<https://orcid.org/0000-0001-8159-4020>Національний університет біоресурсів і природокористування України,  
3041, Україна, м. Київ, вул. Виставкова, 16

**Анотація.** Сенсорні характеристики ягід годжі є важливим показником їх споживчих властивостей і визначають придатність для використання у харчових продуктах функціонального призначення.

Актуальність дослідження обумовлена зростанням інтересу споживачів до натуральних продуктів з високою біологічною цінністю, а також їх широким застосуванням у харчовій промисловості, включаючи виробництво соків, йогуртів, гранол, чайних напоїв, дієтичних добавок та оздоровчих продуктів. Дослідження сенсорних характеристик ягід дозволяє визначити їх якість, придатність до споживання та можливості використання у різних рецептурах без погіршення смакових властивостей готового продукту.

Метою роботи було визначити основні сенсорні показники ягід годжі, сформувані їх флейвор-профіль, а також встановити дескриптори смаку, аромату, текстури та зовнішнього вигляду для комплексної оцінки споживчих властивостей.

Для проведення досліджень використовували органолептичні методи, включаючи дескрипторно-профільний аналіз і побудову профілів флейвору. Відбір проб здійснювався з різних партій ягід для забезпечення достовірності результатів. Сенсорну оцінку здійснювала дегустаційна комісія з чотирьох фахівців. Було оцінено тринадцять дескрипторів: однорідність, зморшкуватість, колір, фруктовий та трав'янистий аромат, солодкість, кислинку, гіркуватість, еластичність, твердість та мажучість. Дані обробляли статистично за допомогою середніх значень та стандартної похибки, а достовірність відмінностей визначали за t-критерієм Стюдента при рівні значущості  $p < 0,05$ .

Результати показали, що досліджувані зразки відрізняються інтенсивністю окремих характеристик. Найбільш збалансований флейвор-профіль був у третьому зразку, який поєднував оптимальну солодкість, фруктовий аромат, високу еластичність і однорідність ягід. Інші зразки демонстрували підвищену трав'янистість, більшу твердість або знижену еластичність, що може впливати на споживчі якості продукту.

Практична цінність дослідження полягає у можливості застосування отриманих результатів для оцінки якості ягід годжі при їх використанні у харчовій промисловості, розробці нових функціональних продуктів, контролю якості та стандартизації сировини для виробництва продуктів здорового харчування, а також для створення рекомендацій щодо оптимального використання ягід у різних технологічних процесах.

**Ключові слова:** дикорослі ягоди, функціональна сировина, органолептична оцінка, дескриптори смаку, ароматичний профіль, оздоровчі продукти.

UDC 664.8:543.92

<https://doi.org/10.31548/humanhealth.2.2026.34>

## STUDY OF THE SENSORY CHARACTERISTICS OF GOJI BERRIES USING THE FLAVOR PROFILE METHOD

Nataliia Holembovska

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

<https://orcid.org/0000-0001-8159-4020>

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

Vystavkova Str., 16, 03041, Kyiv, Ukraine

**Abstract.** The sensory characteristics of goji berries are an important indicator of their consumer properties and determine their suitability for use in functional foods. The relevance of this study stems from growing consumer interest in natural products with high biological value, as well as their widespread use in the food industry, including the production of juices, yogurts, granola, tea beverages, dietary supplements, and health foods. The study of the sensory characteristics of the berries enables the determination of their quality, suitability for consumption, and potential for use in various recipes without compromising the finished product's taste.

The aim of this study was to determine the main sensory indicators of goji berries, establish their flavor profile, and identify descriptors for taste, aroma, texture, and appearance to comprehensively evaluate their consumer properties.

Organoleptic methods were used in the study, including descriptor-profile analysis and the construction of flavor profiles. Samples were selected from different batches of berries to ensure the reliability of the results. Sensory evaluation was conducted by a tasting panel consisting of four experts. Thirteen descriptors were evaluated: uniformity, wrinkling, color, fruity and herbaceous aroma, sweetness, acidity, bitterness, elasticity, firmness, and spreadability. The data were statistically analyzed using mean and standard deviation, and the significance of differences was determined using Student's t-test at  $p < 0.05$ .

The results showed that the samples differed in the intensity of individual characteristics. The most balanced flavor profile was found in the third sample, which combined optimal sweetness, a fruity aroma, high elasticity, and uniform berry texture. The other samples exhibited increased grassiness, greater firmness, or reduced elasticity, which may affect the product's consumer qualities.

The practical value of this study lies in the ability to apply the findings to assess the quality of goji berries for use in the food industry, develop new functional products, ensure quality control and standardization of raw materials for the production of health foods, and formulate recommendations for the optimal use of goji berries in various manufacturing processes.

**Keywords:** wild berries, functional raw materials, organoleptic evaluation, taste descriptors, aromatic profile, health products.

**ВСТУП.** Дикорослі ягоди знаходять широке застосування у різних галузях промисловості, зокрема у виробництві лікарських засобів, а також у харчовій, консервній, кондитерській, безалкогольній та алкогольній промисловості, м'ясо-молочному та хлібопекарському виробництві, а також у парфумерно-косметичній сфері. Вони активно використовуються для створення продукції лікувально-профілактичного та оздоровчого призначення.

Ягоди годжі (дереза звичайна, або тибетський барбарис) належать до роду *Lycium* родини пасльонових (*Solanaceae*). Це багаторічний кущ із гнучкими пониклими пагонами, який може досягати висоти до трьох метрів. Рослина характеризується наявністю колючок на гілках, еліптичними листками та ліловими дзвоновидними квітками, що розташовані в пазухах листя. Плоди мають яскраво-червоне забарвлення, м'ясисту структуру та кисло-солодкий або злегка

гіркуватий смак. За формою вони еліптичні, діаметром 1–2 см, нагадують невеликі помідори. У середині міститься від 10 до 60 дрібних жовтуватих насінин. Цвітіння рослини відбувається у вересні–жовтні, а досягання плодів – у листопаді (Hrushetskyi et al., 2023).

Свіжі ягоди можуть викликати подразнення шкіри, тому їх збір здійснюють без прямого контакту – шляхом струшування плодів на підстелену тканину. Після висушування в умовах затінення ягоди стають безпечними для споживання (Ovsienko et al., 2023).

Ягоди годжі мають різноманітні назви, серед яких *Goji berry*, *Lycium barbarum*, тибетський барбарис, дереза китайська, вовчі ягоди тощо. У різних країнах світу вони також відомі під локальними назвами, що відображає їх широку географію поширення (Yu et al., 2023).

Ці ягоди мають приємний солодкуватий смак (Skenderidis et al., 2022) і широко використовуються як функціональний харчовий інгредієнт та дієтична добавка. У регіонах вирощування їх іноді споживають у свіжому вигляді (Li et al., 2021), однак на світовому ринку вони переважно представлені у сушеному вигляді (Magalhães et al., 2022) або у складі різних продуктів: соків, чаїв, йогуртів, граноли, порошоків та таблетованих форм. За зовнішнім виглядом сушені ягоди нагадують родзинки.

Зростання інтересу до здорового харчування та натуральних продуктів зумовлює підвищення попиту на ягоди годжі у світі (Jiang et al., 2024). За останні роки спостерігається розширення площ їх вирощування, зокрема в європейських країнах, таких як Італія, Румунія, Болгарія, Португалія, Греція та Сербія. Серед країн Європейського Союзу найбільші площі насаджень зосереджені в Румунії (Sun et al., 2023).

Таким чином, дикорослі ягоди є перспективною сировиною для різних галузей промисловості та важливим джерелом біологічно активних речовин. Ягоди годжі вирізняються високою харчовою та біологічною цінністю, містять широкий спектр корисних компонентів і мають значний потенціал для використання у створенні продуктів функціонального та лікувально-профілактичного призначення.

**ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.** На сучасному світовому ринку спостерігається стабільне зростання обсягів виробництва та споживання ягід годжі, при цьому провідну роль у їх вирощуванні та експорті відіграє Китай. Водночас упродовж останніх років відзначається активне розширення площ культивування *Lycium barbarum* та *Lycium chinense* у країнах Європи, Північної Америки та Австралії. В Україні представники роду *Lycium* успішно акліматизовані, вирощуються в ботанічних установах і приватному секторі, що створює підґрунтя для формування власної сировинної бази.

Серед видів, що поширені на території України, найбільшого значення набули *L. chinense* Mill., *L. truncatum* Y.C. Wang та *L. barbarum* L.. Їх культивують як плодово-ягідні рослини у ботанічних садах, дендропарках і присадибних господарствах. Зокрема, у Національному ботанічному саду імені М. М. Гришка НАН України здійснюється вирощування цих рослин із насіння та живців, отриманих із різних країн, зокрема Китаю, Франції, Словаччини та інших ботанічних установ України (Pshenovska et al., 2025).

Колекція ботанічного саду включає різноманітні зразки роду *Lycium*, що відрізняються морфологічними та господарсько-цінними ознаками. Плоди цих рослин, відомі як ягоди годжі (китайська назва – *Gouqizi*), здавна використовуються у традиційній китайській медицині як засіб для підтримки зору, функцій печінки та нирок, а також для загального зміцнення організму (Pshenovska et al., 2025).

*Lycium chinense* є багаторічним листопадним кущем із гнучкими пагонами, які інколи мають виткий характер. Висота рослини може досягати 3–3,5 м. Пагони вкриті дрібними колючками, а коренева система добре розвинена і здатна формувати численні нащадки, що забезпечує швидке поширення рослини. Листки короткочерешкові, переважно еліптичної форми, однак можуть варіювати від яйцеподібних до ланцетних або лінійно-ланцетних

залежно від умов зростання. Їхні розміри зазвичай становлять 1,5–5 см у довжину та 0,5–2,5 см у ширину (Bora et al., 2019).

Квітки формуються у пазухах листків невеликими групами (1–3), мають квітконіжки довжиною 1–2 см. Плоди – соковиті ягоди яскравого оранжево-червоного кольору, яйцеподібної або видовженої форми, довжиною 7–15 мм і шириною 5–8 мм. Усередині знаходиться значна кількість насінин (від 10–25 до 30–60 залежно від розміру плоду), які мають плоску форму та характерний вигнутий зародок (Zhao et al., 2022).

Генетичне різноманіття представників роду *Lycium* проявляється у значній варіабельності морфологічних ознак, зокрема маси, розмірів плодів та кількості насіння. Ці характеристики є важливими критеріями оцінки видів і формують основу для подальших селекційних досліджень.

Ягоди годжі протягом багатьох століть застосовувалися в країнах Азії як лікувальна рослинна сировина завдяки високій харчовій цінності, оздоровчим властивостям та широкому спектру біологічної активності (Bora et al., 2019; Zhao et al., 2022). Численні наукові роботи описують позитивний вплив цих ягід, зокрема їхню антиоксидантну дію (Wang et al., 2023; Magalhães et al., 2022), протипухлинний потенціал (Vidovic et al., 2022; Shah et al., 2019), антимікробні властивості (Vidovic et al., 2022; Shah et al., 2019), здатність знижувати рівень глюкози в крові та ліпідів (Vidovic et al., 2022), а також антимутагенні (Gong et al., 2020), імуномодулювальні (Jurikova et al., 2025), пребіотичні (Vidovic et al., 2022; Bora et al., 2019; Shah et al., 2019), антивікові (Vidovic et al., 2022), антивтомні (Vidovic et al., 2022) й нейропротекторні ефекти (Magalhães et al., 2022).

Після збирання більша частина свіжих ягід (близько 75–85 %) піддається сушінню – традиційним способом гарячого повітря, методом ліофілізації або із застосуванням вакуумно-пульсаційних технологій. Окрім сушених плодів, на ринку представлені й інші продукти переробки, зокрема соки, вина та різноманітні функціональні харчові продукти (Batu & Kadakal, 2021; Ni et al., 2020; Yu et al., 2020).

Асортимент напоїв із ягід годжі включає соки з м'якоттю та прозорі соки, сухі розчинні напої, а також молочні та кисломолочні продукти, отримані шляхом ферментації із використанням молочнокислих бактерій (Braga et al., 2019; Liu et al., 2020; Liu et al., 2020; Wang et al., 2020). Виноробна продукція представлена як настоянками на основі ягід із додаванням біоактивних компонентів, так і ферментованими напоями, у яких годжі поєднуються з іншими інгредієнтами, зокрема фініками, медом тощо (Geng et al., 2021).

Дикорослі ягідні культури розглядаються як перспективне джерело сировини для створення продуктів оздоровчого та лікувально-профілактичного призначення. Це зумовлено високим вмістом біологічно активних сполук і широкими можливостями їх використання у різних галузях промисловості. Особливу увагу серед таких рослин привертають ягоди годжі, які поєднують традиційне використання з сучасними технологічними підходами.

Ягоди годжі застосовуються як загальнозміцнювальний засіб при різних захворюваннях, зокрема порушеннях обміну речовин, захворюваннях органів дихання, функціональних розладах нервової системи. Корені та кора кореня використовуються як жарознижувальні та тонізуючі засоби. У європейській медичній практиці вони застосовуються при гарячкових станах, ревматизмі та як загальнозміцнювальні засоби, тоді як у Японії листя входить до складу традиційних чайних напоїв (Ovsienko et al., 2023).

Ягоди годжі часто називають «плодами довголіття», що пов'язано з високим вмістом антиоксидантів і специфічних полісахаридів, які сприяють уповільненню процесів старіння та підвищенню адаптаційних можливостей організму (Ovsienko et al., 2023).

У традиційній китайській медицині ці плоди використовуються для регуляції вуглеводного обміну, зокрема при початкових стадіях цукрового діабету. Полісахаридний комплекс, присутній у ягодах, сприяє нормалізації рівня глюкози в крові та покращенню інсулінової відповіді. Крім того, вміст бетаїну зумовлює гепатопротекторну дію та знижує ризик розвитку жирової дистрофії печінки (Klymenko et al., 2019).

Аналіз літературних джерел свідчить, що ягоди годжі характеризуються високою харчовою цінністю та складним хімічним складом (Holembovska et al., 2021; Zhang et al., 2025). Вони містять вуглеводи, харчові волокна, білки, ліпіди, органічні кислоти, вітаміни (зокрема аскорбінову кислоту та токоферолі), а також макро- і мікроелементи. Значна частка поліненасичених жирних кислот, особливо лінолевої, визначає їхній високий біологічний потенціал. Сукупність цих компонентів обумовлює антиоксидантні, імуномодулювальні, метаболічні та нейропротекторні властивості.

Отже, ягоди годжі є перспективними функціональними інгредієнтами для створення нових харчових продуктів із підвищеною біологічною цінністю. Подальші дослідження, спрямовані на вдосконалення технологій переробки з метою збереження біоактивних компонентів, є важливими для розвитку інноваційних напрямів харчової промисловості України.

**Мета дослідження.** Метою дослідження є визначення та наукове обґрунтування сенсорних характеристик ягід годжі (*Lycium barbarum L.* та *Lycium chinense L.*) із використанням методу профілю флейвору, а також встановлення основних дескрипторів смаку, аромату, текстури та зовнішнього вигляду з метою оцінки їх споживчих властивостей і перспектив використання у харчових продуктах функціонального призначення.

#### **Матеріали та методи.**

Об'єктом дослідження були ягоди годжі наступних виробників: зразок 1 – ТОВ "Натуральні продукти", зразок 2 – Salubre, ТОВ "Елан Глобал" та зразок 3 – Organic Herbs, ТОВ "НВО ФітоБіоТехнології".

Відбір проб здійснювали відповідно ДСТУ 8661-16 за загальноприйнятими методичними підходами до дослідження харчової рослинної сировини (State Standard of Ukraine, 2016). Із кожної партії продукції відбирали середню пробу, що формувалася шляхом об'єднання кількох точкових проб, відібраних з різних місць упаковки для забезпечення репрезентативності дослідження.

Для створення профілів флейвору застосовано метод, викладений в ДСТУ ISO 6564:2005 "Дослідження сенсорне. Методологія. Методи створення спектра флейвору" (State Standard of Ukraine, 2005).

Органолептичну оцінку здійснювала дегустаційна комісія у складі чотирьох фахівців в спеціально обладнаному приміщенні при температурі повітря 18–22 °С та достатньому природному або штучному освітленні. У процесі аналізу враховували дескриптори, що мають найбільше значення для споживачів та формують узагальнений профіль флейвору умовного еталонного зразка.

Учасникам дослідження було запропоновано оцінити ягоди годжі за тринадцятьма дескрипторами, впорядкованими за ступенем їхньої важливості у спадній послідовності. На основі отриманих дегустаційних оцінок і подальшої математичної обробки було побудовано профілі смакових характеристик досліджуваних зразків.

Обробку експериментальних результатів здійснювали із застосуванням методів математичної статистики з використанням інструментів статистичного аналізу програмного забезпечення Microsoft Excel. Кожне дослідження проводили у 3–5 повтореннях. Результати представлено у вигляді середніх значень із зазначенням стандартної похибки середнього ( $\pm$  SEM). Оцінку достовірності відмінностей між показниками здійснювали за допомогою *t*-критерію Стьюдента; статистично значущими вважали відмінності при  $p < 0,05$ .

#### **Результати та обговорення.**

Органолептичне оцінювання проводили за такими показниками: зовнішній вигляд (форма, розмір, цілісність, відсутність механічних пошкоджень та сторонніх домішок); колір (однорідність та відповідність ботанічному виду); консистенція (пружність для свіжих плодів або ступінь висушування для сушених); смак (ступінь солодкості, кислоти, наявність сторонніх присмаків); запах (характерний, без сторонніх запахів).

Результати досліджень органолептичних показників ягід годжі представлені в таблиці 1.

Таблиця 1. Органолептичні характеристики ягід годжі

| Показники                        | Ягоди годжі   |          |          |
|----------------------------------|---|----------|----------|
|                                  | Зразок 1  | Зразок 2 | Зразок 3 |
| Зовнішній вигляд та консистенція | Ягода темно-червона або червоно-оранжева, кулястої або еліпсоїдної форми діаметром до 12 мм, без видимих включень та домішок; консистенція пружна або злегка в'ялена (для сушених плодів) |          |          |
| Смак та запах                    | Приємний соковитий, кислий смак злегка з гіркуватим присмаком; аромат слабо виражений, характерний для сушених або свіжих плодів  |          |          |
| Колір                            | Насичений червоний або червоно-оранжевий, рівномірний, без плям та потемнінь, однорідний за всією масою   |          |          |

Результати органолептичної оцінки показали, що всі досліджувані зразки ягід годжі відповідають характерним органолептичним властивостям даного виду продукції. Ягоди мають типовий зовнішній вигляд, приємний смак і запах, а також однорідне темно-червоне забарвлення без сторонніх домішок, що свідчить про їх належну якість та придатність для подальших досліджень і використання у харчових продуктах.

Для сенсорної оцінки був використаний метод дескрипторно-профільного аналізу та визначено набір з 13 дескрипторів (табл. 2).

Зразок 2 та зразок 3 демонструють найвищу відповідність еталону за показниками цілісності та однорідності, тоді як зразок 1 має нижчі значення, особливо за зморшкуватістю і насиченістю.

Аналіз аромату та смаку показує, що фруктовий і солодкуватий профілі найбільш виражені у зразках 2 та 3, що відповідає еталонним значенням. Водночас трав'янистий присмак більш виражений у зразку 1 ( $3,0 \pm 0,01$ ), тоді як у зразках 2 і 3 він знижений до 2,0 балів. Кислуватість та гіркуватість найбільш збалансовані у зразку 1, тоді як у зразках 2 і 3 спостерігається зниження гіркуватого смаку.

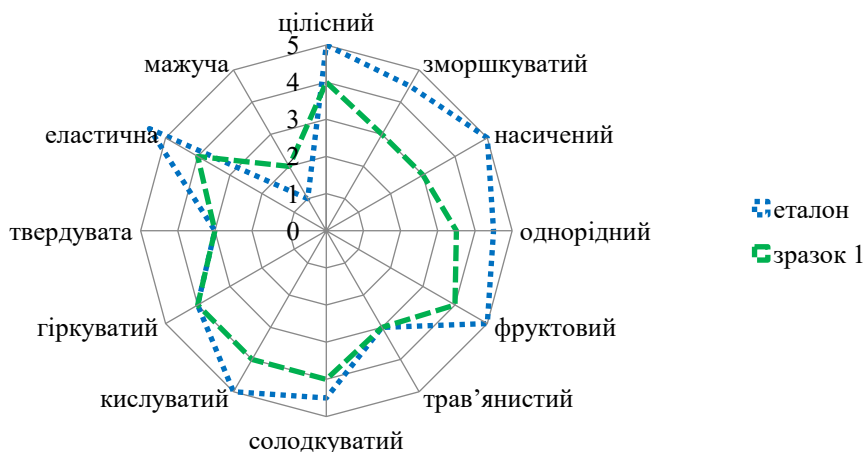
Таблиця 2. Сенсорна оцінка ягід годжі методом профілю флейвору  
( $n = 5, p \leq 0,05$ )

| Дескриптори                                | Інтенсивність характеристик, бал |                 |                |                |
|--|----------------------------------|-----------------|----------------|----------------|
|  | Еталон                           | Зразок 1        | Зразок 2       | Зразок 3       |
| <i>Характеристика зовнішнього вигляду:</i> |                                  |                 |                |                |
| цілісний                                   | 5,0                              | $4,0 \pm 0,10$  | $5,0 \pm 0,10$ | $5,0 \pm 0,20$ |
| зморшкуватий                               | 4,5                              | $3,0 \pm 0,01$  | $4,0 \pm 0,01$ | $4,0 \pm 0,02$ |
| насичений                                  | 5,0                              | $3,0 \pm 0,01$  | $4,0 \pm 0,01$ | $5,0 \pm 0,02$ |
| однорідний                                 | 4,5                              | $3,5 \pm 0,10$  | $4,5 \pm 0,10$ | $4,5 \pm 0,10$ |
| <i>Характеристика аромату та смаку:</i>    |                                  |                 |                |                |
| фруктовий                                  | 5,0                              | $4,0 \pm 0,10$  | $5,0 \pm 0,10$ | $5,0 \pm 0,20$ |
| трав'янистий                               | 3,0                              | $3,0 \pm 0,01$  | $2,0 \pm 0,01$ | $2,0 \pm 0,02$ |
| солодкуватий                               | 4,5                              | $4,0 \pm 0,02$  | $4,0 \pm 0,01$ | $5,0 \pm 0,01$ |
| кислуватий                                 | 5,0                              | $4,00 \pm 0,02$ | $3,5 \pm 0,01$ | $4,0 \pm 0,01$ |
| гіркуватий                                 | 4,0                              | $4,0 \pm 0,01$  | $2,5 \pm 0,01$ | $2,5 \pm 0,10$ |
| <i>Характеристика консистенції:</i>        |                                  |                 |                |                |
| твердувата                                 | 3,0                              | $3,0 \pm 0,10$  | $2,0 \pm 0,20$ | $1,5 \pm 0,10$ |
| еластична                                  | 5,5                              | $4,0 \pm 0,10$  | $3,5 \pm 0,20$ | $4,5 \pm 0,10$ |
| мажуча                                     | 1,0                              | $2,0 \pm 0,02$  | $2,5 \pm 0,02$ | $2,0 \pm 0,02$ |

Щодо консистенції, еталон характеризується високою еластичністю (5,5 балів) і низькою мажучістю (1,0 бал). Найбільш наближеним до еталону є зразок 3, який має відносно високі показники еластичності, хоча твердість у ньому найнижча. Зразок 1 відзначається вищою твердістю, але поступається за еластичністю.

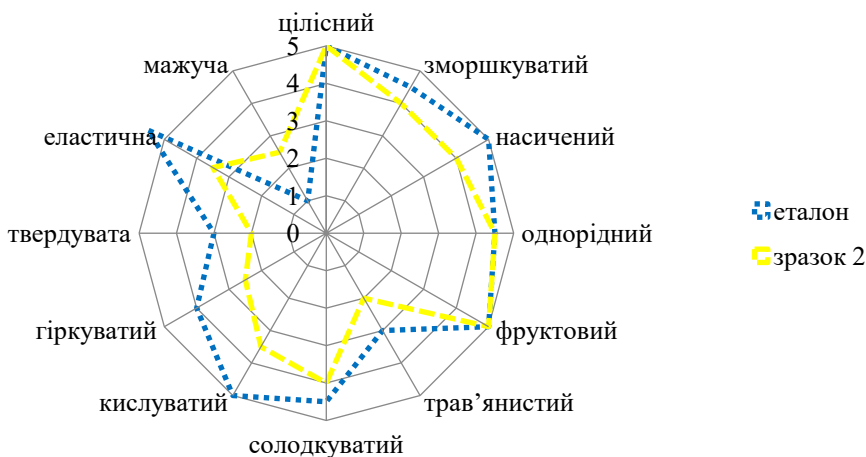
Таким чином, серед досліджених варіантів зразок 3 характеризується найкращими органолептичними показниками та найбільшою відповідністю еталону, що свідчить про його вищу якість порівняно з іншими зразками.

Порівняльні профілограми інтенсивності сенсорних показників ягід годжі наведені на рисунку 1, 2 та 3.



**Рисунок 1.** Профілограма флейвору ягід годжі (зразок 1)

Профілограма зразка 1 (рис. 1) свідчить про зниження більшості показників відносно еталону. Зокрема, спостерігається менша вираженість насиченості, однорідності та фруктового смаку. Водночас зразок характеризується відносно підвищеною трав'янистістю та помірною гіркуватістю. Консистенція відзначається достатньою твердістю, однак еластичність є нижчою за еталон, а мажучість – дещо підвищеною.



**Рисунок 2.** Профілограма флейвору ягід годжі (зразок 2)

Рисунок 2 демонструє кращу відповідність еталону порівняно із зразком 1. Найближчими до еталонних значень є показники цілісності, зморшкуватості, однорідності та фруктового смаку. Водночас спостерігається зниження трав'янистого та гіркуватого присмаків, що може позитивно впливати на загальне сприйняття продукту. Разом з тим, консистенція характеризується меншою твердістю та еластичністю, а мажучість дещо підвищена.

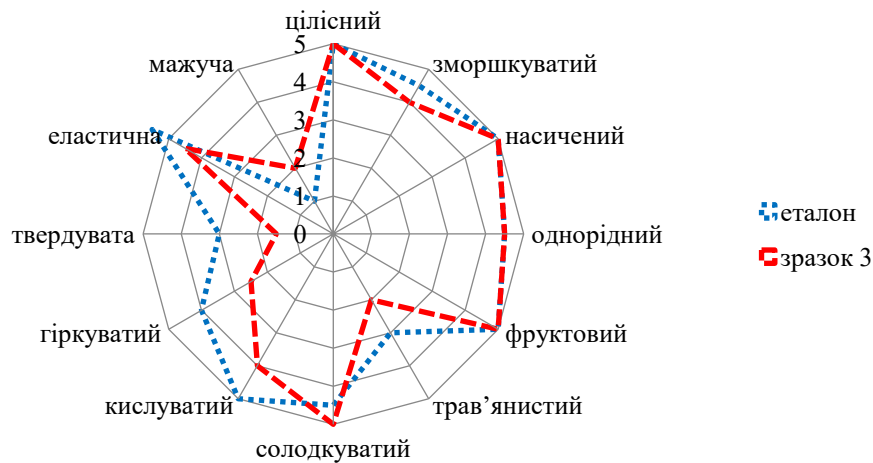


Рисунок 3. Профілограма флейвору ягід годжі (зразок 3)

Зразок 3 (рис. 3) свідчить про найвищий рівень відповідності еталонним характеристикам серед усіх досліджених зразків. Більшість дескрипторів, зокрема цілісність, насиченість, однорідність і фруктовий смак, досягають або наближаються до максимальних значень. Зразок також характеризується оптимальним балансом солодкуватого, кислуватого та гіркуватого смаків. Консистенція відзначається достатньою еластичністю при помірній твердості та низькій мажучості.

Результати сенсорного аналізу методом профілю флейвору свідчать про суттєві відмінності у формуванні органолептичних характеристик ягід годжі залежно від зразка. Зокрема, дослідні зразки 2 та 3 демонструють більш гармонійний смак, виражений фруктовий аромат і кращу збалансованість основних дескрипторів порівняно зі зразком 1. Найвищі показники за такими характеристиками, як «фруктовий», «солодкуватий», «насичений» та «однорідний», зафіксовано у зразку 3, що свідчить про його найбільш оптимальний флейворний профіль.

Суттєві відмінності між зразками простежуються за інтенсивністю окремих смакових дескрипторів. Зокрема, зразок 1 характеризується нижчими значеннями насиченості та фруктового смаку (близько 3,0–4,0 балів) порівняно зі зразками 2 і 3 (до 5,0 балів), а також підвищеною трав'янистістю. Водночас у зразках 2 та 3 спостерігається зниження гіркуватого та трав'янистого присмаків (до 2,0–2,5 балів), що позитивно впливає на загальне сенсорне сприйняття продукту. Це свідчить про більш збалансований смаковий профіль та кращу гармонізацію ароматичних компонентів.

Аналіз консистенції показав, що зразок 3 має найкраще поєднання текстурних характеристик: достатню еластичність, помірну твердість і низьку мажучість. Зразок 1 відзначається більшою твердістю, однак поступається за еластичністю, тоді як зразок 2 має дещо знижену щільність структури. Зниження окремих показників консистенції у деяких зразках компенсується покращенням інших параметрів, що загалом забезпечує прийнятний рівень текстурного сприйняття.

Важливо відзначити, що жоден із досліджених зразків не характеризується критично низькими значеннями дескрипторів, що свідчить про загалом високий рівень якості продукції. Найвищу загальну бальну оцінку отримав зразок 3 ( $5,0 \pm 0,10$ ), який повністю відповідає еталонним характеристикам, тоді як зразок 2 ( $4,5 \pm 0,20$ ) займає проміжне положення, а зразок 1 ( $3,5 \pm 0,10$ ) має найнижчий рівень сприйняття.

Усі отримані результати є статистично достовірними ( $p \leq 0,05$ ), що підтверджує надійність проведеного сенсорного аналізу та дозволяє рекомендувати зразок 3 як найбільш якісний за сукупністю органолептичних показників.

Отримані результати сенсорного аналізу узгоджуються з даними сучасних досліджень щодо органолептичних властивостей ягід годжі та факторів, що впливають на формування їх

флейворного профілю. Зокрема, підвищені значення фруктового та солодкуватого смаку у зразках 2 і 3 можуть бути пов'язані з високим вмістом моно- та дисахаридів, що характерно для зрілих плодів *Lyium barbarum* (Zhou, 2023). За даними досліджень, саме цукри разом із леткими ароматичними сполуками визначають приємний солодко-фруктовий аромат ягід.

Відомо, що параметри сушіння, зокрема температура та тривалість процесу, безпосередньо впливають на збереження летких ароматичних сполук і вуглеводного комплексу, що визначає інтенсивність фруктового аромату та солодкого смаку (Xu et al., 2026). Надмірна термічна обробка може призводити до деградації ароматичних компонентів та формування небажаних присмаків, що узгоджується з нижчими сенсорними оцінками окремих зразків.

Хімічний склад плодів годжі включає бетаїн, рутин, аскорбінову кислоту та даукостерин, що суттєво визначає їх сенсорні характеристики, формуючи смак, аромат, колір та післясмак продукції. Зокрема, наявність аскорбінової кислоти зумовлює виражену кислинку, що надає ягодам відчуття свіжості та підвищує загальну смакову яскравість. Водночас бетаїн сприяє формуванню м'якого солодкуватого присмаку, що частково нівелює надмірну кислотність.

У корі рослини виявлено ефірну олію, багату на коричню кислоту та фенольні сполуки, включаючи рутин, обумовлюють терпкість і легку гірчинку, які впливають на інтенсивність і тривалість післясмаку. Крім того, кора містить лейцин, холін, близько 2,2 % жирної олії, білкові речовини, даукостерин та алкалоїдні сполуки, характерні для родини *Solanaceae*, зокрема фізалін, що надає специфічних гіркуватих відтінків, особливо у разі використання екстрактів кори (Teixeira et al., 2023).

У ягодах годжі виявлено аскорбінову кислоту (48,94 мг/100 г свіжих плодів) та токоферол (0,33 мг/100 г сухої маси), які відіграють важливу роль у стабілізації кольору ягід, запобігаючи окиснювальним процесам і збереженню природного червоно-оранжевого відтінку (Pić et al., 2022). Вітамін Е ( $\alpha$ -токоферол) виступає ключовим ліпозчинним антиоксидантом у клітинах, здатним гальмувати пероксидацію мембранних ліпідів (Pinto et al., 2021; Silva et al., 2021), тоді як вітамін С (аскорбінова кислота) забезпечує важливу антиоксидантну активність у ягодах годжі та сприяють збереженню сенсорних показників під час зберігання (Vidovic et al., 2022).

Особливу увагу слід приділити впливу біотехнологічних процесів, зокрема ферментації, на формування флейворного профілю. За даними сучасних досліджень, використання молочнокислих бактерій, таких як *Lactobacillus plantarum*, сприяє біотрансформації фенольних сполук, зниженню гіркоти та утворенню нових ароматичних метаболітів, що покращує загальне сенсорне сприйняття продукту (Yang et al., 2024). Це може пояснювати більш гармонійний смаковий профіль зразка 3, який характеризувався збалансованим поєднанням солодкого, кислого та слабовираженого гіркого смаків.

Отримані результати щодо консистенції також мають наукове підґрунтя. Відомо, що структурно-механічні властивості ягід залежать від вмісту пектинових речовин і ступеня дегідратації (Wang et al., 2024). Вища еластичність зразка 3 може бути пов'язана зі збереженням клітинної структури та оптимальним рівнем вологи, тоді як підвищена твердість зразка 1 може свідчити про надмірне висушування.

Крім того, загальна гармонізація смакового профілю у зразку 3 узгоджується з результатами досліджень, які вказують, що баланс між солодким, кислим і гірким є ключовим фактором споживчої привабливості ягідних продуктів (Wang et al., 2024). Саме цей баланс забезпечує високу загальну сенсорну оцінку продукту.

Разом із тим слід враховувати, що результати сенсорного аналізу значною мірою залежать від суб'єктивного сприйняття дегустаторів, їх досвіду та умов проведення оцінювання. Обмежена кількість зразків і учасників дегустації також може впливати на точність отриманих результатів. Тому для більш надійних висновків доцільно проводити додаткові дослідження із залученням більшої кількості експертів та використанням інструментальних методів аналізу.

Отже, сукупність біологічно активних компонентів плодів годжі забезпечує формування комплексного сенсорного профілю, що характеризується гармонійним поєднанням кислих, солодкуватих і терпких відтінків смаку, вираженим ароматом та стабільними показниками кольору, що є важливим при розробці харчових продуктів функціонального призначення.

**ВИСНОВКИ.** У ході дослідження встановлено, що ягоди годжі мають хороші смакові та споживчі властивості, які роблять їх придатними для використання у різних харчових продуктах, особливо оздоровчого призначення. За допомогою методу профілю флейвору вдалося детально оцінити їх смак, аромат, текстуру та зовнішній вигляд.

Усі досліджені зразки в цілому відповідають нормам якості, але між ними є певні відмінності. Найкращим виявився зразок 3 – він має приємний збалансований смак (солодкий, трохи кислий і без зайвої гіркоти), виражений фруктовий аромат і хорошу консистенцію. Зразок 2 також показав непогані результати, але трохи поступається. Найслабшим був зразок 1 – у ньому більше відчувається трав'янистий присмак, менш виражений аромат і гірша текстура.

Також встановлено, що смак і якість ягід залежать від їх складу (вмісту цукрів, кислот та інших речовин), а також від того, як їх сушили і зберігали. Найкраще сприймаються ягоди, у яких добре збалансовані основні смаки.

Майбутні дослідження будуть спрямовані на вивчення впливу різних способів зберігання на сенсорні й біохімічні властивості ягід годжі. Також перспективним є розроблення нових функціональних харчових продуктів із їх використанням та вивчення змін якості під час переробки.

### References

- Amagase, H., & Farnsworth, N. R. (2011). A review of botanical characteristics, phytochemistry, clinical relevance in efficacy and safety of *Lycium barbarum* fruit (Goji). *Food research international*, 44(7), PP. 1702-1717.
- Batu, H. S., & Kadakal, Ç. (2021) Drying characteristics and degradation kinetics in some parameters of goji berry (*Lycium Barbarum* L.) fruit during hot air drying. *Italian Journal of Food Science*. 33(1), PP. 16–28.
- Bora, P., Ragaee, S., Abdel-Aal, E.-S.M. (2019) Effect of incorporation of goji berry by-product on biochemical, physical and sensory properties of selected bakery products. *LWT*. PP. 112-125. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.05.123>
- Braga, A., Bernardo, M. A., Brito, J., Moncada, M., Silva, M. L., & Mesquita, M. F. (2019) Characterization of the antioxidant activity of a commercial juice (apple, carrot, ginger and goji berries) and comparison with its manufactured equivalent. *Annals of Medicine*. 51(sup1). P. 162. DOI: <https://doi.org/10.1080/07853890.2018.1562008>
- Geng, J., Zhao, L., & Zhang, H. (2021) Formation mechanism of isoprenecompounds degraded from carotenoids during fermentation of goji wine. *Food Quality and Safety*. 5, PP. 1–9. DOI: <https://doi.org/10.1093/fqsafe/fyaa033>
- Gong, G., Liu, Q., Deng, Y., Dang, T., Dai, W., Liu, T., Liu, Y., Sun, J., Wang, L., Liu, Y. et al. (2020) Arabinogalactan derived from *Lycium barbarum* fruit inhibits cancer cell growth via cell cycle arrest and apoptosis. *Int. J. Biol. Macromol.* 149, PP. 639–650. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.01.251>
- Holembovska, N. V., Slobodyanyuk, N. M., & Israelyan, V. M. (2021). Improvement of the technology for fish semi-finished products with the addition of non-traditional raw materials. *Animal Science and Food Technology*, (12, No. 2), PP. 14–23.
- Holembovska, N. (2021). Research on changes of the quality indicators of semi-finished products during storage. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 23(96), 23-27.

- Hrushetskyi, R., Hrinenko, I., & Khomichak, L. (2023) Perspektyvna roslynnna syrovyna dlia novykh fermentovanykh napoiv. *Restoranni i hotelnyi konsal'tynh. Innovatsii*. 6(1), S. 50-66. DOI: <https://doi.org/10.31866/2616-7468.6.1.2023.278471>
- Ilić, T., Dodevska, M., Marčetić, M., Božić, D., Kodranov, I., Vidović, B. (2020) Chemical characterization, antioxidant and antimicrobial properties of goji berries cultivated in Serbia. *Foods*. 9, PP. 161-184. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods9111614>
- Jiang, C., Chen, Z., Liao, W., Zhang, R., Chen, G., Ma, L., & Yu, H. (2024). The medicinal species of the *Lycium* genus (goji berries) in east asia: a review of its effect on cell signal transduction pathways. *Plants*, 13(11), 1531.
- Jurikova, T., Tinakova, S. M., Ziarovska, J., Szekeres, L., Mlcek, J., Fatrcova-Sramkova, K., ... & Skrovankova, S. (2025). Polyphenolic Spectrum of goji berries and their health-promoting activity. *Foods*, 14(8), 1387.
- Klymenko, S. V., Khukharska, A. Z., Pioretskyi, N., & Zhurba, M. Yu. (2019). Antioxidant potential of lycium SPP. Fruits. *Recommended for publication by the Academic Council of Uzhhorod National University* (Minutes No. 4 of March 21, 2019). P. 254.
- Lee, H. S., & Choi, C. I. (2023). Black goji berry (*Lycium ruthenicum* Murray): a review of its pharmacological activity. *Nutrients*, 15(19), 4181.
- Li, X., Holt, R. R., Keen, C. L., Morse, L. S., Yiu, G., & Hackman, R. M. (2021). Goji berry intake increases macular pigment optical density in healthy adults: A randomized pilot trial. *Nutrients*, 13(12), 4409.
- Liu, J., Meng, J., Du, J., Liu, X., Pu, Q., Di, D., & Chen, C. (2020) Preparative separation of flavonoids from goji berries by mixed-mode macroporous adsorption resins and effect on A $\beta$ -expressing and anti-ag-ing genes. *Molecules*. 25(15), PP. 1-25. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules25153511>
- Liu, Y., Cheng, H., Ye, X., Liu, H., & Fang, H. (2020) Changes of bioactive compounds and volatile compounds contents in goji juice fermented by different probiotics. *Acta Agriculturae Zhejiangensis*. 32(3), PP. 499–509 DOI: <https://doi.org/10.3969/j.issn.1004-1524.2020.03.16>
- Magalhães, V., Silva, A.R., Silva, B., Zhang, X., Dias, A.C.P. (2022) Comparative studies on the anti-neuroinflammatory and antioxidant activities of black and red goji berries. *J. Funct. Foods*. 92, C. 1-11. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2022.105038>
- Ni, J., Ding, C., Zhang, Y., & Song, Z. (2020) Impact of different pretreatment methods on drying characteristics and microstructure of goji berry under electrohydrodynamic (EHD) drying process. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 61, PP. 102-123. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2020.102318>
- Ovsienko, S. M., Bernyk, I. M., & Novgorodska, N. V. (2023) Yoghurt quality when using probiotic starter cultures and vegetable filler. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*. 25(100), C. 53-59. DOI: <https://doi.org/10.32718/nvlvet-f10009>
- Pinto, D., Cadiz-Gurrea, M.L., Vallverdu-Queralt, A., Delerue-Matos, C., Rodrigues, F. (2021) *Castanea sativa* shells: A review on phytochemical composition, bioactivity and waste management approaches for industrial valorization. *Food Res. Int.* 144, PP. 110-124
- Pshenovska, V. V., Kustovska, A. V., & Zhurba, M. Yu. (2025) Morfolohichna minlyvist vydiv rodu *Lycium* L. (Solanaceae) u kolektsiinykh nasadzhenniakh NBS imeni MM Hryshka NAN Ukrainy. Materialy Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii «Aktualni problemy pidhotovky fakhivtsiv pryrodnychkh nauk», 15-16 kvitnia 2025 roku. Kyiv: Ukrainskyi derzhavnyi universytet imeni Mykhaila Drahomanova. 290 s.
- Shah, T., Bule, M., Niaz, K. (2019) Goji berry (*Lycium barbarum*) - A Superfood. In *Nonvitamin and Nonmineral Nutritional Supplements*; Nabavi, S.M., Silva, A.S., Eds.; Academic Press: Cambridge, MA, USA. PP. 257–264. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812491-8.00037-0>

- Silva, A.M., Costa, P.C., Delerue-Matos, C., Latocha, P., Rodrigues, F. (2021) Extraordinary composition of *Actinidia arguta* by-products as skin ingredients: A new challenge for cosmetic and medical skincare industries. *Trends Food Sci. Technol.* 116, PP. 842–853 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.08.031>
- Skenderidis, P., Leontopoulos, S., & Lampakis, D. (2022). Goji berry: Health promoting properties. *Nutraceuticals*, 2(1), 32-48.
- Slyvka, N. B., Bilyk, O. Y., & Nagovska, V. O. (2022) Development of the technology of fermented milk drink with goji berries. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies.* 24(97), PP. 65-71. DOI: <https://doi.org/10.32718/nvlvet-f9711>
- State Standard of Ukraine. (2016). Dried fruits. Acceptance rules and test methods. (DSTU 8661:2016). Kyiv: State Standard of Ukraine
- State Standard of Ukraine. (2005). Sensory research. Methodology. Methods for creating a flavor spectrum (DSTU 6564:2005). Kyiv: State Standard of Ukraine.
- Sun, Q., Du, M., Kang, Y., & Zhu, M. J. (2023). Prebiotic effects of goji berry in protection against inflammatory bowel disease. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 63(21), 5206-5230.
- Teixeira, F., Silva, A. M., Delerue-Matos, C., & Rodrigues, F. (2023). *Lycium barbarum* berries (Solanaceae) as source of bioactive compounds for healthy purposes: A review. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(5), 4777.
- Vidovic, B.B., Milincic, D.D., Marcetic, M.D., Djuris, J.D., Ilic, T.D., Kostic, A.Z., Pesic, M.B. (2022) Health Benefits and Applications of Goji Berries in Functional Food Products Development: A Review. *Antioxidants*. 11, P. 248. DOI: <https://doi.org/10.3390/antiox11020248>
- Wang, M., Ouyang, X., Liu, Y., Liu, Y., Cheng, L., Wang, C., & Zhang, B. (2021) Comparison of nutrients and microbial density in goji berry juice during lactic acid fermentation using four lactic acid bacteria strains. *Journal of Food Processing and Preservation*. 45(1), PP. 150-169. DOI: <https://doi.org/10.1111/jfpp.15059>
- Wang, W., Ni, Z. J., Song, C. B., Ma, W. P., Cao, S. Q., & Wei, Z. J. (2023). Hydrogen sulfide treatment improves quality attributes via regulating the antioxidant system in goji berry (*Lycium barbarum* L.). *Food chemistry*, 405, 134858.
- Wang, S., Su, Q., Zhu, Y., Liu, J., Zhang, X., Zhang, Y., & Zhu, B. (2024). Sensory-guided establishment of sensory lexicon and investigation of key flavor components for goji berry pulp. *Plants*, 13(2), 173.
- Xu, J., Qi, Y., Wei, X., Ding, W., Wu, H., Liu, H., & Fang, H. (2026). *Lactobacillus paracasei* fermentation enhances the aroma profile and antidiabetic efficacy of goji berry juice. *npj Science of Food*.
- Yang, X., Hong, J., Wang, L., Cai, C., Mo, H., Wang, J., ... & Liao, Z. (2024). Effect of lactic acid bacteria fermentation on plant-based products. *Fermentation*, 10(1), 48.
- Yu, F., Li Y., Wu, Z., Wang, X., Wan, N., & Yang, M. (2020) Dehydration of wolfberry fruit using pulsed vacuum drying combined with carboxymethyl cellulose coating pretreatment. *LWT*. 134, PP. 110-139. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110159>
- Yu, J., Yan, Y., Zhang, L., Mi, J., Yu, L., Zhang, F., ... & Cao, Y. (2023). A comprehensive review of goji berry processing and utilization. *Food Science & Nutrition*, 11(12), 7445-7457.
- Zhao, W.-H., Shi, Y.-P. (2022) Comprehensive analysis of phenolic compounds in four varieties of goji berries at different ripening stages by UPLC–MS/MS. *J. Food Compos. Anal.* PP. 104-122. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2021.104279>
- Zhou, Y., Wang, D., Duan, H., Zhou, S., Guo, J., & Yan, W. (2023). Detection and analysis of volatile flavor compounds in different varieties and origins of goji berries using HS-GC-IMS. *Lwt*, 187, 115322.
- Zhang, A. A., Shu, C., Xie, L., Wang, Q. H., Xu, M. Q., Pan, Y., ... & Xiao, H. W. (2025). Enhancing shelf-life of dried goji berry: Effects of drying methods and packaging conditions on browning evolution. *Food Research International*, 201, 115648.

УДК 664.68:664.661

<https://doi.org/10.31548/humanhealth.2.2026.46>

## ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА ХЛІБА ПШЕНИЧНОГО НА ЗАКВАСЦІ З ТЕФОВИМ БОРОШНОМ

**Валентина Миколаївна Чиж**

Аспірантка

<https://orcid.org/0000-0001-9488-4385>

Інститут продовольчих ресурсів НААН України

02002, вул. Євгена Сверстюка, 4а, м. Київ, Україна

**Оксана Василівна Науменко**

Доктор технічних наук, професор

<https://orcid.org/0000-0002-1691-1381>

Інститут продовольчих ресурсів НААН України

02002, вул. Євгена Сверстюка, 4а, м. Київ, Україна

**Анотація.** Борошно тефу є цінною та перспективною сировиною для збагачення пшеничного хліба. За вмістом білків, харчових волокон, вітаміну В<sub>5</sub>, калію, фосфору, заліза, міді та марганцю тефове борошно суттєво перевершує пшеничне. Для покращення реологічних характеристик виробів з тефовим борошном було застосовано біотехнологічний спосіб приготування тіста на заквасці з чистих культур молочнокислих бактерій вітчизняної селекції «Біолайт». Встановлено, що використання борошна тефу у кількості 10 % та закваски в кількості 10% поліпшувало як якість, так і харчову цінність пшеничного хліба. Проведення багатофакторного експерименту ПФЕ 2<sup>3</sup> дозволяє всебічно оцінити вплив всіх факторів на технологічну систему виробництва пшенично-тефогового хліба та чітко встановити оптимальні концентрації інгредієнтів та параметри процесу.

Предметом досліджень є технологічний процес виробництва пшенично-тефогового хліба на пшеничній заквасці. Метою дослідження є встановлення оптимальної рецептурної композиції та параметрів технологічного процесу виробництва хліба пшеничного на заквасці з тефовим борошном.

Було використано метод математичного планування експерименту. Планування експерименту виконано за ортогональним симетричним планом Бокса–Бенкіна.

На основі проведених досліджень здійснено математичну обробку експериментальних даних та отримано функції відгуку для всіх досліджуваних параметрів з використанням форми, створеної в MS Excel. Встановлено інтервали оптимізувальних факторів:  $x_1$  – кількість борошна тефу, %;  $x_2$  – кількість пшеничної закваски, %;  $x_3$  – тривалість вистоювання тіста, τ·60с. Критеріями оптимальності обрано  $Y_1$  (питомий об'єм) та  $Y_2$  (кислотність титрована). Отримані поверхні відклику функцій  $Y_1$  та  $Y_2$  показали досягнення оптимальних показників критерію оптимальності, які відповідають бажаним значенням якості готового хліба за відповідних значень оптимізаційних факторів  $x_1$ ,  $x_2$  та  $x_3$ . Таким чином встановлено технологічні параметри та кількість рецептурних компонентів (борошна тефу, пшеничної закваски) при виготовленні пшенично–тефогового хліба безопарним прискореним способом: кількість борошна тефу ( $x_1$ ) – 13%, кількість пшеничної закваски ( $x_2$ ) – 15%, тривалість вистоювання тіста ( $x_3$ ) – 34·60 с.

