

Науковий електронний журнал

Здоров'я людини і нації

Scientific e-Journal

Human and nation's health



ISSN 2786-8974 (Online)

УДК 613:17.023.31/.32

ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ І НАЦІЇ

Електронний науковий журнал. № 2(2025)*виходить 4 рази на рік*

*Рекомендовано до видання та поширення Вченою радою НУБіП України,
протокол №11 від 22.05.2025 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<https://www.humanhealth.nubip.edu.ua>

ISSN 2786-8974 (Online)

UDC 613:17.023.31/.32

HUMAN and NATION'S HEALTH**Electronic scientific journal. № 2(2025)***Published 4 times a year*

*Recommended for publication and distribution the Academic Council NULES of Ukraine,
Minutes No.11 of May 22, 2025*

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

Editors 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

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

© National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 2024

Редакційна колегія:

Баль-Прилипко Лариса Вацлавівна	Доктор технічних наук, професор, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна (<i>головний редактор</i>);
Муштрук Михайло Михайлович	Кандидат технічних наук, доцент, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна (<i>заступник головного редактора</i>);
Мельник Вікторія Іванівна	Кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна (<i>відповідальний секретар</i>);
Альтанова Альона Борисівна	Кандидат педагогічних наук, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна;
Безкопильний Олександр Олександрович	Доктор педагогічних наук, доцент, Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького, Україна;
Белікова Наталія Олександрівна	Доктор педагогічних наук, професор, Волинський національний університет імені Лесі Українки, Україна;
Бринзак Сава Савович	Кандидат наук з фізичного виховання, доцент, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна;
Василів Володимир Павлович	Кандидат технічних наук, доцент, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна;
Голембовська Наталія Володимирівна	кандидат технічних наук, доцент, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна;
Данилевич Мирослава Василівна	Доктор педагогічних наук, професор, Львівський державний університет фізичної культури імені Івана Боберського, Україна;
Древіцька Оксана Остапівна	Доктор медичних наук, професор, ННЦ «Інститут біології та медицини КНУ імені Тараса Шевченка, Україна;
Корнієнко Валентина Іванівна	Доктор біологічних наук, професор, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна;
Костенко Микола Петрович	Кандидат педагогічних наук, доцент, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна;
Ляхова Інна Миколівна	Доктор педагогічних наук, професор, Київський університет імені Бориса Грінченка, Україна;
Мартинчук Олександр Аркадійович	Кандидат медичних наук, доцент, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна;
Ніколаєнко Микола Станіславович	Phd, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна;
Паламарчук Ігор Павлович	Доктор технічних наук, професор, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна
Постой Руслана Вікторівна	Доктор ветеринарних наук, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна;
Путров Сергій Юрійович	Доктор філософських наук, професор, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна;
Слободянюк Наталія Михайлівна	Кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна;
Сущенко Людмила Петрівна	Доктор педагогічних наук, професор, Український державний університет імені Михайла Драгоманова, Україна;
Ткач Геннадій Федорович	Доктор медичних наук, професор, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна;
Устименко Ігор Миколайович	Кандидат технічних наук, доцент, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна;
Швець Олег Віталійович	Кандидат медичних наук, доцент, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна;
Шмаргун Віталій Миколайович	Доктор психологічних наук професор, Національний університет біоресурсів і природокористування України Україна;
Гарбузова Вікторія Юрївна	Доктор біологічних наук, професор, Сумський державний університет, Україна
Мирослава Качаньова	PhD, професор, Словацький університет сільського господарства в Нітрі, Словаччина;
Родіка Маргаоан	PhD, науковий співробітник, Університет сільськогосподарських наук та ветеринарної медицини Клуж-Напока, Румунія;
Томаш Гембаровський	PhD, доцент кафедри біоструктури та фізіології тварин, Вроцлавський університет наук про навколишнє середовище та життя, Польща;
Юстина Батьковська	доктор габілітований, професор Інституту біологічних основ тваринництва, Університет природничих наук, Польща.

Editorial Board:

Bal-Prylypko Larysa Vatslavivna	Doctor of Technical Sciences, Professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine (<i>Editor-in-Chief</i>);
Mushtruk Mykhailo Mykhailovych	PhD in Technical Sciences, Associate Professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine (<i>Deputy Editor-in-Chief</i>);
Melnyk Viktoriia Ivanivna	PhD in Agricultural Sciences, Associate Professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine (<i>Executive Secretary</i>);
Altanova Alona Borysivna	PhD in Pedagogy, Associate Professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine;
Bezkopylnyi Oleksandr Oleksandrovych	Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Bohdan Khmelnytsky National University of Cherkasy, Ukraine;
Bielikova Nataliia Oleksandrivna	Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Lesya Ukrainka Volyn National University, Ukraine;
Brynzak Sava Savovych	PhD in Sciences in Physical Education and Sports, Associate Professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine;
Holembovska Nataliia Volodymyrivna	PhD in Technical Sciences, Associate Professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine;
Vasyliv Volodymyr Pavlovych	PhD in Technical Sciences, Associate Professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine;
Danylevych Myroslava Vasylivna	Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Lviv state university of physical culture named after Ivan Bobersky, Ukraine;
Drevitska Oksana Ostapivna	Doctor of Medical Science, Professor, Educational and Scientific Center "Institute of Biology and Medicine", Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine;
Korniienko Valentyna Ivanivna	Doctor of Biological Sciences, Professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine;
Kostenko Mykola Petrovych	PhD in Pedagogy, Associate Professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine;
Liakhova Inna Mykolivna, Martynchuk Oleksandr Arkadiiovych	Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Borys Grinchenko Kyiv University, Ukraine; PhD in Medical Sciences, Associate Professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine;
Nikolaienko Mykola Stanislavovych Palamarchuk Ihor Pavlovych	PhD, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine; Doctor of Technical Sciences, Professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine
Postoi Ruslana Viktorivna	Doctor of Veterinary Sciences, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine;
Putrov Serhii Yuriiovych	Doctor of Philosophical Sciences, Professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine;
Slobodianiuk Nataliia Mykhailivna	PhD in Agricultural Sciences, Associate Professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine;
Sushchenko Liudmyla Petrivna	Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, National Pedagogical Dragomanov University, Ukraine;
Shvets Oleh Vitaliiovych	PhD in Medical Sciences, Associate Professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine;
Shmarhun Vitalii Mykolaiovych	Doctor of Psychological Sciences, Professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine;
Tkach Hennadii Fedorovych	Doctor of Medical Sciences, Professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine;
Ustymenko Ihor Mykolaiovych	PhD in Technical Sciences, Associate Professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine;
Harbuzova Viktoriia Yuriivna	Doctor of Biological Sciences, Professor, Sumy State University, Ukraine;
Justyna Batkowska	Full professor, University of Life Sciences in Lublin – Institute of Biological Basis of Animal Production;
Margaoan Rodica	PhD, University of Agricultural Science and Veterinary Medicine Cluj-Napoca Calea Manastur;
Miroslava Kačániová	Full professor Slovak University of Agriculture in Nitra Rzeszow university;
Tomasz Gębarowski	PhD, adiunkt, Wrocław University of Environmental and Life Sciences, Poland.

ЗМІСТ

1. Владислав Дорожко, Наталія Голембовська

Удосконалення технології рибних паштетів із додаванням нетрадиційної сировини..... 7

2. Оксана Леонідівна Чепурна, Оксана Анатоліївна Штонда

Мікробіологічна оцінка варено-копчених ковбас із рослинними білками 19

3. Наталія Михайлівна Муштрук, Михайло Михайлович Муштрук

Штучний інтелект як інструмент для розроблення рецептур пектиновмісних паст 31

4. Ігор Миколайович Устименко, Олександр Григорович Панасюк

Дослідження пюре з ягід чорниці та таксифоліну для виробництва соєвого йогурту функціонального призначення..... 47

5. Інна Анатоліївна Близнюк, Юлія Валеріївна Лозовська, Юлія Вікторівна Бреус, Юрій Григорович Медведєв, Аліна Анатоліївна Менчинська

Інноваційні підходи щодо фарбування цитологічних і гістологічних препаратів м'яса яловичини та м'ясних виробів 57

6. Тетяна Вікторівна Бровенко, Лариса Леонтіївна Семенюк, Артем Анатолійович Удод, Олександр Петрович Вергелес

Підходи до забезпечення якості та безпечності харчової продукції у закладах харчування 66

7. Любов Володимирівна Ткаченко, Олена Миколаївна Очколяс, Анастасія Олександрівна Іванюта, Ірина Анатоліївна Харсіка, Ірина Василівна Момот

Використання рослинної сировини для підвищення біологічної цінності мафінів 81

8. Вікторія Костянтинівна Кулик, Оксана Анатоліївна Штонда, Наталія Михайлівна Слободянюк, Наталія Володимирівна Голембовська, Інна Михайлівна Стецюк

Застосування фруктово-ягідних інгредієнтів у технології натуральних м'ясних напівфабрикатів..... 93

CONTENTS

1. Vladyslav Dorozhko, Nataliia Holembovska

Improvement of fish pate technology with the addition of non-traditional raw materials 7

2. Oksana Chepurna, Oksana Shtonda

Microbiological evaluation of cooked smoked sausages with vegetable proteins 19

3. Nataliia Mushtruk, Mikhailo Mushtruk

Artificial intelligence as a tool for developing recipes for pectin-containing paste 31

4. Ihor Ustymenko, Oleksandr Panasiuk

Research of blueberry pure and taxifolin for the production of functional soya yogurt 47

5. Inna Blyznyuk, Yulia Lozovskaya, Breus Yuliya, Yuriy Medvyedev, Alina Menchynska

Innovative approaches to the staining of cytological and histological preparations of beef and meat products..... 57

6. Tetyana Brovenko, Larisa Semenyuk, Artem Udod, Oleksandr Verheles

Approaches to ensuring the quality and safety of food products
in catering establishments 66

7. Lyubov Tkachenko, Olena Ochkolyas, Anastasia Ivaniuta, Iryna Kharsika, Iryna Momot

The use of plant raw materials to increase the biological value of muffins..... 81

8. Viktoriia Kulyk, Oksana Shtonda, Nataliia Slobodianiuk, Nataliia Holembovska, Inna Stetsyuk

The use of fruit and berry ingredients in the technology of natural meat
semi-finished products..... 93

УДК 641:664.953

<https://doi.org/10.31548/humanhealth.2.2025.7>

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РИБНИХ ПАШТЕТІВ ІЗ ДОДАВАННЯМ НЕТРАДИЦІЙНОЇ СИРОВИНИ

Владислав Васильович Дорошко

аспірант

<https://orcid.org/0000-0003-4796-2445>

Національний університет біоресурсів і природокористування України,

3041, вул. Виставкова, 16, м. Київ, Україна

Наталія Володимирівна Голембовська

кандидат технічних наук, доцент

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

Національний університет біоресурсів і природокористування України,

3041, вул. Виставкова, 16, м. Київ, Україна

Анотація. Сучасний ринок харчової промисловості має високі вимоги до безпечності, якості, біологічної та харчової цінності продуктів, що змушує виробників шукати нові інгредієнти та технологічні рішення. У цьому зв'язку, інтерес становлять рибні паштети, що є популярними завдяки їх зручності до вживання, високій харчовій цінності.

Метою роботи було обґрунтування доцільності використання та поєднання прісноводної риби з нетрадиційною сировиною (корінь маки, броколі, буряк).

Базуючись на результатах споживчих переваг, авторами було використано 10 дескрипторів методу флейвору для опису флейвору. Сенсорний аналіз та колориметричні дослідження були проведені згідно чинних діючих стандартів. Для створення дескрипторів був використаний DSTU ISO 6564:2005 "Sensory research. Methodology. Methods for creating a flavor spectrum".

Представлені позитивні результати сенсорного, органолептичного, колориметричного аналізу рибних паштетів із застосуванням методу профілю флейвору і встановлення їхньої відповідності гіпотетичному еталону. Була показана доцільність використання методу профілю флейвору, колориметричних методів для оцінки загального враження рибних паштетів для розширення біологічно значимих харчових продуктів.

Встановлено, що попередня термічна обробка паштетів впливає на кольороутворення готового продукту.

Позитивні результати органолептичних та колориметричних досліджень показали доцільність застосування кореню маки, броколі, буряка у технологіях паштетів.

Ключові слова: органолептичне оцінювання, сенсорна характеристика, фотоспектрометрія, корінь маки, броколі

UDC 641:664.953

<https://doi.org/10.31548/humanhealth.2.2025.7>

IMPROVEMENT OF FISH PATE TECHNOLOGY WITH THE ADDITION OF NON- TRADITIONAL RAW MATERIALS

Vladyslav Dorozhko

postgraduate student

<https://orcid.org/0000-0003-4796-2445>

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

03041, Vystavkova Str., 16, Kyiv, Ukraine

Nataliia HOLEMBOVSKA

PhD, Associate Professor

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

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

03041, Vystavkova Str., 16, Kyiv, Ukraine

Abstract. The modern food industry market has high requirements for safety, quality, biological and nutritional value of products, which forces manufacturers to look for new ingredients and technological solutions. In this regard, fish pastes are of interest, which are popular due to their ease of use and high nutritional value.

The purpose of the work is: to substantiate the feasibility of using and combining freshwater fish with non-traditional raw materials (maqui root, broccoli, beets).