**Ключові слова:** хліб пшеничний, харчова цінність, борошно тефове, закваска, математичне моделювання, багатофакторний експеримент.

УДК 664.68:664.661

<https://doi.org/10.31548/humanhealth.2.2026.46>

## OPTIMIZATION OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF SOURDERED WHEAT BREAD PRODUCTION WITH TEA FLOUR

**Valentyna Chyzh**

*Postgraduate*

<https://orcid.org/0000-0001-9488-4385>

*Institute of Food Resources of the NAAS of Ukraine*

*02002, 4A Yevgen Sverstyuk Str., Kyiv, Ukraine*

**Oksana Naumenko**

*Doctor of Technical Sciences, Professor*

<https://orcid.org/0000-0002-1691-1381>

*Institute of Food Resources of the NAAS of Ukraine*

*02002, 4A Yevgen Sverstyuk Str., Kyiv, Ukraine*

**Abstract.** Teff flour is a valuable and promising raw material for enriching wheat bread. In terms of protein, dietary fiber, vitamin B, potassium, phosphorus, iron, copper, and manganese, teff flour is significantly superior to wheat flour. To improve the rheological properties of products containing teff flour, a biotechnological method for preparing sourdough from pure cultures of the domestic lactic acid bacteria selection «Biolight» was used. It was found that using 10% teff flour and 10% sourdough improved the quality and nutritional value of wheat bread. Conducting a multifactorial experiment, PFE 23, allows a comprehensive assessment of the influence of all factors on the technological system of wheat–teff bread production and clearly establishes the optimal concentrations of ingredients and process parameters.

The research subject is the technological process of wheat–teff bread production using wheat sourdough. The aim of the study is to establish the optimal recipe composition and technological process parameters for the production of wheat bread made with teff flour using sourdough.

The method of mathematical experimental planning was used. The experimental design was conducted according to an orthogonal, symmetrical Box–Behnken design.

Based on the conducted studies, the experimental data were mathematically processed, and response functions were obtained for all studied parameters using a custom Excel form. The intervals for the optimization factors were established:  $x_1$  – amount of teff flour, %;  $x_2$  – amount of wheat sourdough, %;  $x_3$  – duration of dough proofing,  $\tau \times 60$ s. The optimality criteria were selected as  $Y_1$  (specific volume) and  $Y_2$  (titrated acidity). The obtained response surfaces for the functions  $Y_1$  and  $Y_2$  showed the achievement of optimal values of the optimality criterion, corresponding to the desired quality of the finished bread for the optimization factors  $x_1$ ,  $x_2$ , and  $x_3$ . Thus, the technological parameters and the amount of recipe components (teff flour, wheat sourdough) in the manufacture of wheat–teff bread by the unleavened accelerated method were established: the amount of teff flour ( $x_1$ ) – 13%, the amount of wheat sourdough ( $x_2$ ) – 15%, the duration of dough proofing ( $x_3$ ) – 34·60 s.

**Keywords:** wheat bread, nutritional value, teff flour, sourdough, mathematical modeling, multivariate experiment.

**ВСТУП.** Відомо, що хліб з пшеничного борошна вищого та першого сортів незбалансований за амінокислотним складом, збіднений за вмістом харчових волокон, вітамінів і мінеральних речовин (Hrishchenko, 2025). Тому такі вироби першочергово потребують корегування за вмістом важливих для організму нутрієнтів. З цією метою їх збагачують рослинною сировиною, яка є джерелом корисних речовин для організму людини, наприклад, борошном спельтовим, амарантовим, конопляним, горіхами, насінням льону тощо

(Pakhomska, 2019). Одним із перспективних інгредієнтів для покращення харчової цінності пшеничного хліба є тефове борошно (Barretto et al., 2021; Zięc et al., 2021).

Встановлено, що за вмістом білків, харчових волокон, вітаміну B<sub>5</sub>, калію, фосфору та заліза тефове борошно суттєво перевершує пшеничне (Alemneh et al., 2022). Наприклад, у ньому міститься більше білка в 1,3 рази, ніацину – в 2,8 разів, заліза – в 6,3 рази, порівняно з пшеничним борошном вищого сорту. Також, борошно тефове на відміну від пшеничного містить мідь та марганець (Woldemariam et al., 2019; Pulivarthi et al., 2022).

Наукові дослідження з цієї теми є актуальними, оскільки дозволяють розширити сегмент пшеничного хліба оздоровчого–профілактичного призначення для масового споживання населенням.

В роботі (Falendysh et al., 2020) пропонують вносити тефове борошно в кількості 20% до маси пшеничного вищого сорту в технології пшеничного хліба. Але обраний безопарний спосіб тістоприготування в технології пшенично–тефового хліба є недостатньо ефективним, оскільки не забезпечує повне набухання оболонкових частинок тефового борошна.

Тефове борошно відрізняється високим умістом клітковини, тому при включенні його до рецептури хліба погіршуються реологічні властивості тіста, і як наслідок, якість хліба, що ускладнює його застосування в технології хліба. Пошук ефективних технологічних способів покращення якості пшеничного хліба з тефовим борошном є актуальним завданням та потребує вирішення.

Попередніми дослідженнями було встановлено, що дозування тефового борошна в кількості 20 % замість маси пшеничного борошна призводить до зниження якості клейковини та погіршення показника пружності тіста, при цьому якість готових виробів погіршувалась із зростанням дозувань з 10% до 20%. Для покращення якості пшенично–тефового хліба застосовано біотехнологічний спосіб приготування тіста на заквасці з чистих культур МКБ «Біолайт». Шляхом пробних лабораторних випікань встановлено, що використання борошна тефу у кількості 10 % та закваски в кількості 10% поліпшувало якість та харчову цінність пшеничного хліба (Naumenko et al., 2023).

Але в даній технологічній системі змінним фактором було лише дозування тефового борошна, при цьому кількість закваски була однаковою. Проведення однофакторного експерименту не дозволяє всебічно оцінити вплив всіх факторів на технологічну систему та чітко встановити оптимальні концентрації інгредієнтів, параметри процесу.

Тому поставлено завдання пошуку оптимальних умов функціонування даної технологічної системи шляхом математичного моделювання з позицій системного аналізу та реалізувати план повного трьохфакторного експерименту ПФЕ 2<sup>3</sup>.

**МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ** – встановити оптимальну рецептурну композицію та параметри технологічного процесу виробництва хліба пшеничного на заквасці з тефовим борошном.

**ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.** Для покращення якості пшенично–тефового хліба деякі автори рекомендують застосовувати технології виробів на опарах, спонтанній ферментації тощо (Chochkov et al., 2022).

Однак, закваски–підкислювачі, що пропонують у роботі (Chochkov et al., 2022) мають в складі органічні кислоти, які можуть негативно впливати на технологічний процес, зокрема, життєдіяльність дріжджових клітин та органолептичні показники готової продукції.

Спонтанне заквашування борошна має тривалий час циклу розведення, не дає повною мірою забезпечити стабільність та надійність процесу. Такі закваски мають нижчу підіймальну силу та активність молочнокислих бактерій (МКБ) та не забезпечують мікробіологічну чистоту готових виробів.

Закваски на чистих культурах дріжджів та МКБ є більш стабільними та надійними, з вищими показниками якості, порівняно зі спонтанними заквасками, мають у складі стійку мікробіоту для пригнічення діяльності сторонніх мікроорганізмів. Використання таких

заквасок позитивно впливає на прискорення дозрівання тіста, розпушення тістових заготовок, реологічні характеристики тіста завдяки збалансованому співвідношенню летких та нелетких кислот (Naumenko, Chizh, 2022).

Результати досліджень щодо встановлення раціонального дозування борошна тефу до пшеничного борошна, яке б забезпечувало високу харчову цінність готового хліба також відрізняються. За даними науковців, дозування варіюється в доволі широких межах – від 5 до 77,5 % (Zięć et al., 2021; Pulivarthi et al., 2022).

Незважаючи на практичну цінність таких результатів недостатньо вивченими залишаються способи приготування тіста, які б покращували об'єм та структурно-механічні властивості пшенично-тефогового хліба. Тому доцільним є встановлення ефективних технологічних підходів до виготовлення пшенично-тефогового хліба, що дозволить отримати вироби з високими споживчими характеристиками.

**МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ.** У дослідженнях використовували сировину українського виробництва: борошно пшеничне вищого сорту ТМ «Зернарі», дріжджі ТМ «Криворізькі дріжджі», сіль ТМ «Дрогобицька солеварня», олія соняшникова ТОВ «Кама», цукор ТзОВ «Радехівський цукор», вода.

Тефове борошно готували з насіння тефу сорту «Манія», вирощеного в умовах агрофірми «Колос» Київській області. У лабораторних умовах насіння очищали від домішок, подрібнювали на млинку лабораторному та потім послідовно просіювали на капронових ситах із діаметром отворів 160 та 250 мкм.

Хлібопекарська закваска, виготовлена з пшеничного борошна та бактеріальної композиції «Біолайт» (ІУ 00419880.01:2023) з чистих культур *Lactobacillus plantarum*, *L. ramosus*, *L. fermentum* та *L. brevis* у відділі технологій хліба та біотрансформації зернових продуктів Інституту продовольчих ресурсів НААН. Закваску розведено за способом згідно з (Naumenko et al., 2023). Показники якості закваски у виробничому циклі наведено в табл. 1.

**Таблиця 1.** Показники якості закваски у виробничому циклі

| Показник                  | Значення |
|---------------------------|----------|
| Масова частка вологи, %   | 68±0,1   |
| Тривалість бродіння, год  | 8±0,1    |
| Кінцева кислотність, град | 18,0±0,1 |
| Активність МКБ, хв        | 35±1     |

*Джерело: розроблено авторами*

Пшеничний хліб виготовляли за рецептурою паляниці «Кременецька», до якої входить, у кг на 100 кг борошна: борошно пшеничне вищого сорту 100 кг, дріжджі хлібопекарські пресовані 2,0 кг, сіль кухонна харчова 1,5 кг, цукор 2,0 кг, олія соняшникова 2,0 кг, вода 56,4 кг. Тісто для контролю готували безопарним способом, а зразки з борошном тефу – безопарним прискореним способом на заквасці. Тривалість бродіння становила 100±2 хв за температури 32±2 °С до збільшення об'єму в 1,5 рази. Замішування проводили на тістомісильній машині KVL4100S (Китай) впродовж 15±1 хв, формування проводили вручну. Вистоювання заготовок проводили впродовж 30–40 хв за температури 35±2 °С в шафі для вистоювання XLT 133–UNOX (Італія), маса тістових заготовок становила 290±10 г. Готовність тістових заготовок у процесі вистоювання визначали за їх об'ємом. Далі тістові заготовки направляли до печі Unox XFT133 (Італія), де вони випікались за температури 180–200 °С впродовж 32±2 хв.

При проведенні оптимізації технологічного процесу було використано метод математичного планування експерименту. На основі проведених досліджень здійснено

математичну обробку експериментальних даних та отримано функції відгуку для всіх досліджуваних параметрів з використанням форми, створеної в MS Excel (Kumar et al., 2021).

**РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ОБГОВОРЕННЯ.** На першому етапі було встановлено інтервали оптимізувальних (змінних) факторів:  $x_1$  – кількість борошна тефу, %;  $x_2$  – кількість пшеничної закваски, %;  $x_3$  – тривалість вистоювання тіста,  $\tau \cdot 60c$ . Тривалість вистоювання обрана з огляду на те, що кількість закваски знаходиться в прямій залежності від тривалості вистоювання, при зростанні дозування закваски тривалість вистоювання скорочується. Планування експерименту виконано за ортогональним симетричним планом Бокса–Бенкіна (Kumar et al., 2021). На основі попередніх досліджень було підібрано фактори експерименту на верхньому та нижньому рівнях варіювання. Умови проведення ПФЕ 2<sup>3</sup> наведено в табл. 2.

**Таблиця 2.** Рівні та інтервали факторів варіювання

| Рівні                                | Фактори                             |                                 |  |
|--------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|--|
|                                      | Кількість борошна тефу ( $X_1$ ), % | Кількість закваски ( $X_2$ ), % | Тривалість вистоювання тіста ( $X_3$ ), $\tau \cdot 60c$ |
| Основний ( $x_{i0}$ )                | 16                                  | 14                              | 35   |
| Інтервал варіювання ( $\Delta x_i$ ) | 6                                   | 6                               | 5  |
| Нижній ( $x_{i \min}$ )              | 10                                  | 8                               | 30   |
| Верхній ( $x_{i \max}$ )             | 22                                  | 20                              | 40   |

*Джерело:* розроблено авторами

Критерієм оптимальності обрано питомий об'єм хліба, як найбільш чутливий до зміни оптимізувальних факторів показник, який легко вимірюється та повинен досягати максимального значення. Обмежувальним критерієм оптимальності обрано кислотність хліба, оскільки за ДСТУ 7517:2014 «Хліб із пшеничного борошна. Загальні технічні умови» цей показник не повинен перевищувати 5,0 град. Таким чином, в якості функцій відклику прийнято:  $Y_1$  – питомий об'єм хліба,  $cm^3/100 \text{ г}$ ;  $Y_2$  – кислотність титрована, град.

Результати експерименту з визначення питомого об'єму хліба в залежності від кількості борошна тефу, закваски та тривалості вистоювання тіста представлено в табл. 3.

**Таблиця 3.** Результати експерименту по визначенню питомого об'єму хліба,  $cm^3/100 \text{ г}$

| j  | Фактори  |            |       | $Y_{1, \text{сер}}$ |
|----|----------|------------|-------|---------------------|
|    | $x_1$    | $x_2$      | $x_3$ |                     |
| 1  | -1       | -1         | -1    | 2,21                |
| 2  | 1        | -1         | -1    | 2,15                |
| 3  | -1       | 1          | -1    | 2,25                |
| 4  | 1        | 1          | -1    | 2,17                |
| 5  | -1       | -1         | 1     | 2,24                |
| 6  | 1        | -1         | 1     | 2,16                |
| 7  | -1       | 1          | 1     | 2,30                |
| 8  | 1        | 1          | 1     | 2,20                |
| 9  | -1,21532 | 0          | 0     | 2,28                |
| 10 | 1,215319 | 0          | 0     | 2,17                |
| 11 | 0        | -1,2153189 | 0     | 2,23                |

|    |   |            |            |      |
|----|---|------------|------------|------|
| 12 | 0 | 1,21531889 | 0          | 2,27 |
| 13 | 0 | 0          | -1,2153189 | 2,24 |
| 14 | 0 | 0          | 1,2153189  | 2,29 |
| 15 | 0 | 0          | 0          | 2,28 |

Джерело: розроблено авторами

Для побудованих функцій відгуку сформовано систему рівнянь, на основі якої проведено пошук оптимальних параметрів з використанням нелінійного методу узагальненого зведеного градієнта за допомогою надбудови «Пошук рішень» (Solver) у пакеті MS Excel ( $n=3$ ;  $p \geq 0,95$ ;  $\delta=3-5\%$ ) (Kumar et al., 2021).

У результаті обробки експериментальних даних було отримано регресійні залежності параметра оптимізації (питомого об'єму) від оптимізувальних факторів.

Після розрахунків та перетворень у натуральних змінних поліном  $Y_1$  має вигляд:

$$Y_1 = 1,1925 + 0,0340x_1 + 0,0172x_2 + 0,0384x_3 - 0,0001x_1x_2 - 0,0002x_1x_3 + 0,0002x_2x_3 - 0,001x_1^2 - 0,0006x_2^2 - 0,0005x_3^2$$

Критерій Фішера для отриманої математичної моделі становив  $F = 0,000437 \leq 8,72868$ , що свідчить про адекватність отриманої регресії. Отже, функція відгуку параметра оптимізації статистично достовірно відображає показники якості хліба, які досліджуються. З рівняння видно, що в даній області факторного простору параметри оптимізації різною мірою залежать від вхідних параметрів, що варіюють: функція  $Y_1$  найбільшою мірою зумовлена впливом фактора  $x_3$  (тривалість вистоювання); якщо значення  $Y_1$  максимальне, до оптимальних значень функції призводить збільшення тривалості вистоювання (коефіцієнт  $x_3=+0,0384$ ).

Поверхні відклику питомого об'єму залежно від кількості борошна тефу, закваски та тривалості вистоювання тіста наведено на рис. 1–3. Дані наведені з урахуванням похибки експерименту.

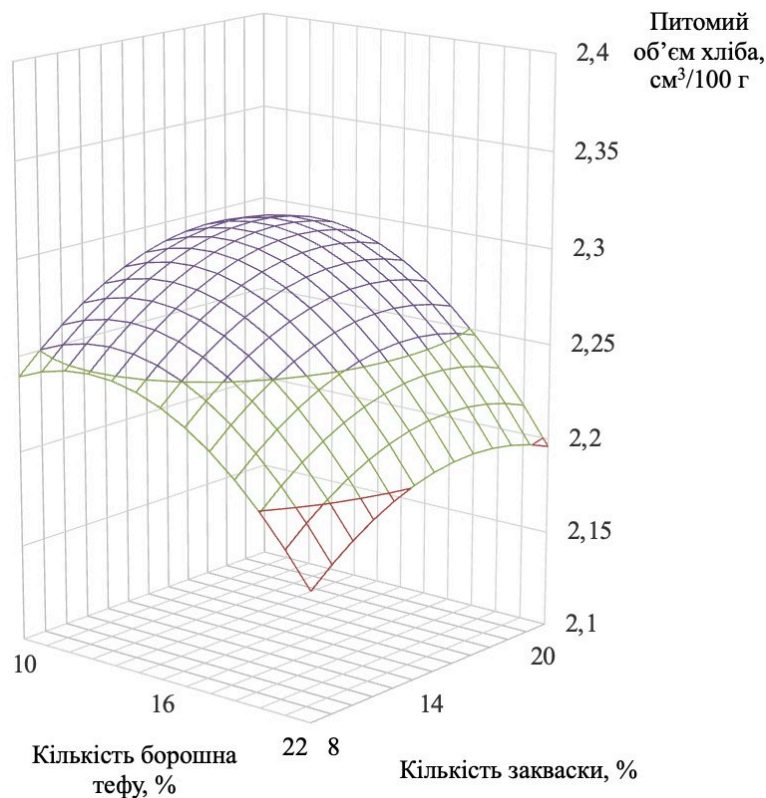
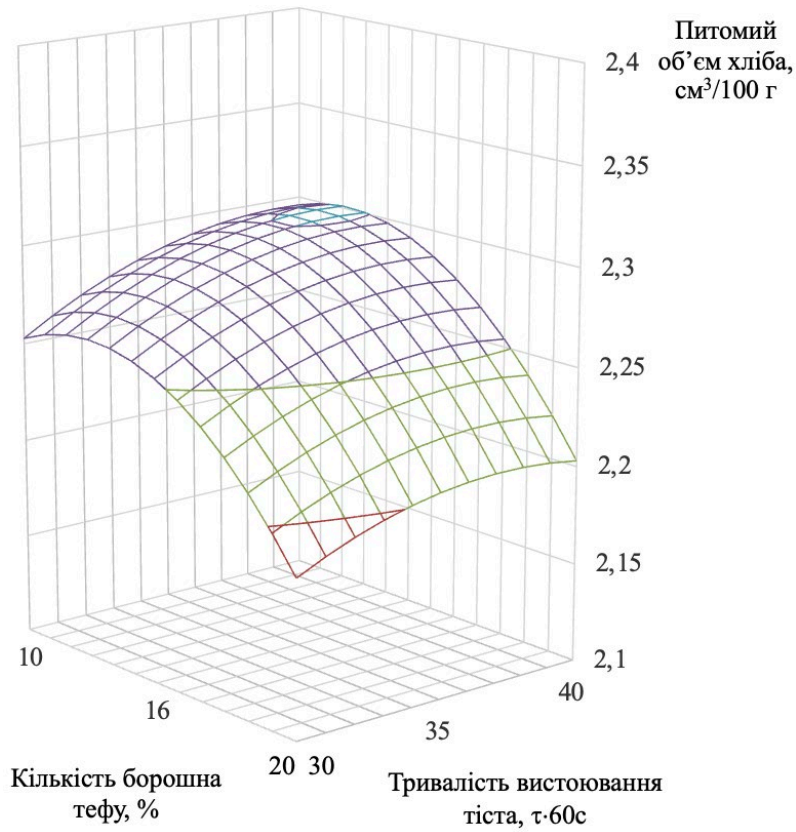
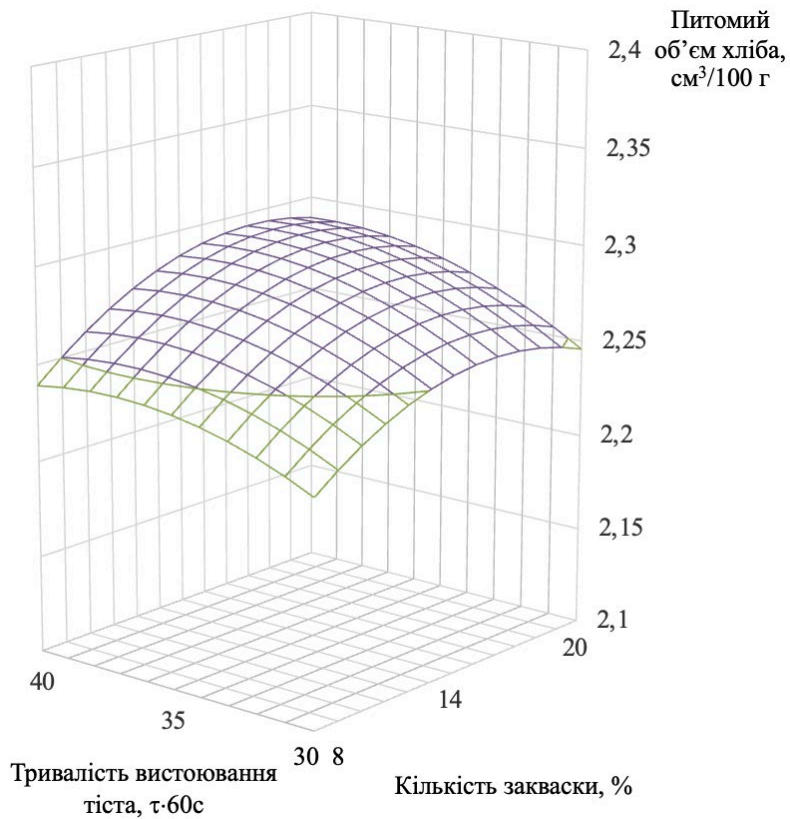


Рисунок 1. Залежність питомого об'єму від кількості борошна тефу та закваски при тривалості вистоювання тіста 35·60с



**Рисунок 2.** Залежність питомого об'єму від кількості борошна тefу та тривалості вистоювання тіста при кількості закваски 14%



**Рисунок 3.** Залежність питомого об'єму від кількості закваски та тривалості вистоювання тіста при кількості борошна тefу 16%

*Джерело: розроблено авторами*

Результати дослідження з визначення кислотності повного ряду модельних зразків наведено в табл. 4.

**Таблиця 4.** Результати експерименту по визначенню кислотності, град

| j  | Фактори        |                |                | Y <sub>2</sub> ; сеп |
|----|----------------|----------------|----------------|----------------------|
|    | x <sub>1</sub> | x <sub>2</sub> | x <sub>3</sub> |                      |
| 1  | -1             | -1             | -1             | 3,1                  |
| 2  | 1              | -1             | -1             | 3,1                  |
| 3  | -1             | 1              | -1             | 3,8                  |
| 4  | 1              | 1              | -1             | 3,9                  |
| 5  | -1             | -1             | 1              | 4,3                  |
| 6  | 1              | -1             | 1              | 4,4                  |
| 7  | -1             | 1              | 1              | 5,2                  |
| 8  | 1              | 1              | 1              | 5,3                  |
| 9  | -1,21532       | 0              | 0              | 4,4                  |
| 10 | 1,215319       | 0              | 0              | 4,9                  |
| 11 | 0              | -1,2153189     | 0              | 3,9                  |
| 12 | 0              | 1,21531889     | 0              | 5,1                  |
| 13 | 0              | 0              | -1,2153189     | 2,8                  |
| 14 | 0              | 0              | 1,2153189      | 4,9                  |
| 15 | 0              | 0              | 0              | 4,5                  |

*Джерело: розроблено авторами*

Після розрахунків та перетворень регресійних залежностей параметра оптимізації (кислотності титрованої) від оптимізувальних факторів поліном Y<sub>2</sub> в натуральних змінних має вигляд:

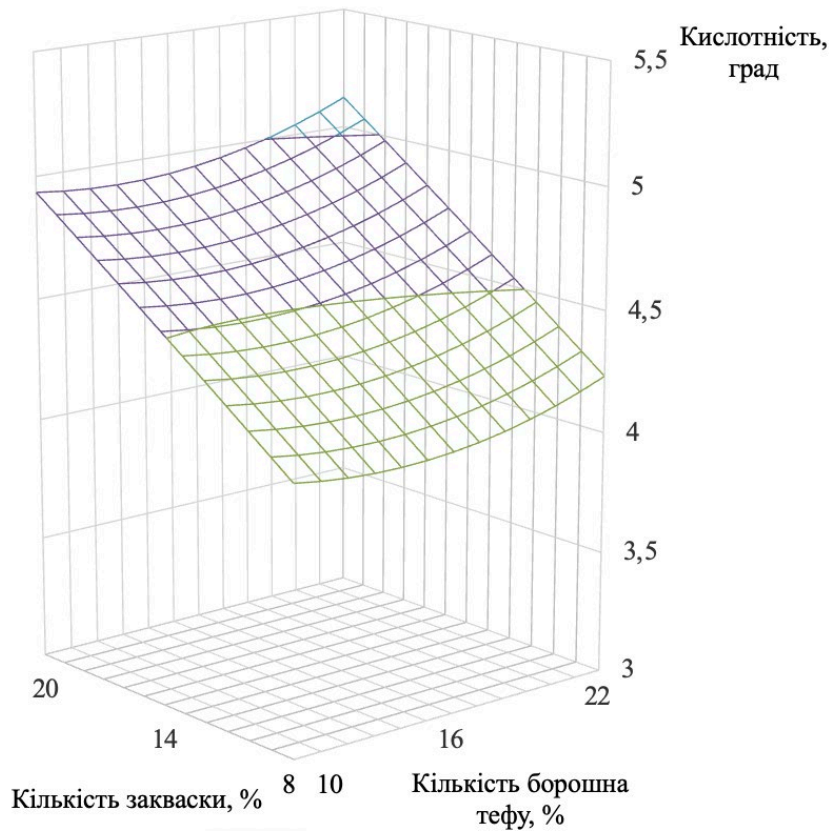
$$Y_2 = -22,0324 - 0,1243x_1 - 0,0109x_2 + 1,3843x_3 + 0,0028x_1x_2 + 0,0014x_1x_3 + 0,0024x_2x_3 - 0,0001x_1x_2x_3 + 0,0026x_1^2 - 0,0002x_2^2 - 0,0183x_3^2$$

Критерій Фішера для отриманої математичної моделі  $F = 0,09114 \leq 8,72868$ , що свідчить про адекватність отриманої регресії, тобто функція відгуку параметра оптимізації статистично достовірно відображає показники якості хліба, які досліджуються.

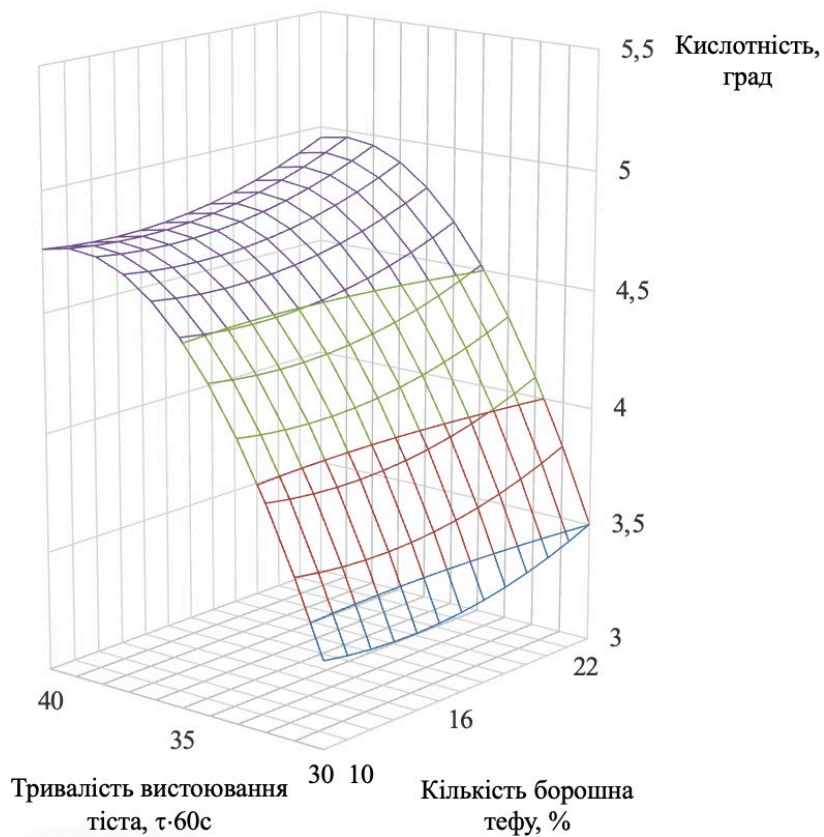
З рівняння видно, що в даній області факторного простору параметри оптимізації різною мірою залежать від вхідних параметрів, що варіюють: функція Y<sub>2</sub> найбільшою мірою зумовлена впливом фактора x<sub>3</sub> (тривалість вистоювання); якщо значення Y<sub>1</sub> максимальне, до оптимальних значень функції призводить збільшення тривалості вистоювання (коефіцієнт x<sub>3</sub>=+1,3843).

Поверхні відклику кислотності залежно від кількості борошна тефу, закваски та тривалості вистоювання тіста наведено на рис. 4–6. Дані наведені з урахуванням похибки експерименту.

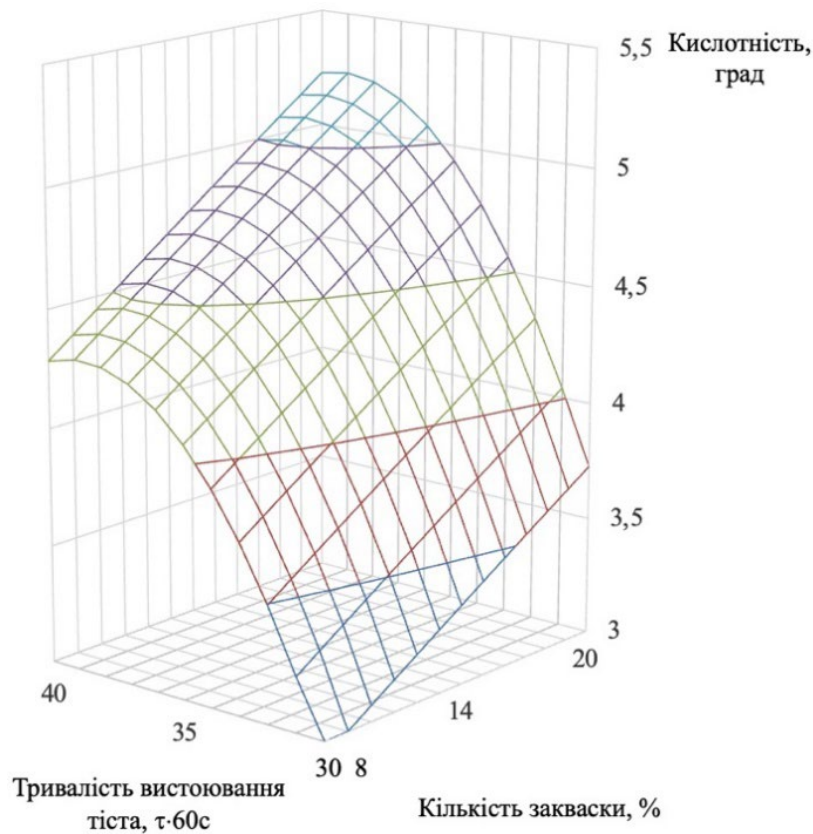
Для математичного пошуку оптимальних параметрів процесу виробництва хліба пшеничного на заквасці з тефовим борошном використовували спосіб рішення компромісних задач багатопараметричної оптимізації нелінійним методом узагальненого зведеного градієнта. Для рішення поставленої задачі нами була використана надбудова «Пошук рішень» пакету MS Excel (Kumar et al., 2021). Згідно методики обрано цільову функцію, яку лімітовано до бажаного значення. В якості цільової функції обрано питомий об'єм хліба, який має прийняти максимально можливе значення.



**Рисунок 4.** Залежність кислотності від кількості борошна тефу та закваски при тривалості вистоювання тіста 35·60с



**Рисунок 5.** Залежність кислотності від кількості борошна тефу та тривалості вистоювання тіста при кількості закваски 14%



**Рисунок 6.** Залежність кислотності від кількості закваски та тривалості вистоювання тіста при кількості борошна тефу 16%  
*Джерело: розроблено авторами*

Знайдене рішення оптимізаційної задачі відповідало всім необхідними вимогам. З допустимим відхиленням 5% процес виробництва хліба пшеничного на заквасці з тефовим борошном характеризується оптимальними рівнями дозування рецептурних компонентів та технологічними параметрами, які наведено в табл. 5.

**Таблиця 5.** Оптимальні показники технологічного процесу виробництва хліба пшеничного на заквасці з тефовим борошном

| Фактори оптимізації                 | Оптимізовані значення |
|-------------------------------------|-----------------------|
| Кількість борошна тефу, %           | 12,0...13,3           |
| Кількість пшеничної закваски, %     | 14,6...16,1           |
| Тривалість вистоювання тіста, τ·60с | 32,7...36,1           |

*Джерело: розроблено авторами*

Враховуючи особливості інтепретації технологічних результатів прийнято такі значення: кількість борошна тефу – 13%, кількість пшеничної закваски – 15%, тривалість вистоювання тіста – 34·60 с.

Методи математично–статистичного моделювання широко застосовуються для розробок технологій хлібобулочних виробів, зокрема, з використанням процесу заквашування.

Так, V. Lanska (2025) було запропоновано метод планування експерименту за ортогональним симетричним планом Бокса–Бенкіна для оптимізації інгредієнтного складу і технологічних параметрів приготування рисової закваски з метою її використання в технології безглютенового рисово–соргового хліба. Для математичного пошуку оптимальних параметрів процесу бродіння закваски науковці використовували спосіб рішення компромісних задач багатопараметричної

оптимізації нелінійним методом узагальненого зведеного градієнта. З'ясовано, що адекватність отриманих рівнянь регресії забезпечується при таких значеннях факторів: масова частка стартової культури 0,38...0,40 % за температури бродіння 27,9...28,1°C протягом 20,9...21,9 год. При цьому забезпечується оптимальна кислотність і підйомна сила закваски, питомий об'єм та пористість готового хліба, які також були обрані критеріями оптимальності.

Для оптимізації ферментаційного субстрату та технології закваски для гамбургерського хліба було проведено однофакторний експеримент у поєднанні з експериментом з поверхнею відгуку Бокса–Бенкіна. Рівень бактеріостатичного впливу закваски на *Penicillium* був взятий як критерій оптимальності. Встановлено ефективні параметри ферментації закваски: внесення бактеріальної композиції з молочнокислих бактерій та сахарози, вміст сахарози – 4,1%, час ферментації – 20 год. температура ферментації – 30°C. За цих умов бактеріостатичний потенціал закваски був вищим на 32,67% порівняно з теоретично прогнозованим значенням, відносна похибка становила 4,41% (Zhao et al., 2021). Такі результати слугували підтвердженням коректності вибраного оптимізаційного методу для вирішення технологічних задач такого типу.

В роботі I. Hetman (2023) застосував багатофакторний експеримент ПФЕ 23 за ортогональним симетричним планом Бокса–Бенкіна для оптимізації технологічних параметрів приготування вівсяних, гречаних та рисових заквасок у виробничому циклі. Отримані закваски було використано в технології різного асортименту хліба: пшеничного, пшенично–житнього та безглютенового. А для відбору оптимальних параметрів приготування заквасок було застосовано інший метод – програму «крутого сходження» Бокса–Вілсона. З'ясовано, що збільшення кількості стиглої закваски, температури та тривалості бродіння зумовлює зростання критерію оптимальності – кислотності закваски. Встановлено технологічні параметри приготування заквасок (залежно від виду) у виробничому циклі: масова частка вологи ( $x_1$ ) – 35–50 %; тривалість бродіння ( $x_2$ ) – 12–14 год; температура бродіння ( $x_3$ ) – 28 °C.

Необхідно зазначити, що метод Бокса–Вілсона є дуже чутливим до вибору кроку, а по мірі наближення до максимуму (екстремуму) градієнт зменшується, що призводить до дуже малих кроків та тривалішого пошуку.

В роботі (Korniienko et al., 2024) було розроблено інший метод оптимізації процесу отримання закваски – сплайн-модель, яка визначає оптимальний вміст інгредієнтів у рецептурі хлібної закваски (лактози, гідратованого насіння льону, розторопші, етанольного екстракту прополісу). Математична обробка експериментальних даних дозволила визначити мінімальний час бродіння борошняного компонента, який коливався від 66 год 27 хв до 72 год 40 хв. З'ясовано, що температура бродіння 40 °C призводить до розрідження закваски, збільшення титрованої кислотності та погіршення підйомної сили закваски, яка не повинна перевищувати 25 хв.

Даний метод має високу обчислювальну складність при великій кількості точок, які задані в плані експерименту. Крім того метод чутливий до наявності різних розривів у даних, що важко реалізувати при плануванні технологічного процесу виробництва хліба.

Розробку оптимізаційних моделей також було обрано в роботі (Farahmand et al., 2021). Шляхом апроксимації квадратичної моделі з використанням методу поверхні відгуку та шести параметрів: виходу тіста, температури, часу, вмісту фруктози, вмісту фенілаланіну та співвідношення висівок встановлено, що ферментація закваски була оптимальною при 25 °C протягом 66,5 год з виходом тіста 400 %, вміст фруктози – 6%; вміст фенілаланіну – 0,3%; вміст висівок – 20% для отримання ароматів троянди та меду з високою ефективністю (2–фенілетилловий спирт – 127,1 мг/л та 2–фенілетилацетат – 70,7 мг/л).

Для оптимізації умов ферментації рослини *Chenopodium formosanum*, яка поширена в Тайвані, для виробництва хлібної закваски також була застосована методологія поверхні відгуку. Оптимальними умовами були наступні: температура – 33,5 °C; вміст фруктози – 7,7% та вихід тіста – 332,8 %, що дозволило отримати антиоксидатну активність (критерій оптимальності) на рівні 6,82 ммоль/кг (Chen et al., 2021).

Використовуючи сенсорні оцінки як змінну відгуку, науковці оптимізували параметри процесу виробництва хліба на заквасці за допомогою методології поверхні відгуку. Результати показали, що оптимальний час дозрівання рідкої закваски коливався від 9 до 21 год. Після 4 днів безперервного поповнення кількість життєздатних клітин лактобактерій та штамів дріжджів стабілізувалися. Оптимальні параметри процесу для виробництва хліба на заквасці були наступними: час бродіння – 7 год; час дозрівання рідкої закваски – 15 год; дозування борошна в рідкій заквасці – 25%; дозування рідкої закваски – 40%. Хліб, виготовлений за цих умов, демонстрував більший об'єм, покращену текстуру та посилений смак (Tian, Zhao, 2025).

Однак, використання методу поверхні відгуку складно реалізувати під час вибору фізико-хімічних величин за критерій оптимальності, які стосуються якості хліба. Результати поверхні відгуку (її точність) залежать від точного розташування вибраних точок експерименту, а також від точності вимірювань. Крім того, чим більше факторів впливає на процес, тим важче інтерпретувати поверхню відгуку та знаходити екстремуми.

В роботі (Zhao et al., 2024) за допомогою ортогонального багатофакторного експерименту було отримано дві кращі рецептури захисних агентів для сушіння закваски. Перша рецептура: знежирене молоко – 35%; мальтодекстрин – 7,5% та трегалоза – 25%. При сублімаційному сушінні на такому захисному середовищі виживаність мікроорганізмів становила близько 93%. Друга рецептура: знежирене молоко – 35%, мальтодекстрин – 10% та трегалоза – 15%; коефіцієнт виживання клітин після сушіння методом розпилення становив близько 90%.

Для реалізації комплексних нелінійних залежностей параметрів технологічного процесу та інгредієнтного складу рецептури, які ми досліджуємо в роботі, використання ортогонального багатофакторного експерименту є не доцільним, оскільки не дозволяє виявити кривизну поверхні відгуку.

Як бачимо, оптимізаційні фактори та критерії оптимальності значно відрізняються навіть при однакових об'єктах дослідження, що здебільшого залежить від типів залежностей величин, мети дослідження та особливостей технологічної системи.

Використані нами оптимізаційні методи планування експерименту за ортогональним симетричним планом Бокса–Бенкіна та рішення компромісних задач багатопараметричної оптимізації нелінійним методом узагальненого зведеного градієнта є найбільш ефективним, оскільки дозволяє реалізувати нелінійні залежності між величинами, забезпечити гнучкість отриманого плану експерименту та виявити кривизну отриманої поверхні відгуку.

**ВИСНОВКИ.** З використанням методу експериментально-статистичного моделювання отримано математичні залежності якості пшенично-тефового хліба через показник питомого об'єму від кількості борошна тефу, кількості пшеничної закваски та тривалості вистоювання.

Отримані поверхні відклику функцій  $Y_1$  (питомий об'єм) та  $Y_2$  (кислотність титрована) показали досягнення оптимальних показників критерію оптимальності, які відповідають бажаним значенням якості готового хліба за відповідних значень оптимізаційних факторів  $x_1$ ,  $x_2$  та  $x_3$ .

На підставі отриманих даних рішення оптимізаційної задачі встановлено технологічні параметри та кількість рецептурних компонентів (борошна тефу, пшеничної закваски) при виготовленні пшенично-тефового хліба безопарним прискореним способом: кількість борошна тефу ( $x_1$ ) – 13%, кількість пшеничної закваски ( $x_2$ ) – 15%, тривалість вистоювання тіста ( $x_3$ ) – 34·60 с.

Подальші дослідження будуть спрямовані на побудову математичної моделі комплексного показника якості пшенично-тефового хліба, яка є нелінійною функцією значень окремих показників якості виробу та забезпечує повну оцінку якості готової продукції.

**Подяки.** Немає.

**Конфлікт інтересів.** Немає.

## References

- Alemneh, S.T., Emire, S. A., Hitzmann, B., Zettel, V. (2022). Comparative study of chemical composition, pasting, thermal and functional properties of teff (*Eragrostis tef*) flours grown in Ethiopia and South Africa. *International Journal of Food Properties*, 25(1), 144–158. <https://doi.org/10.1080/10942912.2022.2027441>
- Barretto, R., Buenavista, R.M., Rivera, J. L., Wang, S., Prasad, P. V. V., Siliveru, K. (2021). Teff (*Eragrostis tef*) processing, utilization and future opportunities: a review. *The International Journal of Food Science & Technology*, 56, 3125–3137. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14872>
- Chen, H.–Y., Hsieh, C.–W., Chen, P.–C., Lin, S.–P., Lin, Y.–F., Cheng, K.–C. (2021). Development and Optimization of Djulis Sourdough Bread Fermented by Lactic Acid Bacteria for Antioxidant Capacity. *Molecules*, 26, 5658. <https://doi.org/10.3390/molecules26185658>
- Chochkov, R., Savova–Stoyanova, D., Papageorgiou, M., Rocha, J. M., Gotcheva, V., Angelov, A. (2022). Effects of teff–based sourdoughs on dough rheology and gluten–free bread quality. *Foods*, 11, 1012. <https://doi.org/10.3390/foods11071012>
- Falendysh, N., Zinchenko, I., Blazhenko, M. (2020). Technological aspects of using teff flour in the production of organic bread. *Food resources*, 8(14), 185–195. <https://doi.org/10.31073/foodresources2020–14–19>
- Farahmand, E., Razavi, S.H., Caboni, P., Mohtasebi, S.S., Pisano, M.B. (2021). Optimizing Sourdough Process for the Production of Honey and Rose–Like. Aromas in Breads. *Appl. Food Biotechnol.*, 8(3), 255–265. <http://dx.doi.org/10.22037/afb.v8i4.33499>
- Hetman, I. A. (2023). Improving bread technology using sourdough from cereal flour (PhD thesis, National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine) <https://dspace.nuft.edu.ua/handle/123456789/48961>
- Hrishchenko, A.V. (2025). Research on the development trends of the baking industry in Ukraine. *Agroworld*, 1, 77–89. <https://doi.org/10.32702/2306–6792.2025.1.77>
- Korniienko, I, Gulyaev, V., Kuznietsova, O., Anatskyi, A. (2024). Spline model optimization of the biotechnological process of obtaining sourdough for bakery needs using functional components. *Journal of Chemistry and Technologies*, 32(4), 1073–1097. <https://doi.org/10.15421/jchemtech.v32i4.308639>
- Kumar M., Vatsa S., Madhumita M., Prabhakar P. K. (2021). Mathematical modeling of food processing operations: a basic understanding and overview. *Turkish Journal of Agricultural Engineering Research*. Vol. 2, No. 2. P. 472–492. <https://doi.org/10.46592/turkager.2021.v02i02.019>
- Lanska, V. D. (2025) Technology of gluten–free baked goods with potato fiber (PhD thesis, State University of Trade and Economics. Kyiv, Ukraine) <https://ur.knute.edu.ua/handle/123456789/10688>
- Naumenko, O., Hetman I., Chyzh, V., Gunko, S., Bal–Prylypko, L., Bilko, M., Tsentylo, L., Lialyk, A., Ivanytska, A., Liashenko, S. (2023). Improving the quality of wheat bread by enriching teff flour. *Eastern–European Journal of Enterprise Technologies*, 3(11 (123), 33–41. <https://doi.org/10.15587/1729–4061.2023.279286>
- Naumenko, O., Chyzh, V. (2022). Biotechnological properties of baking starters (literature review). *Food resources*, 10(19), 107–115. <https://doi.org/10.31073/foodresources2022–19–12>
- Pakhomska, O.V. (2019). Scientific approach to the creation of functional bakery products. *Scientific works of the NUHT*, 25 (2), 276–283. DOI: 10.24263/2225–2924–2019–25–2–30
- Pulivarthi, M. K., Selladurai, M., Nkurikiye, E., Li, Y., Siliveru, K. (2022). Significance of milling methods on brown teff flour, dough, and bread properties. *Texture Studies*, 53(4), 478–489. <https://doi.org/10.1111/jtxs.12669>
- Tian, H., Zhao, R. (2025). Production of sourdough steamed bread by liquid sponge fermentation and parameters optimization. *Journal of Henan University of Technology (Natural Science Edition)*, 46(4), 1–9. [10.16433/j.1673–2383.202502120001](https://doi.org/10.16433/j.1673–2383.202502120001)

Woldemariam, F., Mohammed, A., Teferra, T. F., Gebremedhin, H. (2019). Optimization of amaranths–teff–barley flour blending ratios for better nutritional and sensory acceptability of injera. *Cogent Food & Agriculture*, 5 (1). <https://doi.org/10.1080/23311932.2019.1565079>

Zhao, L., Zhou, X., Zhao, P., Meng, X. (2021). Optimization of Sourdough Fermentation Process of Hamburger Bread by Response Surface Analysis. *Science and Technology of Food Industry*, 42(6), 79–87. [10.13386/j.issn1002-0306.2020070292](https://doi.org/10.13386/j.issn1002-0306.2020070292)

Zhao, J., Yao, G.U., Yan, L.I., Qian, H., Wang, Li. (2024). Study on the optimization of sourdough starter with high activity. *Food & Machinery*, 41(2), 197–203 <http://dx.doi.org/10.13652/j.spjx.1003.5788.2023.60132>

Zięć, G., Gambuś, H., Lukasiewicz, M., Gambuś, F. (2021). Wheat bread fortification: the supplement of teff flour and chia seeds. *Applied Sciences*, 11, 5238. <https://doi.org/10.3390/app11115238>

УДК 664.661.1

<https://doi.org/10.31548/humanhealth.2.2026.60>

## ВПЛИВ ДОДАВАННЯ БУРЯКОВОГО КВАСУ НА ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ПШЕНИЧНОГО ХЛІБА

**Ростислав Юрійович Кравченко**

аспірант

<https://orcid.org/0000-0007-1974-5001>**Ігор Ярославович Стадник**

доктор технічних наук, професор

<https://orcid.org/0000-0003-4126-3256>Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя,  
46025, вул. Руська, 56, м. Тернопіль, Україна**Ірина Михайлівна Белова**

кандидат економічних наук, доцент,

<https://orcid.org/0000-0002-1497-7133>Західноукраїнського національного університету,  
46001 вул. Львівська 11, м. Тернопіль, Україна,

**Анотація.** Сучасний етап розвитку харчових технологій характеризується активним пошуком натуральних інгредієнтів, здатних підвищувати біологічну цінність продуктів масового споживання та водночас забезпечувати стабільність технологічного процесу. У зв'язку з цим перспективним напрямом є використання ферментованих рослинних напоїв природного походження, зокрема бурякового квасу, отриманого шляхом ферментації буряка з додаванням молочної сироватки та житніх сухарів. Такий підхід дозволяє не лише коригувати харчову та біологічну цінність готових виробів, а й покращувати їх органолептичні та структурно-механічні властивості. Метою роботи є визначення впливу бурякового квасу на перебіг технологічного процесу та показники якості пшеничного хліба. Для оцінювання сировини, напівфабрикатів і готових виробів використано комплекс стандартних і сучасних методів аналізу, які забезпечують визначення хімічного складу, харчової та біологічної цінності, а також фізико-хімічних характеристик тіста і готової продукції. Досліджено вплив бурякового квасу на підйомну силу хлібопекарських дріжджів, інтенсивність кислотонакопичення, структурно-механічні властивості тіста та якість готових виробів. У результаті проведених досліджень встановлено, що оптимальним є заміщення 50 % води буряковим квасом, оскільки саме за таких умов забезпечується раціональний рівень кислотонакопичення та активізація бродильних процесів. Готові вироби характеризуються збільшеним питомим об'ємом, покращеною формостійкістю та більш вираженою еластичністю м'якушки. Органолептична оцінка підтвердила формування рівномірної дрібнопористої структури, приємного смаку й аромату, а також легкого природного відтінку, зумовленого наявністю бурякових пігментів. Завдяки підвищеній гідратації колоїдів м'якушки та присутності продуктів ферментації інтенсивність черствіння хліба сповільнюється на 12–18 годин порівняно з контрольним зразком. Вироби характеризуються високою структурною цілісністю м'якушки та суттєвим зниженням крихтуватості. Отримані результати свідчать про доцільність використання бурякового квасу у технології пшеничного хліба та дозволяють рекомендувати запропоновану технологію для промислового впровадження на підприємствах хлібопекарської галузі.