Based on the results of consumer preferences, the authors used 10 descriptors of the flavor method to describe flavor. Sensory analysis and colorimetric studies were carried out using current standards. To create descriptors, DSTU ISO 6564:2005 "Sensory research. Methodology. Methods for creating a flavor spectrum" was used.

Positive results of sensory, organoleptic, colorimetric analysis of fish pâtés using the flavor profile method and establishing their compliance with a hypothetical standard are presented. The feasibility of using the flavor profile method and colorimetric methods to assess the overall impression of fish pâtés for expanding biologically significant food products was shown.

It was found that the preliminary heat treatment of pâtés affects the color formation of the finished product.

Positive results of organoleptic and colorimetric studies showed the feasibility of using maca root, broccoli, and beetroot in pâté technology.

Keywords: organoleptic evaluation, sensory characteristics, photospectrometry, maca root, broccoli

ВСТУП. Сучасний ринок харчової промисловості пред'являє високі вимоги до якості, безпечності та поживної цінності продуктів, що змушує виробників шукати нові технологічні рішення та інгредієнти. Особливий інтерес викликають рибні паштети, які завдяки своїй високій харчовій цінності, зручності у споживанні та можливості різноманітних рецептур користуються великою популярністю.

Одним із перспективних напрямів удосконалення технології виробництва рибних паштетів є використання нетрадиційної сировини, що сприяє розширенню асортименту, підвищенню біологічної цінності та покращенню органолептичних характеристик продукції. Додавання нетрадиційних компонентів, зокрема рослинних білків, водоростей і функціональних добавок, може покращити текстуру, зберегти вологість і продовжити термін зберігання готового продукту.

Прісноводна риба містить повноцінні білки, корисні жири, жиророзчинні вітаміни, але майже не має таких важливих мікроелементів, як йод, бром і селен, які необхідні для збалансованого харчування в умовах сучасного розвитку суспільства. Тому покращення смакових якостей і функціональних властивостей продуктів на її основі можливе за рахунок додавання рослинних інгредієнтів, що є джерелами клітковини, вітамінів і мінералів (Holembovska & Vlasenko, 2022; Luo et al., 2022).

Споживання паштетів зростає. Рибні паштети є одними з найбільш затребуваних продуктів завдяки зручності у вживанні, що особливо актуально в умовах прискореного ритму життя сучасної людини (Silovs & Dmitrijeva, 2018). Водночас український ринок переважно представлений паштетами, виготовленими виключно з рибної сировини (Thiel et al., 2024).

Зважаючи на це, вдосконалення технології виробництва паштетів з прісноводної риби є науково обґрунтованим і актуальним завданням (Rutynskyi, 2009).

Питання вдосконалення технології рибних паштетів із застосуванням нетрадиційних сировин активно досліджується сучасними вченими. Дослідження в цій галузі зосереджені на покращенні харчової та біологічної цінності продукту, підвищенні його безпеки та продовженні терміну зберігання.

Зокрема, Іванов О. М. (2021) досліджував вплив білково-вуглеводних композицій рослинного походження (горохового та соєвого білків) на якість рибних паштетів. Автор визначив, що оптимальне співвідношення рослинних білків і рибної сировини покращує текстурні властивості продукту, зменшує втрати вологи під час термічної обробки та підвищує уміст незамінних амінокислот.

Дослідження Петрової Л. В. (2020) було присвячене застосуванню водоростей (ламінарії, спіруліни) у технології виготовлення рибних паштетів. Результати показали, що додавання 2-3 % подрібненої ламінарії збагачує продукт йодом та іншими мікроелементами, а також надає йому антиоксидантні властивості, що позитивно впливає на термін зберігання.

Згідно з даними Сидоренка В. П. (2019), введення харчових волокон (пшеничних і бурякових) у рибні паштети поліпшує їх структурно-механічні характеристики, зменшує виділення рідини під час зберігання та сприяє утворенню більш однорідної текстури. Дослідження підтвердили, що використання 3-5 % харчових волокон дозволяє знизити жирність продукту та підвищити його дієтичну цінність.

Автори Н. В. Голембовська та А. С. Власенко (2021) вивчали вплив додавання перепелиних яєць та рослинних компонентів на хімічний склад, органолептичні та фізико-хімічні показники рибних паштетів.

Сапсай В. В. (2020). свої дослідження присвятив розробці рецептури рибних паштетів із додаванням рослинних компонентів для покращення харчової цінності та органолептичних властивостей продукту.

Селезнєва О. І. (2019) у своїй роботі розглядала використання м'яса диких тварин у виробництві м'ясних паштетів, що дозволяє підвищити харчову цінність та знизити вміст жиру в готовому продукті.

Автори В. М. Ізраєлян та Н. В. Слобода (2022) досліджували вплив додавання ягід журавлини та годжі на хімічний склад, органолептичні та фізико-хімічні показники рибних напівфабрикатів, а також встановлювали їхній термін придатності.

Необхідність створення інноваційних харчових продуктів, що відповідають сучасним тенденціям здорового харчування та забезпечують високу якість і ефективність виробництва, робить це дослідження актуальним. Тому вдосконалення технології виробництва рибних паштетів із використанням нетрадиційної сировини є важливим напрямом розвитку харчової промисловості.

МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ – удосконалення технології виробництва рибних паштетів шляхом оптимізації рецептурного складу та технологічних параметрів з метою покращення органолептичних характеристик продукту.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ. Для виробництва зразків паштетів були використані наступні матеріали: карась, вирощений в Хмельницькій області, обрізки лосося, вирощеного у Волинській області, корінь маки, буряк, броколі, цибуля, морква, олія, сіль, перець чорний мелотий. В експериментальних дослідженнях було додано по 5 % буряка, броколі, кореню маки до зразків.

Карась, обрізки лосося, буряк, броколі, були закуплені в великій торговельній мережі супермаркетів. Ставок, де був виловлений карась, знаходиться в Хмельницькій області, обрізки лосося з Київської області. Корінь маки був придбаний в упаковці по 28 гр, виробник Purella Sp. Z o.o., Warszawa, Poland.

Карась, обрізки лосося зберігалися за умов +5 °C в холодильній камері впродовж одного дня до настання часу проведення експерименту. Буряк, броколі, корінь маки зберігалися у сухому приміщенні, що вентилюється за температури 20 °C.

Для оцінки сенсорних характеристик та створення профілів флейвору застосовано метод, викладений в ДСТУ ISO 6564 : 2005 "Дослідження сенсорне. Методологія. Методи створювання спектра флейвору" (2005).

Дегустацію було проведено експертною комісією, що налічувала у своєму складі 20 осіб.

Дослідження кольоровості були проведені на контрольних та дослідних зразках з використанням білого світла, а його червоно-оранжевого, жовто-зелено-блакитного та блакитно-синьо-фіолетового ілюмінативного компоненти за використання безконтактного спектрофотометра YL 4560-3nh (Shenzhen Threenh Technology Co., Ltd., China) та представлені в координатах RGB (Red, Blue, and Green).