**Ключові слова:** пористість, кислотність, вологість, черствіння, бродіння тіста

UDC 664.661.1

<https://doi.org/10.31548/humanhealth.2.2026.60>

## INFLUENCE OF ADDING BEET KVAS ON THE QUALITY INDICATORS OF WHEAT BREAD

**Rostyslav Kravchenyuk**

*Postgraduate student*

<https://orcid.org/0000-0007-1974-5001>

**Igor Stadnik**

*Doctor of Technical Sciences, Professor*

<https://orcid.org/0000-0003-4126-3256>

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University,  
46025, 56 Ruska Str., Ternopil, Ukraine*

**Iryna Belova**

*Candidate of Economic Sciences, Associate Professor,*

*Western Ukrainian National University, 46001 Lvivska St. 11, Ternopil, Ukraine,*

<https://orcid.org/0000-0002-1497-7133>

**Abstract.** The current stage of food technology development is characterized by an active search for natural ingredients that can enhance the biological value of mass-consumption products while ensuring the stability of the technological process.

In this regard, a promising direction is the use of fermented plant drinks of natural origin, in particular beet kvass, obtained by fermenting beets with the addition of whey and rye crackers. This approach allows not only to adjust the nutritional and biological value of finished products, but also to improve their organoleptic, structural, and mechanical properties. The aim of the work is to determine the influence of beet kvass on the course of the technological process and quality indicators of wheat bread. To evaluate raw materials, semi-finished products, and finished products, a set of standard and modern analytical methods was used, enabling the determination of the chemical composition, nutritional and biological value, and physicochemical characteristics of dough and finished products. The influence of beet kvass on the lifting force of baker's yeast, the intensity of acid accumulation, structural and mechanical properties of dough, and the quality of finished products was studied. As a result of the conducted studies, it was found that the optimal replacement of 50% of water with beet kvass is, since it is under such conditions that a rational level of acid accumulation and activation of fermentation processes are ensured. Finished products are characterized by increased specific volume, improved dimensional stability, and a more pronounced crumb elasticity. Organoleptic evaluation confirmed the formation of a uniform fine-porous structure, pleasant taste and aroma, as well as a light natural shade due to the presence of beet pigments. Due to increased hydration of crumb colloids and the presence of fermentation products, the intensity of bread staleness is delayed by 12–18 hours compared to the control sample. The products are characterized by high structural integrity of the crumb and a significant decrease in friability.

The results obtained indicate the feasibility of using beet kvass in wheat bread technology and allow us to recommend the proposed technology for industrial implementation at enterprises of the baking industry.

**Keywords:** porosity, acidity, humidity, leavening, dough fermentation

**ВСТУП.** У сучасних умовах одним із ключових напрямів розвитку хлібопекарської галузі є підвищення харчової цінності продукції шляхом збагачення її есенціальними нутрієнтами відповідно до фізіологічних потреб організму. Одним із ефективних підходів є використання сировини рослинного походження, зокрема продуктів переробки зернових,

бобових та олійних культур, а також інгредієнтів із підвищеним вмістом біологічно активних речовин.

Перспективним напрямом є застосування рослинної сировини різного ступеня переробки – овочевих та фруктово-ягідних пюре, соків, цукатів, а також порошків із гарбуза, шпинату та інших культур. Такі інгредієнти не лише підвищують біологічну цінність виробів, але й впливають на технологічні властивості тіста та якість готової продукції. Особливий інтерес у цьому контексті становлять коренеплоди, зокрема буряк столовий, який є джерелом харчових волокон, вітамінів, мінеральних речовин і комплексу біологічно активних сполук. Завдяки цьому його використання у хлібопекарських технологіях є обґрунтованим як з точки зору підвищення харчової цінності, так і формування функціональних властивостей виробів.

Водночас, ефективність практичної реалізації таких технологічних рішень значною мірою залежить від глибини вивчення біохімічного складу сировини та її впливу на мікробіологічні й колоїдні процеси у тістових системах. Аналіз сучасних наукових розробок та публікацій дозволяє систематизувати наявні підходи до використання продуктів переробки овочевої сировини й окреслити коло невирішених питань, що потребують подальшого дослідження.

У цьому контексті одним із найбільш перспективних рішень є створення інноваційних продуктів функціонального призначення на основі ферментованих інгредієнтів. Значний науково-практичний досвід у цьому напрямі накопичено завдяки дослідженням впливу кисломолочних продуктів, ферментованих овочевих сумішей і напоїв на якість хліба (Drobot and Sylchuk, 2016; Karjuk et al., 2018). Висока біологічна цінність таких добавок зумовлена формуванням унікального біохімічного складу в процесі бродіння, що супроводжується накопиченням есенціальних нутрієнтів та біологічно активних сполук (Shamanska, 2019; Kravchenyuk et al., 2025).

У технології хлібопекарських виробів запропоновано різні підходи до регулювання властивостей тіста, зокрема застосування комплексних підкислювачів і ферментних препаратів (Bondarenko, 2019). Водночас сучасні тенденції свідчать про доцільність використання натуральної сировини, здатної природним шляхом інтенсифікувати мікробіологічні та біохімічні процеси в напівфабрикатах (Drobot and Izhevskaya, 2017; Bondarenko et al., 2019).

Останніми роками спостерігається розширення спектра нетрадиційної рослинної сировини, що використовується у хлібопеченні. До неї належать продукти переробки рослин, ферментовані екстракти, а також функціональні інгредієнти різного походження, які сприяють підвищенню вмісту білків, антиоксидантів і мінеральних речовин та дозволяють коригувати органолептичні характеристики готових виробів (Iorgachova and Lebedenko, 2015; Dufour, and Loonis, 2020). Важливим аспектом є здатність таких інгредієнтів впливати на метаболічну активність мікрофлори та інтенсивність біохімічних перетворень у тісті. Окремі дослідження присвячені використанню компонентів, що забезпечує інтенсифікацію дозрівання заквасок, підвищення підйомної сили та формування оптимальної кислотності тіста (Kravchenyuk, and Stadnyk, 2025). Це позитивно впливає на ароматичні властивості виробів і їхню стабільність під час зберігання.

Показано також ефективність використання бобових культур, зокрема сочевичного борошна, для підвищення харчової цінності хліба та покращення його органолептичних характеристик (Stadnyk, et al., 2020). Крім того, розроблено підходи до оптимізації рецептур житньо-пшеничних виробів із застосуванням комплексних добавок, що містять органічні кислоти, молочну сироватку та ферментні препарати, які забезпечують регулювання кислотності та стабілізацію ферментативної активності тіста (Syrokhman and Zavgorodnya, 2009).

Водночас недостатньо дослідженим залишається вплив бурякового квасу як комплексного ферментованого середовища на технологічні властивості тіста та показники якості пшеничного хліба, що обумовлює актуальність подальших досліджень. Сучасні наукові

тенденції (Syrokhman, and Zavgorodnya, 2009; Pakhomska, 2019; Kravchenyuk, and Stadnyk, 2025) свідчать, що найбільш раціональним напрямом удосконалення хлібопекарських технологій є використання натуральних компонентів. Така сировина здатна природним чином інтенсифікувати мікробіологічні та ферментативні процеси, забезпечуючи покращення якості готової продукції. Застосування природних пігментів, таких як каротиноїди моркви та бетанін буряка, дозволяє формувати привабливе забарвлення м'якушки без використання синтетичних барвників.

Попри значну кількість досліджень, критичний аналіз існуючих технологічних рішень виявляє низку не вирішених питань. Більшість підходів передбачає використання овочевих добавок у вигляді висушених порошоків, що супроводжується підвищеними енерговитратами та частковою втратою термолабільних компонентів під час сушіння.

На відміну від наведених підходів, у даній роботі запропоновано використання бурякового квасу як часткової заміни рідкої фази (води) під час замішування тіста. Перевагою такого рішення є збереження нативного складу біологічно активних речовин, а також позитивний вплив на реологічні властивості тіста, зокрема зміцнення клейковинного каркаса. Це дозволяє знизити або повністю виключити використання хімічних поліпшувачів окиснювальної дії.

У зв'язку з цим актуальним є дослідження впливу технологічних параметрів приготування пшеничного хліба з борошна першого ґатунку із використанням бурякового квасу на показники якості готової продукції. Отримані результати дозволять розширити асортимент хлібобулочних виробів і обґрунтувати доцільність використання даного виду сировини.

**МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ.** Наукове обґрунтування технології пшеничного хліба з використанням ферментованого бурякового квасу як багатофункціонального інгредієнта, а також комплексна оцінка його впливу на біотехнологічні властивості тіста та фізико-хімічні показники якості готової продукції.

**МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ.** Випікання хліба здійснювали з використанням пшеничного борошна першого ґатунку, цукру-піску, пресованих хлібопекарських дріжджів і ферментованого напою, виготовленого на основі столового буряка сорту «Бордо».

До активованої дріжджової суспензії додавали буряковий квас, попередньо розведений водою у співвідношенні 1:1, а також сіль. Замішування тіста здійснювали протягом 5 хв у планетарному міксері GASTROMIX B10C до отримання однорідної еластичної консистенції. Бродіння тривало 90 хв з однією обминкою. Після виброджування тісто ділили на заготовки, формували та піддавали остаточному вистоюванню у змащених формах. Випікання проводили при температурі 200 °C протягом 45 хв з подальшим охолодженням на дерев'яних решітках.

Оцінювання якості напівфабрикатів і готових виробів проводили з використанням стандартних та загальноприйнятих методик. *Підймальна сила дріжджів* визначалася прискореним методом за часом спливання кульки тіста, приготовленого з додаванням досліджуваних збагачувачів (із розрахунку на 7 г борошна) (Bondarenko et al., 2019).

Вологість виробів визначали прискореним термогравіметричним методом згідно з ДСТУ 7045:2009 за втратою маси під час висушування. Пористість розраховували за стандартною методикою згідно з ДСТУ 7044:2009 на основі співвідношення об'єму виїмки м'якушки до її маси з урахуванням густини безпористої маси. Титрометричним методом згідно з ДСТУ 7041:2009 визначали кислотність. Крихкуватість м'якушки оцінювали згідно (Dorokhovych, et al., 2011) за масовою часткою крихт, що утворилися внаслідок механічного впливу на вібраційному змішувачі протягом 5 хв (за методикою ВНДІХ ).

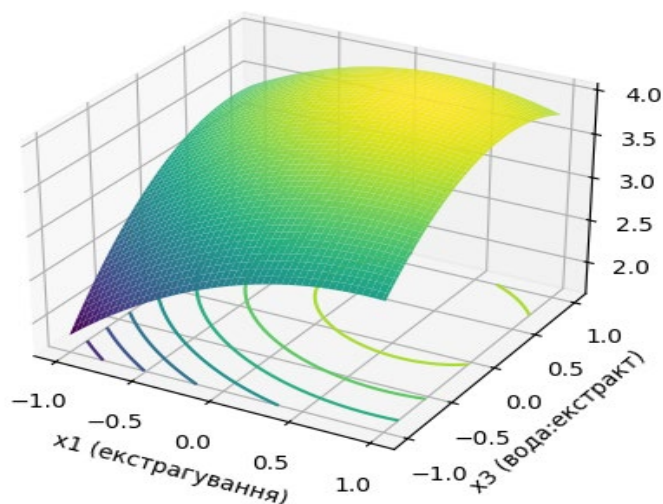
Мікробіологічну стійкість оцінювали методом провокаційної проби на «картопляну хворобу» при температурі 37 °C упродовж 24–72 год.

Статистичну обробку результатів здійснювали з використанням програмного пакета *Statistica 6.0*. Різницю вважали статистично значущою при рівні достовірності  $p < 0,05$ .

**РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ОБГОВОРЕННЯ.** Якість готових виробів оцінювали через 3 год після випікання, а також у процесі зберігання. Контролем слугував пшеничний хліб, виготовлений за традиційною рецептурою без додавання бурякового квасу. У ході лабораторних випікань встановлено, що використання бурякового квасу сприяє інтенсифікації бродіння тіста. Це, ймовірно, зумовлено наявністю у сировині макроелементів (K, Na, P, Mg, Ca), які виконують роль кофакторів ферментативних реакцій у тістовій системі (Kravchenyuk and Stadnyk, 2025).

Для всіх досліджуваних способів приготування тіста зафіксовано підвищення мікробіологічної активності. Зокрема, при безопарному способі (25–26 °С) встановлено скорочення тривалості досягнення заданої кислотності залежно від частки квасу: контроль – 60 хв; 50% квасу – 45 хв; 70% квасу – 35 хв.

Для візуалізації впливу досліджуваних чинників на основі отриманого рівняння регресії побудовано поверхню відгуку (рис. 1), яка відображає залежність питомого об'єму хліба від тривалості екстрагування ( $x_1$ ) та гідромодуля ( $x_3$ ) за фіксованого значення вмісту рослинної сировини на центральному рівні ( $x_2 = 0$ ).



**Рисунок 1.** Поверхня відгуку залежності питомого об'єму хліба від тривалості екстрагування ( $x_1$ ) та співвідношення «вода : екстракт» ( $x_3$ ) за фіксованого значення вмісту рослинної сировини ( $x_2 = 0$ )

*Джерело: розроблено автором*

На основі проведених досліджень було побудовано трифакторну квадратичну регресійну модель, що описує вплив технологічних параметрів на питомий об'єм хліба. Після нормування факторів ( $x_1$  – тривалість екстрагування,  $x_2$  – вміст рослинної сировини,  $x_3$  – співвідношення води й екстракту) отримано рівняння регресії:

$$Y = 3.85 + 0.42x_1 + 0.31x_2 + 0.55x_3 + 0.18x_1x_2 - 0.22x_1x_3 + 0.15x_2x_3 - 0.36x_1^2 - 0.41x_2^2 - 0.48x_3^2$$

Найбільший позитивний вплив на питомий об'єм має співвідношення «вода : екстракт» ( $b_3 = 0,55$ ), що визначає оптимальну консистенцію тіста для утримання вуглекислого газу. Чинник тривалості екстрагування ( $b_1 = 0,42$ ) також є вагомим, що пояснюється збагаченням середовища поживними речовинами для бродіння. Наявність коефіцієнтів  $b_{12}$ ,  $b_{13}$  та  $b_{23}$  вказує на складну залежність між компонентами рецептури та режимами підготовки екстракту.

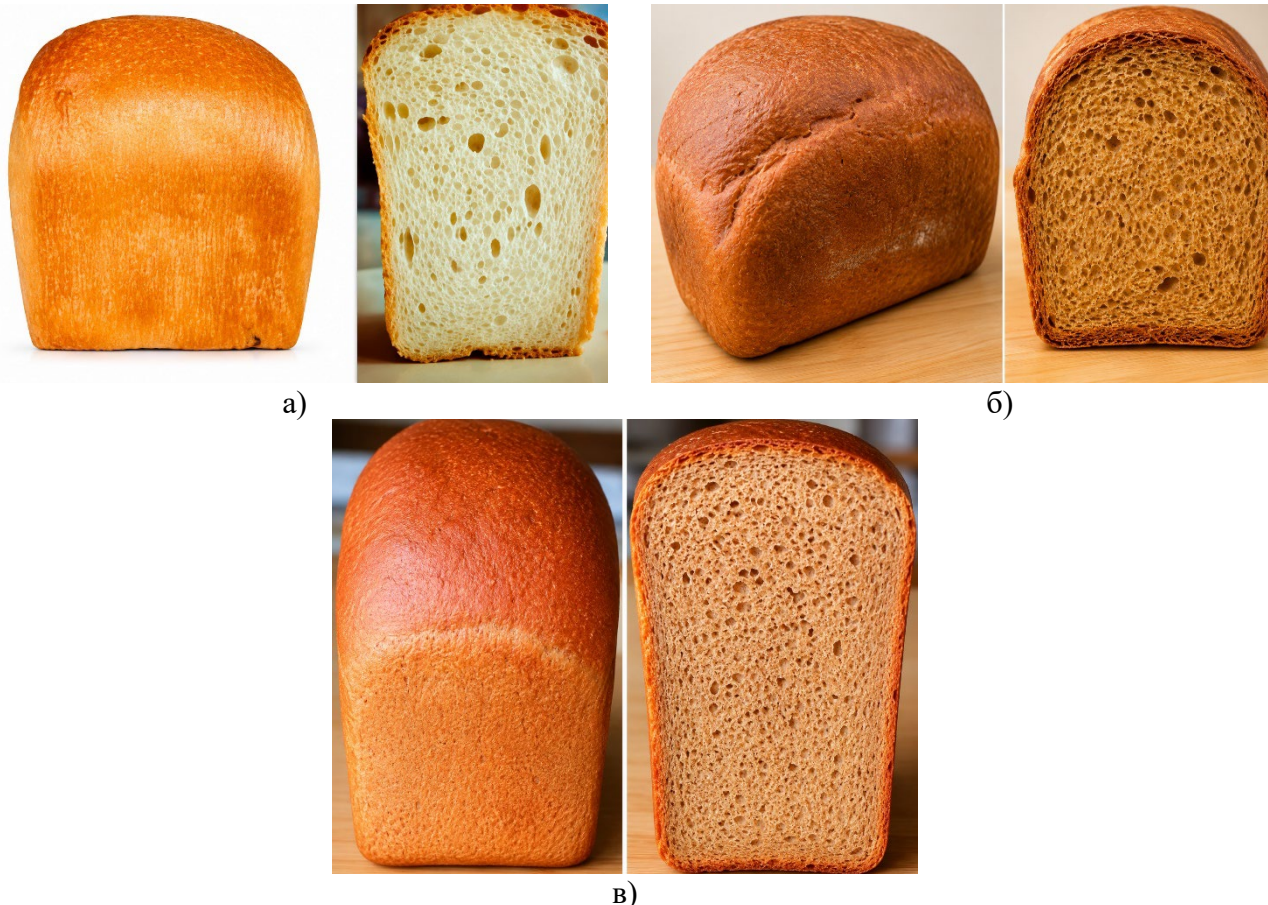
Від'ємні значення при квадратах факторів ( $-0,36x_1^2$ ,  $-0,41x_2^2$  та  $-0,48x_3^2$ ) математично підтверджують, що функція має точку максимуму. Це свідчить про наявність чітко визначених оптимальних значень для кожного фактора, перевищення яких призводить до зниження якості та питомого об'єму виробу.

Графічне відображення отриманої математичної моделі у вигляді поверхні відгуку (рис. 1) дозволяє візуалізувати характер впливу чинників  $x_1$  та  $x_3$  на питомий об'єм хліба. Як видно з рис. 1, поверхня має чітко виражену область максимуму. Найвищі значення питомого об'єму (понад  $3,8 \text{ см}^3/\text{г}$ ) досягаються за значень факторів, що близькі до верхньої межі планування (в області  $+0,5... +1,0$  у кодіваних одиницях). Зокрема, інтенсивне зростання показника спостерігається при збільшенні співвідношення «вода : екстракт» ( $x_3$ ), що забезпечує оптимальні реологічні параметри тістової системи.

Кривизна поверхні та наявність ліній рівного виходу на проекції (нижня частина графіка) свідчать про те, що обидва чинники мають синергічний вплив, проте вплив гідромодуля ( $x_3$ ) є більш стрімким порівняно з тривалістю екстрагування ( $x_1$ ). Це узгоджується з отриманими значеннями коефіцієнтів регресії  $b_3 = 0,55$  та  $b_1 = 0,42$ .

Оптимізацію рецептури здійснювали на основі комплексної оцінки якості виробів залежно від дозування добавки. За органолептичними показниками (форма, стан скоринки та м'якушки, питомий об'єм) дослідні зразки відповідали нормативним вимогам і не поступалися контролю. Найвищі показники якості отримано для хліба, виготовленого опарним способом. Це пояснюється більш глибокими біохімічними перетвореннями білково-вуглеводного комплексу борошна в умовах двофазного бродіння за наявності біологічно активних компонентів квасу.

Порівняльний аналіз зовнішнього вигляду напівфабрикатів і готових виробів (рис. 2) виявив покращення структури тіста та стану м'якушки у зразках з використанням бурякового квасу з додаванням 10 % молочної сироватки.



**Рисунок 2.** Зразки хліба: а) – контроль; б) – безопарний спосіб; в) – опарний спосіб

Аналіз фізико-хімічних показників показав, що дослідний зразок характеризується підвищеною кислотністю порівняно з контролем, що узгоджується з інтенсифікацією бродильних процесів. Пористість виробів із додаванням бурякового квасу становила 65,0–65,2%, що відповідає нормативним значенням і рівню контрольного зразка. Розвинена пориста структура забезпечує кращі споживчі властивості виробів, зокрема сприяє їхній засвоюваності.

Встановлено, що застосування бурякового квасу сприяє збагаченню хліба біологічно

Візуальний аналіз дослідних зразків (рис. 2б) виявив характерні відмінності від контролю, зумовлені специфікою хімічного складу бурякового квасу. Зокрема, скоринка набула вираженого рожевого відтінку, а м'якушка – жовтувато-коричневого забарвлення. Смаковий профіль виробів збагатився специфічними кислуватими нотками, притаманними ферментованим продуктам.

Результати кількісного аналізу фізико-хімічних параметрів представлені у таблиці 1. Дослідження проводили на зразках з різним співвідношенням компонентів: Дослідження проводили на зразках, що відображають характерні точки плану експерименту: контроль – хліб за традиційною рецептурою без використання добавок; зразок №1 – з мінімальним вмістом рослинної сировини ( $x_2 = 15\%$ ) та мінімальним гідромодулем ( $x_3$ ); зразок №2 – з мінімальним вмістом рослинної сировини ( $x_2 = 15\%$ ) та максимальним гідромодулем ( $x_3$ ); зразок №3 – з підвищеним вмістом рослинної сировини ( $x_2 = 50\%$ ) та мінімальною тривалістю екстрагування ( $x_1$ ); зразок №4 – з підвищеним вмістом рослинної сировини ( $x_2 = 50\%$ ) та максимальною тривалістю екстрагування ( $x_1$ ).

**Таблиця 1.** Фізико-хімічні характеристики хліба з додаванням бурякового квасу

| Показники          | Контроль | Зразок №1 | Зразок №2 | Зразок №3 | Зразок №4 |
|--------------------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Вологість, %       | 44,0±0,2 | 43,5±0,2  | 43,5±0,2  | 44,0±0,2  | 44,0±0,2  |
| Пористість, %      | 72,0±0,5 | 69,0±0,5  | 69,0±0,5  | 71,0±0,5  | 73,0±1,0  |
| Крихтуватість, %   | 2,6±0,1  | 0,7±0,1   | 0,7±0,1   | 1,1±0,1*  | 1,3±0,1*  |
| Кислотність, град. | 2,5±0,2  | 3,0±0,1   | 3,0±0,1   | 4,0±0,1*  | 4,2±0,1*  |

Джерело: авторська розробка

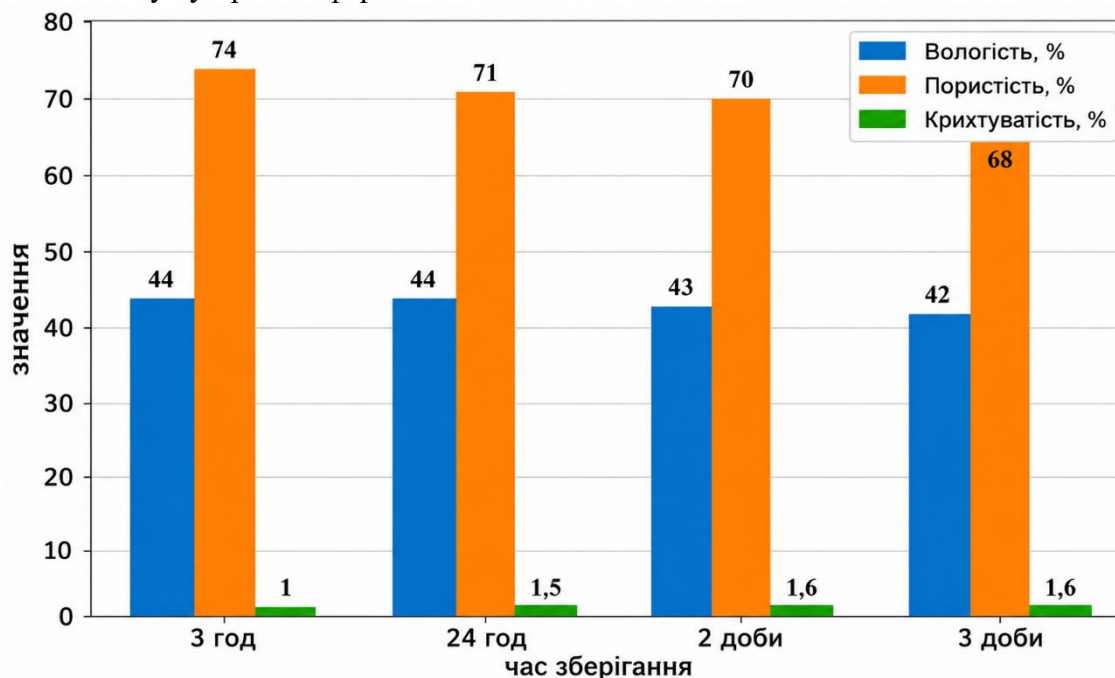
Примітка: \* $P < 0,05$  – статистично значуща різниця відносно контролю.

Масова частка вологи у більшості дослідних зразків залишалася стабільною. Найвищі показники пористості (73,0±1) отримано для зразка № 4. Це свідчить про інтенсифікацію процесів газоутворення та формування структури тіста внаслідок синергетичної дії компонентів бурякового квасу та молочної сироватки. М'якушка всіх зразків характеризувалася високою еластичністю та здатністю до відновлення форми після деформації.

У зразках № 3 і № 4 зафіксовано підвищену кислотність (4,0 та 4,2 град. відповідно), що зумовлено накопиченням органічних кислот у процесі ферментації. При цьому зразок № 4, незважаючи на вищу кислотність, відзначався найбільш гармонійними органолептичними характеристиками. Використання бурякового квасу сприяло також зниженню крихтуватості виробів: її значення були достовірно нижчими порівняно з контролем, що вказує на зміцнення білково-полісахаридного комплексу м'якушки. З урахуванням отриманих результатів як оптимальний обрано зразок № 4, для якого крихтуватість була в середньому у 2 рази нижчою порівняно з контрольним варіантом. Подальші дослідження були спрямовані на оцінку змін показників якості під час зберігання.

Зберігання виробів здійснювали при температурі (19 ± 0,2) °C протягом 3 діб. Динаміку змін основних показників наведено на рис. 3.

Отримані зразки пшеничного хліба з борошна 1-го гатунку з додаванням бурякового квасу, порівняно з контрольною групою, характеризувалися підвищеною стійкістю до черствіння (на 15–20%) та більш інтенсивним ароматом, що зумовлено накопиченням органічних сполук у процесі ферментації.



**Рисунок 3.** Вплив тривалості зберігання на якісні характеристики пшеничного хліба з використанням ферментованої сировини

*Примітка:* результати подано як середнє значення  $\pm$  стандартне відхилення; статистичну значущість відмінностей оцінювали при  $p < 0,05$ .

*Джерело:* розроблено автором

Як видно з рис.3, використання квасу сприяє стабілізації структурно-механічних властивостей м'якушки: показник крихтуватості змінюється незначно протягом усього періоду зберігання (у межах 1,3–1,6%). Встановлено, що найбільш інтенсивне зниження вологості спостерігається протягом першої доби зберігання (з 44,0 до 43,6%), після чого темпи її втрати уповільнюються. Одночасно відбувається поступове зниження пористості (з 73,0 до 69,8%), що свідчить про ущільнення структури м'якушки. На третю добу зберігання м'якушка набуває помірної жорсткості, а характерний кислуватий присмак стає більш вираженим.

Зміна частини води на буряковий квас суттєво корегує реологічний профіль пшеничного тіста. Зниження активної кислотності середовища під дією квасу обмежує набухання білків клейковини, спричиняючи часткову дегрегацію білкових молекул і зниження динамічної в'язкості на початкових етапах замішування. Пектинові речовини та бетаїн бурякового квасу утворюють колоїдну систему, яка зв'язує вільну вологу, підвищуючи коагуляційну структуру тіста та підтримуючи його формотримувальні властивості.

Результати комплексних досліджень впливу бурякового квасу на технологічні показники пшеничного хліба свідчать про високу ефективність використання ферментованих систем як багатофункціональних природних поліпшувачів. Встановлена нами інтенсифікація процесів бродіння та дозрівання тіста повністю корелює із загальносвітовими тенденціями хлібопекарської галузі, що спрямовані на скорочення тривалості виробничого циклу за умови збереження або покращення якісних характеристик готової продукції.

Особливої уваги заслуговує аналіз реологічних властивостей тістових мас. Ми пов'язуємо цей ефект із пластифікуючою дією вільних цукрів та специфічних органічних комплексів, що містяться в основі бурякової сировини. Зазначена закономірність частково

перегукується з результатами досліджень (Stadnyk et al., 2020). Проте, якщо у згаданій праці науковий акцент було зміщено на кінетику замішування в апаратах ротаційного типу як домінуючий механічний фактор, то дослідження розширює це розуміння, розкриваючи біохімічну природу явища. Зокрема, встановлено, що зниження в'язкості та підвищення пластичності системи відбувається внаслідок цілеспрямованої взаємодії компонентів ферментованого квасу з білково-протеїназним комплексом пшеничного борошна. Це дозволяє оптимізувати структуру тіста вже на початкових етапах його формування, забезпечуючи стабільні реологічні параметри незалежно від коливань механічного впливу.

У контексті панівного глобального тренду на мінімізацію використання синтетичних поліпшувачів, результати нашої роботи корелюють із концепціями (Lebedenko et al., 2014) та (Aguera & Abasi, 2018). Згадані автори обґрунтовують стратегічну пріоритетність розроблення продуктів функціонального спрямування. Спільним у наших підходах є використання природних агентів для корекції технологічних недоліків сировини та підвищення харчової цінності готових виробів. Однак, на відміну від результатів де акцент зміщено на застосування суто рослинних екстрактів, ми пропонуємо складну ферментовану систему. Використання бурякового квасу виступає ефективною біотехнологічною альтернативою хімічним поліпшувачам, оскільки він синергетично поєднує властивості біологічного розпушувача та природного нутрієнтного збагачувача.

Науковий інтерес до бурякового квасу як рецептурного компонента зумовлений його унікальним біохімічним профілем, який наразі залишається недостатньо реалізованим у промислових масштабах. Запропонована технологія ферментованого напою, що інтегрує властивості молочної сироватки та житнього солоду, дозволяє акумулювати переваги декількох інгредієнтів у єдиній технологічній системі. Такий мультикомпонентний підхід узгоджується з фундаментальними дослідженнями авторів (Drobot and Sylchuk, 2016; Drobot and Izhevskaya, 2017). У цих працях науково обґрунтовано доцільність поєднання молочної сироватки з продуктами переробки зерна для інтенсифікації технологічних процесів. Проте, якщо у дослідженнях (Drobot and Sylchuk, 2016) основна роль відведена корекції вуглеводно-амілазного комплексу, то наше використання бурякової основи додатково забезпечує хлібобулочні вироби специфічними біоактивними сполуками, зокрема бетанінами та пектиновими речовинами, що посилює детоксикаційні властивості кінцевого продукту.

Експериментально підтверджено, що поєднання бурякового квасу з молочною сироваткою створює оптимальне поживне середовище для бродильної мікрофлори тіста. Отримані дані узгоджуються з висновками Lebedenko, (2014) та (Gawlik-Dziki et al., 2023) щодо позитивного впливу рослинних екстрактів на метаболічну активність мікроорганізмів. Висока концентрація вітамінів групи В та есенціальних мікроелементів (Mg, K, I, Mn, Fe), що переходять у квас із буряка та житньої сировини, інтенсифікує ферментативні процеси, що, своєю чергою, прискорює дозрівання напівфабрикатів.

Окремо слід відзначити специфічну роль молочної сироватки у складі квасу як стимулятора розвитку молочнокислих бактерій. Це чітко відображається на динаміці накопичення кислотності: у дослідному зразку № 4 цей показник сягнув  $4,2 \pm 0,1$  град., що на  $1,7$  град. перевищує контрольні значення. На відміну від результатів досліджень, де використовувалися штучні підкислювачі, встановлене нами підвищення титрованої кислотності має природне походження. Це не лише формує виразний, гармонійний смаковий профіль готових виробів, а й виконує функцію біоконсерванту, що суттєво пролонгує термін збереження свіжості хліба та захищає його від мікробіологічного псування.

Таким чином, часткова заміна водної фази буряковим квасом є високоефективним технологічним прийомом, який дозволяє скоротити виробничий цикл та харчову цінність пшеничного хліба. Розроблена технологія є кроком вперед у порівнянні з існуючими аналогами, оскільки дозволяє синтезувати переваги молочної сироватки, житнього солоду та столового буряка в межах однієї рецептурної одиниці. Це забезпечує реологічну стабільність тіста без застосування синтетичних добавок. Результати свідчать, що використання

бурякового квасу як природного модифікатора та нутрієнтного коректора забезпечує пшеничному хлібу вагому конкурентну перевагу на ринку продуктів функціонального призначення.

**ВИСНОВКИ.** Розроблено комплексну технологію пшеничного хліба з використанням бурякового квасу (50% до маси борошна) як багатофункціонального інгредієнта. Встановлено, що застосування квасу при опарному способі приготування стимулює метаболізм бродильної мікрофлори та прискорює дозрівання тіста, забезпечуючи оптимальний рівень кінцевої кислотності напівфабрикатів.

Доведено, що використання ферментованого бурякового напою позитивно впливає на якість готових виробів: хліб характеризується рівномірною тонкостінною пористістю, високою структурною цілісністю м'якуша та суттєвим зниженням крихтливості. Специфічний хімічний склад добавки дозволяє ефективно уповільнювати процеси черствіння.

Науково обґрунтовано підвищення біологічної цінності розроблених виробів за рахунок збагачення їх есенціальними мінеральними елементами (K, Fe) та антиоксидантами. Органічні сполуки квасу та сироватки забезпечують посилену резистентність хліба до мікробіологічного псування, що гарантує стабільну якість продукту протягом тривалого терміну зберігання.

**Подяки.** Немає.

**Конфлікт інтересів.** Немає.

#### References

- Arueya, C. C., & Abasi, O. A. (2018). Proximate composition, physical and sensory properties of carrot–wheat flour bread. *Food Science and Technology*, 38(1), 164–169.
- Bondarenko, S. A. (2019). Research on the influence of carrot flour on the quality of bread. *Collection of Scientific Works of the National University of Chemistry and Technology*, 25(2), 85–91.
- Bondarenko, Y., Mykhonik, L., Bilyk, O., Kochubei-Lytvynenko, O., Andronovych, G., & Hetman, I. (2019). The use of golden flax seeds and oat sourdough in the production of wheat bread. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4(11), 46–55. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.174643>
- Dorokhovych, A. V., Lazarijeva, T. O., & Obolkina, V. I. (2011). *Technology of confectionery and bakery production*. Firma INKOS.
- Drobot, V. I., & Izhevskaya, O. P. (2017). The use of flaxseed meal to give bread health properties. *Grain Storage and Processing*, 209(1), 47–49.
- Drobot, V. I., & Sylchuk, T. A. (2016). Using spontaneous fermentation sourdough in the production of rye–wheat bread. *Scientific Works of the National University of Food Technologies*, 22(1), 180–184.
- Dufour, C., & Loonis, M. (2020). Kinetics of the oxidation of lutein and zeaxanthin in a model of liquid–solid extraction. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 68(15), 4456–4463.
- Gawlik-Dziki, U., et al. (2023). Bioactive compounds retention in vegetable-enriched bakery products: The role of fermentation. *Food Chemistry*, 395, 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2025.101097>
- Iorgachova, K. G., & Lebedenko, T. E. (2015). *Bakery products for health purposes using phytoadditives*. K-Press.
- Karpyk, G. V., Kukhtyn, M. D., Selskyi, V. R., et al. (2018). Research on the technological properties of beet kvass for bread making. *Scientific Bulletin of the Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology Named after S. Z. Gzhytskyi*, 23(96), 3–7.
- Kravchenyuk, R., & Stadnyk, I. (2025). Influence of the properties of beet kvass on the quality of wheat bread. *Health of Man and Nation*, 3(1), 37–49.
- Kravchenyuk, R. Yu., Stadnyk, I. Ya., Piddubnyi, V. A., & Veselovska, T. Ye. (2025). The influence of dough preparation methods with the addition of table beet kvass on the quality indicators of

- wheat bread. *Tavria Scientific Bulletin. Series: Technical Sciences*, (1), 393–399. <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2025.1.39>
- Lebedenko, T. Ye., Novichkova, T. N., & Kozhevnikova, V. O. (2014). Role of bakery products in human health formation and ways to improve their quality using phytoadditives. *Visnyk of Donetsk National University of Economics and Trade*, 1(61), 79–89.
- Pakhomska, O. V. (2019). Scientific approach to the creation of functional bakery products. *Scientific Works of the National University of Food Technologies*, 25(2), 276–283.
- Shamanska, O. M. (2018). Technology of beverages for therapeutic and prophylactic purposes using beets. *Collection of Scientific Works of Young Scientists, Postgraduates and Students of Odessa National Academy of Food Technologies*, 100–101.
- Stadnyk, I., Piddubnyi, V., Krasnozhon, S., & Antoshkova, N. (2020). Influence of reduction on adhesive properties. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 14, 76–87. <https://doi.org/10.5219/1195>
- Syrokhnman, I. V., & Zavgorodnya, V. M. (2009). *Commodity science of functional food products*. TsUL.

УДК 614.2:637.233

<https://doi.org/10.31548/humanhealth.2.2026.71>

## ІННОВАЦІЙНІ РІШЕННЯ ПІДВИЩЕННЯ ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ ВЕРШКОВОГО МАСЛА ДЛЯ ЗМІЦНЕННЯ ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ

**Олена Миколаївна Очколяс**

*кандидат технічних наук, доцент*

<https://orcid.org/0000-0002-8483-578X>

**Любов Володимирівна Ткаченко**

*кандидат технічних наук, старший науковий співробітник*

<https://orcid.org/0000-0003-2731-1178>

**Олександр Аркадійович Савченко**

*кандидат технічних наук, доцент*

<http://orcid.org/0000-0002-3940-6679>

**Аліна Анатоліївна Менчинська**

*кандидат технічних наук, доцент*

<https://orcid.org/0000-0001-8593-3325>

**Анастасія Олександрівна Іванюта**

*кандидат технічних наук, доцент*

<https://orcid.org/0000-0002-1770-5774>

*Національний університет біоресурсів і природокористування України  
03041, вул. Виставкова, 16, м. Київ, Україна*

**Анотація.** У статті здійснено систематизований огляд сучасних наукових досліджень, присвячених інноваційним підходам до підвищення харчової цінності вершкового масла як традиційного продукту харчування. Актуальність роботи зумовлена зростанням потреби населення у продуктах із підвищеною нутрієнтною цінністю в умовах соціально-економічних викликів, порушення продовольчої безпеки та обмеженого доступу до повноцінного раціону, що особливо загострює проблему дефіциту аліментарних речовин.

Метою дослідження є узагальнення та аналіз сучасних наукових розробок щодо підвищення харчової цінності вершкового масла шляхом коригування його хімічного складу та впровадження природних функціональних інгредієнтів. У роботі застосовано методи аналітичного опрацювання наукових публікацій, порівняльного аналізу, систематизації та логічного узагальнення інформації. Інформаційний пошук здійснювали з використанням міжнародних наукометричних і бібліографічних баз даних PubMed, Scopus, Web of Science, Google Scholar та Index Copernicus.

У результаті дослідження встановлено, що ключовими напрямками розвитку технологій виробництва вершкового масла є оптимізація жирнокислотного складу з підвищенням вмісту поліненасичених жирних кислот, а також збагачення продукту мікронутрієнтами, антиоксидантами та іншими біологічно активними сполуками. Значна увага приділяється використанню натуральних рослинних інгредієнтів, продуктів переробки плодово-ягідної сировини та біоактивних компонентів із вторинних харчових ресурсів, що сприяє підвищенню функціональної ефективності продукту.

Проведені дослідження та аналіз сучасних інновацій у світовій практиці щодо підвищення харчової та біологічної цінності вершкового масла дають змогу виділити основні перспективні тенденції у цьому напрямку, а саме використання природних антиоксидантних і біоактивних добавок. Встановлено, що використання природних антиоксидантних добавок у технології вершкового масла сприяє покращенню функціональних властивостей продукту, а також надає вершковому маслу оздоровчих властивостей. Результати аналітичних досліджень

є важливими для вітчизняних науковців і виробників, тому що показують інноваційні шляхи удосконалення технології вершкового масла з метою підвищення його харчової цінності та збільшення терміну придатності за рахунок внесення рослинних інгредієнтів.

Практична цінність роботи полягає у можливості використання узагальнених результатів при розробленні та удосконаленні технологій виробництва вершкового масла оздоровчого й профілактичного призначення, що сприятиме розширенню асортименту харчових продуктів та підвищенню рівня нутрієнтного забезпечення населення.

**Ключові слова:** молочний жир, антиоксиданти, рослинні інгредієнти, нутрієнти, профілактичне харчування.

UDC 614.2:637.233

<https://doi.org/10.31548/humanhealth.2.2026.71>

## INNOVATIVE APPROACHES TO ENHANCING THE NUTRITIONAL VALUE OF BUTTER TO PROMOTE PUBLIC HEALTH

**Olena Ochkolyas**

*candidate of Technical Sciences, Associate Professor*

<https://orcid.org/0000-0002-8483-578X>

**Lyubov Tkachenko**

*candidate of Technical Sciences, Senior Researcher,*

<https://orcid.org/0000-0003-2731-1178>

**Oleksandr Savchenko**

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor*

<http://orcid.org/0000-0002-3940-6679>

**Alina Menchynska**

*candidate of Technical Sciences, Senior Researcher,*

<https://orcid.org/0000-0001-8593-3325>

**Anastasia Ivaniuta**

*candidate of Technical Sciences, Associate Professor*

<https://orcid.org/0000-0002-1770-5774>

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine  
03041, Vystavkova St., 16, Kyiv, Ukraine

**Abstract.** This article provides a systematic review of current scientific research on innovative approaches to enhancing the nutritional value of butter as a traditional food product. The relevance of this work stems from the growing demand among the population for products with enhanced nutritional value amid socio-economic challenges, food insecurity, and limited access to a balanced diet, which particularly exacerbates the problem of nutrient deficiencies.

The aim of this study is to summarize and analyze current scientific research on enhancing butter's nutritional value by adjusting its chemical composition and incorporating natural functional ingredients. The study employed methods of analytical review of scientific publications, comparative analysis, systematization, and logical generalization of information. Information retrieval was conducted using the international scientometric and bibliographic databases PubMed, Scopus, Web of Science, Google Scholar, and Index Copernicus.

The results of the analysis indicate that the key direction in the development of butter production technologies is the optimization of the fatty acid profile by increasing the content of polyunsaturated fatty acids, as well as enrichment of the product with micronutrients, antioxidants, and other biologically active compounds. Particular attention is given to the use of natural plant-based ingredients, fruit and berry processing products, and bioactive components derived from secondary food resources, which enhance the product's functional effectiveness.

Research and analysis of current innovations in global practices aimed at enhancing the nutritional and biological value of butter have identified promising trends, namely the use of natural antioxidants and bioactive additives. It has been established that the use of natural antioxidant additives in butter production technology improves the product's functional properties and confers health-promoting benefits. The results of these analytical studies are important for domestic researchers and manufacturers, as they identify innovative ways to improve butter production technology, enhancing its nutritional value and extending its shelf life by adding plant-based ingredients.

The practical significance of the study lies in the potential application of the summarized findings to the development and improvement of butter production technologies with health-promoting and preventive properties, thereby expanding the range of functional food products and improving nutrient intake among the population.

**Keywords:** milk fat, antioxidants, plant-based ingredients, nutrients, preventive nutrition.

**ВСТУП.** Головним вектором державної політики у сфері здорового харчування є підвищення якості життя населення, запобігання розвитку хронічних і неспецифічних захворювань, а також забезпечення індивідуальних потреб людини в безпечних і високоякісних харчових продуктах з метою відновлення та на належному рівні і збереження генофонду української нації (Ochkolyas, 2018, Tkachenko et al., 2025).

Порушення структури харчових раціонів населення України зумовило недостатнє надходження біологічно активних речовин, зокрема мінеральних елементів, вітамінів, складних вуглеводів і повноцінних білків, що, своєю чергою, сприяє зниженню резистентності організму людини до дії несприятливих факторів довкілля (Puvovar et al., 2025).

Вершкове масло є важливим компонентом раціону харчування населення, що характеризується високою харчовою та біологічною цінністю, а також привабливими органолептичними властивостями (Gómez-Cortés et al., 2018). Україна має достатній сировинний потенціал для виробництва цього продукту. Молочний жир містить комплекс біологічно активних сполук, які проявляють протекторні властивості та здатні знижувати ризик розвитку низки захворювань, зокрема серцево-судинної та онкологічної етіології (Sharifan et al., 2025). Згідно з актуальними науковими концепціями нутриціології, перспективні моделі харчування передбачають використання рослинної сировини, біологічно активних сполук та інноваційних харчових інгредієнтів, спрямованих на зниження несприятливого впливу факторів навколишнього середовища на організм людини (Vitriak et al., 2023, Kyrpichenkova et al., 2024).

Таким чином, збагачення вершкового масла функціональними харчовими інгредієнтами може стати ефективним інструментом профілактики найбільш поширених «хвороб цивілізації», зокрема серцево-судинних і онкологічних захворювань, цукрового діабету та ожиріння. Перспективним напрямом вирішення цієї проблеми є розроблення оздоровчих видів вершкового масла зі зниженою енергетичною цінністю, збагачених мікронутрієнтами, незамінними амінокислотами та поліненасиченими жирними кислотами.

**ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.** Питанням теоретичних аспектів та практичні основи удосконалення технології вершкового масла займалися такі відомі вітчизняні вчені, як Гуляєв-Зайцев С. С., Рашевська Т. О., Ломова Н.М., Ткаченко Н.А., Боднарчук О.В., Delange F., Milner J. A. та інші. Сучасні дослідження з удосконалення технології виробництва вершкового масла спрямовані на інтеграцію функціональних компонентів і біоактивних інгредієнтів з метою поліпшення його харчових, фізико-хімічних та структурно-механічних властивостей.

У низці зарубіжних наукових праць експериментально підтверджено ефективність використання в технології вершкового масла пробіотичних культур, білкових компонентів та емульгаторів, які суттєво впливають на мікроструктуру і реологічні характеристики продукту,

сприяючи формуванню оптимальної текстури та підвищенню його функціональні властивості (Abbas et al., 2022; Gaba et al., 2023).

Окремі дослідження засвідчили, що використання інкапсульованих пробіотичних мікроорганізмів у технології вершкового масла забезпечує збереження їх життєздатності під час зберігання та розширює спектр біологічних властивостей продукту (Pereira et al., 2024).

Перспективним напрямом зарубіжних наукових досліджень є модифікація жирового та білкового складу вершкового масла, а також застосування мультикультурних бактеріальних стартерів для ферментації вершків, що дає змогу коригувати жирнокислотний профіль, покращувати сенсорні властивості та формувати нові функціональні характеристики продукту (Cheng et al., 2023).

Вітчизняні наукові дослідження також підтверджують доцільність удосконалення технології вершкового масла шляхом використання рослинних антиоксидантів та інших натуральних добавок, які гальмують процеси окиснення молочного жиру, стабілізують органолептичні показники та подовжують термін зберігання продукту (Ochkolyas, 2018). За результатами літературного аналізу обґрунтовано перспективність застосування порошоків нетрадиційної рослинної сировини (буряка, моркви, топінамбура, водоростей, льону, харчових волокон тощо) для збагачення вершкового масла біологічно активними компонентами, що дозволяє розширити асортимент функціональних видів масла з підвищеною харчовою цінністю (Beryuk et al., 2022). Таким чином, результати як зарубіжних, так і вітчизняних наукових досліджень свідчать про перспективність впровадження інноваційних добавок і біотехнологічних підходів у виробництво вершкового масла функціонального та оздоровчого призначення.

Водночас наявність різноманітних підходів і технологічних рішень зумовлює необхідність системного аналізу існуючих технологій виробництва вершкового масла з добавками, підбір найбільш ефективних та достатньо дешевих рослинних інгредієнтів, що мають високий вміст біологічно цінних речовин та антиоксидантів та сприятимуть подовженню терміну придатності та підвищення функціональних властивостей продукту.

**МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ** – здійснення на основі порівняльного аналізу результатів наукових розробок та узагальнення новітніх досягнень щодо підвищення біологічної цінності вершкового масла, а також визначення інноваційних напрямків удосконалення складу вершкового масла за рахунок впровадження природних функціональних інгредієнтів для виробництва готового продукту оздоровчого призначення.

**МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ.** Матеріали та методи дослідження ґрунтуються на системному аналізі наукових джерел, що відображають сучасні підходи та результати досліджень за обраною тематикою. У межах роботи опрацьовано наукові публікації, оприлюднені протягом 2021–2025 років. До джерельної бази дослідження включено наукові статті, дисертаційні праці та монографії, що висвітлюють теоретичні й практичні аспекти удосконалення технології вершкового масла. Пошук і відбір інформації здійснювалися в міжнародних наукометричних базах даних PubMed, Scopus, Web of Science, Google Scholar та Index Copernicus із урахуванням критеріїв актуальності, наукової значущості та рецензованості матеріалів.

**РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ОБГОВОРЕННЯ.** До переліку базових і стратегічно значущих молочних продуктів, що виробляються в Україні, належить вершкове масло. Воно характеризується високою енергетичною цінністю та значним рівнем біологічної повноцінності, а також відзначається доброю засвоюваністю в організмі людини (Lyhovid et al., 2020).

Вершкове масло – це високожирний молочний продукт, що являє собою концентровану емульсійну систему типу «вода в жирі», яка утворюється внаслідок механічної обробки вершків. Основною структуроутворюючою фазою продукту є молочний жир, у якому

диспергована водна фаза разом із сухими знежиреними речовинами молока (білками, лактозою, мінеральними компонентами). Вершкове масло характеризується високим вмістом жиру, наявністю біологічно активних сполук, сприятливим жирнокислотним складом та високим ступенем засвоюваності організмом людини (Vioque-Amor, et al., 2023).

Хімічний склад вершкового масла представлений переважно молочним жиром і комплексом жиророзчинних вітамінів. Крім того, продукт містить білкові сполуки, лактозу, мінеральні речовини та поліненасичені жирні кислоти. Важливим компонентом є лецитин, який проявляє виражені антиоксидантні властивості та відіграє роль у профілактиці розвитку низки патологічних станів (Velesky et al., 2021).

Водночас сучасний стан виробництва вершкового масла в Україні формується під впливом складних соціально-економічних чинників. Молочна галузь в умовах повномасштабної військової агресії рф зазнала суттєвого поглиблення вже наявних структурних та виробничо-економічних проблем. Одним із ключових чинників зниження обсягів виробництва молока є стійка тенденція до скорочення поголів'я корів, що безпосередньо впливає на сировинну базу маслоробної промисловості. Додатковим фактором трансформації галузі стало впровадження у 2019 році оновлених нормативно-правових вимог щодо забезпечення безпечності та якості молочної продукції, що зумовило підвищення виробничих витрат і структурну перебудову підприємств (Hurtovyi, 2025).

Відповідно до ДСТУ 4399:2005 «Масло вершкове. Технічні умови» визначається як продукт, що виготовляють виключно з коров'ячого молока або продуктів його перероблення і використовують для безпосереднього споживання та кулінарних цілей. Відповідно до класифікації державного стандарту, виділяють: «бутербродне» (масова частка жиру від 61,5% до 72,4%), «селянське» (від 72,5% до 79,9%) та «екстра» (від 80,0% до 85,0%). Окремо нормується топлене масло (молочний жир) із масовою часткою жиру не менше 99,0% (DSTU 4399:2005, 2006).

Аналіз публікацій щодо науково-практичного досвіду удосконалення технології вершкового масла дав змогу виділити наступні напрями досліджень:

- підвищення якості та безпечності продукції шляхом удосконалення методів контролю фізико-хімічних, мікробіологічних та органолептичних показників, а також виявлення фальсифікації молочного жиру рослинними компонентами (Velesky et al., 2021);
- раціональне використання вторинної молочної сировини, зокрема маслянки, із подальшим виділенням білкових фракцій та їх застосуванням у технологіях комбінованих молочних продуктів (Yukalo et al., 2025);
- розроблення масляних сумішей і паст зі зміненим жирнокислотним складом (Paszczuk, 2022), у тому числі частковою заміною молочного жиру композиціями рослинних олій із покращеними структурно-механічними властивостями (Belemets et al., 2022);
- оптимізація технологічних режимів (нормалізація вершків, пастеризація, термомеханічна обробка) з метою стабілізації консистенції, підвищення стійкості до окиснювальних процесів та подовження терміну зберігання готового продукту (Liasota et al., 2022);
- збагачення вершкового масла рослинними інгредієнтами (порошками овочевої та плодово-ягідної сировини, екстрактами лікарських рослин, білково-мінеральними добавками), що спрямоване на підвищення біологічної цінності та розширення асортименту функціональних продуктів (Ziarno et al., 2023; Cheng, et al., 2023).

Наукові публікації, щодо подовження терміну зберігання вершкового масла шляхом внесення функціональних добавок, свідчать про активний розвиток цього напрямку досліджень. Одним із найбільш поширених підходів є використання рослинних антиоксидантних інгредієнтів, зокрема екстрактів і порошоків, отриманих із томатної сировини, цитрусових відходів, морквяних вичавок та інших джерел біологічно активних сполук (Alipour et al., 2023; Maqbool et al., 2023).

Зокрема, додавання лікопену до вершкового масла забезпечувало зниження показників пероксидного числа та вільних жирних кислот упродовж зберігання, що свідчить про уповільнення окиснювальних процесів у жировій фазі продукту (Salehin et al., 2025). Аналогічний ефект спостерігався при використанні порошку цедри солодкого лайма, який підвищував антиоксидантну стабільність масла протягом зберігання (Maqbool et al., 2023).

Введення емульсій на основі морквяних вичавок також сприяло зменшенню інтенсивності ліпідного окиснення (Naurzbayeva et al., 2023). Таким чином, рослинні порошки (Brănescu et al., 2025) та екстракти розглядаються як перспективні природні інгібітори автоокиснення молочного жиру.

У дослідженні (Kumbhare et al., 2021) автори акцентують увагу на використанні природних антиоксидантів, зокрема екстрактів спецій (куркуми, імбиру, кориці), а також рослинних компонентів, багатих на поліфеноли та флавоноїди, які сприяють збагаченню продукту біологічно активними речовинами та ефективно уповільнюють процеси окислення ліпідів. Запропоновані підходи дозволяють підвищити стабільність, подовжити термін зберігання та покращити якісні характеристики продукту, що розглядається як перспективний напрям створення функціональних харчових продуктів для зміцнення здоров'я населення.

У дослідженнях (Patel et al., 2021) оцінено ефективність нетрадиційних рослинних екстрактів як природних антиоксидантів для підвищення стабільності гхі. Авторами використано низку нетрадиційних рослинних джерел, зокрема насіння тамаринду, катеху, харітакі, нагкесар, насіння джамуна та цикорі. Встановлено, що найвищу антиоксидантну активність проявили саме насіння тамаринду, катеху, які характеризувалися високим вмістом поліфенолів та значною здатністю до нейтралізації вільних радикалів. Додавання цих компонентів до гхі забезпечило зниження пероксидного числа та уповільнення окислювальних процесів під час зберігання, що свідчить про підвищення окиснювальної стабільності продукту. Крім того, зразки з додаванням насіння тамаринду, нагкесар та катеху отримали високі сенсорні оцінки, що підтверджує доцільність їх використання як функціональних інгредієнтів для подовження терміну зберігання жировмісних продуктів.

У дослідженнях (Mansour et al., 2024) оцінено вплив насіння фініків сорту Аджва як природного антиоксиданту на окислювальну стабільність вершкового масла. Встановлено, що додавання порошку насіння фініків до складу продукту протягом 21 доби зберігання сприяло підвищенню антиоксидантної активності, зокрема здатності до нейтралізації вільних радикалів, порівняно з використанням екстракту. При цьому у зразках масла з порошком насіння фініків спостерігалось зниження пероксидного числа, кислотного числа та показників тіобарбітурової реакції, що свідчить про ефективне гальмування процесів окислення ліпідів. Отримані результати підтверджують доцільність використання порошку насіння фініків як функціонального інгредієнта для підвищення стабільності та подовження терміну зберігання вершкового масла.

Окремий напрям досліджень пов'язаний із застосуванням біоактивних компонентів нефенольної природи, зокрема полісахаридів морського походження. Встановлено, що внесення фукоїдану в рецептуру вершкового масла сприяє сповільненню окиснювальних змін та позитивно впливає на сенсорні показники продукту впродовж зберігання (Alipour et al., 2023). Дослідники відзначають, що оптимальні концентрації добавки дозволяють досягти балансу між стабілізацією жирової фази та збереженням органолептичної прийнятності.

Перспективним технологічним рішенням є використання ефірних олій та систем контрольованого вивільнення антиоксидантів. Показано, що інкапсуляція ефірної олії *Ferulago angulata* в електроспінених нановолокнах підвищувала окиснювальну стабільність *butter oil* за умов прискореного зберігання (Shavisi, 2024). Подібні результати отримано при застосуванні ефірної олії мирту в складі ферментованого масла, де спостерігалось зниження швидкості деградаційних процесів (Mertoglu et al., 2024). Додатково доведено ефективність екстракту куркуми та ефірної олії розмарину у запобіганні окисненню ферментованого вершкового

масла (Gomes et al., 2025). Такі підходи поєднують антиоксидантний потенціал природних сполук із сучасними методами стабілізації та захисту активних компонентів.

Окрему групу становлять дослідження, спрямовані на застосування природних пігментів і фітостеролів (Ivanova & Dobrev, 2021), як функціональних стабілізаторів жирової матриці вершкового масла. Такі інгредієнти поєднують антиоксидантну дію із технологічним ефектом цілеспрямованої корекції кольорових характеристик продукту, що є важливим для споживчих властивостей. Зокрема, показано, що введення  $\beta$ -каротину, астаксантину та ефірів фітостеролів позитивно впливає на показники окиснювальної стабільності масла під час зберігання, що підтверджувалося контролем показників окиснення та зміною кольорових індексів. Важливо, що на основі кількісного аналізу кольору автори запропонували підхід до прогнозування терміну зберігання: встановлено тісні кореляції між кислотністю та параметрами кольору, що дозволило побудувати регресійні моделі для оцінювання динаміки якості без руйнівного відбору проб і з потенціалом інтеграції в технологічний контроль зберігання (Cheng, 2024).

Отримані нами результати узгоджуються з даними (Salehin et al., 2025), де показано, що додавання лікопену забезпечує зниження пероксидного числа, а також з результатами (Maqbool et al., 2023), які довели підвищення антиоксидантної стабільності при використанні цитрусових порошків. Це свідчить про спільність механізмів антиоксидантної дії рослинних компонентів, зумовлених наявністю каротиноїдів і поліфенолів.

Аналогічні тенденції встановлено у роботі (Naurzbayeva et al., 2023), де використання морквяних вичавок сприяло пригніченню ліпідного окиснення. Отже, наші результати підтверджують універсальність використання рослинної сировини як природного інгібітора автоокиснення.

Разом з тим, отримані нами дані частково відрізняються від результатів (Kumbhare et al., 2021), де встановлено більш виражений антиоксидантний ефект спецій (куркуми, імбиру, кориці). Ймовірною причиною розбіжностей є різний вміст фенольних сполук, а також відмінності у способі введення добавок і їх концентрації.

Порівняння з дослідженнями (Patel et al., 2021) показало, що ефективність антиоксидантів значною мірою залежить від їх джерела: у їх роботі найвищу активність проявили насіння тамаринду та катеху. У нашому випадку ефект був дещо нижчим, що може бути пов'язано з меншою концентрацією біологічно активних речовин або іншими умовами зберігання.

Результати нашого дослідження також узгоджуються з висновками (Mansour et al., 2024), де встановлено, що порошок насіння фініків ефективніше гальмує окиснення, ніж екстракти. Це підтверджує доцільність використання саме порошкоподібних форм добавок, що забезпечують пролонговану дію антиоксидантів.

У дослідженні (Alipour et al., 2023) показано ефективність фукоїдану як стабілізатора жирової системи. У нашій роботі також відзначено покращення стабільності емульсійної структури, що свідчить про можливість використання не лише фенольних, а й полісахаридних компонентів.

Разом із тим, більш сучасні підходи, описані в роботах (Shavisi, 2024; Mertoglu et al., 2024; Gomes et al., 2025), демонструють вищу ефективність завдяки застосуванню інкапсульованих форм антиоксидантів. Порівняно з ними, отримані нами результати є дещо іншими, що можна пояснити відсутністю технологій контрольованого вивільнення активних речовин.

Окремо слід відзначити результати (Cheng, 2024), де встановлено кореляцію між кольоровими показниками та ступенем окиснення. У нашому дослідженні також зафіксовано зміну кольору зразків у процесі зберігання, що опосередковано підтверджує перебіг окиснювальних процесів та узгоджується з літературними даними.

На відміну від наведеного вище оглядового матеріалу, подальший аналіз зосереджено на інтерпретації отриманих у роботі результатів та їх **зіставленні** з даними інших дослідників.

Узагальнення даних щодо характеристики функціональних інгредієнтів у складі вершкового масла, їх позитивного, а також негативного впливу на здоров'я людини наведено у табл.1.

**Таблиця 1.** Характеристика інгредієнтів для покращання функціональних властивостей вершкового масла та їх впливу на здоров'я людини

| Функціональний інгредієнт                  | Вплив на здоров'я людини   |  |
|--|--|--|
|  | позитивний   | шкідливий  |
| Ненасичені жирні кислоти                   | сприяють легкому засвоєнню та швидкому метаболізму, мають антимікробні властивості та підтримують здоров'я кишківника  | негативно впливають на ліпідний обмін і підвищують ризик серцево-судинних захворювань                                    |
| n-3 (Омега-3) поліненасичені жирні кислоти |  |  |
| Риб'ячий жир                               | сприяє профілактиці серцево-судинних захворювань, нормалізації ліпідного профілю, покращує антиоксидантний статус і стійкість ліпідів до окислення                                   | погіршує органолептичні властивості продукту, порушення збалансованості жирнокислотного складу при надмірному споживанні |
| Олія з насіння чіа                         | сприяє підвищенню термогенезу та покращує енергетичний обмін, а також підтримує метаболічні процеси через вплив на мітохондрії.  | прямого шкідливого впливу на здоров'я не виявлено  |
| Олія з насіння льону                       | підвищує рівень поліненасичених жирних кислот у раціоні та сприяє забезпеченню організму необхідними жирними кислотами   | швидко окиснюється, з утворенням токсичних перекисів, що негативно впливає на безпеку продукту                           |
| Пробіотики                                 | покращують мікробіоту кишківнику, зміцнюють імунну систему, сприяють зниженню рівня холестерину  | погіршують органолептичні властивості продукту   |
| Інкапсульовані пробіотичні мікроорганізми  | покращують мікробіоту кишківнику, сприяють зниженню рівня холестерину та кращому засвоєнню поживних речовин, зміцнюють імунну систему,   | прямого шкідливого впливу на здоров'я не виявлено  |
| Фітостероли                                | для профілактики серцево-судинних захворювань, сприяють зниженню рівня холестерину, захищають судини, нівелюють негативну дію насичених тваринних жирів, що містяться в самому маслі | перешкоджають засвоєнню жиророзчинних вітамінів та антиоксидантів, особливо <b>бета-каротину</b> та лікопіну.            |

*Джерело: розроблено авторами*

На основі проведених досліджень встановлено, що серед наведених функціональних інгредієнтів лише олія з насіння чіа та інкапсульовані пробіотичні мікроорганізми не виявляють прямого шкідливого впливу на здоров'я. Інші досліджені функціональні інгредієнти, окрім позитивного впливу, можуть також спричиняти негативні наслідки для здоров'я людини. Таким чином, використання ненасичених жирних кислот, риб'ячого жиру,

олії з насіння льону, пробіотиків і фітостеролів у складі вершкового масла потребує обмеження з урахуванням їхнього впливу на здоров'я людини.

У таблиці 2 наведено порівняльний аналіз внесення рослинних інгредієнтів до складу вершкового масла з урахуванням їхньої функціональної ефективності щодо підвищення харчової цінності та подовження терміну зберігання готового продукту.

**Таблиця 2.** Порівняльний аналіз технологічних рішень щодо підвищення функціональних властивостей вершкового масла із застосуванням рослинних інгредієнтів

| Використаний рослинний інгредієнт   | Функціональна ефективність для  |   |
|---|---|---|
|   | підвищення харчової цінності  | подовження терміну зберігання   |
| Фукоїдан, екстракт бурої водорості<br><i>Sargassum angustifolium</i>  | мінеральні речовини, незамінні амінокислоти   | антиоксидантні властивості збільшення до 60 діб                               |
| Порошок куркуми   | вітаміни: К, В, В <sub>1</sub> , В <sub>2</sub> , С, D<br>мінеральні речовини: кальцій, залізо, фосфор, йод | антиоксидантні властивості збільшення до 60 діб                               |
| Порошок насіння фініків сорту «Аджва»   | поліфеноли, харчові волокна, мінеральні речовини, аміносилоти   | антиоксидантні властивості, щодо підвищення стабільності проти окиснення      |
| Порошок шкірки солодкого лайма  | вітаміни та мінеральні речовини   | антиоксидантні властивості, щодо підвищення стабільності проти окиснення      |
| Емульсія на основі морквяного жому  | мінеральні речовини, каротиноїди  | антиоксидантні властивості збільшення до 60 діб                               |
| Суміш екстрактів базилика ( <i>Ocimum basilicum</i> ) та орегано ( <i>Origanum vulgare</i> ) у співвідношенні 2:1 (базилік:орегано) | вітаміни та мінеральні речовини   | антиоксидантні властивості, щодо підвищення стабільності проти окиснення      |
| Екстракт зеленого чаю   | мінеральні речовини та поліфеноли   | антиоксидантні властивості, щодо підвищення стабільності проти окиснення      |
| Екстракт розмарину ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ),   | фенольні кислоти, терпеноїди, мінеральні речовини   | антиоксидантні властивості та уповільнення ліполізу, знижують перекисне число |
| Екстракт шавлії ( <i>Salvia officinalis</i> ),  | дубильні речовини (таніни), флавоноїди, аскорбінова кислота, мінеральні речовини                            | антиоксидантні властивості та збільшення терміну зберігання                   |
| Екстракт чебрецю ( <i>Thymus vulgaris</i> )   | Флавоноїди, мінеральні речовини, вітаміни Ста групи В   | антиоксидантні властивості та збільшення терміну зберігання                   |

*Джерело: розроблено авторами*

У результаті проведених досліджень, наведених у таблиці 2, встановлено, що внесення рослинних інгредієнтів до складу вершкового масла сприяє підвищенню його харчової цінності за рахунок збагачення продукту вітамінами, мінеральними речовинами, незамінними амінокислотами та поліфенолами. Крім того, рослинні компоненти володіють антиоксидантними властивостями, що сприяє покращенню якості та зниженню інтенсивності

окиснювальних процесів у жировій фазі продукту, подовженню терміну зберігання вершкового масла, що підтверджується зменшенням пероксидного та кислотного чисел у процесі зберігання.

**ВИСНОВКИ.** Підсумовуючи результати проведених досліджень, можна зробити висновок, що найбільш перспективним інноваційним рішенням для підвищення харчової цінності вершкового масла є використання натуральних рослинних інгредієнтів, ефективність яких підтверджується результатами сучасних наукових досліджень і розробок. Проаналізовані рослинні інгредієнти (порошки: куркуми, насіння фініків сорту «Аджва», шкірки солодкового лайма, емульсії на основі морквяного жому, екстрактів: базилика, орегано, зеленого чаю, розмарину, шавлії, чебрецю), водночас, дають змогу збагатити продукт біологічно активними речовинами, покращити його якісні характеристики та надати вершковому маслу оздоровчих властивостей, а також за рахунок наявності антиоксидантів сприяють ефективному гальмуванню процесів окислення ліпідів та подовженню термінів зберігання.

Встановлено, що найбільш ефективним є використання природних антиоксидантних і біоактивних добавок у технології виробництва вершкового масла сприяє підвищенню його функціональних характеристик, а також надає продукту додаткові оздоровчі властивості.

Наведені результати аналізу та узагальнення досягнень зарубіжних вчених є важливими для вітчизняних науковців і виробників, тому що показують інноваційні шляхи удосконалення технології вершкового масла з метою підвищення його харчової цінності та збільшення терміну придатності за рахунок рослинних інгредієнтів.

Водночас, підбір найбільш ефективних та достатньо дешевих рослинних інгредієнтів, що мають високий вміст біологічно цінних речовин та антиоксидантів, а також сприятимуть підвищенню функціональних властивостей продукту та подовженню терміну його придатності є актуальним завданням сьогодення для науковців.

**Подяки.** Немає

**Конфлікт інтересів.** Немає.

### References

- Abbas, M. S., Saeed, F., Afzaal, M., Jianfeng, L., Hussain, M., Ikram, A., & Jabeen, A. (2022). Recent trends in encapsulation of probiotics in dairy and beverage: A review. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46(9), 1–16. <https://doi.org/10.1111/jfpp.16689>
- Alipour, A., Marhamatizadeh, M. H., & Mohammadi, M. (2023). Studying the shelf life of butter containing fucoidan by evaluating sensory and chemical properties. *Food Science & Nutrition*, 11(6), 2956–2963. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3277>
- Belemets, T., Radziyevska, I., Yushchenko, N., Kuzmyk, U., Pasichnyi, V., Kochubei-Lytvynenko, O., Frolova, N., Mykoliv, I., & Korablova, O. (2021). Impact of vegetable oils on the fatty acid composition of a milk-containing curd product. *Journal of Hygienic Engineering and Design*, 34, 150–160.
- Bernyk, I. M., Novhorodska, N. V., Solomon, A. M., Ovsiyenko, S. M., & Bondar, M. M. (2022). Innovative technologies in food production: *Monograph*. Vinnytsia: FOP Kushnir Yu. V.
- Brănescu, G. R., Mănolică, A.-M., & Munteanu Ichim, R. A. (2025). Evaluation of the food safety in the production of herb butter. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 31(2), 155–164. <https://doi.org/10.59463/JAPT.2025.2.4>
- Cheng, S., & Wu, S.-M. (2024). A shelf life prediction method for butter based on the effects of  $\beta$ -carotene on colour and oxidative stability. *International Journal of Dairy Technology*, 77(3), 961–972. <https://doi.org/10.1111/1471-0307.13078>
- Cheng, S., Li, W., Wu, S., Ge, Y., Wang, C., Xie, S., Wu, J., Chen, X., Cheong, L.-Z. (2023). Functional butter for reduction of consumption risk and improvement of nutrition. *Grain & Oil Science and Technology*, 6 (4), 172–184. <https://doi.org/10.1016/j.gaost.2023.09.001>

- DSTU 4399:2005 (2006). Maslo vershkove. Tekhnichni umovy. K.: Derzhspozhyvstandart Ukrainy (in Ukrainian).
- Gaba, K., Anand, S., & Syamala, A. (2023). Development of value-added butter by incorporating whey protein hydrolysate-encapsulated probiotics. *Microorganisms*, 11(5), 1139. <https://doi.org/10.3390/microorganisms11051139>
- Gebeyehu M. N. (2023). Recent advances and application of biotechnology in the dairy processing industry: A review // *Intensive Animal Farming-A CostEffective Tactic*. – 2023. <https://doi.org/10.5772/intechopen.105859>.
- Gómez-Cortés, P., Juárez, M., Cañeque, V., & et al. (2018). Milk fatty acids and potential health benefits: An updated review. *Food Research International*, 107, 822–833. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.04.054>.
- Gómez-Cortés, P., Juárez, M., de la Fuente, M. A., & Osorio, M. T. (2018). Milk fatty acids and potential health benefits: An updated review. *Food Research International*, 107, 822–833. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.04.054>.
- Hurtovyi, Y. (2025). Modeling of dairy production in Ukraine. *Scientia Fructuosa*, 162(4), 108–133. [https://doi.org/10.31617/1.2025\(162\)07](https://doi.org/10.31617/1.2025(162)07).
- Ivanova, M. G., & Dobrev, G. T. (2021). Technology of butter fortified with phytosterols. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 1031, 012085. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1031/1/012085>.
- Kumbhare, S., Prasad, W., Khamrui, K., Wani, A. D., & Sahu, J. (2021). Recent innovations in functionality and shelf life enhancement of ghee, clarified butter fat. *Journal of food science and technology*, 1–13. <https://doi.org/10.1007/s13197-021-05335-7>
- Kyrpichenkova, O. M., Sylchuk, T. A., & Sylka, I. M. (2024). Use of plant raw materials in the technology of flour confectionery products in restaurant establishments. *Scientific Works of the National University of Chemistry and Technology*, 30(4), 100–110. <https://doi.org/10.24263/2225-2924-2024-30-4-10>.
- Liasota, V., Bohatko, N., Bukalova, N., Dzhmil, V., Khitska, O., Mazur, T., Tkachuk, S., Prylipko, T., & Hiptenko, S. (2022). Safety and quality of sweet cream butter produced by domestic manufacturers and determination of its falsification. *Scientific Bulletin of Veterinary Medicine*, (1), 33–42. <https://doi.org/10.33245/2310-4902-2022-173-1-33-42>.
- Lyhovid, D. S., Slyvka, N. B., Bilyk, O. Y., & Skulska, I. V. (2020). Improvement of ghee technology with turmeric. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 22(94), 66–70. <https://doi.org/10.32718/nvlvet-f9413>.
- Mansour, A. W., & Sindi, H. A. (2024). Effects of Ajwa date seeds on the oxidative stability of butter. *Heliyon*, 10(2). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e24717>
- Maqbool, Z., Tahir, H., Nadeem, M., Ahmad, S., Yasmina, A., Khalid, W., Asar, O. Al-Sameen, M. (2023). Stability of butter using spray-dried sweet lime peel (SLP) powder at different storage intervals. *International Journal of Food Properties*. <https://doi.org/10.1080/10942912.2023.2241659>.
- Mertoglu, T., & Keceli, T. (2024). Oxidation and degradation kinetics of lactic butter supplemented with *Myrtus communis* essential oils. *International Journal of Dairy Technology*, 77(8). <https://doi.org/10.1111/1471-0307.13090>
- Naurzbayeva, G., Smolnikova, F., Baytukenova, S., Kapshakbayeva Z., Mustafayeva A., Baytukenova, S., Smailova, Z., Dikhanbayeva, F., Temerbayeva, M., Baybalinova, G. (2023). Incorporating carrot pomace-based emulsion to enhance thenutritional value and shelf life of butter. *International journal of food properties*, vol. 26, no. 1, 2455–2475, <https://doi.org/10.1080/10942912.2023.2251718>.
- Ochkolyas O.M. (2018). *Improvement of butter with increased nutritional value production technology* (PhD dissertation, Odessa National Academy of Food Technologies, Odessa, Ukraine).

- Ochkolyas, O. Use of spirulina and cystosira seaweeds for butter enrichment (2018). Coll. theses add. 78th Science. conf. off Acad., Odessa national Acad. food. Technologies, 112–113.
- Paszczyk, B. (2022). Cheese and butter as a source of health-promoting fatty acids in the human diet. *Animals*, 12(23), 3424. <https://doi.org/10.3390/ani12233424>.
- Patel, S., & Balakrishnan, S. (2021). Evaluation of antioxidant potential of nonconventional plant sources for the enhancement of shelf life of ghee. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(1), e15000.
- Pereira, C., Gomes, D., Dias, S., Santos, S., Pires, A., & Viegas, J. (2024). Impact of probiotic and bioprotective cultures on the quality and shelf life of butter and buttermilk. *Dairy*, 5(4), Article 47. <https://doi.org/10.3390/dairy5040047>
- Pyvovar, S., Tsysnetska, A., & Fainyk, A. (2025). Iodine deficiency – a problem that does not leave humanity (review article). *Actual Problems of Medicine and Pharmacy*, 6(2), 1–14. <https://doi.org/10.52914/apmp.v6i2.76>.
- Salehin, M. N., Khan, S. I., Kabir, M. S., et al. (2025). Assessment of oxidative and shelf life stability of lycopene-enriched butter during storage. *Food Chemistry: X*. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2025.101003>
- Sharifan, P., Roustae, R., & Shafiee, M. (2025). Dairy consumption and risk of cardiovascular and bone health outcomes in adults: An umbrella review with updated meta-analyses. *Nutrients*, 17(17), 2723. <https://doi.org/10.3390/nu17172723>
- Shavisi, N. (2024). Improving the oxidative stability of butter oil with nanoencapsulated *Ferulago angulata* essential oil during accelerated shelf-life storage. *Journal of Food Science and Technology*, 61(11), 2100–2110. <https://doi.org/10.1007/s13197-024-05980-8>
- Tkachenko, L., Ochkolyas, O., Ivaniuta, A., Kharsika, I., & Momot, I. (2025). Use of plant raw materials to increase the biological value of muffins. *Human and nation's Health*, 3(2), 81–92. <https://doi.org/10.31548/humanhealth.2.2025.81>.
- Velesyk, T. A., Sachuk, R. M., Gutyj, B. V., Kushniruk, A. S., Pepko, V. O., & Katsaraba, O. A. (2021). Quality control of butter. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 23(95), 114–121. <https://doi.org/10.32718/nvlvet-a9517>.
- Vioque-Amor, M., Gómez-Díaz, R., Del Río-Celestino, M., & Avilés-Ramírez, C. (2023). Butter from different species: Composition and quality parameters of products commercialized in the south of Spain. *Animals*, 13(22), 3559. <https://doi.org/10.3390/ani13223559>
- Vitriak, O. P., & Tkachenko, L. V. (2023). Spicy and aromatic raw materials in the technology of healthy desserts and drinks. In *Scientific monograph* (pp. 381–387). Riga, Latvia: Baltija Publishing. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-328-6-17>.
- Yukalo, V. G., Storozh, S. I., & Storozh, L. A. (2025). Isolation of casein from buttermilk obtained during butter production by high-fat cream conversion. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 27(103), 51–55. <https://doi.org/10.32718/nvlvet-f10308>.
- Ziarno, M., Kozłowska, M., Ratusz, K., & Hasalliu, R. (2023). Effect of the addition of selected herbal extracts on the quality characteristics of flavored cream and butter. *Foods*, 12(3), 471. <https://doi.org/10.3390/foods12030471>

УДК 597.2/.5:664.951.3

<https://doi.org/10.31548/humanhealth.2.2026.83>

## ФОРМУВАННЯ ОРГАНОЛЕПТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РИБИ ХОЛОДНОГО КОПЧЕННЯ ТИПУ «КІПЕРС» МЕТОДОМ ПРОФІЛЮ ФЛЕЙВОРУ

**Ярослав Олександрович Кислиця**

аспірант

<https://orcid.org/0009-0005-2223-8428>

Національний університет біоресурсів і природокористування України  
03041, вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, Україна

**Аліна Анатоліївна Менчинська**

кандидат технічних наук, доцент

<https://orcid.org/0000-0001-8593-3325>

Національний університет біоресурсів і природокористування України  
03041, вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, Україна

**Анотація.** У статті наведено результати дослідження впливу різних видів прянощів на формування флейвору риби холодного копчення. Об'єктом дослідження слугували зразки кіперсу, виготовлені з використанням різних видів прянощів, зокрема базиліку, чебрецю, чорного перцю меленого, паприки, кмину, розмарину та сушеного часнику. Контрольним зразком була риба холодного копчення без додавання прянощів.

Органолептичну оцінку проводили за п'ятибальною шкалою із залученням дегустаційної комісії у складі 8 осіб. На першому етапі здійснено узагальнену органолептичну оцінку за показниками зовнішнього вигляду, запаху, смаку та консистенції, що дозволило визначити найбільш перспективні зразки для подальших досліджень.

На другому етапі проведено сенсорне дослідження методом створення спектру флейвору з використанням системи дескрипторів, що характеризують смако-ароматичні властивості та консистенцію продукту.

Встановлено, що використання прянощів суттєво впливає на формування сенсорного профілю риби холодного копчення, зокрема на інтенсивність та збалансованість рибних, димних та пряних компонентів флейвору. Найвищі показники загальної органолептичної оцінки та найбільш гармонійний флейвор встановлено для зразків із додаванням базиліку, чорного перцю меленого та чебрецю. Для цих зразків характерне збалансоване поєднання смако-ароматичних компонентів без домінування окремих дескрипторів, низький рівень гіркоти та відсутність виражених ознак окиснення жиру.

Показано, що окремі види прянощів можуть призводити до порушення сенсорної рівноваги за рахунок надмірної інтенсивності пряних нот або появи небажаних відтінків смаку, зокрема гіркоти.

Отримані результати підтверджують доцільність використання базиліку, чорного перцю меленого та чебрецю для формування оптимального флейвору риби холодного копчення та можуть бути використані при розробленні нових видів рибної продукції підвищеної споживчої привабливості.

**Ключові слова:** прянощі, холодне копчення, сенсорна оцінка, профільний аналіз, флейвор, кіперс.

UDC 597.2/.5:664.951.3

<https://doi.org/10.31548/humanhealth.2.2026.83>

## FORMATION OF ORGANOLEPTIC INDICATORS OF COLD-SMOKED FISH OF «KIPPERS» TYPE USING THE FLAVOR PROFILE METHOD

**Yaroslav Kyslytsia**

*Postgraduate student*

<https://orcid.org/0009-0005-2223-8428>

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv  
03041, Heroiv Oborony Street, 15, Kyiv, Ukraine*

**Alina Menchynska**

*PhD in Technical Sciences, Associate Professor*

<https://orcid.org/0000-0001-8593-3325>

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv  
03041, Heroiv Oborony Street, 15, Kyiv, Ukraine*

**Abstract.** The article presents the results of a study on the effect of different types of spices on the formation of flavour in cold-smoked fish. The study examined kippers produced with various spices, including basil, thyme, ground black pepper, paprika, cumin, rosemary, and dried garlic. A sample of cold-smoked fish without spices served as the control.

Sensory evaluation was conducted using a 5-point scale by a trained panel of 8 assessors. At the first stage, a generalized organoleptic evaluation was performed based on appearance, odour, taste, and texture, which allowed the identification of the most promising samples for further investigation. At the second stage, a sensory study was conducted using a flavor spectrum method, with a system of descriptors characterizing taste, aroma, and texture attributes.

The results showed that the use of spices significantly affects the formation of the sensory profile of cold-smoked fish, particularly the intensity and balance of fish, smoky, and spicy components of flavour. The highest overall sensory scores and the most balanced flavor profiles were observed in samples with basil, ground black pepper, and thyme. These samples were characterized by a harmonious combination of flavour components without dominance of individual descriptors, low bitterness, and absence of pronounced signs of lipid oxidation.

It was found that certain spices may disrupt sensory balance due to excessive intensity of specific flavour notes or the development of undesirable attributes such as bitterness and oxidized flavour. The obtained results confirm the feasibility of using basil, ground black pepper, and thyme to achieve optimal flavour formation in cold-smoked fish and can be applied in the development of new fish products with enhanced consumer appeal.

**Keywords:** spices, cold smoking, sensory evaluation, profile analysis, flavour, kippers.

**ВСТУП.** У сучасних умовах розвитку харчових технологій одним із ключових чинників конкурентоспроможності продуктів є їхні сенсорні характеристики, зокрема смак та аромат, які формують інтегральне поняття флейвору (flavour). Флейвор є комплексною характеристикою, що поєднує смакові, ароматичні та текстурні відчуття, які виникають у результаті взаємодії летких і нелетких сполук під час споживання продукту (Jelen, 2012; Domínguez et al., 2019).

Рибна продукція займає важливе місце у структурі харчування населення завдяки високій біологічній цінності та збалансованому хімічному складу. Це підтверджується сучасними дослідженнями складу м'яса риб, зокрема африканського кларієвого сома (*Clarias gariepinus*), який характеризується високим вмістом білка та мінеральних речовин (Kyslytsia & Menchynska, 2026).

Водночас споживчі властивості рибної продукції значною мірою залежать від способу технологічного оброблення, серед яких копчення є одним із найбільш ефективних методів формування якості готового продукту. У процесі копчення утворюється складний комплекс летких сполук, зокрема фенолів, альдегідів та органічних кислот, які визначають характерний аромат і смак копченої риби. Формування флейвору при цьому є результатом взаємодії компонентів диму з білками та ліпідами рибної тканини, що супроводжується утворенням нових ароматичних сполук (Domínguez et al., 2019).

Поряд зі смако-ароматичними властивостями та наданням характерного забарвлення, копильний дим містить небажані сполуки, зокрема поліциклічні ароматичні вуглеводні, фенольні сполуки та інші продукти неповного згоряння, які можуть негативно впливати на безпечність харчової продукції. Накопичення цих речовин у копченій рибі є одним із ключових факторів ризику, що обмежує її споживання та потребує контролю в процесі виробництва. Тому, в технології кіперсу передбачається скорочення тривалості процесу копчення та оптимізація його режимів з метою зменшення накопичення шкідливих речовин у готовому продукті та підвищення його безпечності. Поряд із цим виникає питання забезпечення необхідного рівня органолептичних показників, оскільки зниження інтенсивності копчення може впливати на формування характерного флейвору продукції.

Сучасні тенденції розвитку харчових технологій передбачають цілеспрямоване регулювання сенсорних властивостей продуктів шляхом використання натуральних інгредієнтів. Зокрема, прянощі є ефективним інструментом модифікації флейвору, оскільки містять ефірні олії та біологічно активні сполуки, здатні впливати на ароматичний профіль продукції, а також проявляти антиоксидантні та антимікробні властивості (Shahidi & Zhong, 2010).

При цьому різні види прянощів можуть по-різному впливати на формування флейвору, що зумовлено їх хімічним складом та взаємодією з компонентами рибної сировини і продуктами копчення. Надмірна інтенсивність окремих ароматичних сполук може призводити до дисбалансу сенсорного профілю, зокрема появи гіркоти або домінування специфічних нот, що негативно впливає на загальне сприйняття продукту.

Вагомий внесок у розвиток методів сенсорної оцінки рибної продукції зроблено у дослідженнях Н. Голембовської зі співавторами (Androschuk & Golembowska, 2025; Golembowska et al., 2023).

Незважаючи на значну кількість наукових досліджень, питання формування флейвору риби холодного копчення з використанням різних видів прянощів залишається недостатньо вивченим, особливо з позиції профільного сенсорного аналізу.

У цьому контексті дослідження впливу різних видів прянощів на формування флейвору риби холодного копчення типу кіперс є актуальним науковим і практичним завданням, спрямованим на підвищення якості, безпечності продукції та розширення асортименту рибних виробів.

**ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.** Флейвор харчових продуктів є складною інтегральною характеристикою, що формується внаслідок взаємодії смакових, ароматичних та текстурних відчуттів під час споживання. Його формування зумовлене наявністю летких і нелетких сполук, які утворюються в процесі технологічної обробки та біохімічних перетворень компонентів сировини. Основними шляхами формування ароматичних сполук у харчових продуктах є окиснення ліпідів, реакції Майяра та ферментативні перетворення, що забезпечують утворення широкого спектра летких компонентів, які визначають сенсорні властивості продукту (Domínguez et al., 2019; Zhang et al., 2022, Naruna et al., 2023).

Для рибної продукції формування флейвору має специфічний характер, що зумовлений високим вмістом поліненасичених жирних кислот і білків (Naruna et al., 2023). У процесі перероблення риби основними попередниками ароматичних сполук є вільні жирні кислоти та продукти гідролізу білків, які трансформуються у леткі компоненти, що визначають

інтенсивність та характер смаку і аромату (Wang et al., 2022). Встановлено, що у рибній сировині може формуватися значна кількість летких сполук різної природи, що обумовлює складність і багатокомпонентність її флейвору (Zhang et al., 2022).

Особливу роль у формуванні флейвору рибної продукції відіграє технологічна обробка, зокрема копчення. У процесі копчення відбувається утворення та адсорбція летких ароматичних сполук, які взаємодіють з компонентами рибної тканини та формують характерний копчений аромат. Сучасні дослідження показують, що склад і інтенсивність ароматичних сполук змінюються на різних етапах технологічного процесу, що зумовлює формування унікального сенсорного профілю продукту (Chen et al., 2023).

Важливим напрямом сучасних досліджень є цілеспрямоване регулювання флейвору за допомогою натуральних інгредієнтів, зокрема прянощів (Naguna et al., 2023). Біологічно активні компоненти рослинної сировини здатні взаємодіяти з леткими сполуками, модифікуючи їх інтенсивність і характер, що дозволяє змінювати сенсорний профіль продукту. Водночас вплив прянощів є неоднозначним і залежить від їх хімічного складу, концентрації та умов технологічної обробки (Shahidi & Zhong, 2010).

Застосування профільного сенсорного аналізу дозволяє оцінити не лише інтенсивність окремих характеристик флейвору, але й їх збалансованість, що є ключовим показником якості харчових продуктів. Як показано у сучасних дослідженнях, такий підхід забезпечує більш об'єктивну оцінку сенсорних властивостей і дозволяє обґрунтовано визначити оптимальні рецептури продукції (Androschuk & Golembovska, 2025).

Таким чином, формування флейвору риби холодного копчення є результатом складної взаємодії біохімічних процесів, технологічних факторів та компонентів рецептури, що обумовлює необхідність комплексного дослідження цього явища.

**МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ.** Мета дослідження полягала у встановленні впливу різних видів прянощів на формування флейвору риби холодного копчення типу кіперс та визначенні найбільш оптимальних рецептур за показниками сенсорного профілю.

Для досягнення поставленої мети було визначено такі завдання дослідження:

- провести узагальнену органолептичну оцінку риби холодного копчення з використанням різних видів прянощів;
- визначити вплив прянощів на основні сенсорні характеристики продукції, зокрема смак, аромат та консистенцію;
- здійснити профільний сенсорний аналіз флейвору дослідних зразків з використанням системи дескрипторів;
- обґрунтувати вибір найбільш оптимальних рецептур риби холодного копчення за показниками збалансованості флейвору.

**МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ.** Об'єктом дослідження були зразки риби холодного копчення типу «Кіперс», виготовлені з використанням різних видів прянощів. Як сировину використовували рибу африканський кларієвий сом, вирощений в Київській області, м. Васильків на підприємстві ТОВ "АКВА СИСТЕМ ОРГАНІК", ТМ AQUAFARM. Сировина відповідала вимогам ДСТУ 2284:2010.

У процесі дослідження було сформовано дослідні зразки із додаванням різних видів прянощів, а саме: чебрецю (ДСТУ 7160:2020), чорного перцю меленого (ДСТУ ISO 959-1:2008), паприки (ДСТУ ISO 972:2008), кмину (ДСТУ ISO 6465:2003), розмарину (ДСТУ ISO 11164:2019), базиліку та сушеного часнику, відповідно до технічних умов виробника. Контрольним зразком слугувала риба холодного копчення без додавання прянощів.

Зразки готували відповідно до вимог чинних нормативних документів для виробництва копченої продукції, згідно ТУ У 10.2-00493706-230:2026. Технологічний процес виробництва дослідних зразків включав підготовку сировини, соління, підсушування та холодне копчення з використанням стандартних технологічних режимів. Після завершення технологічної

обробки зразки охолоджували та витримували до стабілізації органолептичних показників. Відбір проб для проведення органолептичних досліджень здійснювали відповідно до вимог ДСТУ 7972:2015.

Органолептичну оцінку зразків проводили із застосуванням дегустаційної комісії у складі 8 осіб за п'ятибальною шкалою. Формування та підготовку дегустаційної комісії здійснювали відповідно до вимог ДСТУ ISO 8586:2015 “Сенсорний аналіз. Загальні настанови щодо відбору, навчання та контролю експертів”.

На першому етапі дослідження проводили узагальнену органолептичну оцінку за такими показниками: зовнішній вигляд, запах, смак та консистенція. Оцінювання здійснювали за п'ятибальною шкалою з визначенням інтегрального показника — загального балу, який використовували для порівняльного аналізу зразків.

На другому етапі досліджень проводили профільний сенсорний аналіз флейвору відповідно до вимог ДСТУ ISO 6564:2005 “Сенсорний аналіз. Методологія. Метод профілювання флейвору”. Формування системи дескрипторів здійснювали з урахуванням рекомендацій ДСТУ ISO 11035:2005 “Сенсорний аналіз. Ідентифікація та вибір дескрипторів для встановлення сенсорного профілю”.

До переліку дескрипторів було включено показники, що характеризують смак і аромат (рибний смак і аромат, інтенсивність димного аромату, прояв смаку і запаху добавок, гіркота, ознаки окисненого жиру, загальне сенсорне враження), а також показники консистенції (щільність м'яса, соковитість, ніжність). Оцінювання інтенсивності кожного дескриптора здійснювали за п'ятибальною шкалою. Як еталон використовували зразок із найбільш збалансованими сенсорними характеристиками.

Результати профільного аналізу обробляли шляхом побудови органолептичних профілів (профілограм), що дозволяло візуалізувати співвідношення окремих дескрипторів у структурі флейвору та провести порівняльний аналіз дослідних зразків.

Обробку експериментальних даних здійснювали із використанням стандартних методів описової статистики.

**РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ОБГОВОРЕННЯ.** Результати проведеної узагальненої органолептичної оцінки зразків риби холодного копчення з використанням різних видів прянощів наведено в табл. 1.

**Таблиця 1.** Узагальнена органолептична оцінка риби холодного копчення типу «Кіперс» з прянощами

| Зразок                  | Зовнішній вигляд  | Запах   | Смак   | Консистенція   | Загальний бал |
|-------------------------|---|---|--|--|---------------|
| 1                       | 2   | 3   | 4  | 5  | 6             |
| Контроль (без прянощів) | Поверхня чиста, суха, забарвлення рівномірне золотисте, механічні пошкодження та дефекти відсутні (4,5)     | Властивий даному виду продукції, без стороннього запаху (3,5) | Властивий даному виду продукту, значно виражений присмак копченості, з легкою гіркотою (3,5) | Щільна, соковита властива для риби холодного копчення. (4,5) | 16,0          |
| Кіперс з чебрецем       | Поверхня чиста, суха, без пошкоджень та дефектів, колір світло-золотистий з незначною нерівномірністю (4,5) | Вміру виражений пряно-копчений (4,0)                          | Гармонійний, пряно-копчений (4,5)  | Щільна, властива для риби холодного копчення. (4,5)          | 17,5          |

| 1                              | 2  | 3  | 4   | 5   | 6    |
|--------------------------------|--|--|---|---|------|
| Кіперс з перцем чорним меленим | Поверхня чиста, суха, світло-золотистого кольору з рівномірним розподіленням прянощів, без пошкоджень та дефектів (4,5)                      | Властивий даному виду пряно-копченої риби (4,5)                              | Приємний, пряно-копчений (4,5)                          | Щільна, соковита, властива для риби холодного копчення. (4,5) | 18   |
| Кіперс з паприкою              | Поверхня чиста, суха, колір властивий даному виду продукту, дещо нерівномірний, пошкодження та дефекти відсутні (4,5)                        | Слабко виражений аромат прянощів (3,5)                                       | Пряно-копчений, слабо виражений присмак добавок (3,5)   | Щільна, дещо сухувата (3,5)                                   | 15   |
| Кіперс з кмином                | Поверхня чиста, суха, без пошкоджень та дефектів, колір світло-золотистий з незначною нерівномірністю, залежно від розміщення прянощів (4,5) | Значно виражений аромат прянощів (4,0)                                       | Пряно-копчений, значно виражений присмак прянощів (3,5) | Щільна, властива для риби холодного копчення. (4,0)           | 16,0 |
| Кіперс з розмарином            | Поверхня чиста, суха, без пошкоджень та дефектів, колір світло-золотистий з незначною нерівномірністю (4,5)                                  | Надмірно виражений аромат прянощів (3,0)                                     | Різкий пряно-копчений, відчувається гіркота (3,0)       | Щільна, соковита, властива для риби холодного копчення. (4,5) | 15   |
| Кіперс з базиліком             | Поверхня чиста, суха, без пошкоджень та дефектів, колір світло-золотистий (4,5)  | Властивий даному виду риби, з приємним ароматом прянощів та копченості (4,5) | Гармонійний, пряно-копчений (4,5)                       | Щільна, соковита, властива для риби холодного копчення (4,5)  | 18   |
| Кіперс з часником сушеним      | Поверхня чиста, суха, без пошкоджень та дефектів, колір світло-золотистий (4,5)  | Значно виражений аромат прянощів (3,5)                                       | Надмірно пряно-копчений (3,5)                           | Щільна, соковита, властива для риби холодного копчення (4,5)  | 16,0 |

Джерело: розроблено автором, згідно ДСТУ ISO 11035:2005

Результати узагальненої органолептичної оцінки свідчать про виражений вплив виду використаної прянощі на формування сенсорних характеристик риби холодного копчення. Між дослідними зразками зафіксовано відмінності за величиною загального балу, що відображає інтегральну оцінку споживчих властивостей продукції та дозволяє виокремити найбільш сенсорно привабливі рецептури.