У самому початку, усі необхідні інгредієнти були підготовані, включаючи карасів, обрізки лосося, корінь маки, буряк, броколі, моркву, цибулю, олію, сіль, перець чорний мелений. Карасі були розроблені до тушки, лосось розбиранню не піддавався тому, що використовувались обрізки. Буряк, броколі, морква очищені. Для експерименту до рецептур зразків було додано по 5 % кореню маки, буряка, броколі відповідно. Усі інгредієнти були зважені та гомогенізовані до отримання однорідної консистенції зразків. Після цього зразки були піддані тепловій обробці у киплячій воді (100 градусів Цельсія) у апараті сувід впродовж 60 хвилин.

Готові паштети зображені на рисунку 1.

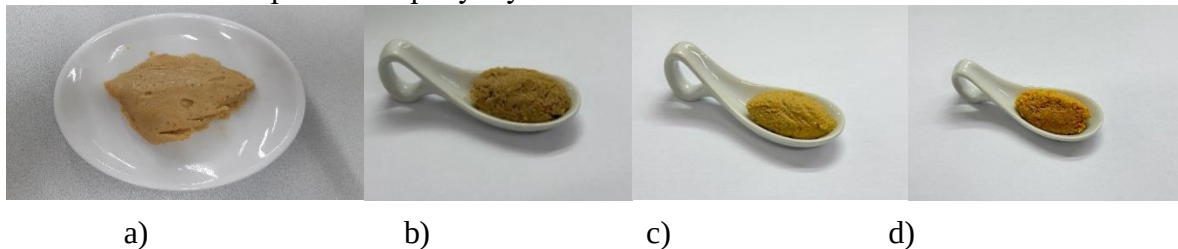


Рисунок 1. Готові паштети: а) рибний паштет контроль, б) рибний паштет із додаванням кореня маки, с) рибний паштет із додаванням броколі, d) рибний паштет із додаванням буряка

Результати експериментальних досліджень оброблено за допомогою математичної статистики. Експериментальні дані аналізували за допомогою аналізу даних у Microsoft Excel. Кожен експеримент проводили як мінімум з трьома-п'ятьма повторами.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ. Для оцінки сенсорних характеристик застосовується метод флейвору, який належить до групи основних описових методів (Krüsemann та ін., 2019). Він рекомендований для розробки та вдосконалення харчових продуктів (Yu та ін., 2018). Профільний аналіз флейвору був розроблений компанією A.D. Little Inc. для визначення ароматичних і смакових властивостей продукту. Поняття "флейвор" охоплює загальне відчуття в роті, що формується завдяки смаку, текстурі та аромату харчового продукту (Bartels та ін., 1986). Метод профілю флейвору намагається описати всі дескриптори, які впливають на сприйняття продукту. Переваги сенсорного аналізу над інструментальним є очевидними: лише людина здатна одночасно оцінювати широкий спектр органолептичних характеристик і здійснювати їх комплексний аналіз (Murray, 2001).

Інтенсивність дескрипторів, їхній характер, порядок прояву, повнота та післясмак – це дескриптори, що формують цілісне враження про продукт та беручи їх до уваги стає можливим охарактеризувати флейвор із їхньою допомогою (Stone та ін., 2020; Rudavska & Khakhaleva, 2016; Astm, 2009).

Дегустацію було проведено експертною комісією, для якої було оцінено такі дескриптори, що є значущими для споживачів і такі, які входили в комплексний профіль флейвору гіпотетичного еталону (Kyslytsia та ін., 2023).

Учасникам опитування для оцінки рибних паштетів за шкалою, що наведена, було запропоновано 10 дескрипторів, що були розставлені в порядку спадання значущості.

За результатами дегустації та після математичної обробки отриманих даних, були складені профілі флейвору зразків рибних паштетів з додаванням кореню маки, броколі, буряка та контрольного зразку – без додавання рослинної сировини, що розроблялися.

За проведеною оцінкою дескрипторів була визначена їхня вагова значущість щодо загальної оцінки зразків. Визначені вони були відносно значущості дескрипторів для споживачів. Дегустаційну оцінку зразків паштетів проведено за шкалою бажаності та інтенсивності відчуття смакових та ароматичних якостей продукту: 0 балів – ознака відсутня; 1 бал – ледь відчутна; 2 бали – слабка інтенсивність; 3 бали – середня інтенсивність; 4 бали – сильна інтенсивність; 5 балів – дуже сильна інтенсивність.

Дескриптори відображають три виміри відчуття флейвору: смак, аромат, консистенція, загальне враження.

Серед дескрипторів смаку був виділений гармонійний, що є рівнозначним поняттям збалансованості продукту. Дескриптори гармонійний, слабовиражений рибний, виражений, властивий, солодкий і солоний характеризують повноту смаку паштетів. Дегустаторами спочатку був розкритий аромат, вже після чого вони визначали інтенсивність прояву кожного компонента на смак.

На підставі результатів досліджень споживчих переваг, визначений набір за 10 дескрипторами для характеристик флейвору (табл. 1).

Таблиця 1. Сенсорна оцінка рибних паштетів методом профілю флейвору

Дескриптори	Інтенсивність характеристик, бал				
	рибні паштети				
	Еталон	Рибний паштет контроль	Рибний паштет із коренем маки	Рибний паштет із броколі	Рибний паштет із буряком
Характеристика аромату та смаку (Prasol та ін. 2017): гармонійний	5,0	4,1	4,7	4,7	4,6
властивий	4,5	4,1	4,3	4,4	4,3
слабовиражений рибний	4,5	3,9	4,5	4,2	4,3
виражений	3,5	2,9	3,3	3,1	3,4
солодкий	3,0	2,2	2,1	2,5	2,2
солоний	3,0	2,0	2,1	2,6	2,4
Характеристика консистенції (2009): ніжна	3,0	2,5	2,7	2,8	2,8
соковита	3,5	3,1	3,1	3,4	3,2
мажуча	3,0	2,4	2,7	2,4	2,1
Загальне враження	5,0	4,1	4,8	4,8	4,5
Сума балів	38,0	31,3	34,3	36,9	34,5

У результаті проведених експериментальних досліджень встановлено, що зразки є унікальними за своїми органолептичними показниками. За більшістю показників дослідні зразки переважають характеристики контролю. Водночас варто зазначити, що дослідні зразки перевершили за своїми оцінками контрольний зразок, але все ж не досягли абсолютних показників еталону. Найбільші відмінності показали зразки з коренем маки у категорії солодкий аромат та смак, з буряком у категорії мажучої консистенції.

За ароматом усі зразки перевершили дослідний контроль. Деякі, такі як зразок з коренем маки наблизились за показником до еталону. Так само як і в категорії властивий, слобовиражений рибний, що є позитивною характеристикою. Різко негативні складові аромату або смаку описані не були.

Задля наочного сприйняття результатів було побудовано розгорнуті профілографи флейвору зразків рибних паштетів, що були розроблені (рис. 2-4). Профільний аналіз дає змогу виявити, за рахунок якої характеристики смаку й аромату один досліджуваний зразок (в нашому випадку контроль, еталон) відрізняється від іншого (зразки з коренем маки, буряка, броколі). Варто стверджувати, що за допомогою профільного аналізу було отримано більш об'єктивну оцінку органолептичних показників рибних паштетів.

За результатом органолептичних досліджень встановлено доцільність поєднання кореню маки з прісноводною рибою про що свідчить приємний, без стороннього смаку, слабовиражений рибний смак та ніжна, соковита консистенція.

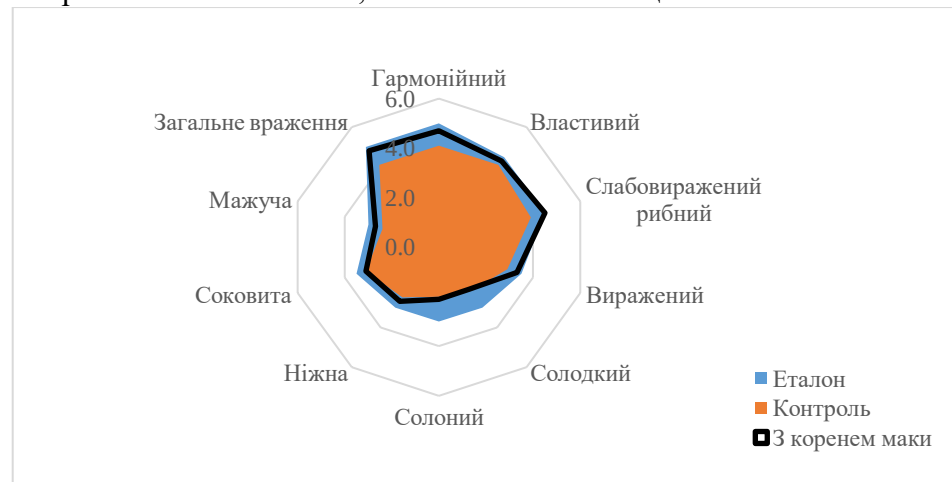


Рисунок 2. Профілограма флейвору рибного паштету з додаванням кореню маки

Паштет із додаванням кореню маки характеризується високими показниками таких дескрипторів, як слабовиражений рибний, загальне враження, виражений, гармонійний. За показником консистенції рибний паштет ніжний та досить соковитий на розрізі.

Під час порівняння розрахованої загальної оцінки в балах, найбільш наближеним до еталону виявився зразок рибного паштету з додаванням броколі – з оцінкою 36,9 (рис. 3).



Рисунок 3. Профілограма флейвору рибного паштету із додаванням броколі

Найбільшою відмінністю контрольного зразку та зразку з додаванням броколі від еталону виявився дескриптор під назвою мажуча консистенція. Є необхідність стверджувати про раціональність вдосконалення технології для покращення цього показника.

За результатом органолептичних досліджень встановлено доцільність комбінації буряка з прісноводною рибою, свідченням чого є властивий, приємний, без стороннього смаку, маловиражений рибний смак і ніжна, щільна консистенція (рис. 4).

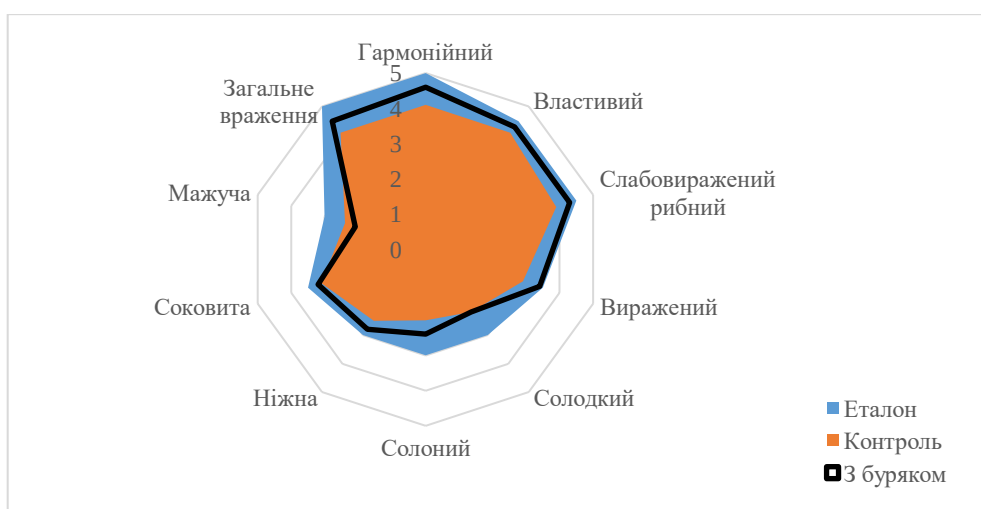


Рисунок 4. Профілограма флейвору рибного паштету із додаванням буряка

Паштет із додаванням буряка характеризується високими показниками таких дескрипторів, як властивий, виражений, слабовиражений рибний смак та аромат. За консистенцією рибний паштет ніжний та соковитий на розрізі.

Загальний аналіз-порівняння дозволяє стверджувати, що всі зразки рибних паштетів мають гармонійний і рибний смак, позитивне загальне враження (рис. 5).

Як можемо бачити, зразок із додаванням кореню маки практично не відрізняється по осям a^* , b^* , L^* , контрольний зразок та зразок з коренем маки повністю перекривають один одного в цьому вимірі. Чого не можна сказати про зразок з додаванням броколі, бачимо відхилення по осі a^* у бік зеленого кольору (Лу та ін. 2020). Водночас же зразок із додаванням буряка суттєво відрізняється від контрольного зразку з відхиленням по осі a^* у бік зеленого

кольору та осі b^* у сторону синього кольору. Про показник L^* від чорного до білого можна сказати, що всі зразки мають приблизно однакові значення по цій осі.