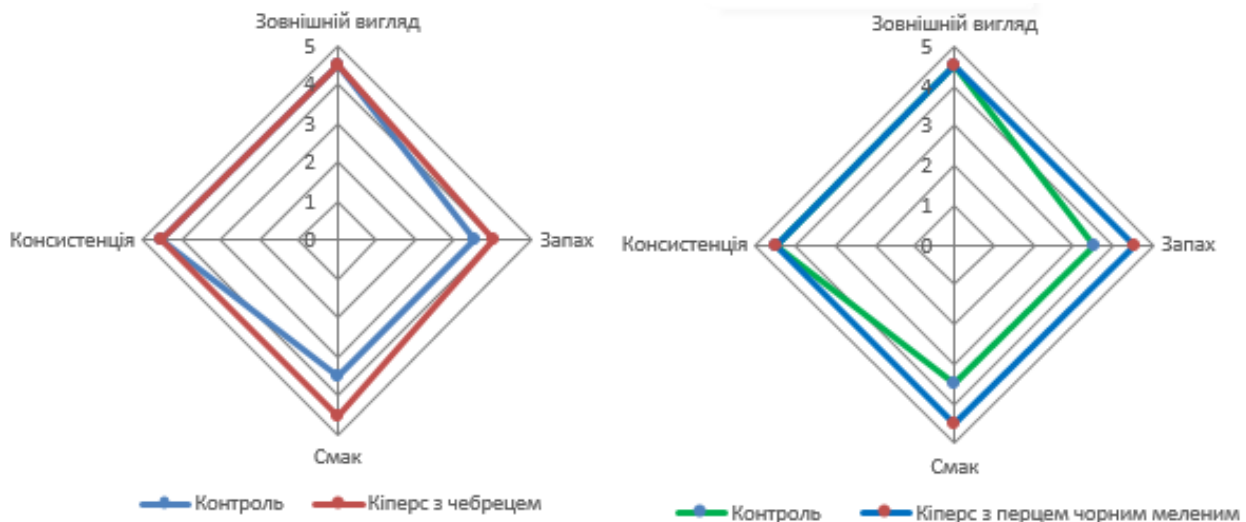
Серед усіх дослідних зразків найвищі та найбільш стабільні показники загального органолептичного балу продемонстрували зразки з додаванням базиліку, чорного перцю

меленого та чебрецю. Для зазначених рецептур характерним було гармонійне поєднання пряно-копченого аромату з властивим рибним смаком, відсутність сторонніх або різко домінуючих нот, а також щільна, соковита консистенція, типова для якісної риби холодного копчення.

Зразок із чорним перцем меленим вирізнявся найбільш збалансованим сенсорним профілем за рахунок рівномірного розподілу ароматичних і смакових компонентів без прояву небажаної гіркоти. Використання базиліку забезпечувало м'яку інтеграцію прямих нот у загальний флейвор продукту, що позитивно позначалося на сприйнятті смаку та аромату. Додавання чебрецю, у свою чергу, сприяло підсиленню пряно-копченого характеру продукції без порушення цілісності сенсорного профілю.

Інші дослідні зразки також характеризувалися задовільним рівнем основних органолептичних показників, однак у ряді випадків спостерігалось зниження оцінок за окремими дескрипторами, що обмежувало їх конкурентоспроможність у порівнянні з виділеними пріоритетними рецептурами.

Таким чином, на підставі узагальненої органолептичної оцінки обґрунтовано виділено три перспективні рецептури риби холодного копчення — з додаванням базиліку, чорного перцю меленого та чебрецю, які доцільно використовувати для подальших поглиблених досліджень флейвору. Профілограми порівняння дослідних зразків з контролем зображено на рисунках 1-4.



**Рисунок 1.** Профілограма органолептичної оцінки контролю та кіперсу з чебрецем і кіперсу з перцем чорним меленим

Профілограма демонструє підвищення інтенсивності основних органолептичних показників у зразках з додаванням прянощів порівняно з контрольним зразком, що свідчить про позитивний вплив чебрецю та чорного перцю меленого на формування сенсорного профілю.

Графічне порівняння свідчить про менш виражену збалансованість органолептичних показників зразків з паприкою та кмином у порівнянні з контрольним зразком, що зумовлено різною інтенсивністю прояву смакових і ароматичних характеристик.

Профілограма відображає різний характер впливу базиліку та розмарину на формування органолептичного профілю риби холодного копчення, зокрема за показниками запаху та смаку, порівняно з контрольним зразком.

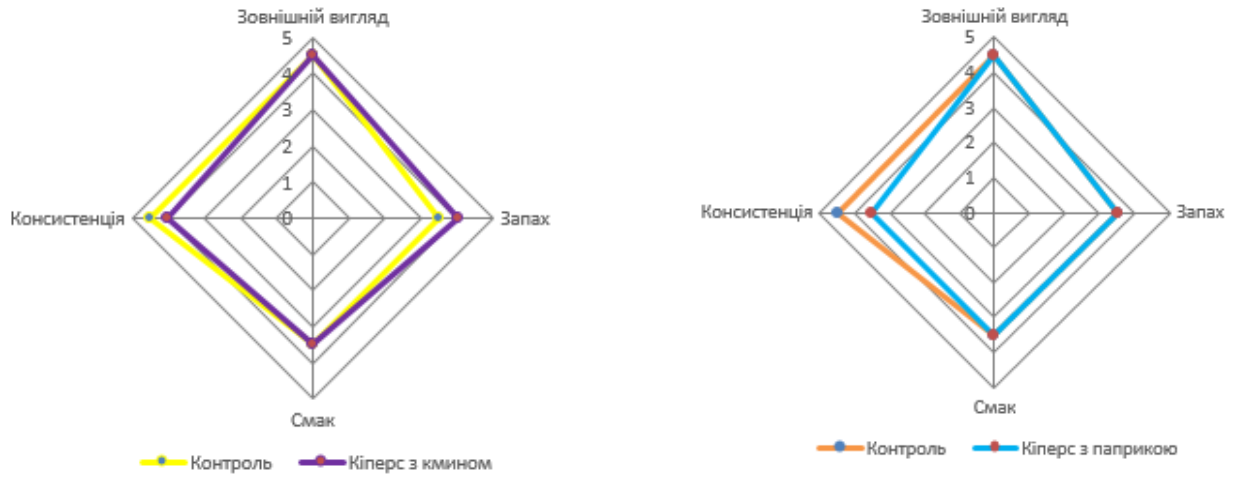


Рисунок 2. Профілограма органолептичної оцінки контролю та кіперсу з паприкою і кіперсу з кмином

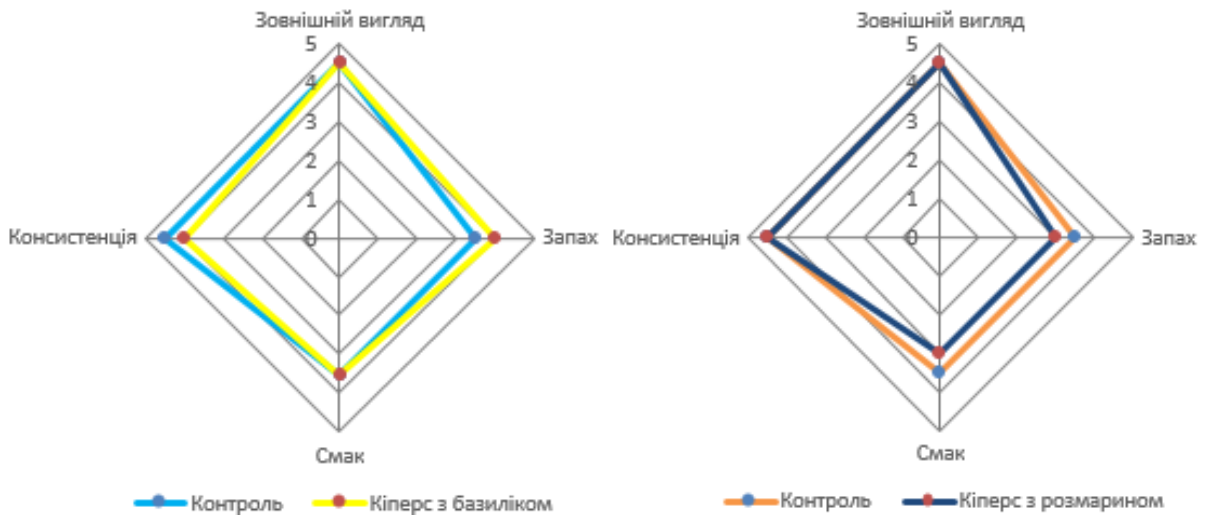


Рисунок 3. Профілограма органолептичної оцінки контролю та кіперсу з паприкою і кіперсу з розмарином

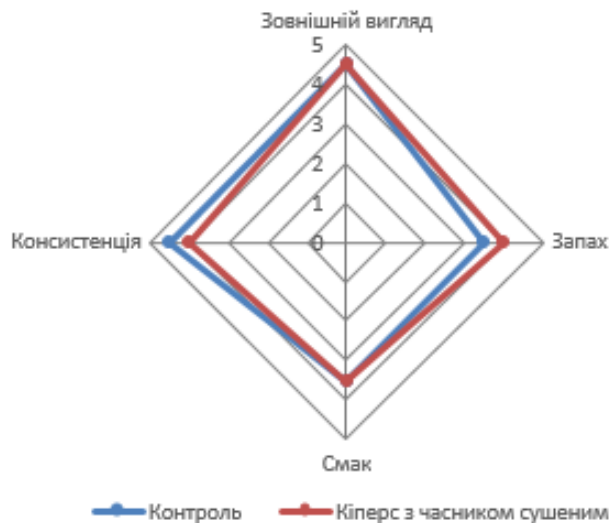


Рисунок 4. Профілограма органолептичної оцінки контролю та кіперсу з часником сушеним

Графічний аналіз свідчить про зміну інтенсивності окремих органолептичних показників у зразка з кмином порівняно з контролем, що зумовлює відмінності у загальному сенсорному сприйнятті продукту.

Відмінності у профілях зумовлені різною інтенсивністю пряно-копчених нот та особливостями їх поєднання з основними сенсорними показниками.

Отримані результати узагальненої органолептичної оцінки свідчать про доцільність проведення подальшого поглибленого профільного сенсорного аналізу з метою детальнішої характеристики сенсорних властивостей риби холодного копчення з різними видами прянощів проведено профільну сенсорну оцінку флейвору та консистенції з використанням системи дескрипторів. Результати профільної сенсорної оцінки наведено в таблиці 2.

Таблиця 2. Сенсорна оцінка кіперсу методом флейвору

| Дескриптори                            | Інтенсивність характеристик, бал |                   |     |     |     |     |     |     |     |
|--|----------------------------------|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|  | Еталон                           | Рецептури Кіперсу |     |     |     |     |     |     |     |
|  |                                  | Контроль          | №1  | №2  | №3  | №4  | №5  | №6  | №7  |
| <i>Характеристика аромату та смаку</i> |                                  |                   |     |     |     |     |     |     |     |
| Рибний смак і аромат                   | 4,0                              | 4,5               | 4,0 | 4,0 | 4,5 | 3,5 | 4,0 | 4,0 | 3,0 |
| Інтенсивність димного аромату          | 4,0                              | 5,0               | 3,5 | 4,0 | 3,5 | 3,0 | 4,5 | 4,0 | 3,5 |
| Прояв смаку і запаху добавок           | 4,0                              | 0,0               | 3,5 | 3,5 | 3,0 | 3,0 | 4,0 | 4,0 | 4,5 |
| Гіркота                                | 0,0                              | 3,0               | 2,5 | 1,0 | 2,5 | 2,5 | 1,0 | 1,0 | 3,0 |
| Ознаки окисненого жиру                 | 0,0                              | 1,5               | 1,5 | 1,0 | 1,5 | 1,5 | 1,0 | 1,0 | 2,0 |
| <i>Характеристика консистенції</i>     |                                  |                   |     |     |     |     |     |     |     |
| Щільність м'яса                        | 4,0                              | 4,0               | 3,5 | 3,5 | 4,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,0 |
| Соковитість                            | 4,0                              | 4,0               | 3,0 | 3,0 | 2,0 | 2,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 |
| Ніжність                               | 3,0                              | 3,0               | 3,0 | 3,0 | 2,5 | 2,5 | 3,0 | 3,0 | 3,0 |
| Загальне сенсорне враження             | 5,0                              | 3,5               | 4,0 | 4,5 | 3,5 | 3,0 | 4,5 | 4,5 | 4,0 |

Джерело: розроблено автором на основі власних досліджень

Для більш наочного відображення було побудовано профілограми флейвору контрольного та дослідних зразків.

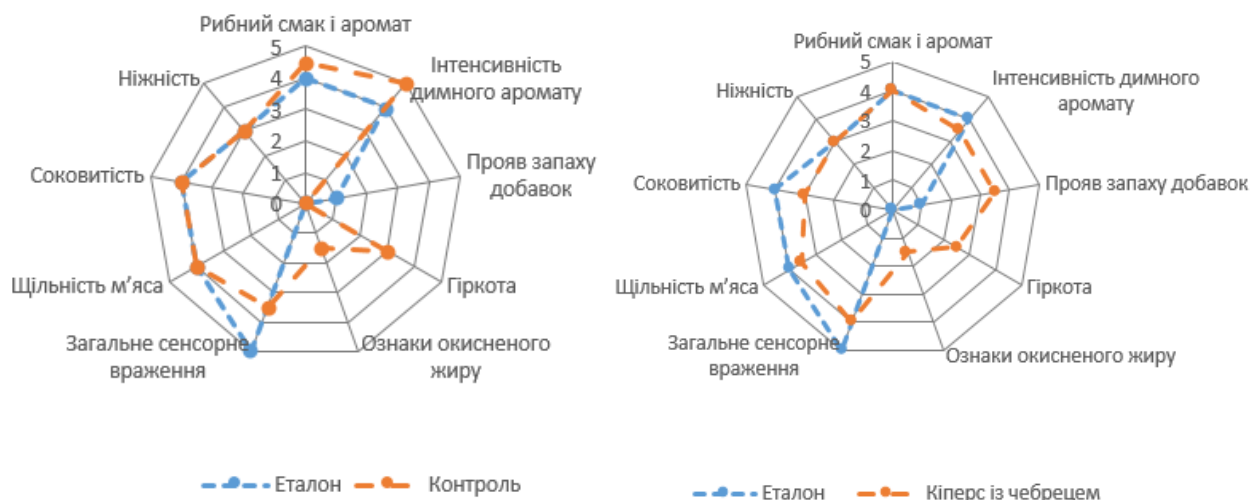


Рисунок 5. Профілограма флейвору контрольного зразка та кіперса із чебрецем

Профілограма контрольного зразка відображає домінування рибного та димного ароматів за відсутності пряних нот, що формує типовий сенсорний профіль риби холодного копчення. Для зразка з чебрецем характерне помірне посилення пряних нот на фоні збереження рибного та димного компонентів флейвору.

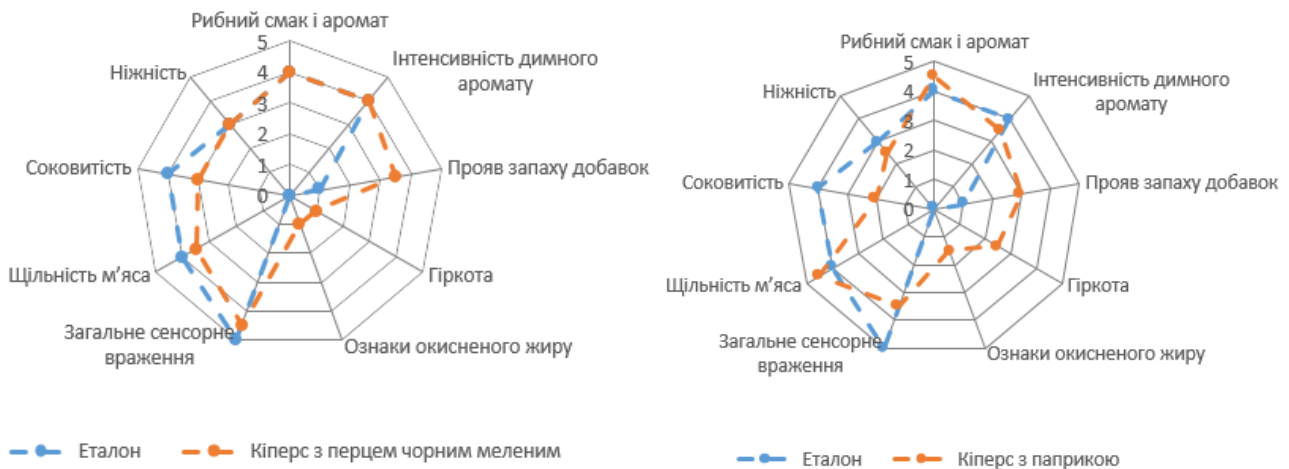


Рисунок 6. Профілограма флейвору кіперса з перцем чорним меленим та кіперса з паприкою

Профіль флейвору зразка з чорним перцем меленим відзначається високим ступенем збалансованості сенсорних характеристик без домінування окремих дескрипторів. Використання паприки зумовлює помірну інтенсивність пряних нот, що поєднуються з димним ароматом без істотного впливу на рибний смак.

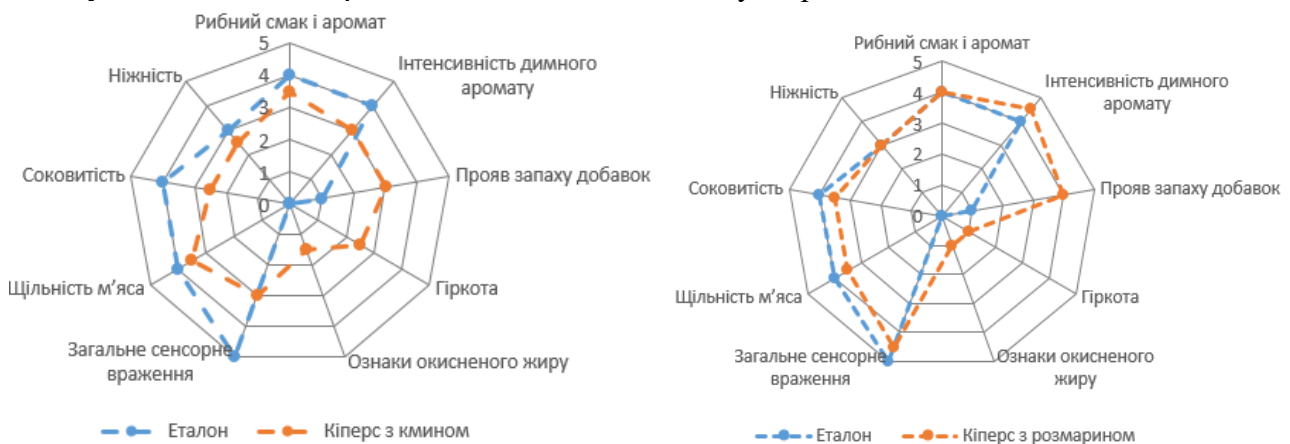


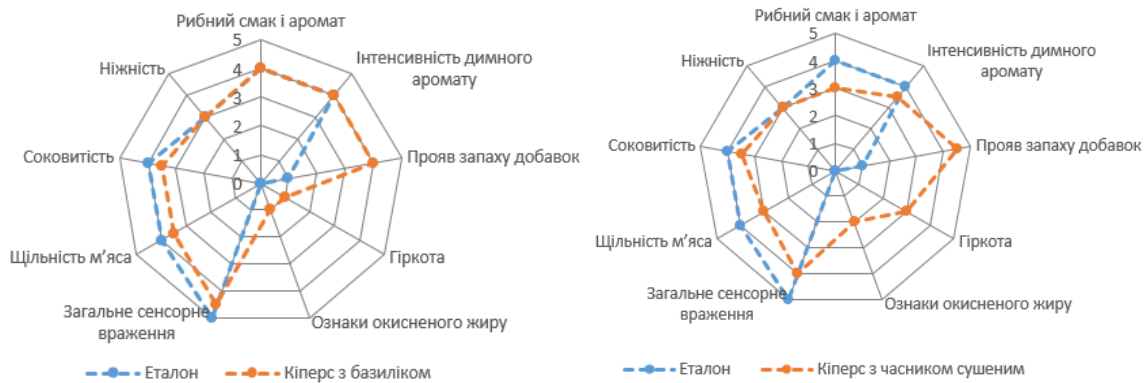
Рисунок 7. Профілограма флейвору кіперса з кмином та кіперса з розмарином

Профілограма зразка з кмином свідчить про більш виражену специфічність флейвору та підвищену інтенсивність окремих дескрипторів. Для зразка з розмарином характерне гармонійне поєднання рибного, димного тапряного компонентів, що формує збалансований сенсорний профіль.

Профіль флейвору зразка з базиліком характеризується м'якою інтеграцією пряних нот у загальну структуру флейвору без порушення його збалансованості. Зразок із сушеним часником відзначається підвищеною інтенсивністю характерного пряного аромату, що впливає на загальне сенсорне сприйняття продукту.

Побудовані органолептичні профілі флейвору риби холодного копчення з різними видами прянощів наочно відображають відмінності між дослідними зразками за інтенсивністю та співвідношенням окремих сенсорних дескрипторів. На відміну від узагальненої

органолептичної оцінки, графічне представлення результатів дозволило оцінити не лише рівень окремих показників, а й ступінь їх збалансованості у структурі флейвору.



**Рисунок 8.** Профілограма флейвору кіперса з базиліком та кіперса з часником сушеним

Контрольний зразок характеризувався домінуванням рибного та димного ароматів за відсутності пряних нот, що формувало типовий, проте менш різноманітний сенсорний профіль. Для частини дослідних зразків з додаванням прянощів спостерігалася підвищена інтенсивність окремих дескрипторів, зокрема прояву запаху добавок або гіркоти, що призводило до певної дисгармонії флейвору.

Найбільш збалансовані органолептичні профілі зафіксовано у зразках з додаванням розмарину, базиліку та чорного перцю меленого. Для зазначених зразків характерним було гармонійне поєднання рибного смаку і аромату з димними та пряними нотами без домінування окремих компонентів. Рівень гіркоти та ознак окисненого жиру у цих зразках був мінімальним, що позитивно впливало на загальне сенсорне сприйняття продукту.

Аналіз профілів консистенції свідчить, що зразки з розмарином, базиліком та чорним перцем меленим характеризувалися стабільними показниками щільності м'яса, соковитості та ніжності, що відповідає вимогам до якісної риби холодного копчення. Використання зазначених прянощів не призводило до погіршення структурно-механічних властивостей продукту.

На підставі результатів узагальненої органолептичної оцінки, профільної сенсорної оцінки та аналізу органолептичних профілів флейвору для подальших досліджень було обґрунтовано відібрано зразки риби холодного копчення з додаванням розмарину, базиліку та чорного перцю меленого. Саме ці зразки характеризувалися найвищою сенсорною привабливістю та найбільш гармонійним флейвором, що робить їх перспективними для подальшого вдосконалення технології та розширення асортименту копченої рибної продукції.

Отримані результати підтверджуються з сучасними уявленнями про механізми формування флейвору рибної продукції та вплив технологічних факторів і рецептурних компонентів на сенсорні характеристики готового продукту. Встановлений у даному дослідженні виражений вплив прянощів на інтенсивність і збалансованість сенсорного профілю підтверджується результатами інших авторів, які відзначають ключову роль летких сполук рослинного походження у формуванні аромату харчових продуктів (Wang et al., 2022; Zhang et al., 2022).

Зокрема, отримані дані щодо підвищення сенсорної привабливості зразків із базиліком, чорним перцем та чебрецем перебувають у відповідності з результатами досліджень, у яких встановлено, що ефірні олії цих прянощів містять комплекс ароматичних сполук (терпени, фенольні компоненти), здатних гармонійно інтегруватися у флейвор м'ясних і рибних продуктів без домінування окремих нот (Shahidi & Zhong, 2010; Wang et al., 2022).

Водночас встановлене у даній роботі зниження збалансованості флейвору у зразках із часником, кмином та паприкою відповідає літературним даним щодо можливого домінування

окремих ароматичних компонентів при використанні інтенсивних прянощів. За даними Zhang et al. (2022), надмірна концентрація певних летких сполук може призводити до дисбалансу сенсорного профілю та появи небажаних характеристик, зокрема гіркоти або різких ароматичних відтінків.

Отримані результати щодо гармонійного поєднання димного та пряного компонентів флейвору також корелюють з сучасними дослідженнями процесів копчення. Показано, що у процесі холодного копчення відбувається утворення складного комплексу летких сполук, які взаємодіють із компонентами сировини та добавок, формуючи індивідуальний сенсорний профіль продукту (Chen et al., 2023). При цьому характер взаємодії залежить від хімічного складу доданих інгредієнтів, що підтверджується результатами даного дослідження.

Особливу увагу слід звернути на результати профільного сенсорного аналізу, які свідчать про зміну співвідношення дескрипторів залежно від виду прянощів. Аналогічні підходи описані у роботах Androschuk & Golembovska (2025), де показано, що профільний аналіз дозволяє більш детально оцінити структуру флейвору та виявити не лише рівень окремих характеристик, але й їх взаємозв'язок і збалансованість.

Крім того, встановлена відсутність негативного впливу більшості досліджуваних прянощів на показники консистенції узгоджується з результатами інших досліджень, які свідчать, що рослинні добавки зазвичай не впливають суттєво на структурно-механічні властивості продуктів при використанні у технологічно обґрунтованих концентраціях (Wang et al., 2022).

Отримані результати підтверджують встановлені закономірності з сучасними дослідженнями процесів формування флейвору копченої риби. Зокрема, у роботі Mokh et al. (2024) встановлено, що в процесі копчення формується складний комплекс летких сполук, серед яких домінують феноли, альдегіди та кетони, що визначають характерний аромат і смак продукції. Ідентифікація понад 80 летких компонентів свідчить про багатокомпонентну природу флейвору копченої риби, який формується внаслідок взаємодії компонентів диму з білками та ліпідами рибної тканини. Це пояснює отримані у даному дослідженні відмінності у сенсорному профілі зразків залежно від використаних прянощів, які, взаємодіючи з продуктами копчення, модифікують загальну ароматичну композицію.

Дані також відповідають результатам досліджень Obugara et al. (2026), у яких показано, що копчена риба характеризується високими початковими органолептичними показниками, зокрема смаку, аромату та текстури, що підтверджує високу споживчу привабливість таких продуктів. Водночас встановлено, що сенсорні показники можуть істотно змінюватися під впливом технологічних факторів та умов обробки. У даному дослідженні аналогічно встановлено варіювання інтенсивності дескрипторів флейвору залежно від складу рецептури, що підтверджує визначальну роль додаткових інгредієнтів у формуванні сенсорних характеристик.

Крім того, результати підтверджуються з висновками Ekelemu et al. (2021), які довели, що використання прянощів є ефективним способом покращення органолептичних характеристик копченої риби. Зокрема, додавання рослинних компонентів сприяє підвищенню інтенсивності смаку та аромату, а також формуванню більш гармонійного сенсорного профілю продукції. Це підтверджується отриманими у даному дослідженні результатами, де зразки з базиліком, чорним перцем меленим та чебрецем характеризувалися найбільш збалансованим флейвором без домінування окремих дескрипторів.

Таким чином, результати дослідження перебувають у відповідності з сучасними науковими уявленнями про механізми формування флейвору копченої риби та підтверджують доцільність використання прянощів як інструменту цілеспрямованого модифікування сенсорного профілю продукції.

**ВИСНОВКИ.** Встановлено, що використання прянощів суттєво впливає на формування органолептичних характеристик риби холодного копчення типу «Кіперс», зокрема на

інтенсивність та збалансованість флейвору. За результатами узагальненої органолептичної оцінки визначено варіювання інтегрального показника якості в межах 15,0–18,0 балів залежно від виду використаних прянощів, що свідчить про різний рівень сенсорної привабливості дослідних зразків.

Найвищі значення загального органолептичного балу отримано для зразків із базиліком та чорним перцем меленим (18,0 бала), а також чебрецем (17,5 бала). Для цих зразків встановлено гармонійне поєднання рибного смаку, димного аромату та пряних компонентів без домінування окремих дескрипторів. Інтенсивність основних сенсорних характеристик перебувала в оптимальних межах 3,5–4,5 бала, що забезпечувало формування збалансованого сенсорного профілю.

Результати профільного сенсорного аналізу показали, що інтенсивність дескриптора «рибний смак і аромат» змінювалася в межах 3,0–4,5 бала, при цьому для зразків із базиліком, чорним перцем меленим та чебрецем забезпечувалося збереження типового рибного профілю на рівні 4,0–4,5 бала. Інтенсивність димного аромату варіювала в межах 3,5–5,0 бала, причому найбільш гармонійне поєднання димного та пряного компонентів встановлено для зазначених зразків.

Встановлено, що використання прянощів у досліджуваних концентраціях не призводить до погіршення структурно-механічних властивостей продукту. Показники консистенції відповідали вимогам до риби холодного копчення та перебували в межах: щільність м'яса — 3,0–4,5 бали, соковитість — 2,0–4,0 бали, ніжність — 2,5–3,5 бали.

Отже, на підставі узагальненої органолептичної оцінки та профільного сенсорного аналізу обґрунтовано доцільність використання базиліку, чорного перцю меленого та чебрецю для формування оптимального флейвору риби холодного копчення типу кіперс, що забезпечує високі значення інтегрального показника якості та збалансованість сенсорного профілю.

**Подяки.** Немає

**Конфлікт інтересів.** Немає.

## References

- Androschuk, O., & Golembowska, N. (2025). Research of organoleptic properties of fish minced semi-finished products with the addition of beer grains using the flavor profile method. *Human Health and Nation*, 3(3). <https://doi.org/10.31548/humanhealth.3.2025.99>
- Chen, X., Zhang, Y., Li, H., & Wang, Z. (2023). Changes in volatile compounds and flavor characteristics of smoked fish during processing. *Foods*, 12(5), 1023. <https://doi.org/10.3390/foods12051023>
- Domínguez, R., Gómez, M., Fonseca, S., & Lorenzo, J. M. (2019). Effect of different cooking methods on lipid oxidation and formation of volatile compounds in food. *Food Research International*, 121, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.03.034>
- DSTU ISO 6564:2005 (2005). "Sensory research. Methodology. Methods for creating a flavor spectrum"
- DSTU ISO 8586 (2019). "Sensory research. General guidelines for the selection, training and monitoring of experts"
- DSTU ISO 11035 (2005). "Sensory research. Identification and selection of descriptors for establishing the sensory profile of a sample"
- Ekelemu, J. K., Nwabueze, A. A., Irabor, A. E., & Otuye, N. J. (2021). Spicing: A means of improving organoleptic quality and shelf life of smoked catfish. *Scientific African*, 13, e00930. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2021.e00930>
- Jelen, H. H. (2012). Aroma compounds in food: A review. *Food Chemistry*, 130(4), 797–804. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.07.091>

- Kyslytsia, Y. O., & Menchynska, A. A. (2026). Characteristics of mineral composition of African catfish (*Clarias gariepinus*) meat. *Human Health and Nation*, 4(1), 32–43. <https://doi.org/10.31548/humanhealth.1.2026.32>
- Mokh, S., Lacalle-Bergeron, L., Izquierdo-Sandoval, D., Corell, M. C., Beltran, J., Sancho, J. V., & Portolés, T. (2024). Identification and quantification of flavor compounds in smoked tuna fish based on GC-Orbitrap volatolomics approach. *Food Chemistry*, 449, 139312. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.139312>
- Obugara, J. E., Nwabueze, A. A., Okoro, P. U., & Okpu, P. N. (2026). Sensory evaluation and shelflife of smoke-cured *Clarias gariepinus* preserved with different sources of fuel energy. *Journal of Science Research and Reviews*, 3(1), 114–132. <https://doi.org/10.70882/josrar.2026.v3i1.139>
- Shahidi, F., & Zhong, Y. (2010). Lipid oxidation and improving the oxidative stability. *Chemical Society Reviews*, 39, 4067–4079. <https://doi.org/10.1039/b922183m>
- Wang, Y., Li, F., Chen, S., & Liu, Y. (2022). Formation of flavor compounds in fish and fish products: A review. *Aquaculture Reports*, 24, 101135. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2022.101135>
- Zhang, L., Cao, Y., & Kong, B. (2022). Recent advances in flavor chemistry of aquatic products. *Food Chemistry*, 374, 131695. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.131695>
- Golembowska, N. V., Kryzhova, Y. P., Bal-Prylypko, L. V., Slobodianiuk, N. M., & Izraelyan, V. M. (2023). *Sensornyi analiz: Navchalnyi posibnyk* [Сенсорний аналіз: навчальний посібник]. NUBiP Ukrainy. <https://dglib.nubip.edu.ua/handle/123456789/10631>
- Haruna, M. Y., Bello, M. M., Dadile, M. A., & Mohammed, A. M. (2021). Assessment of cinnamon (*Cinnamomum verum*) bark extract on proximate composition and sensory qualities of smoked-dried African catfish (*Clarias gariepinus* (Burchell, 1822)). *Asian Journal of Fisheries and Aquatic Research*, 14(1), 1–6. <https://doi.org/10.9734/ajfar/2021/v14i130285>

УДК 664.681:664.65:641.85:159.937

<https://doi.org/10.31548/humanhealth.2.2026.97>

## МУЛЬТИСЕНСОРНИЙ ДИЗАЙН ДЕСЕРТІВ: ІНТЕГРАЦІЯ ТЕКСТУРИ, КОЛЬОРУ ТА АРОМАТУ ЯК ФАКТОР ФОРМУВАННЯ СПОЖИВЧОГО ДОСВІДУ

**Ірина Михайлівна Белова**

*кандидат економічних наук, доцент*

<https://orcid.org/0000-0002-5399-3654>

*Західноукраїнський національний університет*

*46009, вул. Львівська, 11, м. Тернопіль, Україна*

**Ігор Ярославович Стадник**

*доктор технічних наук, професор*

<https://orcid.org/0000-0003-4126-3256>

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя,*

*46025, вул. Руська, 56, м. Тернопіль, Україна*

**Євгеній Владиславович Сухенко**

*аспірант, молодший науковий співробітник Лабораторії тепломасообміну в багатокомпонентних дисперсних системах*

<https://orcid.org/0000-0002-9726-6352>

*Інститут технічної теплофізики НАН України*

*03680, вул. Марії Капніст, 2а, м. Київ, Україна*

**Владислав Юрійович Сухенко**

*доктор технічних наук, професор*

<https://orcid.org/0000-0002-8325-333>

*Черкаський державний технологічний університет*

*18006, бульв. Шевченка, 460, м. Черкаси, Україна*

**Анотація.** Десерти належать до харчових продуктів із високою щільністю сенсорних сигналів, де споживча прийнятність формується не лише смаком, а й текстурою, кольором, ароматом, температурою, контрастом шарів і динамікою відчуттів під час споживання. Сучасні дослідження мультисенсорного сприйняття доводять, що зорові, нюхові та орально-соматосенсорні сигнали можуть змінювати очікування, інтенсивність смаку, ароматичну виразність і гедонічну оцінку продукту.

Метою статті є розроблення науково обґрунтованої моделі мультисенсорного дизайну десертів, що інтегрує текстуру, колір та аромат як взаємопов'язані технологічні фактори формування споживчого досвіду.

Дослідження виконано як технологічне моделювання на основі аналізу сучасних міжнародних досліджень у галузі мультисенсорного сприйняття харчових продуктів і технології десертних систем. Використано системний підхід, рецептурно-технологічне проєктування, матричне моделювання, нормування функцій бажаності та побудову індексу мультисенсорної узгодженості.

Запропоновано концептуальну модель десерту як багатокомпонентної сенсорної системи, у якій текстура визначає оральну динаміку й темп споживання, колір формує очікування смаку та інтенсивності, аромат модулює сприйняття солодкості, свіжості й складності. Розроблено та спроектовано матрицю десертних прототипів із різним рівнем текстурного контрасту, кольоро-ароматичної конгруентності та ароматичної інтенсивності. Обґрунтовано індекс мультисенсорної узгодженості, який включає текстурну варіативність, відповідність кольору очікуваному смаку, ароматичну конгруентність, часову еволюцію відчуттів і технологічну відтворюваність. Наукова новизна полягає у переході від описового

використання кольору, текстури й аромату в десертах до їх інтегрованого технологічного проектування як керованих факторів споживчого досвіду.

**Ключові слова:** органолептична оцінка, гедонічна цінність, смакове сприйняття, візуальні сигнали, харчова поведінка, розроблення харчових продуктів, сенсорне позиціонування.

UDC 664.681:664.65:641.85:159.937

<https://doi.org/10.31548/humanhealth.2.2026.97>

## MULTI-SENSORY DESIGN OF DESSERTS: INTEGRATION OF TEXTURE, COLOR, AND AROMA AS A FACTOR IN SHAPING THE CONSUMER EXPERIENCE

**Iryna Belova**

*Candidate of Economic Sciences, Associate Professor,  
Western Ukrainian National University, 46001 Lvivska St. 11, Ternopil, Ukraine,*

<https://orcid.org/0000-0002-1497-7133>

**Igor Stadnyk**

*Doctor of Technical Sciences, Professor*

<https://orcid.org/0000-0003-4126-3256>

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University,  
46025, 56 Ruska Str., Ternopil, Ukraine*

**Yevhenii Sukhenko**

*Postgraduate student, Junior Researcher of the Laboratory of Heat and Mass Transfer in  
Multicomponent Disperse Systems*

<https://orcid.org/0000-0002-9726-6352>

*Institute of Engineering Thermophysics of the National Academy of Sciences of Ukraine  
03680, Marii Kapnist Street, 2a, Kyiv, Ukraine*

**Vladyslav Sukhenko**

*Doctor of Technical Sciences, Professor*

<https://orcid.org/0000-0002-8325-333>

*Cherkasy State Technological University  
18006, Shevchenko Boulevard, 460, Cherkasy, Ukraine*

**Abstract.** Desserts are food products with a high density of sensory cues, where consumer acceptance is shaped not only by taste but also by texture, colour, aroma, temperature, layer contrast and the temporal dynamics of sensations during consumption. Modern research on multisensory perception shows that visual, olfactory, and oral-somatosensory cues can modify expectations, taste intensity, aroma expression, and hedonic evaluation.

The purpose of the article is to develop a scientifically grounded model of multisensory dessert design that integrates texture, colour and aroma as interconnected technological factors in shaping consumer experience.

The study is designed as technological modeling based on contemporary international research in sensory analysis, crossmodal perception, and food technology, crossmodal correspondences, texture-taste-aroma interactions, and dessert systems. Systems analysis, formulation and technological design, matrix modeling, normalization of desirability functions, and construction of a multisensory congruence index are used.

A conceptual model of dessert as a multicomponent sensory system is proposed. Texture determines oral dynamics and eating tempo, colour shapes expectations of taste and intensity, and aroma modulates perceived sweetness, freshness and complexity. A matrix of dessert prototypes with different levels of textural contrast, colour-aroma congruence and aroma intensity is developed. A multisensory congruence index is proposed, incorporating textural balance, colour-taste

correspondence, aroma congruence, temporal evolution of sensations and technological reproducibility. The scientific novelty lies in the transition from descriptive use of colour, texture and aroma in desserts to their integrated technological design as controllable factors of consumer experience.

**Keywords:** organoleptic assessment, hedonic value, taste perception, visual cues, eating behavior, food development, sensory positioning.

**ВСТУП.** Десерти посідають особливе місце серед харчових продуктів, оскільки їхня споживча цінність значною мірою визначається емоційною, гедонічною та естетичною складовими. На відміну від продуктів базового харчування, де домінують ситність, поживність або технологічна зручність, десерт часто сприймається як завершення прийому їжі, елемент гастрономічного задоволення, ритуалу чи особистого досвіду. Саме тому під час розроблення десертів недостатньо контролювати лише рецептуру, масову частку сухих речовин, вологість, кислотність або стабільність структури. Не менш важливим є те, як продукт виглядає, як він пахне, як змінюється у роті, які очікування формує до споживання і які відчуття залишає після нього.

Традиційний підхід до технології десертів часто розглядає текстуру, колір і аромат як окремі характеристики якості. Текстура описується через в'язкість, крихкість, кремівість, твердість або танення; колір – через інтенсивність, тон і рівномірність; аромат – через наявність характерного профілю і відсутність сторонніх запахів. Однак для споживача ці ознаки не існують ізольовано. Колір може підсилювати очікування солодкості або кислотності, аромат може змінювати сприйняття смаку, а текстура може впливати на тривалість вивільнення аромату та відчуття насиченості. Отже, десерт доцільно розглядати як мультисенсорну систему, у якій технологічні параметри формують не суму окремих властивостей, а цілісний споживчий досвід.

Актуальність теми посилюється змінами у споживчій поведінці. Споживачі дедалі частіше очікують від десертів не лише солодкого смаку, а й текстурного контрасту, натурального кольору, впізнаваного аромату, помірної солодкості та оригінальної подачі. Водночас харчова промисловість і крафтове виробництво шукають способи зменшити вміст цукру, насичених жирів і штучних ароматизаторів без втрати гедонічної привабливості. Саме мультисенсорний дизайн може стати інструментом такої оптимізації: ароматичні ноти можуть компенсувати зниження солодкості, текстурний контраст може підвищувати відчуття складності, а колір може коригувати очікування щодо смаку.

Наукова проблема полягає в тому, що в технології десертів текстура, колір і аромат часто проєктуються послідовно, а не інтегровано. Внаслідок цього можливі сенсорні конфлікти: яскравий ягідний колір без відповідного аромату; кремєва текстура із занадто різким кислим профілем; хрусткий елемент, який втрачає властивості через контакт із вологою фазою; аромат, що не відповідає візуальному образу продукту. Для уникнення таких невідповідностей потрібна модель, яка дозволяє оцінювати не лише інтенсивність окремих сенсорних ознак, а й їхню узгодженість.

Мета дослідження полягала у розробленні науково обґрунтованої моделі мультисенсорного дизайну десертів, що інтегрує текстуру, колір та аромат як взаємопов'язані технологічні фактори формування споживчого досвіду.

Для досягнення мети поставлено такі завдання: визначити технологічні функції текстури, кольору й аромату в десертних системах; систематизувати ключові механізми їхньої мультисенсорної взаємодії; сформувати матрицю десертних прототипів із різним рівнем сенсорної конгруентності; запропонувати індекс мультисенсорної узгодженості; обґрунтувати протокол подальшої сенсорної перевірки розробленої моделі.

**ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.** Мультисенсорне сприйняття смаку і флейвору є одним із ключових напрямів сучасної сенсорної науки. С. Spence підкреслює, що флейвор є

результатом інтеграції сигналів від смаку, нюху, тригемінальних відчуттів, дотику, зору та слуху, а не простим наслідком стимуляції смакових рецепторів (Spence, 2015). Подібну позицію обґрунтовують M. Auvray and C. Spence (2008), які розглядають сприйняття флейвору, як мультисенсорну перцептивну систему, де акт споживання об'єднує хімічні, тактильні, візуальні й інші сигнали у цілісний образ продукту

Для десертів особливо важливими є *crossmodal correspondences* – сталі або статистично повторювані відповідності між сенсорними модальностями. C. Spence and C. Levitan (2021) показують, що люди систематично пов'язують базові смаки з певними кольорами, а такі відповідності можуть використовуватися у дизайні харчових продуктів і маркетингових комунікаціях. В. Lee and C. Spence (2022) узагальнюють зв'язки між базовими смаками й візуальними ознаками, зокрема кольором і формою, наголошуючи на ролі культурного контексту, статистичного навчання та емоційного посередництва. Це означає, що колір десерту не є лише декоративним параметром: він бере участь у формуванні очікуваного смаку ще до першого контакту продукту з ротовою порожниною.

Значення візуальної інформації підтверджують і експериментальні роботи. К. Okajima and C. Spence (2011) показали, що візуальна текстура харчового продукту може впливати на сприйняття смаку й аромату навіть без зміни фактичної рецептури. Автори дослідили ефект *color-induced aroma illusion* і довели, що колір може модулювати сприйняття аромату, прийнятність та емоційні реакції споживачів (S. Jeesan and H. Seo, 2020). Для десертів це має принципове значення, оскільки візуальна очікуваність ягідного, шоколадного, карамельного, цитрусового або ванільного профілю може підсилювати або послаблювати фактичне ароматичне враження.

Не менш важливою є взаємодія текстури й аромату. R. Visschers et al. (2006) дослідили *cross-modal interactions* між текстурою і ароматом та показали, що такі взаємодії не зводяться лише до способу нюхової стимуляції. L. Lethuaut et al. (2004) на прикладі модельних молочних десертів встановили, що сприйняття флейвору змінюється залежно від текстурних характеристик і рівня сахарози, хоча профілі вивільнення окремих ароматичних сполук можуть не повністю пояснювати сенсорні відмінності. С. Tournier, C. Sulmont-Rossé, E. Sémon, A. Vignon, S. Issanchou та E. Guichard показали, що *texture-taste-aroma interactions* у десертах мають як фізико-хімічні, так і когнітивні механізми (Tournier et al., 2009).

Текстура є однією з центральних характеристик десертного досвіду. Дослідили сприйняття кольору та текстури молочних десертів і пов'язали споживчі характеристики з інструментальними вимірюваннями кольору та реологічних властивостей (L. González-Tomás and E. Costell, 2006). Дослідження кремовості напівтвердих продуктів показують, що споживча прийнятність залежить від комплексного поєднання густоти, гладкості, покриття ротової порожнини, швидкості танення та жирового сприйняття (Richardson-Harman et al., 1999). У контексті десертів це свідчить, що текстуру слід проєктувати не тільки як механічну властивість, а як часовий сценарій споживання.

Окремий пласт досліджень пов'язаний із десертами як багатошаровими або багатокомпонентними системами. Сприйняття складності двошарових шоколадних десертів залежить від кількості відчуттів і їхньої послідовності під час споживання, а оцінювання таких продуктів потребує врахування реальної поведінки споживача під час їжі (Palczak et al., 2019). Колір десертів впливає на очікування та сприйняття, причому ці ефекти залежать від культурної знайомості з продуктом (Jantathai et al., 2014).

Мультисенсорний підхід має також прикладне значення для реформування десертів. Ароматично зумовлені *cross-modal interactions* можуть використовуватися для зменшення цукру в молочних десертах без різкого погіршення гедонічної оцінки (Alcaire et al., 2017). Це відкриває можливість проєктувати десерти не лише як більш привабливі, а й як технологічно адаптовані до сучасних вимог щодо харчової цінності (Bertelsen. et al., 2024).

Отже, наукова література переконливо підтверджує, що текстура, колір і аромат у десертах взаємодіють на кількох взаємопов'язаних рівнях — фізико-хімічному,

перцептивному, когнітивному та культурному, формуючи цілісний споживчий досвід. Зокрема, фізико-хімічні характеристики визначають механізми вивільнення ароматичних сполук і структуру продукту, тоді як перцептивні й когнітивні процеси впливають на інтерпретацію сенсорних сигналів і формування очікувань споживача. Культурний контекст, у свою чергу, модулює сприйняття відповідності між кольором, ароматом і смаком. Водночас, спостерігається дефіцит прикладних, технологічно орієнтованих моделей, які дозволяють системно та керовано проєктувати цю взаємодію на етапі розроблення десертного продукту, враховуючи як сенсорні, так і виробничі фактори.

**МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ.** Дослідження виконано як теоретико-технологічне моделювання на основі аналізу сучасних міжнародних наукових джерел у сфері сенсорного аналізу, харчової реології, мультисенсорного сприйняття флейвору (multisensory flavor perception), міжмодальних відповідностей (crossmodal correspondences) та технології приготування десертів. Такий дизайн дозволяє сформуванню обґрунтованої моделі проєктування, не порівнюючи розрахункові або концептуальні показники з фактичними лабораторними результатами.

Об'єктом моделювання є десертна система, що складається з трьох функціональних сенсорних модулів: кремового або мусового базового шару; фруктово-ягідного або шоколадного ароматично-кольорового шару; хрусткого або желевого текстурного включення. Предметом моделювання є взаємодія текстурних, кольорових та ароматичних факторів у формуванні очікуваного і фактичного споживчого досвіду.

Для систематизації ключових факторів мультисенсорного дизайну десертів та їхніх потенційних ризиків сформовано узагальнену класифікацію, подану в табл. 1.

**Таблиця 1.** Фактори мультисенсорного дизайну десертів

| <b>Група факторів</b> | <b>Технологічні параметри</b>   | <b>Сенсорна функція</b>  | <b>Потенційний ризик неузгодженості</b>                                |
|-----------------------|---|--|--|
| Текстура              | В'язкість, твердість, крихкість, кремівість, танення, контраст шарів  | формує оральну динаміку, темп споживання і відчуття складності | надмірна жорсткість, липкість, водянистість, втрата хрусткості         |
| Колір                 | тон, насиченість, світлість, природність, контраст                    | формує очікування смаку, свіжості, солодкості або кислотності  | колір не відповідає аромату або смаку                                  |
| Аромат                | інтенсивність, профіль, конгруентність, ретроназальна тривалість      | модулює солодкість, свіжість, насиченість і післясмак          | аромат надто слабкий, штучний або конфліктний щодо кольору             |
| Динаміка споживання   | порядок руйнування шарів, змішування фаз, зміна домінантних відчуттів | створює цілісний досвід від першого контакту до післясмаку     | одночасне домінування багатьох сигналів або швидке сенсорне виснаження |

**Джерело:** розроблено авторами на основі узагальнення досліджень мультисенсорного флейвору та десертних систем (Spence, 2015).

Як видно з табл. 1, мультисенсорний дизайн десертів передбачає не лише окреме керування текстурою, кольором або ароматом, а й контроль їхньої взаємної узгодженості в процесі споживання.

Для оцінювання десертних прототипів запропоновано індекс мультисенсорної узгодженості IMU:

$$IMU = 0,25T + 0,25C + 0,25A + 0,15D + 0,10R,$$

де T – текстурна збалансованість; C – кольоро-смакова відповідність; A – ароматична конгруентність; D – динаміка споживання; R – технологічна відтворюваність.