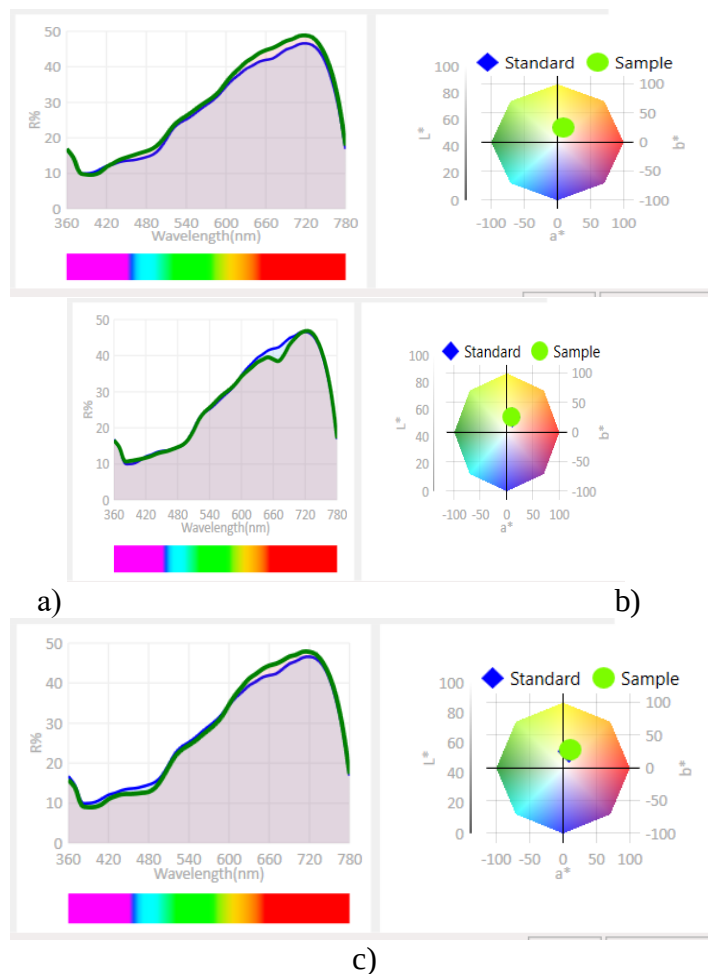


Рисунок 5. Порівняння характеристик кольоровості готових зразків із готовим контролем:
 а) Standart – рибний паштет контроль, Sample – рибний паштет із додаванням кореню маки,
 б) Standart – рибний паштет контроль, Sample – рибний паштет із додаванням броколі,
 в) Standart – рибний паштет контроль, Sample – рибний паштет із додаванням буряка.

Звертаючи увагу на найбільший коефіцієнт відбиття в залежності від довжини певної хвилі, варто звернути увагу, що у зразку з додаванням кореню маки на проміжку від 600 нм до 730 нм хвилі коефіцієнт відбиття переважає контроль. У проміжку від 630 нм до 690 нм хвилі контрольний зразок переважає по осі коефіцієнта відбиття показника зразку з додаванням броколі. Проміжок довжини хвилі від 620 до 720 нм. на графіку порівняння зразку з додаванням буряка з контролем вказує на переважання коефіцієнту відбиття зразку з додаванням броколі над контрольним зразком. Узагальнене порівняння зразків між собою та контролем, взятим за початок координат по осям Δa^* , Δb^* , ΔL^* , наведене на малюнку 6.

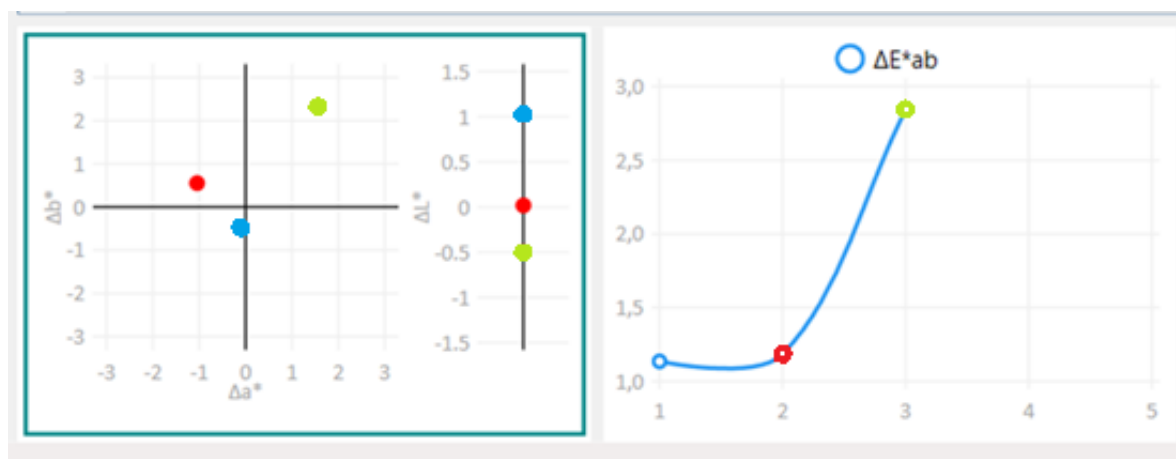


Рисунок 6. Порівняння даних зразків Δa^* , Δb^* , ΔL^* з контролем.

- а) Синій – зразок рибний паштет із додаванням кореню маки,
- б) Червоний – зразок рибний паштет із додаванням броколі,
- с) Зелений – зразок рибний паштет із додаванням буряка.

Спираючись на дані Mokrzycki та Tatol (2011) можна зробити висновок, що зразок із додаванням кореню маки та з додаванням броколі ледве відрізняються від контролю, лише досвідчений спостерігач зможе помітити різницю, водночас як зразок із додаванням буряка має доволі серйозні відмінності в кольорі, що може помітити навіть недосвідчений спостерігач.

Отримані дані дослідження показали, що додавання буряка, броколі, кореню маки до рибних паштетів покращило їхній органолептичні властивості, такі як виражений, гармонійний смак та аромат, мажуча консистенція. Ці результати підтверджуються схожими дослідженнями, де додавання натуральних добавок також покращувало якість рибних паштетів. Наприклад був досліджений ефект додавання різних рівнів включень картоплі в кількості 5, 10, 15, та 20 % та вплив доданків на фізико-хімічні та сенсорні властивості паштетів (Vogl & Keif, 2012; Ibrahim, та інші 2024). У деяких дослідженнях до прикладу додавання олії орегано до паштетів також покращило смакові властивості продукту, а також хімічний, жирнокислотний склад виробу (Matiucci та ін. 2023).

Був досліджений ефект від додавання різних рослинних матеріалів та їх композицій, таких як мікрокапсули перцю чилі, аквафаба до паштетів (Tümerkan 2023; Ortiz-Sánchez, та ін. 2023). Часткова заміна 10-20 відсотками тваринного жиру рослинним, конопляною олією виявляє позитивний ефект на зменшення рівню холестерину, покращенню рівня поліненасичених жирних кислот у паштетах (Botella-Martínez та ін. 2024). Додавання екстракту шкірки guabiroba зменшує окисдацію ліпідів під час зберігання (Silva Pires та ін. 2023). Додавання ікри, печінки покращує вміст білку в продукті та його сприйняття (Darko та ін. 2024).

Додавання буряка, броколі, кореню маки підвищило органолептичні показники готового продукту в порівнянні з контролем, підтверджуючи ефективність застосування цих інгредієнтів. Це показує перспективи використання буряка, броколі, кореню маки та інших натуральних добавок задля покращення органолептичних показників рибних паштетів.

ВИСНОВКИ. Дослідження показало, що буряк, броколі, корінь маки досить суттєво покращили характеристики продукту, зокрема органолептичні характеристики. Додавання 5 відсотків буряка, броколі, кореню маки оптимізувало та покращило колір, смак, зовнішній вигляд та текстуру готового паштету. Згідно отриманих результатів зразок з додаванням броколі показав найвищі результати.

Показники кольоровості також показали позитивні результати в зразку паштету з додаванням буряка, в якому різницю кольору буде помітно недосвідченому спостерігачеві. Апаратні дані показали та підтвердили ефективність додавання нетрадиційної сировини до рецептури паштетів. Спостерігалось достатньо значне відхилення кольоровості зразків в бік зеленого та червоного кольорів у зразках із додаванням відповідно броколі та буряка.

Розроблена технологія рибних паштетів в значній мірі розширить обсяг функціональних продуктів, основою яких є натуральні компоненти, які дозволяють, певною мірою, розширити шляхи вирішення проблеми використання та переробки прісноводної рибної сировини.

Подяки. Немає.

Конфлікт інтересів. Немає.

References

- Astm, I. (2009). Standard terminology relating to sensory evaluations of materials and products. West Conshohocken, PA: ASTM International. p. E253-209a.
- Bartels, J. H., Burlingame, G. A., & Suffet, I. H. (1986). Flavor profile analysis: taste and odor control of the future. *Journal-American Water Works Association*, 78(3), 50-55.
- Botella-Martínez, C., Pérez-Álvarez, J. Á., Fernández-López, J., & Viuda-Martos, M. (2024). Innovative formulation in pâté using a gelled emulsion of hemp oil (*Cannabis sativa* L.) as fat replacer. *LWT*, 206, 116630.
- da Silva Pires, C., da Silva, M., Tormen, L., & Bainy, E. M. (2023). Application of Guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa*) Peel Extracts as Antioxidant Agents in Tilapia Pâtés. *Journal of Culinary Science & Technology*, 1-21.
- Darko, H. S. O., Ismaiel, L., Fanesi, B., Pacetti, D., & Lucci, P. (2024). Current Trends in Food Processing By-Products as Sources of High Value-Added Compounds in Food Fortification. *Foods*, 13(17), 2658.
- DSTU 7457:2009 Canned fish pâté. Technical conditions (7457-2007, IDT)
- DSTU ISO 6564:2005 "Sensory research. Methodology. Methods for creating a flavor spectrum"
- Golembowska N. V., Vlasenko A. S. (2021). Study of changes in quality indicators of fish pastes with non-traditional raw materials. *Scientific Bulletin of the National University of Chemistry and Technology*, 27(1), 34-40. DOI:10.1234/nuhj.2021.27.1.34
- Holembowska, N., & Vlasenko, A. (2022). Research of changes in quality indicators of fish pate with non-traditional raw materials. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 24(97), 9-13. <https://doi.org/10.32718/nvlvet-f9702>
- Ibrahim, S. M., Ahmed, E. O., El-Bassiouni, G. M., & Kamel, E. A. (2024). Biochemical and Sensory Quality of the African Catfish (*Clarias gariepinus*) Spreads. *Egyptian Journal of Aquatic Biology & Fisheries*, 28(6).
- Israelyan V. M., Sloboda N. V. (2022) Improvement of the technology of fish semi-finished products with the addition of non-traditional raw materials. *Journal of Food Science and Technology*, 29(2), 45-52. DOI:10.9101/jfst.2022.29.2.45
- Ivanov O.M. (2021). The influence of vegetable proteins on the quality of fish pastes. *Journal of Food Science and Technology*. Vol. 15, No. 3, pp. 45-52. DOI:10.1234/jfst.2021.15.3.45
- Krüseman, E. J., Lasschuijt, M. P., De Graaf, C., de Wijk, R. A., Punter, P. H., van Tiel, L., ... & Talhout, R. (2019). Sensory analysis of characterising flavours: evaluating tobacco product odours using an expert panel. *Tobacco Control*, 28(2), 152-160.
- Kyslytsia, Y., Palamarchuk, I., & Menchynska, A. (2023). Nutrition properties of smoked products from hydrobionts. *Scientific Reports of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*, 2(19). [https://doi.org/10.31548/dopovidi2\(102\).2023.012](https://doi.org/10.31548/dopovidi2(102).2023.012)

- Luo, Q., Zha, G., Lin, L., Huang, Y., & Zou, X. (2022). Comparison of physicochemical properties of different tissues from China climbing perch *Anabas testudineus* and crucian carp *Carassius auratus*. *Food Science & Nutrition*, 10, 936–944. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2727>
- Ly, B. C. K., Dyer, E. B., Feig, J. L., Chien, A. L., & Del Bino, S. (2020). Research techniques made simple: cutaneous colorimetry: a reliable technique for objective skin color measurement. *Journal of Investigative Dermatology*, 140(1), 3-12.
- Matiucci, M. A., Dos Santos, I. C., da Silva, N. M., Dos Santos, P. D. S., Oliveira, G. G., Santos Corrêa, S., ... & Feihrmann, A. C. (2023). Use of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) processing residues in the production of pâtés with the addition of oregano (*Origanum vulgare*) essential oil. *Plos one*, 18(12), e0296106.
- Mokrzycki, W. S., & Tatol, M. (2011). Colour difference EA survey. *Mach. Graph. Vis*, 20(4), 383-411.
- Murray, J. M., Delahunty, C. M., & Baxter, I. A. (2001). Descriptive sensory analysis: past, present and future. *Food research international*, 34(6), 461-471.
- Ortiz-Sánchez, C. A., Guevara-Valencia, M., Figueiras-Carrillo, A. E., Bravo-Ariza, K., Brenis-Dzul, A., & Hernández-Aguilar, E. (2023, October). Development and Characterization of Rainbow Trout Pâté Supplemented with Serrano Chili Microcapsules. *Biology and Life Sciences Forum*, 26(1), 82. MDPI.
- Petrova L.V. (2020). The use of algae in the production of fish pastes. *Scientific Notes of the National University of Chemistry and Technology*, 28(2), 98-105. DOI:10.5678/nuhj.2020.28.2.98
- Prasol, I. Yu., Golembowska, N. V., Slobodyanyuk, N. M., & Ochkolyas, O. M. (2017). Sensory analysis of fish minced semi-finished products using the flavor profile method. *Scientific Bulletin of the Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology named after S. Z. Gzhytskyi. Series: Food Technologies*, 19(80), 83-87.
- Rudavska, G., & Khakhaleva, I. (2016). Sensory analysis of reconstituted chicory beverages using the flavor profile method. *Goods and Markets*, (1), 131-137.
- Rutynskyi, M. (2009) Leisure as a component of the life of post-industrial civilization and the subject of study of recreology and recreational geography. *Geography and Modernity. Collection of scientific works of the National Polytechnic University named after MP Dragomanov*, 183-191.
- Sapsay V. V. (2020). Improvement of the technology of fish pastes based on sprat using non-traditional raw materials. *Bulletin of Agricultural Science*, 35(3), 88-93. DOI:10.5678/vas.2020.35.3.88
- Seleznyova O. I. (2019) Expanding the range and improving the technology of pastes from non-traditional raw materials. Master's thesis, National University of Chemistry and Technology. [URL: <https://example.com>]
- Silovs, M., & Dmitrijeva, O. (2018). Innovative technological process for emulgated pate production out of fish processing BY-PRODUCTS. *Carpathian Journal of Food Science & Technology*, 10(4).
- Stone, H., Bleibaum, R. N., & Thomas, H. A. (2020). Sensory evaluation practices. Academic press.
- Sydorenko V.P. (2019). The influence of dietary fiber on the quality of fish pastes. *Bulletin of Agricultural Science*, 34(4), 67-74. DOI:10.9101/vas.2019.34.4.67
- Thiel, P. R., Massaut, K. B., Souza, D. M., de Brito Leal, A., de Lima Costa, I. H., dos Santos Hackbart, H. C., ... & Fiorentini, Â. M. (2024). Functional pâté elaborated with tambica (*Oligosarcus robustus*) and viola (*Loricariichthys anus*): Oxidative stability, microbiological and sensory quality. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 58, 103222.
- Tümerkan, E. T. A. (2023). Aquafaba as an Emulgator for Spreadable Fish Pâté. *International Congresses of Turkish Science and Technology Publishing*, 264-266.
- Vogl, H. E., & Keif, M. G. (2012). Color Measurement on Substrates with Optical Brightening Agents. In *18th IAPRI World Packaging Conference Proceedings: San Luis Obispo, CA* (p. 102).