Вагові коефіцієнти індексу IMU можуть бути уточнені на основі емпіричних даних із застосуванням методів багатовимірної статистики, зокрема факторного аналізу або аналізу головних компонентів, що дозволяє врахувати реальний внесок окремих сенсорних факторів у формування споживчого досвіду. Кожен показник нормується в інтервалі від 0 до 1. Подальша валідація індексу IMU може бути здійснена шляхом кореляційного аналізу між його значеннями та гедонічними оцінками споживачів, що дає змогу оцінити прогностичну здатність моделі. Високе значення IMU свідчить не про максимальну інтенсивність усіх сенсорних ознак, а про їхню взаємну відповідність і здатність формувати цілісний досвід.

Нормування часткових показників здійснюється за експертно-сенсорною шкалою: 0–0,39 – низька відповідність; 0,40–0,69 – часткова відповідність; 0,70–0,84 – достатня відповідність; 0,85–1,00 – висока відповідність. Для подальшої експериментальної перевірки модель може бути доповнена даними профільного сенсорного аналізу, САТА, ТСАТА, TDS, інструментальної реології, колориметрії та GC-MS або GC-O аналізу ароматичних сполук. Якісні рівні оцінювання можуть бути формалізовані у вигляді числових значень у діапазоні від 0 до 1 для подальшого розрахунку індексу IMU та проведення порівняльного аналізу десертних прототипів.

**РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ.** У межах запропонованої моделі десертна система інтерпретується як динамічна послідовність сенсорних стимулів. У формалізованому вигляді мультисенсорний досвід може бути представлений як функція  $S(t)$ , де  $t$  – час споживання, а  $S$  – вектор домінуючих сенсорних характеристик. Це є концепція динамічного сенсорного сприйняття, відповідно до якої оцінювання харчового продукту є функцією часу та зміни домінуючих сенсорних стимулів. Перша подія виникає ще до споживання та пов'язана з кольором, формою й візуальною текстурою. Друга подія формується під час наближення продукту до споживача, коли активується ортоназальне сприйняття аромату. Третя подія відбувається у ротовій порожнині, де поєднуються солодкість, кислотність, кремовість, хрусткість, танення, температура і ретроназальний аромат. Четверта подія пов'язана з післясмаком, відчуттям насиченості та бажанням повторного споживання.

Виходячи з цього, десертний дизайн має бути побудований за принципом сенсорної послідовності (табл. 2). Колір повинен не просто бути привабливим, а задавати правильну гіпотезу щодо смаку й аромату. Аромат має підтверджувати або делікатно розширювати цю гіпотезу, а текстура забезпечувати зміну відчуттів не створюючи механічного дискомфорту.

За даними сучасних сенсорних досліджень, значна частина гедонічної оцінки десертних продуктів формується ще до фактичного споживання через візуальні та ароматичні очікування, тоді як текстурна динаміка суттєво впливає на тривалість післясмаку та загальну споживчу задоволеність. Навіть за однакової рецептурної основи зміна кольорово-ароматичної конгруентності або текстурного контрасту може суттєво впливати на сприйняття продукту. Саме тому доцільно перейти від ізольованого аналізу сенсорних факторів до моделювання інтегрованих десертних прототипів.

На основі виділених у табл. 1 сенсорних факторів було сформовано матрицю мультисенсорних десертних прототипів із різними рівнями текстурного контрасту, ароматичної інтенсивності та кольорово-смакової конгруентності (табл. 2).

**Таблиця 2.** Матриця мультисенсорних десертних прототипів

| <b>Прототип</b> | <b>Текстурна архітектура</b>       | <b>Колірний профіль</b>                 | <b>Ароматичний профіль</b>    | <b>Очікуваний споживчий ефект</b>                   |
|-----------------|------------------------------------|---|-------------------------------|---|
| D1              | однорідний ванільний крем          | світло-кремовий                         | ванільно-молочний             | комфорт, м'якість, передбачуваність                 |
| D2              | крем + ягідний гель                | рожево-червоний контраст                | ягідно-ванільний              | свіжість, помірна кислотність, фруктовість          |
| D3              | шоколадний мус + хрусткий шар      | темно-коричневий з карамельним акцентом | какао, карамель, горіх        | насиченість, складність, текстурний контраст        |
| D4              | цитрусовий крем + меренгова крихта | жовтий і білий                          | лимон, ваніль, легка карамель | легкість, кислотність, хрусткість                   |
| D5              | ягідний мус + трав'яний аромат     | фіолетово-зелений контраст              | ягода, м'ята або базилік      | новизна, свіжість, ризик культурної неоднозначності |

**Джерело:** розроблено авторами.

Як показують результати, наведені в табл. 2, десертні прототипи відрізняються не лише рецептурною структурою, а й характером очікуваного сенсорного досвіду.

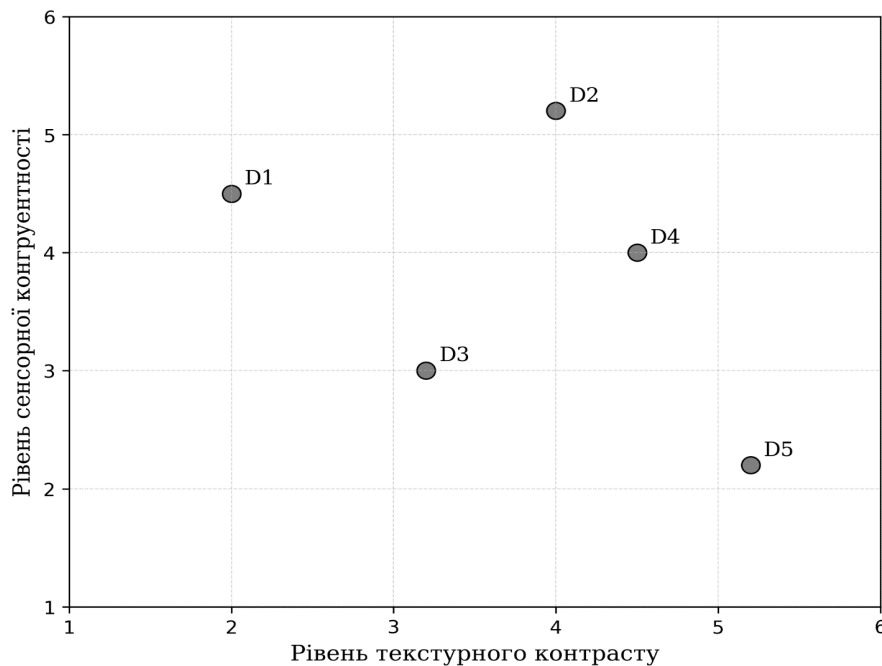
Порівняльний аналіз розроблених десертних прототипів засвідчив суттєві відмінності у співвідношенні їх технологічних, сенсорних та споживчих характеристик. Зокрема, прототип D1 характеризується найвищим рівнем технологічної передбачуваності та стабільності виробничих параметрів, що забезпечує відтворюваність якості в умовах промислового виготовлення. Водночас його сенсорний профіль є відносно простим і менш виразним, що може обмежувати рівень емоційного залучення споживача та знижувати потенціал диференціації продукту на конкурентному ринку.

Прототип D3, навпаки, демонструє значний потенціал для формування насиченого та багатокомпонентного сенсорного досвіду завдяки поєднанню інтенсивних смако-ароматичних характеристик і складної текстурної структури. Однак для забезпечення високої споживчої прийнятності необхідним є ретельний контроль співвідношення жирової фази, механічних властивостей включень та інтенсивності какао-аромату. Недостатня збалансованість зазначених параметрів може призвести до формування надмірно важкого або перенасиченого сенсорного враження.

Прототип D5 вирізняється найвищим рівнем інноваційності серед досліджуваних зразків завдяки використанню нетрадиційного колірної рішення та оригінального поєднання смако-ароматичних компонентів. Разом із тим, саме цей зразок характеризується найбільшим рівнем споживчого ризику, оскільки поєднання зеленого кольору з ягідним смаковим профілем може інтерпретуватися споживачами неоднозначно. Сприйняття такого продукту значною мірою залежить від культурного середовища, попереднього сенсорного досвіду та сформованих асоціативних очікувань щодо кольору харчового продукту.

Найбільш збалансованими з позиції масового споживчого сегмента виявилися прототипи D2 та D4. Їхні колірні характеристики, ароматичний профіль та співвідношення солодких і кислих смакових відчуттів формують високий рівень сенсорної конгруентності, що сприяє позитивному сприйняттю продукту та забезпечує відповідність очікуванням більшості потенційних споживачів. Саме тому зазначені прототипи можуть розглядатися як найбільш перспективні для подальшої оптимізації та впровадження у виробництво.

Для наочного відображення взаємозв'язку між рівнем текстурного контрасту та ступенем сенсорної конгруентності було виконано позиціонування розроблених десертних систем у двовимірному аналітичному просторі. Застосування такого підходу дозволяє оцінити кожен прототип не лише за окремими органолептичними показниками, але й з позицій комплексного мультисенсорного сприйняття, яке формується в процесі споживання продукту. Отримана модель позиціонування дає змогу виявити закономірності взаємодії текстурних, смакових, ароматичних і візуальних характеристик, а також визначити оптимальні напрями подальшого вдосконалення рецептурного складу. Результати графічного позиціонування досліджуваних десертних прототипів наведено на рис. 1



**Рисунок 1.** Карта мультисенсорного позиціонування десертних прототипів

**Джерело:** розроблено автором

Як видно з рис. 1, десертні прототипи характеризуються різним співвідношенням між текстурною складністю та сенсорною узгодженістю. Прототипи D2 і D4 займають зону підвищеної сенсорної конгруентності за достатньо високого рівня текстурного контрасту, що свідчить про збалансованість мультисенсорної композиції. Натомість D5 характеризується найвищим рівнем текстурної складності, однак демонструє нижчий рівень сенсорної узгодженості, що може супроводжуватися підвищеним ризиком сенсорного перевантаження або менш передбачуваним споживчим сприйняттям. Отримане позиціонування створює аналітичну основу для подальшого кількісного оцінювання мультисенсорної збалансованості за допомогою ІМУ-індексу.

Для кількісного порівняння мультисенсорної збалансованості запропонованих десертних систем доцільно застосувати індекс ІМУ, результати оцінювання якого наведено в табл. 3.

**Таблиця 3.** Оцінювання прототипів за індексом мультисенсорної узгодженості

| <b>Прототип</b> | <b>Т<br/>текстура</b> | <b>С<br/>колір-<br/>смак</b> | <b>А<br/>аромат</b> | <b>Д<br/>динаміка</b> | <b>Р<br/>відтворю-<br/>ваність</b> | <b>Інтерпретація</b>                                 |
|-----------------|-----------------------|------------------------------|---------------------|-----------------------|------------------------------------|--|
| D1              | висока                | висока                       | висока              | низька                | висока                             | технологічно стабільний, але сенсорно простий        |
| D2              | висока                | висока                       | висока              | достатня              | висока                             | збалансований для масового й крафтового виробництва  |
| D3              | висока                | висока                       | достатня            | висока                | достатня                           | виразний преміальний профіль                         |
| D4              | достатня              | висока                       | висока              | висока                | достатня                           | легкий десерт із контрастом кислотності й хрусткості |
| D5              | достатня              | часткова                     | достатня            | висока                | достатня                           | інноваційний, але потребує споживчої перевірки       |

**Джерело:** розроблено авторами на основі індексу ІМУ.

Відповідно до даних табл. 3, найвищий рівень мультисенсорної узгодженості демонструють прототипи D2 і D4, тоді як D5 характеризується підвищеним рівнем інноваційності та сенсорного ризику.

У технологічному сенсі найкращою стратегією є не максимізація всіх сенсорних подразників, а керування їхньою узгодженістю. Надмірно яскравий колір за слабкого аромату може спричинити розчарування; інтенсивний аромат за нейтральної візуальної подачі може сприйматися як штучний; високий текстурний контраст може підвищувати цікавість, але за надмірної твердості або крихкості – знижувати прийнятність. Тому мультисенсорний дизайн має спиратися на принцип оптимальної складності: десерт повинен мати достатньо змін у процесі споживання, але ці зміни мають бути зрозумілими та технологічно контрольованими. Цей принцип відповідає концепції оптимальної сенсорної складності, за якої продукт забезпечує достатню варіативність відчуттів без перевантаження сприйняття.

Особливе значення має текстура. Для кремових, мусових і гелевих десертів вона виконує роль носія аромату і смаку. Збільшення в'язкості може змінювати інтенсивність сприйняття аромату, швидкість вивільнення летких сполук і відчуття солодкості. Хрусткі включення підвищують динаміку споживання, але потребують бар'єрного захисту від вологи. У багатошарових десертах важливо враховувати не тільки властивості кожного шару окремо, а й те, як споживач набирає продукт ложкою: шар за шаром, змішано або з переважанням однієї фази.

Колір є першим сигналом якості десерту. Для ягідних десертів очікуваними є червоні, рожеві, фіолетові відтінки; для цитрусових – жовті та помаранчеві; для карамельних – золотисто-коричневі; для шоколадних – коричневі. Відхилення від таких відповідностей може бути використане як інноваційний прийом, але воно підвищує ризик невідповідності між очікуваним і фактичним смаком. Тому для продуктів широкого ринку доцільною є висока

кольоро-ароматична конгруентність, а для гастрономічних або преміальних десертів допустима контрольована сенсорна несподіванка.

Аромат у десертних системах виконує не лише ідентифікаційну, а й модульовальну функцію. Ваніль, карамель, вершкові та фруктові ноти можуть підвищувати сприйняття солодкості без пропорційного збільшення кількості цукру. Цитрусові й м'ятні ноти можуть підсилювати відчуття свіжості. Горіхові й какао-ноти формують насиченість і післясмак. Проте ароматична інтенсивність має бути узгоджена з кольором і текстурою: легкий мус із надто важким ароматом або темний шоколадний десерт із слабким ароматичним профілем створюють сенсорну асиметрію.

Узагальнення результатів моделювання десертних прототипів і оцінювання їхньої мультисенсорної узгодженості дозволили сформувані базові принципи технологічного проектування мультисенсорних десертів, систематизовані в табл. 4.

**Таблиця 4.** Принципи технологічного проектування мультисенсорного десерту

| Принцип            | Зміст   | Технологічне рішення   |
|--------------------|---|--|
| Конгруентність     | колір, аромат і смак підтверджують одне одного          | ягідний колір – ягідний аромат – помірні кислотність           |
| Контраст           | продукт містить керовану зміну текстури або температури | кремова фаза + хрустке включення або гель                      |
| Послідовність      | сенсорні доміанти змінюються в часі                     | спочатку аромат, потім кремівість, далі хрусткість і післясмак |
| Помірна складність | кількість сенсорних сигналів не перевантажує сприйняття | 2-3 основні доміанти замість багатьох непов'язаних акцентів    |
| Відтворюваність    | сенсорний ефект стабільний між партіями                 | контроль в'язкості, вологості, кольору, дозування аромату      |

**Джерело:** розроблено авторами.

Як видно з табл. 4, ефективний мультисенсорний дизайн базується не на максимізації окремих сенсорних сигналів, а на їхній контрольованій послідовності, конгруентності та технологічній відтворюваності.

Запропоновані в табл. 4 принципи мультисенсорного проектування мають не лише сенсорно-технологічне, а й економічне значення, оскільки ускладнення текстурної архітектури та ароматичного профілю безпосередньо впливає на структуру витрат і ринкове позиціонування продукту.

Для подальшої експериментальної перевірки моделі доцільно застосувати комбінований сенсорний протокол. На першому етапі варто провести профільний опис десертів підготовленою панеллю за такими атрибутами: кремівість, густина, хрусткість, танення, липкість, інтенсивність кольору, очікувана солодкість, ароматична інтенсивність, свіжість, післясмак. На другому етапі доцільно використати споживчу панель із САТА або ТСАТА для оцінювання фактичного досвіду споживання. На третьому етапі результати сенсорного оцінювання слід пов'язати з інструментальними показниками: в'язкістю, модулем пружності, силою руйнування хрустких включень, колориметричними параметрами  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  та профілем летких ароматичних сполук.

Таким чином, запропонована модель має прикладне значення для розроблення десертів у промислових і крафтових умовах. Вона дозволяє технологам приймати рішення не лише про рецептуру, а й про сценарій споживання: що споживач очікує побачити, який аромат має

підтвердити це очікування, як продукт поводить у роті та яке післясмакове враження залишається.

Для кількісної оцінки впливу принципів технологічного проектування на економічні параметри крафтового виробництва було здійснено розрахунок собівартості та показників економічної ефективності на прикладі одного мультисенсорного десерту порційного типу (мусового виробу) масою 80 г. У рамках бізнес-аналітичного підходу до розгляду було включено не лише класичні статті витрат на сировину, а й «сенсорну додану вартість», що формується за рахунок використання високоякісних інгредієнтів, ускладнених текстурних рішень і жорсткіших вимог до відтворюваності цільових сенсорних показників. Це дозволяє оцінювати мультисенсорний десерт як об'єкт, у якому технологічні інновації безпосередньо трансформуються в економічний результат через підвищену споживчу цінність продукту.

Базову архітектуру мультисенсорного десерту сформовано з кількох функціональних шарів: шоколадно-вершкової основи, контрастного текстурного включення, гелевої ягідної фази з регульованою кислотністю, а також композиції натуральних ароматизаторів і декоративних елементів. До економічного аналізу додатково включено вартісну оцінку пакувальних матеріалів, які відповідають параметрам преміального сегмента та вимогам європейського маркування, що є суттєвим чинником для позиціонування продукту на зовнішніх ринках. Узагальнену структуру собівартості мультисенсорного десерту подано в табл. 5.

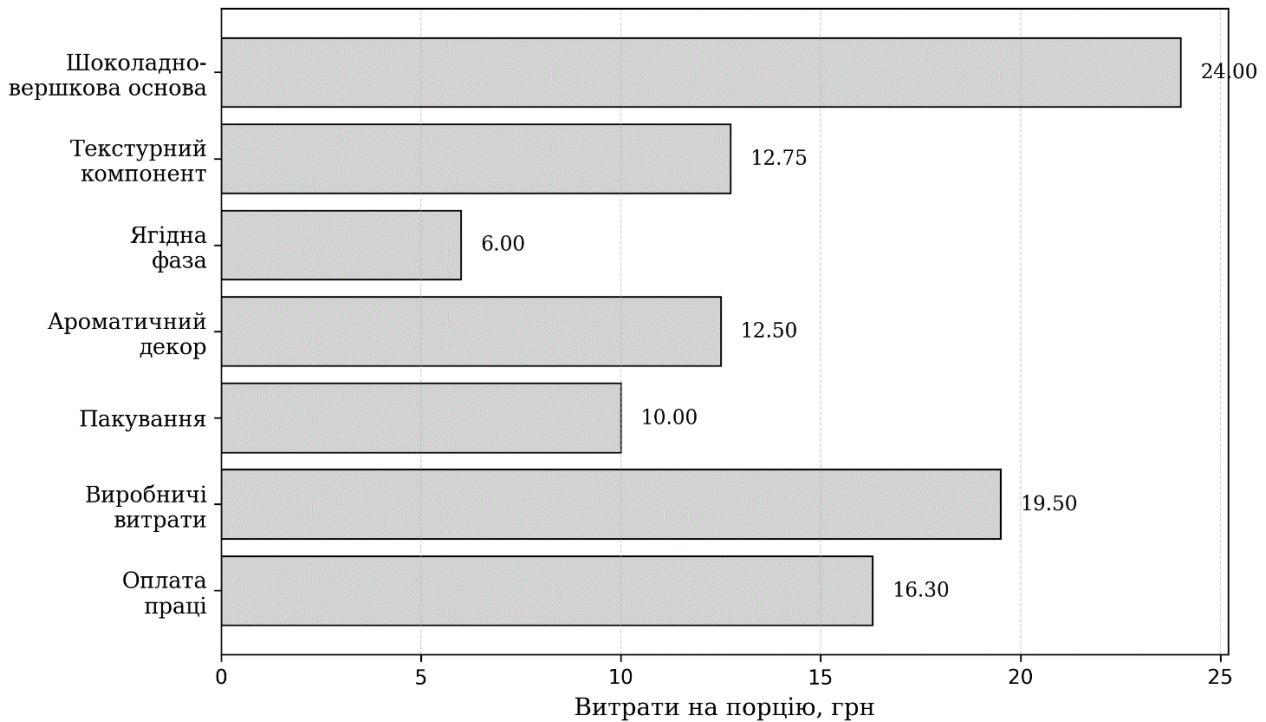
**Таблиця 5.** Структура собівартості мультисенсорного десерту порційного типу (80 г)

| <b>Принцип</b>     | <b>Зміст</b>  | <b>Технологічне рішення</b>                                    |
|--------------------|---|--|
| Конгруентність     | колір, аромат і смак підтверджують одне одного          | ягідний колір – ягідний аромат – помірنا кислотність           |
| Контраст           | продукт містить керовану зміну текстури або температури | кремова фаза + хрустке включення або гель                      |
| Послідовність      | сенсорні домінанти змінюються в часі                    | спочатку аромат, потім кремовість, далі хрусткість і післясмак |
| Помірна складність | кількість сенсорних сигналів не перевантажує сприйняття | 2-3 основні домінанти замість багатьох непов'язаних акцентів   |
| Відтворюваність    | сенсорний ефект стабільний між партіями                 | контроль в'язкості, вологості, кольору, дозування аромату      |

**Джерело:** розроблено авторами.

Як видно з табл. 5, домінуючий внесок у формування собівартості мультисенсорного десерту мають компоненти, спрямовані на сенсорне збагачення продукту, зокрема текстурні контрастні елементи, натуральні ароматизатори та декоративні складові. Така структура витрат є характерною рисою продукції сегмента Super-Premium і суттєво відрізняє мультисенсорні крафтові десерти від кондитерських виробів масового виробництва.

Оскільки мультисенсорний дизайн десертів передбачає використання технологічно складніших компонентів, важливим є оцінювання структури витрат, пов'язаних із формуванням сенсорної цінності продукту. Аналіз собівартості дозволяє визначити, які саме елементи рецептури найбільше впливають на економічну модель мультисенсорного крафтового десерту. Структуру витрат на одну порцію десерту масою 80 г подано на рис. 2.



**Рисунок 2.** Структура собівартості мультисенсорного десерту

**Джерело:** розроблено автором

Як видно з рис. 2, найбільшу частку у структурі витрат формує шоколадно-вершкова основа, а також виробничі витрати, пов'язані з підтриманням стабільної якості та технологічної відтворюваності продукту. Водночас вагомий внесок у собівартість мають компоненти, спрямовані на сенсорне збагачення десерту, зокрема текстурні контрастні елементи, натуральні ароматизатори та декоративні складові. Це підтверджує, що економічна модель мультисенсорного десерту безпосередньо пов'язана з рівнем сенсорної складності продукту та його позиціонуванням у сегменті premium і super-premium продукції.

Повна собівартість виробництва однієї порції мультисенсорного десерту становить 101,05 грн, що відображає сукупність витрат на сировину, пакування, енергоносії, оренду та оплату праці висококваліфікованого персоналу. Встановлення цільової маржі на рівні 50% узгоджується з типовими підходами до ціноутворення в сегменті Super-Premium та зумовлює формування рекомендованої роздрібною ціни на рівні близько 200,00 грн за одиницю продукції. Така модель ціноутворення враховує не лише прямі виробничі витрати, а й нематеріальну складову вартості, пов'язану зі створенням унікального сенсорного досвіду для споживача, що охоплює смаковий профіль, ароматичну композицію, текстурні контрасти та візуальну естетику подачі. У підсумку ціноутворення враховує як економічні витрати виробництва, так і додану сенсорну цінність продукту в умовах диференційованого ринку крафтової кондитерської продукції.

Для забезпечення високого рівня технологічної відтворюваності та стабільності якості у виробництві мультисенсорних десертів доцільним є кількісне нормування ключових сенсорних і фізико-хімічних характеристик у вигляді чітко визначених цифрових допусків. У межах проведеного дослідження запропоновано систему таргетних показників, які можуть бути використані як орієнтири для технологічного контролю на різних етапах виробничого процесу.

Зокрема, показник заломлення ( $n_{D20}$ ) гелевої фази рекомендовано встановлювати на рівні  $65 \pm 2\%$ , що забезпечує відтворювану інтенсивність солодкого смаку, оптимальні реологічні властивості (структурування, здатність до гелеутворення) та належну мікробіологічну стабільність без залучення додаткових консервувальних агентів. Такий

діапазон значень дозволяє підтримувати баланс між сенсорними характеристиками та показниками безпеки.

Динамічну в'язкість шоколадної основи на стадії темперування доцільно підтримувати в інтервалі 1,2–1,5 Па·с. Дотримання цього діапазону сприяє формуванню тонкого, однорідного корпусу десерту, що є критично важливим для реалізації принципу «послідовності» текстурного сприйняття, а також для стабільності форми та поверхневої гладкості готового виробу.

Активність води  $a_w$  у готовому продукті не повинна перевищувати значення 0,6. Даний пороговий рівень є визначальним для забезпечення подовженого терміну зберігання без застосування хімічних консервантів, а також для відповідності вимогам до продукції, призначеної для експорту. Контроль  $a_w$  на зазначеному рівні мінімізує ризики розвитку мікрофлори та зберігає структурно-текстурні властивості десерту протягом усього декларованого терміну придатності.

Ці параметри слугують не лише індикаторами якості, а й цифровими орієнтирами для управління технологічним процесом, формуючи основу для подальшої автоматизації контролю та інтеграції систем якості на базі НАССР та інших стандартів.

Для кількісної характеристики економічного потенціалу запропонованої концепції було здійснено прогностичні розрахунки для малого крафтового виробництва за умови місячного обсягу випуску 1000 одиниць мультисенсорних десертів. За встановленої рекомендованої роздрібної ціни на рівні 200,00 грн за одиницю очікуваний місячний виторг становить 200 000 грн, тоді як валовий прибуток, розрахований як різниця між виручкою та сукупною собівартістю (101,05 грн на одиницю, або 101 050 грн для партії 1000 шт), досягає 98 950 грн.

За умов постійних витрат на рівні 40 000 грн на місяць розраховано, що точка беззбитковості становить 404 одиниці продукції. Це свідчить про те, що реалізація понад 404 десертів у місячному періоді забезпечує вихід підприємства на зону прибутковості, тоді як досягнення обсягу продажу в 1000 одиниць дозволяє сформувати вагомий фінансовий резерв, який може бути спрямований на реінвестування в модернізацію технологічного обладнання, посилення маркетингової активності та розширення асортиментної лінійки. Такий результат підтверджує доцільність впровадження мультисенсорної концепції як з позицій рентабельності, так і з погляду стратегічного розвитку крафтового виробництва.

Отримані результати засвідчують, що інтеграція принципів мультисенсорності в технологію крафтового кондитерського виробництва супроводжується підвищенням вартості сировинного набору в середньому на 15–20% порівняно з традиційними виробами. Водночас зростання сировинної складової є економічно виправданим, оскільки воно формує економічні передумови для підвищення кінцевої ціни реалізації, що зумовлено формуванням інтегрованого мультисенсорного споживчого досвіду, підвищеним рівнем персоналізованої якості та посиленою ринковою диференціацією продукту.

Порівняння посилюють загальну узгодженість з сучасними уявленнями про мультисенсорну природу сприйняття харчових продуктів, сформульованими у роботах С. Spence (2015), який доводить, що смак є результатом інтеграції різних сенсорних каналів, а не ізольованого стимулу. У представленому дослідженні ця концепція підтверджена й розширена на рівні технологічного проектування десертів, де інтеграція текстури, кольору та аромату розглядається як керований процес.

Подібну позицію займають М. Auvray and С. Spence (2008), які розглядають флейвор як мультисенсорну систему. У нашому дослідженні ця ідея конкретизована через введення структурованої моделі десерту, яка враховує послідовність сенсорних подій під час споживання, що дозволяє перейти від теоретичного опису до прикладного інструменту проектування.

Результати щодо ролі кольору узгоджуються з дослідженнями С. Spence and С. Levitan (2021), які показують існування стабільних міжсенсорних відповідностей між кольором і смаком. У нашій роботі цей підхід розширено шляхом введення поняття кольоро-смакової

конгруентності як критичного параметра оцінювання десертних систем. На відміну від попередніх досліджень, де колір розглядається переважно як психологічний фактор, у запропонованій моделі він інтегрується як технологічна змінна.

Аналогічні висновки щодо впливу візуальних характеристик на сприйняття отримані у роботах (K. Okajima and C. Spence, 2011), які довели, що візуальна текстура може змінювати сенсорні оцінки продукту. У представленому дослідженні цей ефект не лише підтверджено, але й інтегровано у модель мультисенсорного проєктування через врахування візуальної текстури як частини споживчого сценарію.

Результати, що стосуються взаємодії текстури й аромату, узгоджуються з дослідженнями R. Visschers et al. (2006) та співавтори показали наявність складних міжмодальних ефектів. Однак у нашій роботі ці взаємодії вперше враховано в рамках інтегрального показника – індексу мультисенсорної узгодженості, що дозволяє кількісно оцінити їхній внесок у споживчий досвід.

Роботи L. Lethuaut et al. (2004) та співавторів демонструють, що текстура впливає на ароматичне вивільнення. Отримані результати підтверджують цей висновок і доповнюють його тим, що текстура визначає не лише фізико-хімічні процеси, а й когнітивне сприйняття продукту, зокрема тривалість післясмаку та гедонічну оцінку.

Дослідження С. Tournier et al. (2009) та колег засвідчують, що взаємодія текстури, смаку й аромату має як фізичну, так і когнітивну природу. У нашій роботі цей висновок розвинено шляхом запропонування моделі сенсорної динаміки, яка описує зміну домінуючих відчуттів у часі.

Результати щодо ролі текстурної складності узгоджуються з даними J. Palczak et al. (2019), які показали, що складність десертів залежить від послідовності сенсорних сигналів. Водночас у нашому дослідженні доведено, що надмірна складність може знижувати узгодженість сприйняття, що дає змогу сформулювати принцип оптимальної сенсорної складності.

Дослідження S. Jantathai et al. (2014) вказують на культурну зумовленість сенсорних очікувань. У нашій роботі це враховано під час аналізу прототипу D5, який демонструє високий рівень інноваційності, але потребує додаткової споживчої валідації.

Окремо слід відзначити дослідження F. Alcaire et al. (2017) та співавторів щодо зниження вмісту цукру через ароматичні взаємодії. Отримані результати підтверджують можливість використання аромату як інструменту оптимізації рецептур, що має важливе практичне значення.

Таким чином, на відміну від наявних досліджень, які розглядають окремі сенсорні характеристики, у цій роботі запропоновано інтегрований підхід до мультисенсорного дизайну. Його новизна полягає у поєднанні теоретичних положень сенсорної науки з технологічним моделюванням і кількісною оцінкою узгодженості.

Запропонований підхід дозволяє перейти від описового аналізу до інженерного проєктування десертних систем і створює основу для подальших експериментальних досліджень.

Таким чином, мультисенсорний підхід до проєктування десертів доцільно розглядати не лише як засіб удосконалення органолептичних характеристик, а й як важливий інструмент зміцнення економічної стійкості крафтових підприємств. Реалізація такого підходу забезпечує можливість ефективного функціонування у сегменті Super-Premium завдяки поєднанню технологічної інноваційності, керованості сенсорних параметрів та раціонально обґрунтованої економічної моделі ціноутворення.

**ВИСНОВКИ.** Десерт є мультисенсорною харчовою системою, у якій споживчий досвід формується інтеграцією текстури, кольору, аромату, смаку, температури й часової динаміки споживання. Тому технологічне проєктування десертів має виходити за межі ізольованого оцінювання окремих показників якості.

Текстура в десертах визначає оральну динаміку, темп споживання, ароматичне вивільнення і відчуття складності; колір формує сенсорні очікування до споживання; аромат модулює солодкість, свіжість, насиченість і післясмак. Їхня неузгодженість може знижувати споживчу прийнятність навіть за технологічно якісної рецептури.

Запропоновано індекс мультисенсорної узгодженості ІМУ, який включає текстурну збалансованість, кольоро-смакову відповідність, ароматичну конгруентність, динаміку споживання та технологічну відтворюваність. Модель дозволяє порівнювати десертні прототипи не за максимальною інтенсивністю окремих ознак, а за цілісністю споживчого досвіду.

Найбільш перспективними для широкого застосування визначено десерти з високою кольоро-ароматичною конгруентністю та помірним текстурним контрастом, зокрема кремowo-ягідні, цитрусово-кремові й шоколадно-хрусткі системи. Інноваційні поєднання, наприклад ягідно-трав'яні або контрастні кольорові профілі, потребують додаткової споживчої перевірки через культурну й індивідуальну варіативність очікувань.

Запропонована модель має певні обмеження, пов'язані з культурною специфікою сенсорних очікувань споживачів, індивідуальною варіативністю сприйняття, а також залежністю від сировинних характеристик, що може вимагати адаптації моделі до конкретного ринку або продуктового сегмента.

Подальші дослідження доцільно спрямувати на експериментальну валідацію запропонованої моделі із застосуванням профільного сенсорного аналізу, САТА/ТСАТА, TDS, реологічних вимірювань, колориметрії та аналізу летких ароматичних сполук. Це дозволить трансформувати модель мультисенсорного дизайну у практичний інструмент інженерного проектування десертних систем із прогнозованою споживчою прийнятністю.

**Подяки.** Немає.

**Конфлікт інтересів.** Немає.

### References

- Alcaire, F., Antúnez, L., Vidal, L., Giménez, A., & Ares, G. (2017). Aroma-related cross-modal interactions for sugar reduction in milk desserts: influence on consumer perception. *Food Research International*, 97, 45-50. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.02.019>
- Auvray, M., & Spence, C. (2008). The multisensory perception of flavor. *Consciousness and Cognition*, 17(3), 1016-1031. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2007.06.005>
- Bertelsen, A. S., Mielby, L. A., Byrne, D. V., & Kidmose, U. (2020). Ternary cross-modal interactions between sweetness, aroma, and viscosity in different beverage matrices. *Foods*, 9(4), 395. <https://doi.org/10.3390/foods9040395>
- González-Tomás, L., & Costell, E. (2006). Relation between consumers' perceptions of color and texture of dairy desserts and instrumental measurements using a generalized procrustes analysis. *Journal of Dairy Science*, 89(12), 4511-4519. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72499-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72499-7)
- Jantathai, S., Sungsi-In, M., Mukprasirt, A., & Dürrschmid, K. (2014). Sensory expectations and perceptions of Austrian and Thai consumers: a case study with six colored Thai desserts. *Food Research International*, 64, 65-73. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.06.007>
- Jeesan, S. A., & Seo, H.-S. (2020). Color-induced aroma illusion: color cues can modulate consumer perception, acceptance, and emotional responses toward cooked rice. *Foods*, 9(12), 1845. <https://doi.org/10.3390/foods9121845>
- Lee, B. P., & Spence, C. (2022). Crossmodal correspondences between basic tastes and visual design features: A narrative historical review. *i-Perception*, 13(5), 1-27. <https://doi.org/10.1177/20416695221127325>

- Lethuaut, L., Weel, K. G. C., Boelrijk, A. E. M., & Brossard, C. D. (2004). Flavor perception and aroma release from model dairy desserts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(11), 3478-3485. <https://doi.org/10.1021/jf035488c>
- Okajima, K., & Spence, C. (2011). Effects of visual food texture on taste perception. *i-Perception*, 2(8), 966-966. <https://doi.org/10.1068/ic966>
- Palczak, J., Blumenthal, D., & Delarue, J. (2019). From consumption behaviour to sensory measurement: sensory characterization of the perceived flavour complexity of a chocolate dessert experience. *Food Quality and Preference*, 78, 103734. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2019.103734>
- Richardson-Harman, N. J., Stevens, R., Walker, S., Gamble, J., Miller, M., Wong, M., & McPherson, A. (1999). Preference mapping: relating acceptance of creaminess to a descriptive sensory map of a semi-solid. *Food Quality and Preference*, 10(6), 465-475. [https://doi.org/10.1016/S0950-3293\(99\)00046-4](https://doi.org/10.1016/S0950-3293(99)00046-4)
- Spence, C. (2015). Multisensory flavor perception. *Cell*, 161(1), 24-35. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2015.03.007>
- Spence, C., & Levitan, C. A. (2021). Explaining crossmodal correspondences between colours and tastes. *i-Perception*, 12(3), 1-28. <https://doi.org/10.1177/20416695211018223>
- Tournier, C., Sulmont-Rossé, C., Sémon, E., Vignon, A., Issanchou, S., & Guichard, E. (2009). A study on texture-taste-aroma interactions: physico-chemical and cognitive mechanisms. *International Dairy Journal*, 19(8), 450-458. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2009.01.003>
- Visschers, R. W., Jacobs, M. A., Frasnelli, J., Hummel, T., Burgering, M., & Boelrijk, A. E. M. (2006). Cross-modality of texture and aroma perception is independent of orthonasal or retronasal stimulation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(15), 5509-5515. <https://doi.org/10.1021/jf060533c>

УДК:664.66:338.45(477)

<https://doi.org/10.31548/humanhealth.2.2026.113>

## КРАФТОВЕ ХЛІБОПЕЧЕННЯ: ОГЛЯД ТЕХНОЛОГІЧНИХ ТА УПРАВЛІНСЬКИХ ДЕТЕРМІНАНТ

**Тетяна Вікторівна Бровенко**

*Кандидат технічних наук, доцент*

<https://orcid.org/0000-0003-1552-210>

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

*03041, вул. Виставкова, 16 м. Київ, Україна*

**Галина Всеволодівна Крусір**

*Доктор технічних наук, професор*

<https://orcid.org/0000-0001-6464-5754>

*Інститут екоідприємництва, Школа наук про життя,*

*Університет прикладних наук і мистецтв Північно-Західної Швейцарії,*

*Муттени, Швейцарія*

**Оксана Вікторівна Ткачук**

*Старший викладач, аспірант*

<https://orcid.org/0000-0002-1942-0377>

*Одеський національний технологічний університет*

*65039, вул. Канатна, 112 м. Одеса, Україна*

**Тетяна Євгенівна Лебеденко**

*Доктор технічних наук, професор*

<https://orcid.org/0000-0001-8385-4674>

*Одеський національний технологічний університет*

*65039, вул. Канатна, 112 м. Одеса, Україна*

**Олена Миколаївна Кананихіна**

*Кандидат технічних наук, доцент*

<https://orcid.org/0000-0001-6291-7760>

*Одеський національний технологічний університет*

*65039, вул. Канатна, 112 м. Одеса, Україна*

**Анотація.** Статтю присвячено комплексному аналізу сучасного стану та перспектив розвитку крафтового хлібопечення як стратегічного сегмента харчової промисловості, що забезпечує продовольчу безпеку України. Метою огляду є ідентифікація технологічних та соціокультурних чинників, що визначають трансформацію галузі в умовах глобальних викликів і воєнного стану. Проаналізовано динаміку споживання хлібобулочних виробів в Україні та зміну споживчих моделей. Обґрунтовано концептуальний перехід від кількісних показників виробництва до якісних, задекларований «Хлібною ініціативою» (Брюссель, 2016) та Меморандумом європейських виробників. Методологічне підґрунтя дослідження сформовано на засадах міждисциплінарного підходу, що інтегрує технологічний і управлінський аналіз, а також оцінку якості та безпечності продукції крафтового хлібопечення. Розмежовано різні види крафтової продукції за рівнем їхнього впливу на організм людини та споживчими властивостями. Проаналізовано переваги крафтового виробництва хліба. Встановлено обмеження крафтових технологій; ризики мікробіологічної нестабільності заквасок; складність стандартизації операційних процесів. Окреслено напрями підвищення безпечності крафтових виробів; групи ризиків нестабільності мікробіоти заквасок. Огляд охоплює аналіз бізнес-моделей крафтових пекарень – від пекарень повного циклу до франчайзингових мереж. Визначено, що рентабельність міні-пекарень може сягати 50–60%, проте їх розвиток стримується відсутністю єдиної системи стандартизації та

обмеженими можливостями масштабування. Результатом дослідження є розробка матриці стратегічного вибору форматів виробництва залежно від сегмента ринку крафтового хлібопечення. Огляд підтверджує, що відродження національних технологій у синергії з інноваційними підходами сталого розвитку є альтернативною стратегією розвитку сучасного хлібопечення.

**Ключові слова:** інноваційні харчові системи, управління якістю, продовольчі ланцюги постачання, функціональні властивості сировини, ринкова диференціація, конкурентоспроможність підприємств.

UDC:664.66:338.45(477)

<https://doi.org/10.31548/humanhealth.2.2026.113>

## CRAFT BREAD BAKING: A REVIEW OF TECHNOLOGICAL AND MANAGEMENT DETERMINANTS

**Tetyana Brovenko**

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor*

<https://orcid.org/0000-0003-1552-210>

*National University of Life Resources and Environmental Sciences of Ukraine*

*03041, 16 Vystavkova St., Kyiv, Ukraine*

**Galina Krusir**

*Doctor of Technical Sciences*

<https://orcid.org/0000-0001-6464-5754>

*Institute of Eco-Entrepreneurship, School of Life Sciences,*

*University of Applied Sciences and Arts, Northwestern Switzerland,*

*Muttenz, Switzerland*

**Oksana Tkachuk**

*Senior Lecturer, postgraduate student*

<https://orcid.org/0000-0002-1942-0377>

*Odesa National University of Technology*

*65039, 112 Kanatna Str., Odesa, Ukraine*

**Tetiana Lebedenko**

*Doctor of Technical Sciences, Professor*

<https://orcid.org/0000-0001-8385-4674>

*Odesa National University of Technology*

*65039, 112 Kanatna Str., Odesa, Ukraine*

**Olena Kananykhina**

*PhD in technical sciences, Associate Professor*

<https://orcid.org/0000-0001-6291-7760>

*Odesa National University of Technology*

*65039, 112 Kanatna Str., Odesa, Ukraine*

**Abstract.** The article presents a comprehensive analysis of the current state and development prospects of craft baking as a strategic segment of the food industry, contributing to Ukraine's food security. The objective of this review is to identify the technological and sociocultural factors determining the sector's transformation amid global challenges and the conditions of martial law. The study examines the dynamics of bakery product consumption in Ukraine and the evolution of consumer behavior patterns. A conceptual transition from quantitative production indicators to qualitative ones – as declared by the Bread Initiative (Brussels, 2016) and the Memorandum of European Producers – is substantiated. The study's methodological framework is grounded in an interdisciplinary approach that integrates technological and managerial analysis with quality and

safety assessment in craft baking. A differentiated classification of craft products is proposed according to their physiological impact on the human body and consumer characteristics. The advantages of craft bakery production are analyzed. Constraints of craft technologies are identified, including risks of microbiological instability in sourdough cultures and the complexity of standardizing operational processes. Directions for ensuring the safety of craft products are outlined, along with risk groups associated with sourdough microbiota instability. The review encompasses an analysis of craft bakery business models – ranging from full-cycle bakeries to franchise networks. It is determined that the profitability of micro-bakeries may reach 50–60%; however, their development is constrained by the absence of a unified standardization framework and limited scalability. The study's outcome is a strategic selection matrix for production formats in the craft baking market. The review confirms that the revival of national baking technologies, in synergy with innovative sustainable development approaches, constitutes an alternative strategy for advancing contemporary baking.

**Keywords:** innovative food systems; quality management; food supply chains; functional properties of raw materials; market differentiation; competitiveness of enterprises.

**ВСТУП.** Одним із важливих секторів економіки України, який формує продовольчу безпеку держави та сприяє розвитку її експортного потенціалу, є харчова промисловість (Hryshchenko, 2023). Хліб і хлібобулочні вироби займають першочергове місце в харчуванні українців. Цей продукт споживають усі категорії населення, незалежно від місця проживання чи соціального статусу. Відтак хлібопекарська промисловість, що забезпечує населення продукцією, є стратегічно важливою для життєзабезпечення суспільства та виступає гарантом продовольчої безпеки держави (Tararenko, 2022).

Сучасний розвиток крафтового хлібопечення є частиною тенденції відродження традиційних методів випікання хліба, здатних скласти конкуренцію масовому виробництву (Drobot et al., 2018). Крафтовий хліб виготовляють із натуральних інгредієнтів, використовуючи технології, які надають йому унікального смаку й текстури, невластивих продукції промислового виробництва. Це створює нові можливості для споживачів, які шукають якісні, більш екологічно чисті та натуральні продукти. Однак попри численні переваги, крафтове хлібопечення стикається з певними труднощами, що стосуються як технологічних, так і економічних аспектів.

Однією з основних проблем є обмежені можливості для масштабування виробництва. Зростаючий попит на якісну та натуральну продукцію змушує крафтові пекарні шукати рішення для забезпечення стабільної якості в умовах змінних властивостей сировини, різних рецептур та на достатньо великих обсягах виробництва, що є складним завданням (Brovenko et al., 2025). Проблеми виникають на етапах тістоприготування, де важливо забезпечити точний контроль за перебігом колоїдних, біохімічних і мікробіологічних процесів, а також під час використання нетрадиційних інгредієнтів, які потребують спеціального підходу до технології виробництва.

Відсутність єдиної системи стандартизації на ринку крафтового хліба також створює труднощі. Це ускладнює адаптацію продукції до вимог споживачів і знижує конкурентоспроможність малих виробників. Без чітких стандартів складно забезпечити стабільність якості та відповідність вимогам ринку, що обмежує можливості для розширення й популяризації виробництва крафтового хліба.

Крім того, пекарні також зосереджуються на раціональному використанні ресурсів і дотриманні екологічних стандартів. Забезпечення конкурентної ціни на продукцію за умов високих витрат на якісну сировину та енергію, а також тривалої технології, ускладнює досягнення балансу між якістю та рентабельністю виробництва.

Отже, проблема крафтового хлібопечення виникає у необхідності пошуку ефективних рішень для оптимізації технологічних процесів, підвищення економічної ефективності виробництва та адаптації до вимог ринку, зберігаючи при цьому традиційні методи, які

забезпечують високу якість і натуральність кінцевого продукту. Розв'язання цих проблем дозволить зберегти унікальність крафтового хліба та забезпечити сталий розвиток його виробництва на ринку.

Об'єкти дослідження – процес формування якості крафтового хліба та стійкості крафтового хлібопекарського виробництва. Предмет дослідження - технологічні параметри ферментації, сировинний склад, економічні детермінанти та управлінські моделі адаптації крафтових пекарень до сучасних вимог ринку.

**Метою** цієї статті є комплексний науково-прикладний аналіз стану крафтового хлібопекарського виробництва з ідентифікацією технологічних, соціокультурних детермінант його розвитку; обґрунтування напрямів удосконалення виробничих процесів, підвищення стійкості та адаптивності крафтового виробництва за умови збереження автентичних ремісничих технологій як базису формування якості та унікальності хлібної продукції.

**ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.** Тема крафтового хлібопечення останніми роками стає дедалі актуальнішою для дослідників та практиків через відродження інтересу до традиційних методів випікання, зростання попиту на натуральну продукцію, а також необхідність пошуку інноваційних рішень у цій галузі. У світовій та українській науковій літературі хлібопечення розглядається з кількох основних аспектів: технологічного, економічного, екологічного та культурного.

У статтях зарубіжних авторів, зокрема в журналах «Journal of Food Science» та «European Food Research and Technology», приділено значну увагу закваскам тривалого бродіння, впливу різних видів борошна на смак і текстуру хліба, а також оптимізації процесів ферментації. У роботах українських дослідників також аналізуються методи збереження автентичності рецептур і вдосконалення обладнання для малих виробництв (Calvert et al., 2021; Mykolenko et al., 2019; Mucha, 2024).

Дослідники вказують на проблеми масштабування крафтового виробництва через обмежені фінансові ресурси та недостатній доступ до сучасних технологій. Сьогодні ринок хлібобулочних виробів у ЄС розподілений таким чином, що 45% продукції виготовляється на промислових підприємствах, а 55% – в «крафтових» пекарнях. Однак у різних країнах ситуація відрізняється за розміром. Наприклад, у Великобританії, Фінляндії, Нідерландах та Болгарії частка промислових виробників досягає 80-87%, у Греції пропонують продукцію приватні пекарні – 95%, у Туреччині – 88%, в Італії – 85%, у Франції «крафтові» пекарні пропонують близько 55% хлібобулочних виробів (Sychevskiy et al., 2020).

Особливий акцент робиться на необхідності створення єдиних стандартів для крафтової продукції (Komlichenko et al., 2023). Здебільшого виробники крафтової хлібної продукції не мають чітких методик для контролю за перебігом технологічного процесу та визначення якості продукції, не дають об'єктивних рекомендацій і не описують характеристики напівфабрикатів та виробів. Оцінка на рівні виробництва зводиться до експертної оцінки технологів без лабораторної бази. Проблема ускладнюється тим, що за останні десятиліття, незважаючи на розширення асортименту та технологічних прийомів приготування, не відбулося суттєвих змін у стандартах щодо випуску хлібобулочної продукції. Проте у роботах недостатньо висвітлено питання відсутності лабораторної бази на малих виробництвах та доступних для них методів аналізу, що ускладнює об'єктивну оцінку якості напівфабрикатів і продукції. Сучасна нормативна документація та база не відповідають нововведенням на рівні асортименту, рецептур і технологій.

Сучасні дослідження (Calvert et al., 2021) дедалі частіше звертають увагу на екологічне та соціокультурне значення крафтового виробництва хліба. У роботах зазначається, що крафтові пекарні мають значний потенціал для впровадження технологій, які мінімізують вплив на довкілля, зокрема шляхом зменшення обсягів харчових відходів. Це питання стає вагомим у дослідженнях, орієнтованих на стійкий розвиток харчової промисловості. У публікаціях українських авторів (Lebedenko, 2019) акцентується увага на необхідності

відродження традиційних методів випікання хліба, які є важливим елементом національної культурної спадщини. У дослідженнях (Cherevychna et al., 2024) часто розглядаються автентичні рецептури, що базуються на використанні борошна таких зернових, як житнє, спельтове чи полб'яне. Наукові роботи підкреслюють цінність «хліба з рук пекаря», проте ідентифікують розрив між автентичними методами та промисловими стандартами, що потребує розробки нових підходів.

У відповідь на зростання «хлібофобії» та поширення дезінформації щодо впливу зернових на здоров'я, у 2016 році в Брюсселі відбулася важлива подія для європейського ринку – створення мультисекторальної коаліції (BREAD Initiative). Ініціатива об'єднала гравців ланцюга доданої вартості, зокрема AIBI та СЕВР (промислове та ремісниче хлібопечення); COFALEC (виробники дріжджів); European Flour Millers (борошномельна галузь); Fedima (постачальники інгредієнтів). Діяльність спрямована на досягнення трьох фундаментальних цілей (табл.1).

**Таблиця 1.** Стратегічні цілі «Хлібної ініціативи»

| <b>Вектор діяльності</b>       | <b>Зміст та інструменти реалізації</b>  |
|--------------------------------|---|
| Реабілітація іміджу            | Науково обґрунтоване спростування міфів про шкоду хліба; визначення його ролі як базису здорового раціону.                              |
| Науково-технологічна адаптація | Модернізація рецептур для задоволення вимог нутриціологів (зниження вмісту солі, збільшення частки цільного зерна та харчових волокон). |
| Збереження ідентичності        | Протекціонізм традиційних технологій (зокрема тривалого бродіння та використання заквасок) як гарант високої біодоступності продукту.   |

**Джерело:** розроблено автором (Bread-Initiative).

Цей Меморандум означив перехід від кількісних показників до якісних: хліб перестає бути просто калоріями й стає функціональним продуктом з високою біологічною цінністю. Створення такої платформи фактично легітимізувало симбіоз традиційних ремісничих методів і сучасних медичних стандартів, що є єдиним шляхом сталого розвитку галузі в умовах високої конкуренції з боку альтернативних дієт.

Однією з основних цілей "хлібної ініціативи" є збереження культурної спадщини, пов'язаної з хлібом, а також збір і систематизація інформації про історію хлібопечення. Збереження та посилення корисних властивостей зерна, підвищення смакових якостей хліба та зниження ризику алергенних реакцій можна досягти за рахунок використання давніх зернових культур, таких як спельта та полба, які не були змінені за допомогою генетичної селекції. Крім того, відродження традиційних методів хлібопечення, зокрема тривалого дозрівання тіста та використання закваски з природною мікробіотою, дозволить отримати продукцію з яскравими сенсорними характеристиками та кращою засвоюваністю. Більшість споживачів вимагає повернутися під час виробництва хліба до використання лише природної сировини, відмовитися від генетично модифікованих рослин і мікроорганізмів (дріжджів, молочнокислих бактерій та іншої мікробіоти), а також мінімізувати вміст синтетичних добавок. Саме тому споживачі, нутриціологи та технологи зазначають актуальність вивчення багатовікового досвіду приготування хліба в розрізі епох, територій і народів. Більше того, в "Хлібній ініціативі" заявлено, що відродження давніх національних технологій має стати основою альтернативної стратегії розвитку сучасного хлібопечення.

Аналіз сучасних досліджень демонструє багатовекторність проблематики крафтового хлібопечення на перетині технологічних інновацій, екологічних викликів і збереження культурної ідентичності. Попри значний прогрес у вивченні цієї теми, потреба в нових рішеннях для оптимізації виробництва, збереження та адаптації до ринкових умов і

особливостей роботи сучасних пекарень залишається актуальною. Це створює підґрунтя для подальших досліджень і вдосконалення практики.

**МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ.** Методологія дослідження ґрунтується на сучасних теоретичних методах і практиках виготовлення крафтової хлібної продукції. Хронологія огляду літератури встановлена за період 2016–2026 рр. з використанням ключового слова «крафтовий хліб». Системний пошук рецензованих статей здійснювався в трьох наукометричних базах даних: Scopus, Web of Science, Google Scholar, а також у галузевих звітів (AIBI, СЕВР, FAO). Спочатку за ключовими словами з названих баз даних було знайдено 161 наукову статтю. Виключено дублікати (склали 5% від загальної кількості наукових статей), огляди, розділи книг, дисертацій. З метою підкреслення біохімічного, технологічного та харчового потенціалу крафтового хліба, для пошуку, відбору та огляду 154 рецензованих наукових статей. Стратегія відбору включала повнотекстові наукові статті українською та англійською мовами. Вилучено статті, які виходять за межі критеріїв відбору; вони становили 18...23%. Вилучено статті, які аналізують суто економічні аспекти виробництва крафтового хліба та ринку хліба загалом (8...9% від загальної кількості статей у наукометричних базах даних). Кінцева кількість склала 88 наукових статей, з них українськими авторами опубліковано 15. Варто відзначити зростаючий інтерес до цієї проблематики, оскільки кількість дослідницьких статей за період 2025–2026 рр. склала 35.

Методологічна база дослідження сформована з урахуванням міждисциплінарного підходу, що поєднує технологічний аспект, управлінський аналіз та оцінку якості й безпечності крафтового хлібопекарського виробництва в умовах сучасних викликів, зокрема воєнного часу.

Аналітичну частину дослідження проведено на кафедрі стандартизації та сертифікації сільськогосподарської продукції Національного університету біоресурсів і природокористування України, кафедрах готельно-ресторанного бізнесу, харчової хімії, експертизи та біотехнологій Одеського національного технологічного університету. Дані для аналізу отримано в Інституті еко підприємництва Університету прикладних наук і мистецтв Північно-Західної Швейцарії.

До огляду включено праці, що фокусуються на технологіях спонтанного бродіння, біохімії заквасок та харчовій цінності цільнозернових виробів. Сировинну базу сформовано відповідно до сучасних тенденцій крафтового виробництва – борошно пшеничне та цільнозернове (у тому числі з додаванням спельти, полби); закваски спонтанного бродіння з природною мікробіотою; функціональні інгредієнти: насіння льону, соняшнику, чіа, горіхи, фітопорошки та овочево-фруктові добавки; фортифіковане борошно з мікронутрієнтами (Fe, Zn, фолієва кислота) (On Fortification of Flour, Draft Law of Ukraine, 2021).

Особливу увагу приділено використанню локальної сировини та давніх зернових культур як фактору підвищення біологічної цінності продукції та формування унікальних органолептичних характеристик.

Для аналізу ринкових аспектів використано порівняльний аналіз сегментів ринку (промисловий і крафтовий). Використано методи контент-аналізу меморандумів («Хлібна ініціатива»), порівняльного аналізу промислових та крафтових моделей (CAPEX/Quality), а також метод логічного узагальнення для формування матриці стратегічного вибору форматів.

**РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ОБГОВОРЕННЯ.** Сьогодні хлібопекарська галузь стикається з безпрецедентними викликами. Війна в Україні створила нові умови для виробників: зростання ціни на сировину, перебої з електропостачанням і проблеми з логістикою стали частиною їхньої щоденної реальності. У цих складних умовах особливо важливою є увага до якості продукції, інноваційних рішень і культури споживання. На цьому тлі крафтове хлібопечення, яке акцентує увагу на натуральності, якості та унікальності, дедалі більше привертає увагу споживачів.

Ринок хліба в Україні переживає активну трансформацію: поряд із великими хлібозаводами, які традиційно домінували в галузі, зростає кількість крафтових пекарень. Ці невеликі виробництва пропонують споживачам не просто хліб, а високоякісний гастрономічний продукт, що відповідає сучасним вимогам до харчування.

Хлібні виробниці разом із технологіями їх приготування є невід'ємною частиною історії, культури та традицій різних народів. Вони відображають особливості природних і кліматичних умов, якість навколишнього середовища та ґрунтів, а також є результатом розвитку фундаментальних і прикладних наук (Matula and Pakhomska, 2019).

Однак останніми десятиліттями спостерігається тенденція до зниження споживання традиційних хлібобулочних виробів як у провідних країнах світу (Lebedenko, 2019), так і в Україні. Якщо 30 років тому кожен українець споживав у середньому 354 г хліба на добу, то сьогодні реальна цифра – близько 200 г. Офіційна ж статистика дає лише 50 г на людину, що пояснюється тіньовим сектором і неточностями в оцінці чисельності населення.

Зростання цін, зміна харчових звичок і демографічна криза, спричинена військовими діями на території нашої держави, впливають на середньодобове споживання хліба в Україні. У 2023 році кількість споживачів скоротилася на 20 % через міграцію населення, зниження доходів і зміну харчових пріоритетів. Поширення інфекційних захворювань, зокрема пандемії COVID-19, спричинило трансформацію споживчих поведінкових моделей, що проявилось у підвищенні уваги населення до раціонального харчування та до стану здоров'я. Унаслідок цього спостерігається переорієнтація на продукти з підвищеною харчовою цінністю та тенденція до скорочення споживання традиційних хлібобулочних виробів. Сумніви щодо безпеки хліба та побоювання щодо поширення захворювань, таких як діабет, целіакія, алергії, депресія, порушення обмінних процесів і роботи шлунково-кишкового тракту, а також нервової системи, дедалі більше турбують споживачів і дієтологів. Рушієм трансформації споживчого попиту є занепокоєння щодо безпечності та якості промислового хліба. Вектор розвитку зміщується у бік крафтового виробництва. Використання натуральної сировини та пролонгованих ферментаційних процесів сприяє досягненню бажаних органолептичних показників хліба та його засвоюваності.

Промислові підприємства маскують масову продукцію під традиційну (автентичну), оскільки в багатьох країнах відсутній термінологічний захист, а термін «крафтовий» не регламентовано законом. У вжиток крафтових та сімейних пекарень увійшли такі назви хліба, як «артизанський» і «рустикальний». У літературних джерелах ці терміни використовуються як лінгвістична довідка.

«Rustique» – напрям стилю, що означає природний, сільський, грубий, але затишний і домашній. Рустикальний хліб об'єднує в собі такі поняття як ремісничий, простий, домашній та має характерний зовнішній вигляд – більш вологу крупно пористу добре розпушену м'якушку та хрустку шорстку кірочку (Cherevychna et al., 2024). Цей хліб проходить досить тривалий процес природного бродіння (більше двох діб), що надає готовим виробам особливого аромату й смаку.

«Artisan» у перекладі з французької означає «ремісник». До початку масового виробництва хліба великими підприємствами увесь хліб був артизанським. Його випікали ремісники у невеликих сімейних пекарнях. Основу такого хліба складала вода, борошно, сіль та дріжджі або, частіше, закваски (Lebedenko et al., 2018). Для створення неповторного аромату до хліба додавали сир, трави, горіхи, часник, оливки та мед.

На основі аналізу публікацій (Sanmartín et al., 2024; Venturi et al., 2016) нами встановлено чіткі межі у профілях ферментації та обробки тіста для цих видів хліба (табл. 2).

Ці показники в сукупності дозволяють розмежувати різні види крафтової продукції за рівнем їхнього впливу на організм і споживчими властивостями. Зокрема, профіль ферментації визначає тривалість і тип бродіння. Він є базовим для накопичення молочної та інших кислот, перетворення клейковинних білків, крохмалю, харчових волокон, що впливає на засвоюваність продукту та формування сенсорних характеристик. Критерій "біохімічні

особливості" відображає функціональну цінність хліба. Текsturні маркери використовуються для візуальної та тактильної ідентифікації виду хліба.

**Таблиця 2.** Відмінні особливості технологій хлібних виробів крафтового виробництва

| Показники                       | Рустикальний (сільський) хліб «Rustique»   | Артизанський (ремісничий) хліб «Artisan»   |
|---------------------------------|--|--|
| Рецептура                       | Більш проста, містить борошно, часто грубого помелу, воду, закваску, сіль, іноді додаткові добавки   | Від простої до багатокомпонентної, може включати борошно різних видів і сортів, воду, закваску, дріжджі, широкий спектр додаткових інгредієнтів  |
| Профіль ферментації             | Ультратривале природне бродіння (> 48 годин), переважно молочнокисле. Основний акцент на накопиченні молочної та інших кислот  | Тривала ферментація з поєднанням молочнокислого, спиртового та інших видів бродіння. Акцент на поглибленні ферментативних перетворень біополімерів у борошні.  |
| Біохімічні особливості          | Підвищення кислотності, активність фітази знижує рівень фітинової кислоти до 62% та покращує засвоюваність мінералів (Fe, Ca), пом'якшення текстури оболонкових частинок, підвищення стабільності хліба при зберіганні | Формування складного ароматичного та смакового профілю завдяки особливостям ферментації та додаванню нетрадиційних інгредієнтів - хмелю, анісу, горіхів, насіння, сухофруктів тощо; зниження алергенних властивостей глютену, глікемічного індексу хліба |
| Текsturні маркери               | Більш волога, щільніша м'якушка з нерівномірною пористістю, з відчутними часточками при розжовуванні; хрустка товста шорстка з тріщинами скоринка  | Більш розпушена, крупно пориста нерівномірна еластична м'якушка; тонка скоринка, часто з борошняним запиленням   |
| Ароматичний та смаковий профіль | Злегка кислий, терпкуватий смак та аромат  | Складний яскравий смаковий та ароматичний профіль, може бути як традиційним хлібним, так і унікальним  |

Ці показники в сукупності дозволяють розмежувати різні види крафтової продукції за рівнем їхнього впливу на організм та споживчими властивостями. Зокрема, профіль ферментації визначає тривалість та тип бродіння. Він є базовим для накопичення молочної та інших кислот, перетворень клейковинних білків, крохмалю, харчових волокон, що впливає на засвоюваність продукту, формування сенсорних характеристик. Критерій "біохімічні особливості" відображає функціональну цінність хліба. Текsturні маркери використовуються для візуальної та тактильної ідентифікації виду хліба.

Проаналізовано переваги крафтового виробництва, зокрема такі характеристики, як високий рівень доданої вартості, що дозволяє крафтовому хлібу успішно конкурувати в преміальному та середньому цінових сегментах, попри вищу собівартість порівняно з масовим виробництвом (табл.3).

**Таблиця 3.** Переваги крафтового виробництва хлібних виробів

| Категорія аналізу    | Складові переваг                                 | Технологічний та управлінський зміст   |
|----------------------|--|--|
| Ціннісна пропозиція  | Ексклюзивність та унікальність                   | Використання оригінальних рецептур, авторських заквасок та ручної праці, що створює продукт, який неможливо тиражувати промислово.   |
| Сировинна політика   | Чиста етикетка (Clean Label)                     | Пріоритет на натуральну, локальну та екологічну сировину; повна відмова від штучних поліпшувачів, консервантів та ГМО.   |
| Виробнича модель     | Гнучкість та інноваційність                      | Поєднання автентичних технік (тривале бродіння, кам'яний під) із сучасними методами контролю якості та швидкою зміною асортименту. Впровадження інновацій разом зі збереженням традицій. |
| Досвід споживачів    | Персоналізація та сервіс                         | Пряма комунікація зі споживачем («хліб з рук пекаря»), організація послуг, високий рівень лояльності та залученість у культурний контекст регіону.                                       |
| Операційна стійкість | Адаптивність                                     | Швидке реагування на коливання попиту та висока життєздатність бізнесу в умовах кризи завдяки мобільності процесів.  |
| Людський капітал     | Людиноцентричний підхід (Human-centric approach) | Особиста участь у виготовленні кожної одиниці продукції та зацікавленість власника мінімізує ризики втрати якості.   |

**Джерело:** розроблено автором на основі даних (Polevyk, 2024, Komlichenko et al., 2023).

Для узагальнення наукових даних застосовано наступні критерії оцінювання: стратегічне позиціонування, ресурсне забезпечення, процесне управління.

Зростання популярності хлібної продукції, виготовленої за традиційними національними технологіями, які передбачають використання заквасок, зумовлено цілою низкою причин. По-перше, приготування тіста на національних заквасках дозволяє вирішити питання щодо якості виробів: покращення смаку, аромату, зовнішнього вигляду хліба, у т.ч. з борошна грубого помелу та подовження збереження свіжості в результаті перебігу більш складного комплексу біотехнологічних процесів під час тривалого дозрівання заквасок. Однак використання довгих періодів ферментації при різних температурах (іноді з ретардацією) вимагає значних часових витрат порівняно з промисловими методами.

Науковці (Sanmartín and Andets, 2024; Bock et al., 2016) визначають технологічні та фізико-хімічні обмеження при виготовленні крафтового хліба, зокрема вплив кислотності на текстуру та складність відтворення консистенції. Тривала ферментація (що є характерним для заквасок) знижує рН тіста. Хоча це покращує смак, низький рівень рН змінює властивості клейковинного каркасу, що веде до зниження здатності утримувати газ і формування більш щільної, твердої м'якушки. Існує також складність стандартизації ароматичного та смакового профілю. Важко досягти промислової однорідності та стабільності якості в кожній партії продукту. Сприйняття аромату крафтового хліба є надзвичайно складним процесом, оскільки комбінація легких сполук дає різні результати. В хлібі ідентифіковано понад 200 ароматотворюючих речовин і їх профіль може суттєво змінюватися в залежності від рецептур, виду, тривалості та умов бродіння, способу випікання тощо. Крафтовий хліб має ширший спектр сполук, ніж у продукції промислового виробництва, така складність матриці робить аромат важкопрогнозованим та ускладнює стандартизацію процесу.

Виготовлення крафтового хліба супроводжується деякими операційними недоліками, обмежує продуктивність та масштабування. Значна частина технологічних процесів виконується вручну (наприклад, замішування, ручне формування). Тісто для крафтової продукції часто несумісне з механічними системами поділу, формування. Умови випікання часто оцінюються лише на основі досвіду пекаря.

Аналіз наукових джерел виявив кілька наукових суперечностей. Джерела (Sanmartín and Andets, 2024) вказують на суперечливі результати щодо впливу солі на аромат хліба. Сіль важлива для підсилення смаку, регулювання реологічних властивостей тіста, перебігу мікробіологічних процесів. Виявлено суперечливі дані щодо її впливу на формування летких сполук і потребують подальшого дослідження. У дослідженнях безглютенового крафтового хліба більшість споживачів сприймали гіркоту як негативну ознаку. Використання альтернативного борошна (наприклад, тефу понад 20%) або певних заквасок (гречаної) може викликати гіркоту та небажаний післясмак (Jönssonets, 2025). Водночас інша група дослідників фіксує сегмент споживачів, які асоціюють гіркий смак з «традиційністю» та «солодовим» профілем, вважаючи це перевагою артизанального продукту (Campo et al., 2016).

Дослідники по-різному оцінюють основні фактори, що впливають на якість хліба. Наприклад, деякі вчені (Siermannandal, 2019) стверджують, що технологія помелу борошна має більший вплив на сенсорні характеристики, ніж тип розпушувача чи режим випікання, що ставить під сумнів вплив закваски у формуванні якості (Rybalka, 2026).

На основі аналізу джерел та наукова дискусія дозволяє класифікувати три основні напрямки проблеми безпечності крафтових виробів:

- **Контамінація мікотоксинами.** Встановлено (Gómezandal, 2023), що забруднення вторинними метаболітами цвілевих грибів *Fusarium*, *Aspergillus* та *Penicillium* можуть бути фактором ризику. Однак рівні мікотоксинів у досліджених зразках хліба зазвичай нижчі за встановлені законодавством межі (500 мкг/кг для вомітоксину). Існує поширена думка, що промислове виробництво є безпечнішим через суворий контроль. Проте дослідження Gómezetal. (2023) демонструє протилежне: вміст DON (дезоксиніваленолу) у промисловому хлібі був утричі вищим, ніж у крафтовому.

- **Опортуністичні мікробіоти.** Американськими дослідниками (Reeseandal, 2020) вказано на обмін мікробіот між пекарем та закваскою. На руках пекарів виявлено значну частку *Lactobacillales* та дріжджів. На нашу думку, використання в рецептурі інгредієнтів (хміль, аніс тощо), а також продукування при бродінні сполук з антисептичними властивостями закваски дозволяють підвищити мікробіологічну стабільність продукції під час її виробництва та зберігання.

- **Ризики, зумовлені технологічним процесом.** Промислові напівфабрикати мають ризики контамінації при порушенні «холодового ланцюга» або через використання дефектних виробів у нових замісах (Gómez et al., 2023). Натомість крафтовий хліб зазвичай передбачає повну термічну обробку та швидку реалізацію (протягом 24 годин), що мінімізує розвиток мікробіоти псування. Проте критично важливим, на нашу думку, залишається моніторинг якості вхідної сировини (цільнозернового борошна), оскільки саме оболонка зерна є основним депо для мікробіоти.

Варто зазначити, що досліджувались також групи ризиків нестабільності мікробіоти заквасок. Зокрема, технологічні чинники – зміна температури та вплив рівня вологості тіста; таксономічні чинники - штамова замісна конкуренція та взаємодія видів мікробіот;

Menezesandal, (2020), визначили, що відхилення від оптимального температурного режиму є критичним. Температура 30°C і вище сприяє персистенції умовно-патогенної мікробіоти (наприклад, *Enterobacteriaceae* та *Pseudomonas*). Навпаки, надмірно низькі температури пригнічують метаболічну активність молочнокислих бактерій, що веде до накопичення неферментованих цукрів. Рідкі демонструють вищу швидкість і засвоєння

поживних речовин. Однак мальтоза може швидко закінчуватися, що погіршує стабільність бактерій *Fructilactobacillus sanfranciscensis* (Galliandal., 2019). Саме вони надають хлібу характерний кислий приємний смак та аромат.

Сучасні дослідження (Aiki and Tominaga, 2025) вказують на наявність чи існування ризику заміни цільових видів мікробіот. Наприклад *Fructilacto bacillus sanfranciscensis*, менш технологічно цінними штамми, такими як *Pediococcus acidilactici*, особливо за підвищених температур. Стійкість закваски залежить від взаємодії між дріжджами та молочнокислими бактеріями. Наприклад, наявність *Saccharomyces cerevisiae* може прискорювати виснаження запасів мальтози (Galliandal., 2019), що призводить до нестачі субстрату для мальтозопозитивних лактобактерій.

Taheriandal (2025), визначив субстратні чинники нестабільності мікробіоти заквасок, зокрема, специфічність борошна. Цільнозернове борошно сприяє домінуванню *Companilacto bacillus*, тоді як хлібопекарське вищого гатунку – *Levilactobacillus*.

Ферментація на заквасці – це не лише традиційний спосіб приготування хліба, але й потужний процес, на думку Cherevychna et al., 2024, Kimbell, 2021. Це сприяє метаболічному розпаду молекул моно- та дисукрів за допомогою ферментів мікроорганізмів з отриманням молочної кислоти та створенням оптимальних умов для розвитку корисних бактерій для мікробіоти кишківника. Під час процесу ферментації змінюється стан і вміст глютену і тому цей хліб можуть споживати люди з синдромом подразненого кишківника та глютенонепереносимістю, вважають науковці Kimbell, 2021 та Taranenko, 2022.

Сьогодні міні-пекарні, крафтові пекарні працюють над урізноманітненням рецептур, видів і форм хліба, зокрема безглютенових (Antonenko et al., 2021) та бездріжджових, а також прагнуть задовольнити попит сучасного покупця як на традиційні щоденні борошняні вироби, так і святково-обрядові (паски, калачі, короваї тощо). Провідні шеф-кухарі та пекарі вивчають та відроджують давні традиції українського хлібопечення. Незалежно від обраної стратегії, підприємства стикаються з викликами, такими як підвищення собівартості та необхідність адаптації до змін у споживчих вподобаннях розкрито в дослідженнях Kozhevnikova, 2016; Panasiuk & Taraimovych, 2022. Одночасно, зменшення споживання традиційного хліба та зростання попиту на спеціалізовані продукти, такі як безглютеновий хліб або вироби з фортифікованого борошна, вимагають від пекарень інвестування в нові технології виробництва (Lialyk and Vozhuk, 2023).

Це дозволяє не тільки задовольнити нові вимоги споживачів, а й залишитися конкурентоспроможними на ринку. Однак такі зміни потребують поточного планування, додаткових витрат на сировину та обладнання, а також постійного моніторингу тенденцій.

Організація міні-пекарень є перспективним бізнесом із високою рентабельністю, яка може досягати 50–60%. Проте для досягнення успіху важливо обрати правильну концепцію (табл. 4), визначити стратегію розвитку та організувати ефективну систему просування.

Для розробки матриці обрано три критерії. Перший критерій визначає спрямованість виробництва – від традиційних масових сортів до нішевих (дієтичних, безглютенових) або преміальних авторських виробів. Другий обрано для оцінки відповідності локації запитам цільової аудиторії. Третій критерій фокусується на перевагах, що забезпечують функціональність бізнесу - стабільність попиту, високий середній чек, унікальність продукту або лояльність вузького сегмента споживачів.

Класична пекарня та Бейкері орієнтовані на оптимізацію технологічних та операційних процесів для забезпечення обсягів продажу. Бутики, спеціалізовані пекарні, хлібні бари використовують методи тривалого холодного бродіння та роботу з природними заквасками, натуральними інгредієнтами, що потребує вищої кваліфікації персоналу. Вибір формату критично залежить від аналізу локального попиту та купівельної спроможності в конкретному регіоні.

**Таблиця 4.** Матриця вибору форматів міні-пекарень на сучасному ринку крафтового хлібопечення

| <b>Формат пекарні</b>      | <b>Концептуальна відповідність та асортиментна політика</b>  | <b>Цільова сегментування, локація</b>   | <b>Конкурентні переваги, функціональність бізнес-моделі</b>   |
|----------------------------|--|---|---|
| Класична пекарня           | Традиційні сорти хліба, дрібноштучні булочки виробу, класична здоба.   | Масовий споживач; спальні райони, зони з високим трафіком.                        | Стабільність попиту, широкий вибір повсякденної продукції, впізнаваність смаку.   |
| Бейкері кафе (Bakery-Cafe) | Поєднання пекарні повного циклу та кав'ярні. Борошняні виробу + напої + десерти.                                 | Містяни, що цінують комфорт; ділові центри, прогулянкові зони.                    | Високий середній чек за рахунок продажу напоїв; створення «третього місця» для дозвілля.                                |
| Хлібний бутік              | Ексклюзивні, дорогі сорти хліба, авторська борошняна кондитерська продукція.                                     | Преміум-сегмент; елітні квартали великих мегаполісів.                             | Унікальність продукту, висока маржинальність, елітарний імідж та висока якість.   |
| Спеціалізована пекарня     | Нішеві продукти: дієтичний, безглютеновий, екзотичний хліб, етнічна випічка.                                     | Споживачі зі специфічними потребами (ЗОЖ, алергії) або поціновувачі нових смаків. | Висока лояльність вузького сегмента; автентичність, використання унікальних технологій.                                 |
| Хлібний бар (Bread Bar)    | Поєднання пекарні та бару. Національні автентичні хлібні виробу + напої (місцеві пиво, вино, чай на травах тощо) | Туристи та місцеві жителі; туристичні маршрути, історичні місця, сільські садиби  | Унікальність продукту, висока маржинальність, збереження культурної спадщини, традицій, висока якість, сталий розвиток. |

**Джерело:** розроблено автором.

Також існують різні моделі організації пекарень. Пекарня повного циклу – модель, що передбачає повну технологічну незалежність. Найбільші інвестиції йдуть на обладнання (просіювальне, тістомісильне, тісторозкочувальне устаткування, жарово-пекарське, розстійні камери) та кваліфікований персонал. Це єдина модель, де виробник може гарантувати «крафтовість» через контроль ферментації на кожному етапі. Пекарня на напівфабрикатах передбачає економію на обладнанні та площі, оскільки підприємство оснащено морозильним та жарово-пекарським устаткуванням. Проте, технології заморожування впливають на органолептичні показники та термін свіжості хлібного виробу, що може знизити конкурентоспроможність у преміум-сегменті. Франшиза - управлінська модель, а не технологічна. Кінцевий продукт не є унікальним; бізнес-процес є перевіреним, що знижує ризики банкрутства для новачків, але обмежує їхню творчість і масштабування виробництва під власним брендом.

Дослідження (Muñoz-Benito and et al., 2025) мало на меті з'ясувати, чи можна вважати ремісничий хліб важливим елементом підкреслення цінності місцевого ремісничого виробництва. Дослідження проводилося у восьми знакових ресторанах в історичному центрі Кордови, (Іспанія), туристичній зоні, визнаній об'єктом Всесвітньої спадщини ЮНЕСКО. Використано опитування на основі моделі «Якість-Цінність-Задоволення-Лояльність», а потім

методологію PLS-SEM. Результати показують, що хліб посилює гастрономічний досвід, підвищує сприйняте задоволення та зміцнює кулінарну ідентичність місця. Дослідження ідентифікує роль ремісничого хліба як інструменту зміцнення кулінарної ідентичності. Проте, на нашу думку, дослідження базується переважно на суб'єктивних маркетингових моделях сприйняття («задоволення-лояльність»), що обмежує можливість встановлення прямої кореляції між конкретними фізико-хімічними параметрами продукту та його цінністю для споживача.

У дослідженнях французьких науковців (Mauriceand et al., 2022) порівняно вплив трьох різних методів обробки (промислового, кустарного та домашнього приготування) на технологічні (рецептура та обробка, оскільки вони взаємопов'язані в реальних умовах), харчові та фізико-хімічні властивості м'якого хліба. Ці результати пропонують кількісну оцінку відмінностей в межах однієї категорії продуктів, що відображає реальний вибір споживачів. Автори пропонують ґрунтовну кількісну оцінку відмінностей між методами обробки. Однак висока варіативність кустарних та домашніх рецептур ускладнює верифікацію результатів для створення універсальних технологічних стандартів, придатних для масштабування крафтових моделей.

Дослідження науковців Університету прикладних наук, Оснабрюк в Німеччині (Schulte et al., 2026) самосприйняття малих підприємств ремісничого виробництва харчових продуктів та їхній потенціал для апсайклінгу харчових продуктів. Головною метою є визначення характеристик ремісничого виробництва харчових продуктів та оцінка інноваційних способів використання відходів. Це дослідження показує, що завдяки поєднанню традицій та інновацій ремісниче виробництво харчових продуктів може сприяти сталому розвитку. Питання збереження автентичного органолептичного профілю та мікробіологічної безпеки продукту при використанні харчових відходів, вважаємо, потребує глибшого технологічного обґрунтування.

Наукові джерела європейських дослідників також підтверджують вектор досліджень щодо нового розуміння впливу біологічно збагачених інгредієнтів на якість ремісничого хліба. Однак сучасні наукові дослідження у сфері крафтового хлібопечення демонструють поліцентричність, зокрема в оцінці ролі хліба у формуванні культурної ідентичності та споживчої цінності, аналізі технологічних і харчових характеристик різних способів виробництва, а також вивченні потенціалу ремісничих підприємств щодо впровадження інноваційних підходів сталого розвитку.

**ВИСНОВКИ.** Значення хліба в українській культурі сягає далеко за межі базового продукту харчування, символізуючи національну ідентичність, традиції та гостинність. Традиційне хлібопечення є не лише частиною культурної спадщини, а й вагомим елементом формування нової культури споживання.

Системний аналіз рецензованих наукових публікацій дозволяє констатувати, що крафтове хлібопечення трансформується з нішевого ремесла у стратегічний сегмент харчової промисловості, що підвищує продовольчу безпеку та якість.

Доведено, що використання заквасок спонтанного бродіння та тривалої ферментації (>48 годин) є критичним чинником формування нутріціологічної цінності крафтового хліба. Для узагальнення наукових даних, щодо переваг крафтового виробництва, запропоновано такі критерії оцінювання: стратегічне позиціонування, ресурсне забезпечення, процесне управління. Використання стародавніх зернових культур у поєднанні з авторськими методами обробки дозволяє нівелювати недоліки прискорених промислових технологій; забезпечує високу мікробіологічну стабільність та унікальний органолептичний профіль крафтового хліба. Сформовано технологічні та фізико-хімічні, операційні обмеження при виготовленні крафтового хліба. Класифіковано основні напрямки проблеми безпечності крафтових хлібних виробів.

З мікробіологічної точки зору критично оцінено групи ризиків нестабільності мікробіоти заквасок: температурні відхилення (понад 30°C активують умовно-патогенну мікробіоту), штамова конкуренція (витіснення *Fructilacto bacillus an franciscensis* менш цінними штамми) та субстратна специфічність борошна. Результати досліджень свідчать, що вміст дезоксиніваленолу (DON) у крафтовому хлібі є значно нижчим, ніж у промисловому, що підтверджує вищий рівень мікробіологічної безпечності за умови належного контролю вхідної сировини.

Розроблена матриця стратегічного вибору форматів (від класичних пекарень до хлібних бутиків) демонструє високу рентабельність крафтового сектора (50–60%). Проте масштабування та вихід на промисловий рівень потребують розробки нових стандартів контролю якості та створення локальної лабораторної бази для малих та середніх підприємств.

Інтеграція інноваційних технологій із збереженням традиційних рецептів є ключем до покращення асортименту, підвищення якості хліба та задоволення потреб сучасного споживача.

**Подяки.** Немає.

**Конфлікт інтересів.** Немає.

### References

- Aiki, K., & Tominaga, T. (2025). Rapid detection of *Fructilactobacillus sanfranciscensis* in sourdough by lateral flow immunochromatographic assay. *Journal of Microbiological Methods*, 238, 107256. <https://doi.org/10.1016/j.mimet.2025.107256>
- Antonenko, A. V., Brovenko, T. V., Vasilenko, O. V., Zemlina, U. V., Tolok, G. A., Krivoruchko, M. U., & Grischenko, I. M. (2021). Technology of flour dishes using gluten-free flour. *Scientific notes of Taurida National V.I. Vernadsky University. Series: Technical Sciences*, 2(1), 50–56. <https://doi.org/10.32838/2663-5941/2021.1-2/09>
- Bock J.E Wrigley C.W Walker C.E. (2016). Bakeries: The Source of Our Unique Wheat-Based Food, Bread. *Encyclopedia of Food Grains (Second Edition)*, 3, 335–342.
- BREAD Initiative. (н.д.). Home. <https://www.bread-initiative.eu/>
- Brovenko T., Semenyuk L., Udod A., Vergeles O. (2025). Approaches to ensuring the quality and safety of food products in catering establishments. *Human and National Health* 3 (2), 66-80. <https://doi.org/10.31548/humanhealth.2.2025.66>
- Calvert, M. D., Madden, A. A., Nichols, L. M., Haddad, N. M., Lahne, J., Dunn, R. R., & McKenney, E. A. (2021). A review of sourdough starters: ecology, practices, and sensory quality with applications for baking and recommendations for future research. *PeerJ*, 9, e11389. <https://doi.org/10.7717/peerj.11389>
- Campo, E., del Arco, L., Urtasun, L., Oria, R., & Ferrer-Mairal, A. (2016). Impact of sourdough on sensory properties and consumers' preference of gluten-free breads enriched with teff flour. *Journal of Cereal Science*, 67, 75–82. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2015.09.010>
- Cherevychna, N., Seredenko, V., Hrin, N. (2024). Craft breadmaking as an aspect of Ukrainian food identity. *Innovation and technology in the sphere of services and consumption*, 3(13), 33–37.
- Drobot, V. I., Mykhonik, L. A., Semenova, A. B., Falendysh, N. O. (2018). Flour of ancient wheats, cereal products and meals in bread technology: Monograph. ProfBook.
- Galli, V., Venturi, M., Pini, N., Guerrini, S., Granchi, L., & Vincenzini, M. (2019). Liquid and firm sourdough fermentation: microbial robustness and interactions during consecutive backsloppings. *LWT*, 105, 9–15. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.02.004>
- Gómez, M., Casado, A., & Caro, I. (2023). Assessing the Effect of Flour (White or Whole-Grain) and Process (Direct or Par-Baked) on the Mycotoxin Content of Bread in Spain. *Foods*, 12(23), 4240. <https://doi.org/10.3390/foods12234240>

- Hryshchenko, A. V. (2023). The main problems of Ukrainian bakery enterprises under martial law. *Economic and social aspects of Ukraine's development at the beginning of the XXI-st century* (p. 54-57).
- Jönsson, M., Gerhardt, K., & Wendin, K. (2025). Historical grains in modern gastronomy: A case study of artisan breads. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 101165. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2025.101165>
- Kimbell V. (2021). Why is sourdough bread good for you? *The Sourdough School Magazine*. <https://www.sourdough.co.uk/why-is-sourdough-bread-good-for-you/>
- Komlichenko O.O., Zhyvets A.M., Nakonechna V.I. (2023). Craft production as a source of development of the tourism industry of the region. *Economic space*.(188), 37-40
- Komlichenko, O., Zhyvets, A., & Nakonechna, V. (2023). Craft production as a source of development of the region's tourism industry. *Economic space*, (188), 37–40. <https://doi.org/10.32782/2224-6282/188-6>
- Kozhevnikova, V. O. (2016). Improvement of the technology of bakery products using medicinal and spicy-aromatic raw materials] (Doctoral dissertation abstract). ONTU, Odesa.
- Lebedenko, T. (2019). Revival of ancient national technologies - an alternative strategy for the development of modern breadmaking, *In Innovations in technology in bakery production. Achievements and prospects for the development of the confectionery industry* (pp. 26–31).
- Lebedenko, T. Ye., Kozhevnikova, V. O., Karatsuba, N. L. (2018). Revival of ancient technologies: artisan bread on spontaneous starters – a new trend in the bakery and restaurant business. *In Innovations in technology in bakery production. Achievements and prospects for the development of the confectionery industry* (pp. 48–53).
- Lialyk, A. T., & Bozhyk, L. I. (2023). Fortification of flour. *State and prospects of food science and industry*, (pp. 38–39)
- Matula, A., & Pakhomska, O. V. (2019). Quality assessment of bakery products. *Bulletin of the student scientific society "VATRA"* (66), 71–73.
- Maurice, & Saint-Eve, Pernin, Aurélie, Souchon. (2022). How Different Are Industrial, Artisanal and Homemade Soft Breads? *Foods*. 11. 1484. 10.3390/foods11101484.
- Menezes, L. A. A., Sardaro, M. L. S., Duarte, R. T. D., Mazzon, R. R., Neviani, E., Gatti, M., & De Dea Lindner, J. (2020). Sourdough bacterial dynamics revealed by metagenomic analysis in Brazil. *Food Microbiology*, 85, 103302. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2019.103302>
- Mucha L (2024). Applying the theory of planned behavior to examine the customer behavior towards craft bakery products: evidence from Hungary. *Humanities and Social Sciences Communications*.11 <https://doi.org/10.1057/s41599-024-04060-8>
- Muñoz-Benito, Rocío & Navajas-Romero, Virginia & Hernandez Rojas, Ricardo David. (2025). Gastronomy in Heritage Cities: Traditional Bread in the Culinary Experience. *Revista RIVAR*. 12. 1-17. 10.35588/nh3q0t59.
- Mykolenko S., Lebedenko T., Ziubrovskiy A. (2019). Traditional Ukrainian Bread Making. *Traditional European Breads*/ eds. Garcia-Vaquero M., Pastor K., Orhun G.E., McElhatton A., Rocha J.M.F. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-23352-4\\_18](https://doi.org/10.1007/978-3-031-23352-4_18)
- On Fortification of Flour, Draft Law of Ukraine No. 5657 (2021) (Ukraine) [http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4\\_2?id=&pf3516=5657&skl=10](http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_2?id=&pf3516=5657&skl=10)
- Panasiuk, S. H., & Taraimovych, I. V. (2022). The use of vegetable and fruit powders as innovative ingredients in the recipe of craft bakery products. *Commodity Bulletin* 2(15), 49–62.
- Polevyk V. (2024). Kraft producers are changing the culture of bread consumption in Ukraine. *My.Novyyny*.

- Reese, A. T., Madden, A. A., Joossens, M., Lacaze, G., & Dunn, R. R. (2020). Influences of Ingredients and Bakers on the Bacteria and Fungi in Sourdough Starters and Bread. *mSphere*, 5(1). <https://doi.org/10.1128/msphere.00950-19>
- Rybalka, O. (2026). Recommended nutritional standards and nutritional value of wheat grain. *Zhorna consult.* <https://zhorna.in.ua/rekomendovani-normy-harchuvannya-ta-harchova-czinnist-zerna-pshenydzi>
- Rybalka, O. (2026). Technological improvement of the nutritional value of wheat bread. *Zhorna consult.* <https://zhorna.in.ua/tehnologichne-polipshennya-harchovoyi-czinnosti-pshenychnogohliba/>
- Sanmartín, G., Sánchez-Adriá, I. E., Salvador, A., Prieto, J. A., Estruch, F., & Ranz-Gil, F. (2024). Quantitative Assessment of Volatile Profile and Sensory Perception of Artisan Bread Made in the City of Valencia. *Foods*, 13(23), 3872. <https://doi.org/10.3390/foods13233872>
- Schulte, Scherbanjow, Mühlbrodt (2026). Perceptions and Potential: How Artisanal Food Businesses View Themselves in the Context of Food Upcycling. *Sustainability*. 18. 2656. 10.3390/su18052656.
- Siepmann, F., Sousa de Almeida, B., Waszczyński, N., Spier, M.R. (2019) Influence of Temperature and of Starter Culture on Biochemical Characteristics and the Aromatic Compounds Evolution on Type II Sourdough and Wheat Bread. *LWT*. 108, 199–206.
- Sychevskiy, M. P., Shpychak, O. M., & Kovalenko, O. V. (2020). Trends and prospects for the development of bakery production in European countries. *Economy of the agricultural complex*, (7).
- Taheri, S., Schwarzkopf, E., Berman, H. L., Brandt, N., McNeill, J., Sevier, N., Ruffieux, M., Dunn, R. R., & Smukowski Heil, C. (2025). The role of flour type and feeding schedule on the sourdough microbiome. *Microbiology Spectrum*. <https://doi.org/10.1128/spectrum.02380-25>
- Taranenko, O. (2022). Traditional bread in the olden days became a symbol and hope for survival. *Food technology*. <https://harch.tech/2022/12/30/oleksandr-taranenko-zvyhajnyj-hl%0d1%96b-u-chas-vijny-stav0symvolom-ta-nafieu-na-vyzyvannia/>
- Venturi, F., Sanmartin, C., Taglieri, I., Nari, A., & Andrich, G. (2016). Effect of the baking process on artisanal sourdough bread-making: A technological and sensory evaluation. *Agrochimica: International Journal of Plant Chemistry, Soil Science and Plant Nutrition of the University of Pisa* (p.222-234).

УДК 664.8/9:664.87:519.876

<https://doi.org/10.31548/humanhealth.2.2026.129>

## ОЦІНКА БІОЛОГІЧНОЇ ЦІННОСТІ М'ЯСО-РОСЛИННИХ КОНСЕРВІВ ДРУГИХ СТРАВ МЕТОДОМ ФАКТОРНИХ ПЛОЩ

**Кирило Олексійович Петриченко**

аспірант

<https://orcid.org/0009-0006-1819-4255>

Національний університет біоресурсів і природокористування України  
03041, вул. Виставкова, 16 м. Київ, Україна

**Михайло Михайлович Муштрук**

Кандидат технічних наук, доцент

<https://orcid.org/0000-0002-3646-1226>

Національний університет біоресурсів і природокористування України,  
03041, вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, Україна.

**Анотація.** Збалансованість амінокислотного складу харчових продуктів є одним із ключових чинників забезпечення їхньої біологічної цінності та відповідності фізіологічним потребам людини. Особливої актуальності набуває розроблення м'ясо-рослинних консервів підвищеної харчової цінності з використанням сучасних підходів до інтегрального оцінювання їхньої якості. Метою роботи було здійснення математичного моделювання та комплексної оцінки якості м'ясо-рослинних консервів для других страв за вмістом незамінних амінокислот із застосуванням методу факторних площ.

Для досягнення поставленої мети використано експериментальні дані щодо амінокислотного складу контрольного зразка та 3 дослідних зразків консервованої продукції. Оцінювання здійснювали шляхом порівняння вмісту незамінних амінокислот із нормативними значеннями, рекомендованими FAO/WHO. Математичне моделювання виконували методом факторних площ із переведенням показників у безрозмірні одиниці та побудовою геометричних моделей якості продукції.

Установлено, що всі дослідні зразки характеризувалися вищими показниками біологічної цінності порівняно з контрольним зразком. Для зразка № 1 коефіцієнт відповідності інтервалу якості становив 1,16, що свідчить про перевищення нормативного рівня якості на 16,15 %. Найбільше перевищення нормативних значень зафіксовано для лізину, ізолейцину та сукупності фенілаланіну і тирозину. Для зразка № 2 величина коефіцієнта відповідності становила 1,26, що відповідало зростанню інтегральної оцінки якості на 26,33 %. Дослідний зразок №3 характеризувався найкращими показниками серед усіх варіантів рецептури. Значення коефіцієнта відповідності інтервалу якості становило 1,35, а частка перевищення нормативного рівня досягала 35,1 %. Встановлено, що саме зразок №3 забезпечував найвищий рівень збалансованості амінокислотного складу та найбільшу площу факторного простору, яка становила 3,84 ум. од.<sup>2</sup>. Порівняно з контрольним зразком його інтегральний показник якості був вищим на 51 %.

Отримані результати підтверджують ефективність використання методу факторних площ для комплексного оцінювання біологічної цінності харчових продуктів та можуть бути використані під час розроблення нових рецептур м'ясо-рослинних консервів із функціональним призначенням.

**Ключові слова:** незамінні амінокислоти, амінокислотний скор, інтегральне оцінювання, факторний простір, білкова цінність, функціональні продукти, збалансоване харчування.

UDC 664.8/9:664.87:519.876

<https://doi.org/10.31548/humanhealth.2.2026.129>

## ASSESSMENT OF THE BIOLOGICAL VALUE OF MEAT AND PLANT CANNED SECOND-COURSE PRODUCTS USING THE FACTOR AREA METHOD

**Kirilo Petrychenko**

*Postgraduate student*

<https://orcid.org/0009-0005-9479-8803>

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*

*03041, Vystavkova Str., 16, Kyiv, Ukraine*

**Mikhailo Mushtruk**

*PhD in Technical Sciences, Associate Professor*

<https://orcid.org/0000-0002-3646-1226>

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*

*03041, 15 Heroes of Defense St., Kyiv, Ukraine.*

**Abstract.** Providing the population with high-biological-value food products is one of the priority directions in the development of modern food technologies. The development of meat-and-plant canned second-course products capable of supplying the human body with a balanced complex of essential amino acids is of particular importance. In this regard, the application of modern methods for the integrated assessment of nutritional and biological value is highly relevant. This study aimed to evaluate the biological value of meat-and-plant canned second-course products based on their essential amino acid composition using the factor area method.

The study's objects were a control sample and three experimental samples of meat-and-plant canned products. The assessment was performed by comparing the amino acid composition of the products with the FAO/WHO-recommended reference values. For the integrated characterization of product quality, the factor area method was applied, including transforming quality indicators into dimensionless values, constructing geometric models of the factor space, and determining quality compliance coefficients.

The results demonstrated that all experimental samples exhibited higher biological value than the control sample. For Sample 1, the quality compliance coefficient was 1.16, indicating that the biological value exceeded the reference level by 16.15%. Sample 2 showed a coefficient of 1.26, corresponding to a 26.33% increase compared with the reference value. The highest biological value was observed for Sample 3, for which the quality compliance coefficient reached 1.35, while the excess over the reference level amounted to 35.1%. It was established that lysine, isoleucine, and the combined content of phenylalanine and tyrosine made the greatest contribution to the improvement of biological value in the experimental formulations. The factor space area for Sample 3 reached 3.84 conventional units<sup>2</sup>, the highest among all tested formulations. Compared with the control sample, the integrated quality index of Sample 3 was 51% higher.

The findings confirmed that the factor area method is an effective tool for the comprehensive quantitative assessment of the biological value of food products and for identifying the most promising formulation solutions. The practical significance of the study lies in the potential to apply the results to the development of meat-and-plant canned products with enhanced nutritional and biological value, intended for rational human nutrition.

**Keywords:** essential amino acids, amino acid score, integrated assessment, factor space, protein quality, functional foods, balanced nutrition.

**ВСТУП.** Забезпечення населення повноцінними харчовими продуктами є одним із ключових завдань сучасної харчової науки та технології. Особлива увага приділяється створенню продуктів, які не лише задовольняють енергетичні потреби організму, а й забезпечують надходження необхідних нутрієнтів у збалансованому співвідношенні (Gaudichon, 2024). У структурі харчування людини білки відіграють провідну роль завдяки участі в процесах росту, регенерації тканин, синтезі ферментів і гормонів, а також підтриманню функціональної активності організму (Ling et al., 2023; Val-Prylypko et al., 2024a).

Одним із найважливіших критеріїв оцінювання білкової складової харчових продуктів є їхня біологічна цінність, яка визначається насамперед вмістом і співвідношенням незамінних амінокислот (FAO, 2013). Дефіцит хоча б однієї незамінної амінокислоти може обмежувати ефективність використання інших амінокислот організмом, що знижує харчову цінність продукту незалежно від загального вмісту білка (Kasprzyk, 2025). Саме тому розроблення рецептур із оптимізованим амінокислотним складом є одним із пріоритетних напрямів сучасних досліджень у галузі харчових технологій (Skwarek & Karwowska, 2023).

Перспективним підходом до підвищення біологічної цінності харчових продуктів є поєднання сировини тваринного та рослинного походження. М'ясо забезпечує високий вміст повноцінних білків, тоді як рослинні компоненти дозволяють збагатити продукт харчовими волокнами, мінеральними речовинами та біологічно активними сполуками (Stanišić et al., 2025). Комбінування таких інгредієнтів сприяє формуванню збалансованого амінокислотного профілю та створенню продуктів із підвищеною функціональною цінністю (Martínez et al., 2024; Val-Prylypko et al., 2024b).

Серед широкого асортименту харчової продукції значний інтерес становлять м'ясо-рослинні консерви других страв, які характеризуються тривалим терміном зберігання, зручністю в користуванні та високою харчовою цінністю. Водночас удосконалення їх рецептурного складу потребує застосування сучасних методів комплексного оцінювання якості, здатних враховувати сукупність взаємопов'язаних показників (Li et al., 2022). Традиційні методи аналізу дозволяють оцінювати окремі характеристики продукту, однак не завжди забезпечують можливість інтегрального порівняння різних рецептур між собою та з еталонними значеннями (Kowalska et al., 2023).

У зв'язку з цим дедалі більшого поширення набувають математичні методи моделювання якості харчових продуктів. Використання факторних просторів і геометричних моделей дає змогу здійснювати комплексне оцінювання багатокомпонентних систем, визначати рівень відповідності продукції нормативним вимогам і виявляти найбільш перспективні рецептурні рішення (Chen & Pan, 2023). Метод факторних площ належить до сучасних інструментів інтегрального аналізу, які дозволяють узагальнювати результати багатопараметричних досліджень і кількісно оцінювати якісний стан харчових продуктів за сукупністю визначених критеріїв (Erdogdu, 2023).

Незважаючи на значну кількість досліджень, присвячених оцінюванню амінокислотного складу харчових продуктів, питання комплексної оцінки біологічної цінності м'ясо-рослинних консервів для других страв із використанням математичних методів моделювання залишається недостатньо вивченим. Це зумовлює необхідність проведення досліджень, спрямованих на інтегральне оцінювання амінокислотного профілю та визначення найбільш збалансованих рецептур.

**МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ** - оцінка біологічної цінності м'ясо-рослинних консервів других страв за вмістом незамінних амінокислот із застосуванням методу факторних площ.

**ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.** Забезпечення населення повноцінними білковими продуктами є одним із пріоритетних завдань сучасної науки харчування. Встановлено, що рівень забезпеченості організму білками значною мірою визначає інтенсивність обмінних процесів, функціонування імунної системи, синтез ферментів і гормонів, а також загальний стан здоров'я людини. Водночас харчова цінність білка визначається не лише його кількістю, а й якісним складом, насамперед вмістом незамінних амінокислот (FAO, 2023).

Згідно з рекомендаціями FAO/WHO, критерієм оцінки якості харчового білка є ступінь відповідності його амінокислотного складу фізіологічним потребам організму людини. Особливе значення мають валін, ізолейцин, лейцин, лізин, метіонін, цистин, треонін, триптофан, фенілаланін та тирозин, які не синтезуються або синтезуються в недостатній кількості в організмі людини і повинні надходити з їжею. Дефіцит хоча б однієї із зазначених амінокислот призводить до зниження ефективності використання інших амінокислот та погіршення біологічної цінності продукту незалежно від загального вмісту білка (Moughan & Lim, 2024).

У роботі Ishii & Bhatia (2023) доведено, що саме амінокислотний склад є найбільш інформативною характеристикою білкової якості харчових продуктів. Автори встановили пряму залежність між збалансованістю незамінних амінокислот і рівнем засвоєння білка організмом людини. Аналогічних висновків дійшли Matthews et al. (2025), які зазначають, що сучасні підходи до оцінювання харчової цінності мають враховувати не лише вміст білка, а й амінокислотну повноцінність.

Одним із перспективних напрямів підвищення біологічної цінності харчових продуктів є створення комбінованих м'ясо-рослинних систем. Такий підхід дозволяє поєднати високу біологічну цінність білків тваринного походження з функціональними властивостями рослинної сировини. За даними Kowalska et al. (2023), використання рослинних компонентів у складі м'ясних продуктів сприяє оптимізації амінокислотного профілю, підвищенню вмісту харчових волокон і біологічно активних речовин.

Martínez et al. (2024) встановили, що поєднання білків різного походження дозволяє усунути дефіцит лімітуючих амінокислот і забезпечити більш повне використання білкової складової організмом людини. Автори підкреслюють, що саме комбіновані рецептури відкривають нові можливості для створення функціональних продуктів із підвищеною харчовою цінністю.

Особливий інтерес серед комбінованих продуктів становлять м'ясо-рослинні консерви для другої страви. Вони поєднують високу поживну цінність, тривалий термін зберігання та технологічну стабільність під час зберігання і транспортування. Крім того, така продукція характеризується значним потенціалом для оптимізації рецептурного складу завдяки використанню різних видів рослинної сировини. Саме тому останніми роками спостерігається зростання кількості досліджень, спрямованих на вдосконалення рецептур консервованих продуктів і підвищення їхньої біологічної цінності.

Важливим етапом розроблення нових харчових продуктів є об'єктивне оцінювання їхньої якості. Традиційно для цього використовують амінокислотний скор, індекс незамінних амінокислот, Biological Value, Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score та Digestible Indispensable Amino Acid Score. Проте більшість зазначених методів передбачає аналіз окремих показників і не дозволяє отримати узагальнену характеристику якості багатокомпонентної харчової системи (Hoffer, 2016).

У зв'язку з цим останнім часом активно розвиваються методи математичного моделювання якості харчових продуктів. Їхнє застосування дає змогу інтегрувати велику кількість показників у єдину систему оцінювання та порівнювати різні рецептурні рішення за узагальненими критеріями. Особливе місце серед таких підходів займають багатофакторні методи аналізу, що базуються на використанні математичного апарату факторних просторів.

Відомо, що факторний простір є сукупністю параметрів, які визначають якісний стан досліджуваного об'єкта. Під час оцінювання харчових продуктів такими параметрами можуть бути фізико-хімічні, технологічні, структурно-механічні, органолептичні та харчові характеристики. Переведення зазначених показників у безрозмірну форму дозволяє порівнювати їх незалежно від розмірності та абсолютних величин.

Одним із різновидів багатофакторного аналізу є метод факторних площ, який ґрунтується на побудові геометричних моделей якості продукції. Сутність методу полягає у представленні досліджуваних характеристик у полярній системі координат та визначенні

площі багатокутника, утвореного відповідними параметрами якості. Інтегральна оцінка при цьому здійснюється шляхом порівняння отриманої факторної площі з нормативною або контрольною моделлю.

Перевагою методу факторних площ є можливість одночасно проводити інтегральний і диференціальний аналіз. З одного боку, площа багатокутника характеризує загальний рівень якості продукції, а з іншого – дозволяє визначити вплив кожного окремого показника на формування інтегральної оцінки. Це створює передумови для ефективного управління рецептурними та технологічними параметрами харчових систем.

Аналіз наукової літератури показав, що більшість сучасних досліджень присвячена визначенню амінокислотного складу білкових продуктів і розрахунку окремих індексів біологічної цінності. Водночас питання комплексного оцінювання біологічної цінності м'ясо-рослинних консервів других страв за допомогою багатфакторних математичних методів залишаються недостатньо дослідженими. Практично відсутні роботи, у яких оцінювання амінокислотного складу здійснюється на основі методу факторних площ із використанням інтегральних критеріїв якості.

Таким чином, аналіз літературних джерел свідчить про доцільність застосування методу факторних площ для комплексної оцінки біологічної цінності м'ясо-рослинних консервів для дружніх страв. Такий підхід дозволяє не лише оцінити відповідність амінокислотного складу нормативним вимогам, а й здійснити інтегральне порівняння різних рецептур та визначити найбільш перспективні напрями їх удосконалення.

**МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ.** Як оціночні параметри досліджуваних зразків консервованої продукції других страв використали вміст незамінних амінокислот у складі їхньої білкової структури. Для формування вихідних даних для здійснення процесу моделювання якісного стану консервованої продукції других страв було встановлена відповідність складу незамінних амінокислот курячого білка фізіологічним потребам людини, які нормовані за даними якісними характеристиками (табл. 1), згідно з рекомендаціями роботи (Palamarchuk et al., 2024).

**Таблиця 1.** Ступінь відповідності складу незамінних амінокислот курячого білка фізіологічним потребам дорослої людини

| Назва амінокислоти    | Норми<br>ФАО/ВООЗ, мг/г | Курячий білок            |                          |
|-----------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
|                       |                         | Фактичний вміст,<br>мг/г | % задоволення<br>потреби |
| Гістидін              | 15                      | 6,64                     | 44,3                     |
| Ізолейцин             | 30                      | 11,3                     | 37,7                     |
| Лейцин                | 59                      | 16,1                     | 27,3                     |
| Лізин                 | 45                      | 18,2                     | 40,4                     |
| Метіонін + цистін     | 22                      | 8,6                      | 39,1                     |
| Метіонін              | 16                      | 5,9                      | 36,9                     |
| Цистін                | 6                       | 2,7                      | 45,0                     |
| Фенілаланін + тирозін | 38                      | 15,7                     | 41,3                     |
| Тирозин               | 23                      | 7,2                      | 31,3                     |
| Триптофан             | 6                       | 2,5                      | 41,7                     |
| Валін                 | 39                      | 10,6                     | 27,2                     |

**Джерело:** розроблено автором на основі лабораторних досліджень.

Враховуючи рекомендовані величини з табл. 1 та дані експериментальних досліджень щодо вмісту у досліджуваній продукції незамінних амінокислот, розмістили усереднені якісні характеристики зразків рецептури у табл. 2.

**Таблиця 2.** Ступінь відповідності вмісту амінокислот, мг/г, критеріям якості ідеального білка в дослідних зразках

| № п/п | Назва амінокислоти    | Норма ФАО/ВООЗ | Контроль | Зразок № 1 | Зразок № 2 | Зразок № 3 |
|-------|-----------------------|----------------|----------|------------|------------|------------|
| 1     | Валін                 | 50             | 47       | 49         | 51         | 53         |
| 2     | Ізолейцин             | 40             | 30       | 49         | 52         | 54         |
| 3     | Лейцин                | 70             | 51       | 75         | 79         | 82         |
| 4     | Лізин                 | 55             | 72       | 69         | 73         | 78         |
| 5     | Метіонин + цистин     | 35             | 39       | 41         | 42         | 44         |
| 6     | Треонін               | 40             | 40       | 39         | 42         | 43         |
| 7     | Триптофан             | 10             | 11       | 11         | 12         | 12         |
| 8     | Фенілаланін + тирозин | 60             | 70       | 83         | 80         | 81         |

**Джерело:** розроблено автором на основі лабораторних досліджень.

**Методика визначення параметрів оцінки методом «факторних площ» у процесі математичного моделювання**

Для проведення математичного моделювання якісного стану досліджуваних зразків консервованої продукції других страв використали метод «факторних площ» (Palamarchuk et al., 2025; Palamarchuk et al., 2026; Mushtruk et al., 2026). Під час моделювання висували такі гіпотези.

Згідно з першою гіпотезою, якісний стан досліджуваних зразків консервованої продукції других страв визначається факторним простором, що створюється обраними фахівцями комплексом якісних характеристик, які дозволяють адекватно оцінити якість досліджуваної продукції. При використанні методу «факторних площ» кількість використаних параметрів якості є необмеженою, що дозволяє отримати достовірну оцінку або прогноз.

За другою гіпотезою факторний простір можна наочно представити площею фігури багатокутника, із центра якого через рівні кути відкладаємо величини використаних якісних характеристик у безрозмірних одиницях. Тобто, під час побудови моделі якісного стану певного зразка використовується представлення якісних характеристик у полярній системі координат. Відкладання величин у безрозмірних одиницях дає можливість інтегрально, тобто узагальнено, оцінити якісний стан досліджуваної продукції. У той же час залишається можливість наочної локальної або диференціальної оцінки якісного стану продукції за окремими параметрами, що відображаються відповідними центральними променями на побудованій моделі якісного стану досліджуваних зразків.

Таким чином, на першому етапі моделювання здійснили переведення представлених якісних параметрів (табл. 2) у безрозмірні одиниці. Таку дію виконали за рахунок отримання співвідношень поточних величин обраних та експериментально визначених якісних характеристик певних зразків до їх нормативних величин (табл. 1). Очевидно, що величини будь-якого нормативного показника одну умовну одиницю, а поточні характеристики – часткові величини до цього показника (Palamarchuk et al., 2025; Palamarchuk et al., 2026; Mushtruk et al., 2026). Порівняння даних характеристик є диференціальним критерієм оцінювання. Таким чином, можна проводити математичне оцінювання якості через певні залежності між зазначеними характеристиками. Представлення якісних характеристик зразка № 1 досліджуваної консервованої продукції та їх нормативних параметрів наведено в таблиці 3.

Далі здійснювали побудову моделі якісного стану для певного зразка консервованої продукції других страв та їхніх нормативних параметрів. Розраховані якісні параметри відкладали від обраного єдиного центру через кут  $\alpha = 360/m = 360/8 = 45^\circ$ , де  $m = 8$  – кількість використаних оціночних характеристик за вмістом незамінних амінокислот.

Очевидно, що кінці поточних якісних характеристик зразків рецептури  $R_i$  (табл.2) описують неправильний багатокутник, а кінці нормативних  $R_n$  – правильні:  $R_n = 1$ .

Враховуючи представлені вище гіпотези для здійснення математичного моделювання методом «факторних площ», необхідно визначити величини площ, описані якісними характеристиками під час побудови геометричної моделі. При визначенні величини площі нормативних параметрів  $S_n$ , що описуються правильним багатокутником скористалися відомою формулою:

$$S_n = \frac{ma^2}{4tg\left(\frac{180}{m}\right)} \quad (1)$$

де  $m$  – кількість кутів або сторін багатокутника;  $a$  – величина сторони багатокутника, яку можна знайти через напівдіагональ  $R_n$  як:

$$a = 2R_n \sin\left(\frac{180}{m}\right) \quad (2)$$

Тоді шукана величина площі правильного багатокутника становить:

$$S_n = \frac{mR_n^2 \sin^2\left[\frac{180}{m}\right]}{tg\left[\frac{180}{m}\right]} = mR_n^2 \sin\left[\frac{180}{m}\right] \cdot \cos\left[\frac{180}{m}\right] = 0,5mR_n^2 \sin\left[\frac{360}{m}\right] \quad (3)$$

Для досліджуваного факторного простору досліджуваної консервованої продукції, що представляється 8-кутником, за формулою (3) шукана площа становить  $S_n = 2,828$  ум.од.

Величину площі неправильних багатокутників  $S_i$  знаходити як суму площ трикутників, з яких вона складається, використовуючи математичний алгоритм, виведений нижче (Palamarchuk et al., 2025; Palamarchuk et al., 2026). Враховуючи певні складнощі під час розрахунку за даним алгоритмом для всіх досліджуваних зразків рецептури консервованої продукції, використовували складену комп'ютерну програму, результати якої заносили в табл.6.

$$S_{08} = 0,5 \sin \alpha \cdot [R_1 \cdot R_2 + R_2 \cdot R_3 + R_3 \cdot R_4 + R_4 \cdot R_5 + R_5 \cdot R_6 + R_6 \cdot R_7 + R_7 \cdot R_8 + R_8 \cdot R_1] \quad (4)$$

Порівняльну оцінку досліджуваних зразків консервованої продукції других страв та їх нормативних показників визначали за величинами алгебраїчних і геометричних співвідношень між безрозмірними характеристиками нормативних і поточних параметрів якості (Palamarchuk et al., 2025; Palamarchuk et al., 2026; Mushtruk et al., 2026), представленими нижче.

На основі величин обраних оціночних параметрів та розрахованих факторних площ якісного стану досліджуваних зразків рецептури консервованої продукції використовували розроблений коефіцієнт відповідності інтервалу якості  $k_{в\text{ія}} = S_i / S_n$  (Palamarchuk et al., 2025; Palamarchuk et al., 2026; Mushtruk et al., 2026), який показує наскільки близько відповідає якість досліджуваного продукції нормативним показникам за певного факторного простору.

Для оцінювання частки (у %) простору поточних якісних параметрів у просторі нормативних показників використовували розроблений питомий коефіцієнт відповідності

$$\text{інтервалу якості } \varphi_{в\text{ія}} = \frac{|S_n - S_i|}{S_n} \cdot 100\% \quad (\text{Palamarchuk et al., 2025; Palamarchuk et al., 2026;}$$

Mushtruk et al., 2026).

На основі величин обраних оціночних параметрів та розрахованих факторних площ якісного стану досліджуваних зразків рецептури консервованої продукції використовували розроблений коефіцієнт відповідності контрольному зразку  $k_{в\text{к}} = S_i / S_k$ , який показує наскільки близько відповідає якісний стан досліджуваного продукції контрольним показникам за певного факторного простору.

**РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ОБГОВОРЕННЯ.** Для оцінювання біологічної цінності досліджуваних м'ясо-рослинних консервів других страв проведено аналіз їх амінокислотного складу з подальшим математичним моделюванням якісного стану за методом факторних площ. Як оціночні параметри використано вміст незамінних амінокислот, які визначають повноцінність білкової складової продукту та ступінь її відповідності фізіологічним потребам людини. Порівняльне оцінювання здійснювали відносно рекомендованих норм ФАО/ВООЗ і контрольного зразка. Отримані результати дозволили встановити закономірності зміни інтегральних показників якості дослідних зразків, визначити рівень їхньої відповідності еталонним характеристикам та обґрунтувати найбільш перспективну рецептуру за показниками біологічної цінності.

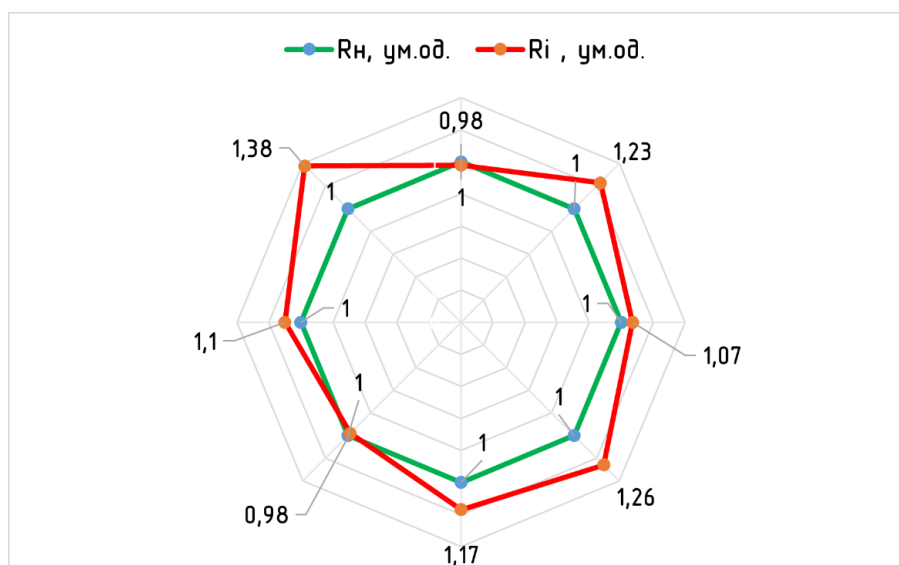
**Побудова математичних моделей якісного стану досліджуваних зразків консервів**

Відповідно до результатів експериментальних даних для зразка № 1 консервованої продукції (табл. 1 та 2) було проведено розрахунок основних оціночних характеристик у безрозмірних одиницях для побудови геометричної математичної моделі (табл. 3).

**Таблиця 3.** Розрахунок оціночних характеристик зразку № 1 консервів других страв за вмістом незамінних амінокислот

| № п/п | Назва амінокислоти    | Норма $R_n$ , ум.од. | Контроль $R_k$ , ум.од. | Зразок № 1 $R_i$ , ум.од. |
|-------|-----------------------|----------------------|-------------------------|---------------------------|
| 1     | Валін                 | 1,0                  | 0,94                    | 0,98                      |
| 2     | Ізолейцин             | 1,0                  | 0,75                    | 1,23                      |
| 3     | Лейцин                | 1,0                  | 0,73                    | 1,07                      |
| 4     | Лізин                 | 1,0                  | 1,31                    | 1,26                      |
| 5     | Метіонин + цистин     | 1,0                  | 1,11                    | 1,17                      |
| 6     | Треонін               | 1,0                  | 1,0                     | 0,98                      |
| 7     | Триптофан             | 1,0                  | 1,1                     | 1,1                       |
| 8     | Фенілаланін + тирозин | 1,0                  | 1,17                    | 1,38                      |

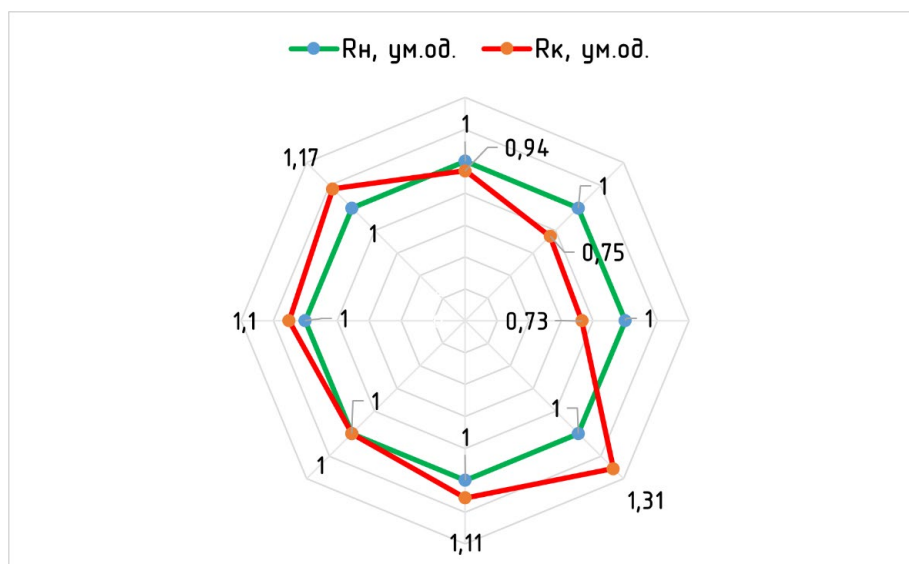
Використовуючи розрахункові значення поточних параметрів  $R_i$  (табл. 3) та нормативних  $R_n$ , побудували геометричну модель якісного стану досліджуваного зразка № 1 консервованої продукції порівняно із нормативним (рис. 1) за вмістом незамінних амінокислот.



**Рисунок 1.** Математична модель якісного стану досліджуваного зразка № 1 консервів других страв порівняно із нормативним за вмістом незамінних амінокислот.

Аналіз геометричних моделей на рис.1 свідчить, що зразок № 1 перевищує нормативні значення за вмістом незамінних амінокислот практично за всіма оцінювальними параметрами, окрім валіна та треоніна. У цілому за всіма оціночними параметрами має місце перевищення нормативу в 1,16 раза (табл.4). Максимальні величини перевищення нормативних параметрів спостерігаються для лізину, ізолейцину та сукупності фенілаланіну й тирозину відповідно на 26, 38 та 23%. Враховуючи, що ці параметри є позитивними, такі зміни свідчать про потенціал підвищення якості досліджуваного зразка на 16,1 %.

Використовуючи розрахункові значення параметрів  $R_k$  для контрольного зразка (табл. 3) та нормативні  $R_n$ , аналогічно побудували геометричну модель якісного стану контрольного зразка консервів порівняно з нормативним (рис.2) за вмістом незамінних амінокислот.



**Рисунок 2.** Математична модель якісного стану контрольного зразка консервів других страв порівняно із нормативним за вмістом незамінних амінокислот

Відповідно до результатів експериментальних даних для зразка № 2 консервованої продукції (табл.1 та 2) було проведено розрахунок основних оціночних характеристик у безрозмірних одиницях для побудови геометричної математичної моделі (табл. 4)

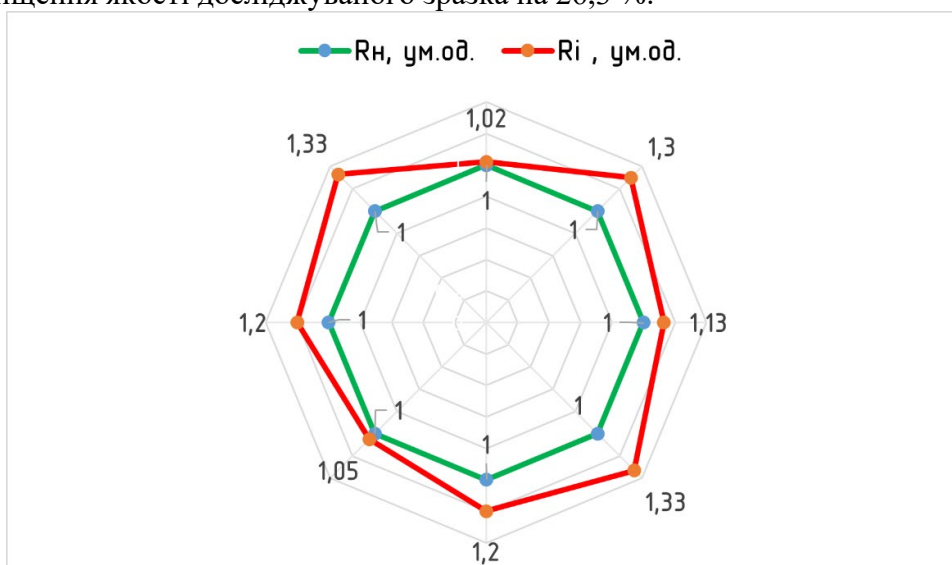
**Таблиця 4.** Розрахунок оціночних характеристик зразку № 2 консервів других страв за вмістом незамінних амінокислот

| № п/п | Назва амінокислоти    | Норма $R_n$ , ум.од. | Контроль $R_k$ , ум.од. | Зразок № 2 $R_i$ , ум.од. |
|-------|-----------------------|----------------------|-------------------------|---------------------------|
| 1     | Валін                 | 1,0                  | 0,94                    | 1,02                      |
| 2     | Ізолейцин             | 1,0                  | 0,75                    | 1,3                       |
| 3     | Лейцин                | 1,0                  | 0,73                    | 1,13                      |
| 4     | Лізін                 | 1,0                  | 1,31                    | 1,33                      |
| 5     | Метіонін + цистін     | 1,0                  | 1,11                    | 1,2                       |
| 6     | Треонін               | 1,0                  | 1,0                     | 1,05                      |
| 7     | Триптофан             | 1,0                  | 1,1                     | 1,2                       |
| 8     | Фенілаланін + тирозін | 1,0                  | 1,17                    | 1,33                      |

Використовуючи розрахункові значення поточних параметрів  $R_i$  (табл.4) та нормативних  $R_n$ , побудували геометричну модель якісного стану досліджуваного зразка №2 консервів порівняно із нормативним (рис.3) за вмістом незамінних амінокислот.

Аналіз геометричних моделей на рис. 2 свідчить, що контрольний зразок консервованої продукції не перевищує нормативні значення за трьома параметрами, а саме: вмістом валіну, ізолейцину та лейцину. У цілому за всіма оціночними параметрами має місце зменшення нормативу на 89 % (табл. 4). Максимальні величини перевищення нормативних параметрів спостерігаються для лізину та сукупностей метіону й цистеїну, фенілаланіну й тирозину відповідно на 31, 11 та 17%. Враховуючи, що ці параметри є позитивними, такі зміни свідчать

Аналіз геометричних моделей на рис.3 свідчить, що зразок №2 консервованої продукції других страв перевищує нормативні значення за всіма оцінювальними параметрами. У цілому за всіма оціночними параметрами має місце перевищення нормативу в 1,26 раза (табл.4). Максимальні величини перевищення нормативних параметрів спостерігаються для ізолейцину, лізину та сукупностей метіону й цистеїну, фенілаланіну й тирозину – відповідно на 30, 34 та 33 %. Враховуючи, що ці параметри є позитивними, такі зміни свідчать про потенціал підвищення якості досліджуваного зразка на 26,3 %.



**Рисунок 3.** Математична модель якісного стану досліджуваного зразка № 2 консервів других страв порівняно із нормативним за вмістом незамінних амінокислот

Відповідно до результатів експериментальних даних для зразка № 3 м'ясо-рослинних консервів (табл. 1 та 2) проведено розрахунок основних оціночних характеристик у безрозмірних одиницях для побудови геометричної математичної моделі (табл. 5).

**Таблиця 5.** Розрахунок оціночних характеристик зразку №3 консервів других страв за вмістом незамінних амінокислот

| № п/п | Назва амінокислоти    | Норма $F_n$ , ум.од. | Контроль $F_k$ , ум.од. | Зразок № 3 $R_i$ , ум.од. |
|-------|-----------------------|----------------------|-------------------------|---------------------------|
| 1     | Валін                 | 1,0                  | 0,94                    | 1,06                      |
| 2     | Ізолейцин             | 1,0                  | 0,75                    | 1,35                      |
| 3     | Лейцин                | 1,0                  | 0,73                    | 1,17                      |
| 4     | Лізін                 | 1,0                  | 1,31                    | 1,42                      |
| 5     | Метіонин + цистін     | 1,0                  | 1,11                    | 1,26                      |
| 6     | Треонін               | 1,0                  | 1,0                     | 1,08                      |
| 7     | Триптофан             | 1,0                  | 1,1                     | 1,2                       |
| 8     | Фенілаланін + тирозін | 1,0                  | 1,17                    | 1,35                      |

Використовуючи розрахункові значення поточних параметрів  $R_i$  (табл. 5) та нормативних  $R_n$ , побудували геометричну модель якісного стану досліджуваного зразка № 3 консервованої продукції порівняно із нормативним (рис. 4) за вмістом незамінних амінокислот.

Аналіз геометричних моделей на рис. 4 свідчить, що зразок № 3 консервованої продукції для других страв перевищує нормативні значення за всіма оцінювальними параметрами. У цілому за всіма оціночними параметрами має місце перевищення нормативу в 1,35 раза (табл. 5). Максимальні величини перевищення нормативних параметрів спостерігаються для лізину, ізолейцину та сукупностей метіону й цистеїну, фенілаланіну й тирозину – відповідно на 42, 35, 26 та 35 %. Враховуючи, що ці параметри є позитивними, такі зміни свідчать про потенціал підвищення якості досліджуваного зразка на 35,1 %.

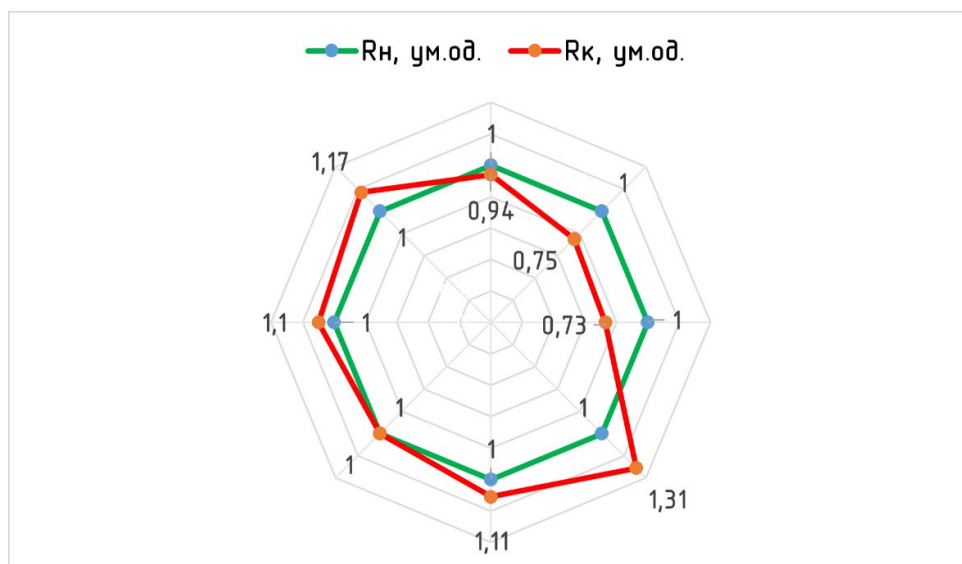


Рисунок 4. Математична модель якісного стану досліджуваного зразка № 3 консервів других страв порівняно із нормативним за вмістом незамінних амінокислот

#### Динаміка зміни якісних характеристик досліджуваних зразків консервів других страв

Використовуючи результати математичного моделювання методом факторних просторів, отримані критерії оцінки якості досліджуваних зразків м'ясо-рослинних консервів для других страв розмістили в таблиці 6.

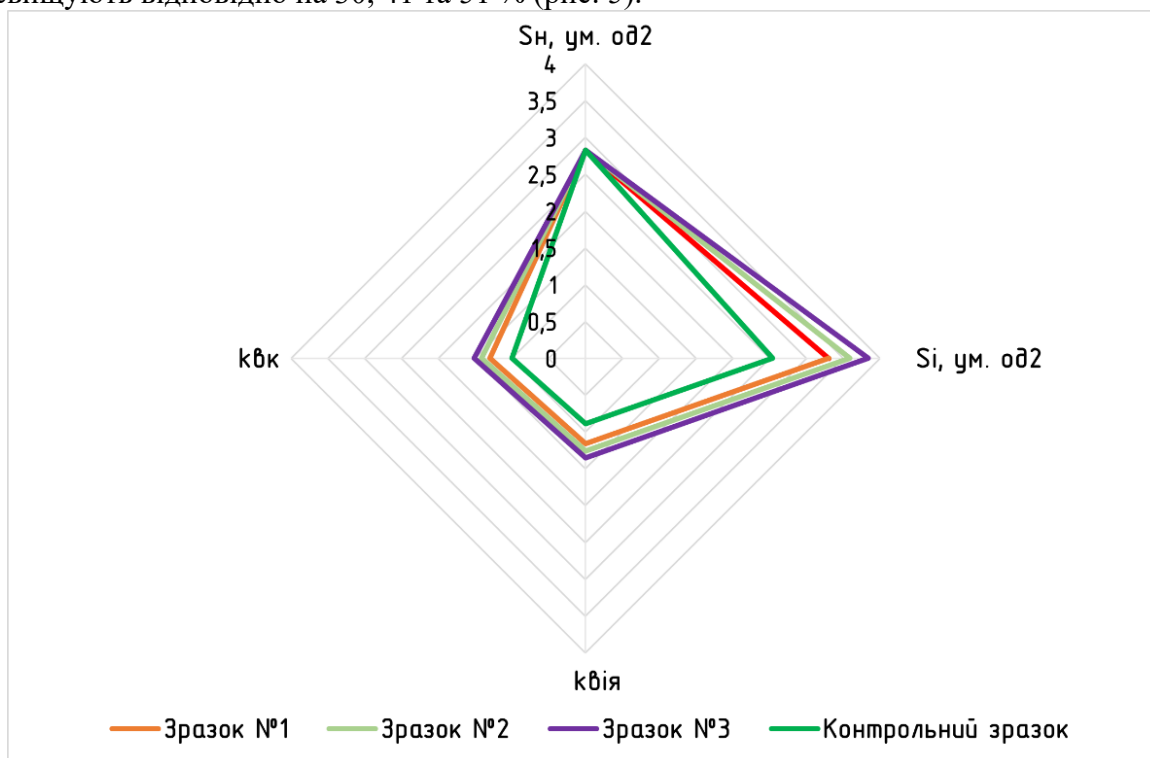
Таблиця 6. Критерії оцінки якості досліджуваних зразків консервів других страв

| № п/п | Зразки продукції   | Факторна площа              |                             |                             | Критерії оцінки |          |                     |
|-------|--------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------|----------|---------------------|
|       |                    | $S_n$ , ум. од <sup>2</sup> | $S_k$ , ум. од <sup>2</sup> | $S_i$ , ум. од <sup>2</sup> | $k_{вія}$       | $k_{вк}$ | $\varphi_{вія}$ , % |
| 1     | Зразок №1          | 2,828                       | 2,54                        | 3,3                         | 1,16            | 1,3      | 16,15               |
| 2     | Зразок №2          | 2,828                       | 2,54                        | 3,59                        | 1,26            | 1,41     | 26,33               |
| 3     | Зразок №3          | 2,828                       | 2,54                        | 3,84                        | 1,35            | 1,51     | 35,1                |
| 4     | Контрольний зразок | 2,828                       | 2,54                        | 2,54                        | 0,89            | 1,0      | 10,6                |

На основі даних таблиці 6 здійснили порівняльний графоаналітичний аналіз зміни критеріїв оцінки якості досліджуваних зразків консервованої продукції, що розміщені на рисунку 5.

За всіма обраними оціночними параметрами досліджувані зразки консервованої продукції других страв, окрім контрольного, перевищують нормативні параметри відповідно на 16, 26 та 35 % згідно із величинами коефіцієнтів відповідності нормативам якості  $k_{вія}$ . За величиною

коефіцієнта відповідності контрольному зразку квк усі зразки розробленої рецептури його перевищують відповідно на 30, 41 та 51 % (рис. 5).



**Рисунок 5.** Аналіз зміни критеріїв оцінки якості досліджуваних зразків консервованої продукції других страв

Отримані результати свідчать про доцільність використання методу факторних площ для інтегральної оцінки біологічної цінності м'ясо-рослинних консервів для других страв за вмістом незамінних амінокислот. Встановлено, що всі дослідні зразки характеризувалися вищими показниками якості порівняно з контрольним, а найкращі результати продемонстрував зразок № 3, для якого коефіцієнт відповідності нормативним вимогам становив 1,35, а перевищення інтегрального показника якості відносно нормативного рівня досягало 35,1 %.

Результати дослідження узгоджуються з висновками Ishii & Bhatia (2023), які встановили, що збалансованість незамінних амінокислот є визначальним чинником формування біологічної цінності харчових продуктів. Автори довели, що підвищення вмісту лізину, ізолейцину та інших незамінних амінокислот позитивно впливає на ефективність використання білка організмом людини. Аналогічна тенденція спостерігалася і в цьому дослідженні, де найбільший внесок у зростання інтегральних показників якості забезпечували саме лізин і ізолейцин.

Подібні результати наведено у роботі Matthews et al. (2025), присвяченій оцінці комбінованих білкових систем. Автори встановили, що поєднання білків різного походження дає змогу усунути дефіцит лімітуючих амінокислот і підвищити загальну біологічну цінність продукту. У проведеному дослідженні також встановлено, що м'ясо-рослинні рецептури характеризуються вищою відповідністю еталонному білку порівняно з контрольним зразком, що підтверджує ефективність використання комбінованої сировини.

Важливе значення має робота Kowalska et al. (2023), у якій досліджено вплив рослинних компонентів на харчову цінність м'ясних продуктів. Автори відзначають покращення амінокислотного складу та підвищення функціональної цінності продукції за використання рослинної сировини. Отримані результати узгоджуються з нашими даними, оскільки всі

дослідні зразки характеризувалися перевищенням нормативних значень за більшістю незамінних амінокислот.

Схожі висновки зробили Martínez et al. (2024), які досліджували комбіновані харчові системи з функціональним призначенням. Науковці встановили, що використання рослинних інгредієнтів дає змогу компенсувати дефіцит окремих амінокислот і підвищити збалансованість білкового комплексу. У даному дослідженні аналогічний ефект спостерігався для ізолейцину, лізину та сукупності фенілаланіну й тирозину, вміст яких у дослідних зразках перевищував еталонні значення.

Результати оцінювання амінокислотного складу узгоджуються також із даними Kasprzyk (2025) та Elango et al. (2009), які досліджували біологічну цінність м'ясної сировини за вмістом незамінних амінокислот. Автором встановлено, що перевищення еталонних значень окремих амінокислот позитивно впливає на інтегральні показники якості білка. Подібна закономірність виявлена і в проведеному дослідженні, де збільшення концентрації лізину та ізолейцину супроводжувалося зростанням коефіцієнтів відповідності нормативним показникам.

У роботах Karabulut et al. (2024) показано, що покращення амінокислотного профілю м'ясної сировини підвищує її біологічну цінність. Хоча автор досліджував інший об'єкт, встановлена ним залежність між вмістом незамінних амінокислот і якістю білка підтверджується результатами цієї роботи. Водночас на відміну від дослідження Karabulut et al. (2024), у представленій роботі оцінювання здійснювалося не за окремими показниками, а на основі інтегрального математичного підходу.

Особливий інтерес становить порівняння отриманих результатів із висновками Moughan and Lim (2024), які зазначають, що традиційні методи оцінювання білкової якості не завжди дають змогу комплексно характеризувати багатокомпонентні харчові системи. Саме ця проблема стала підґрунтям для застосування методу факторних площ у цьому дослідженні. На відміну від традиційних підходів, застосований метод дозволив інтегрувати в єдину модель усі досліджувані амінокислоти та отримати узагальнений показник якості продукції.

Подібної точки зору дотримується Hoffer (2016), який підкреслює необхідність розвитку багатфакторних методів оцінювання харчової цінності продуктів. Автор зазначає, що сучасні харчові системи характеризуються значною кількістю взаємопов'язаних показників, тому використання інтегральних критеріїв є більш інформативним порівняно з аналізом окремих характеристик. Отримані результати підтверджують доцільність такого підходу, оскільки метод факторних площ дозволив об'єктивно ранжувати дослідні зразки за рівнем біологічної цінності.

Таким чином, результати проведеного дослідження загалом узгоджуються з висновками сучасних наукових праць щодо позитивного впливу поєднання м'ясної та рослинної сировини на амінокислотний склад продуктів. Водночас на відміну від більшості попередніх досліджень, у роботі запропоновано комплексний підхід до оцінювання біологічної цінності на основі методу факторних площ, який дозволяє одночасно враховувати весь комплекс незамінних амінокислот та отримувати інтегральну характеристику якісного стану продукції. Найвищі показники якості встановлено для зразка № 3, що свідчить про перспективність його рецептурного складу та доцільність подальших досліджень у напрямі вдосконалення м'ясо-рослинних консервів функціонального призначення.

**ВИСНОВКИ.** Проведено оцінювання біологічної цінності м'ясо-рослинних консервів других страв за вмістом незамінних амінокислот із використанням методу факторних площ. Встановлено, що застосований підхід дозволяє здійснювати комплексну інтегральну оцінку якісного стану продукції, враховуючи одночасно весь комплекс досліджуваних амінокислотних показників та ступінь їх відповідності рекомендованим нормам ФАО/ВООЗ.

За результатами математичного моделювання встановлено перевагу всіх розроблених рецептур над контрольним зразком. Дослідні зразки характеризувалися вищими значеннями коефіцієнта відповідності інтервалу якості, які становили відповідно 1,16; 1,26 та 1,35 для

зразків № 1, № 2 та № 3. Це свідчить про перевищення нормативного рівня якості на 16,15 %, 26,33 % та 35,10 % відповідно.

Найкращі показники біологічної цінності встановлено для зразка №3. Для нього коефіцієнт відповідності заданому інтервалу якості становив  $k_{в\text{ія}} = 1,35$ , а факторна площа досягала 3,84 ум. од.<sup>2</sup>, що перевищувало аналогічний показник контрольного зразка у 1,51 рази. Питомий коефіцієнт відповідності нормативам якості  $\phi_{в\text{ія}}$  становив 35,1 %, що є максимальним значенням серед усіх досліджуваних варіантів рецептури та свідчить про найбільший запас позитивних якісних характеристик.

Встановлено, що найбільший вплив на формування високої біологічної цінності дослідних зразків справляли лізин, ізолейцин, а також сукупність фенілаланіну та тирозину, вміст яких перевищував нормативні значення та забезпечував підвищення інтегральних показників якості продукції.

Найнижчі показники якості виявлено в контрольному зразку, для якого коефіцієнт відповідності інтервалу якості становив 0,89. Це свідчить про неповну відповідність нормативним вимогам за сукупністю досліджуваних амінокислотних показників та відсутність резерву для підвищення якості стану в межах досліджуваного факторного простору. Серед розроблених рецептур найменші інтегральні показники мав зразок №1, однак він перевищував нормативні характеристики за більшістю досліджуваних параметрів і характеризувався потенціалом підвищення якості на 16,15 %.

Практична цінність проведеного дослідження полягає в обґрунтуванні можливості використання методу факторних площ для комплексного оцінювання біологічної цінності харчових продуктів і вибору найбільш раціональних рецептурних рішень. Перспективою подальших досліджень є розширення переліку оціночних показників за рахунок фізико-хімічних, функціонально-технологічних та органолептичних характеристик з метою створення багатофакторної системи оцінювання якості м'ясо-рослинних консервів.

**Подяки.** Немає.

**Конфлікт інтересів.** Немає.

### References

- Bal-Prylypko, L., Nikolayenko, M., Danylenko, S., Ustymenko, I., Ryabovol, M., & Petrychenko, K. (2024a). Justification for improving the technology of canning main dish with increased nutritional value. *Food resources*, 12(22), 28–36. <https://doi.org/10.31073/foodresources2024-22-03>
- Bal-Prylypko, L., Nikolayenko, M., Ustymenko, I., Holembovska, N., & Petrychenko, K. (2024b). Amino acid composition of canned main dish increased food value. *Human and nation's Health*, 3, 75-83. <https://doi.org/10.31548/humanhealth.3.2024.75>
- Chen, C., & Pan, Z. (2023). An overview of progress, challenges, needs, and trends in mathematical modeling approaches in food drying. *Drying Technology*, 41(16), 2586-2605.
- Elango, R., Ball, R. O., & Pencharz, P. B. (2009). Amino acid requirements in humans: with a special emphasis on the metabolic availability of amino acids. *Amino acids*, 37(1), 19-27.
- Erdogdu, F. (2023). Mathematical modeling of food thermal processing: current and future challenges. *Current Opinion in Food Science*, 51, 101042. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2023.101042>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2013). *Dietary protein quality evaluation in human nutrition: Report of an FAO Expert Consultation* (FAO Food and Nutrition Paper No. 92). FAO.
- Gaudichon, C. (2024). Evolution and significance of amino acid scores for protein quality. *Frontiers in Nutrition*, 11. <https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1437853>
- Hoffer, L. J. (2016). Human protein and amino acid requirements. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*, 40(4), 460-474. <https://doi.org/10.1177/0148607115624084>

- Ishii, I., & Bhatia, M. (2023). Amino Acids in Health and Disease: The Good, the Bad, and the Ugly. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(5), 4931. <https://doi.org/10.3390/ijms24054931>
- Karabulut, G., Purkiewicz, A., & Goksen, G. (2024). Recent developments and challenges in algal protein and peptide extraction strategies, functional and technological properties, bioaccessibility, and commercial applications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 23(3), e13372.
- Kasprzyk, A. (2025). Comparison of the amino acid composition and biological value of protein in fallow deer meat from two farming systems. *NFS Journal*, 39, 100231. <https://doi.org/10.1016/j.nfs.2025.100231>
- Kowalska, H., Czajkowska, K., Cichowska, J., & Lenart, A. (2023). Functional and nutritional properties of meat products enriched with plant ingredients: A review. *Foods*, 12(7), 1365. <https://doi.org/10.3390/foods12071365>
- Ling, Z.-N., Jiang, Y.-F., Ru, J.-N., Lu, J.-H., Ding, B., & Wu, J. (2023). Amino acid metabolism in health and disease. *Signal Transduction and Targeted Therapy*, 8(1). <https://doi.org/10.1038/s41392-023-01569-3>
- Martínez, M., Penci, M., Ribotta, P., & León, A. (2024). Plant-based ingredients as functional components in meat products: Nutritional and technological aspects. *Food Research International*, 184, 114215. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2024.114215>
- Matthews, J., Wolfe, R. R., Moughan, P. J., & Tome, D. (2025). Protein quality and indispensable amino acids in mixed protein systems for human nutrition. *Advances in Nutrition*, 16(1), 100238. <https://doi.org/10.1016/j.advnut.2024.100238>
- Moughan, P. J., & Lim, W. X. J. (2024). Digestible indispensable amino acid score (DIAAS): 10 years on. *Frontiers in Nutrition*, 11. <https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1389719>
- Mushtruk, M., Vasylyv, V., Hidzhelitskyi, V., Mukoid, R., Savchuk, S., Popova, I., Khalin, S., & Mykhniuk, S. (2026). Evaluation of the quality indicators of the quality indicators of food-grade glycerin derived from different oil/fat raw materials. *SciFood*, 20, 333–350. <https://doi.org/10.5219/scifood.120>
- Palamarchuk, I., Adamchuk, L., Palamarchuk, V., Andruschenko, M., Priss, O., Glowacki, S., Hutsol, T., & Bezalychna, O. (2024). Assessment of the Ecological Safety of Honey with the Help of “Factor Area” Models. *Sustainability*, 16(22), 9960. <https://doi.org/10.3390/su16229960>
- Palamarchuk, I., Hudzenko, M., & Domin, O. (2026). Sunflower Oil Quality Control Parameters Using Mathematical Modeling. *Lecture Notes in Mechanical Engineering* (pp. 705–718). Springer Nature Switzerland. [https://doi.org/10.1007/978-3-032-14926-8\\_57](https://doi.org/10.1007/978-3-032-14926-8_57)
- Palamarchuk, I., Mushtruk, M., Piddubny, V., Osokina, N., Chahaida, A., Mihailik, V., Herasymchuk, O., & Tkachenko, H. (2025). Modeling of the qualitative state of oilseeds from soybean seeds by multifactorial analysis of factor areas. *SciFood*, 19, 61–78. <https://doi.org/10.5219/scifood.5>
- Skwarek, P., & Karwowska, M. (2023). Fruit and vegetable processing by-products as functional meat product ingredients: a chance to improve the nutritional value. *Lwt*, 189, 115442.
- Stanišić, N., Kurćubić, V. S., Stajić, S. B., Tomasevic, I. D., & Tomasevic, I. (2025). Integration of Dietary Fiber for Health Benefits, Improved Structure, and Nutritional Value of Meat Products and Plant-Based Meat Alternatives. *Foods*, 14(12), 2090. <https://doi.org/10.3390/foods14122090>