Yu, P., Low, M. Y., & Zhou, W. (2018). Design of experiments and regression modelling in food flavour and sensory analysis: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 71, 202-215.

Отримано 26.02.2025 р., прийнято до друку 02.05.2025 р.

УДК 637.523.055.07:663.031-035.2

<https://doi.org/10.31548/humanhealth.2.2025.19>

МІКРОБІОЛОГІЧНА ОЦІНКА ВАРЕНО-КОПЧЕНИХ КОВБАС ІЗ РОСЛИННИМИ БІЛКАМИ

Оксана Леонідівна Чепурна,

аспірантка,

<https://orcid.org/0000-0003-1498-8745>

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

Оксана Анатоліївна Штонда,

кандидат технічних наук, доцент кафедри м'ясних, рибних та морепродуктів,

<https://orcid.org/0000-0002-7085-6133>

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

Анотація. Варено-копчені ковбаси користуються попитом у широких верств населення. Тому актуальними задачами м'ясоперобної промисловості є: розширення асортименту, зниження собівартості, підвищення біологічної та харчової цінності продукту. В основу цієї роботи покладено розробку рецептури ковбасних виробів, збагачених рослинними компонентами, та визначення їхньої мікробіологічної безпеки. У якості рослинної сировини використовували злаково-соевий текстурований продукт (ЗСТП), у складі якого частку сировини складає борошно пивної дробини. Враховуючи те, що рослинна сировина зазвичай тією чи іншою мірою забруднена різною мікробіотою слід розглядати ступінь безпечності не тільки готового виробу, але і сировини. За мікробіологічними показниками ЗСТП відповідає ДСТУ 4538 : 2006 Текстураат соєвий харчовий. Технічні умови.

Зразки варено-копчених ковбас виконані з використанням заміни м'яса яловичини на ЗСТП. Контрольний зразок виготовляли за класичною рецептурою ковбаси «Любительська», в першому, другому та третьому зразку проводили часткову заміну м'ясної сировини, в кількості 1,5-3,5 %, на злаково-соевий текстурований продукт гідратований водою у співвідношенні 1:1,5. В готових зразках визначили, що через 5 діб зберігання при температурі 4 ± 2 °C кількість МАФАнМ в 1 г в контрольному зразку – $6,0 \cdot 10^1$ КУО/г, першому – $1,0 \cdot 10^2$ КУО/г другому – $1,9 \cdot 10^2$ КУО/г третьому – $4,0 \cdot 10^1$ КУО/г, через 15 діб зберігання при температурі 4 ± 2 °C відповідно – в контрольному зразку – $6,2 \cdot 10^1$ КУО/г, першому - $1,5 \cdot 10^2$ КУО/г другому – $2,3 \cdot 10^2$ КУО/г третьому – $4,4 \cdot 10^1$ КУО/г. Бактерії групи кишкових паличок, *Staphylococcus aureus*, КУО/г сульфітрeredукувальні клостридії та патогенні мікроорганізми, зокрема роду *Salmonella* ні на п'ятий ні на п'ятнадцятий день не були виявлені. За мікробіологічними показниками всі зразки є в межах норми, що свідчить про їх безпечність. Дослідження довели, що використання злаково-соевого текстурованого продукту, в якому частково замінювали соєве борошно на борошно пивної дробини, при виробництві варено-копчених ковбас є ефективним засобом розширення асортименту, зниження собівартості готового продукту та утилізації відходів пивоварної галузі.

Ключові слова: харчова цінність, пивна дробина, злаково-соевий текстурований продукт, м'ясні продукти, безпечність, сировина

UDC 637.523.055.07:663.031-035.2

<https://doi.org/10.31548/humanhealth.2.2025.19>

MICROBIOLOGICAL EVALUATION OF COOKED SMOKED SAUSAGES WITH VEGETABLE PROTEINS

Oksana Chepurna,

Postgraduate student

<https://orcid.org/0000-0003-1498-8745>,

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,

03041, 15 Heroiv Oborony Str., Kyiv, Ukraine

Oksana Shtonda,

PhD in Technical Sciences, Associate Professor

<https://orcid.org/0000-0002-7085-6133>

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

03041, 15 Heroyiv Oborony Str., Kyiv, Ukraine

Abstract. Boiled and smoked sausages are in demand among wide segments of the population. Therefore, the current tasks of the meat processing industry are: expanding the range, reducing the cost, increasing the biological and nutritional value of the product. Into the basis of this work is the development of a recipe for sausage products enriched with plant components, and determining their microbiological safety. As a vegetable raw material, a cereal-soy textured product (CSTP) was used, as part of which portion of raw material consist brewer's grain flour. Considering that, at vegetable raw materials are usually contaminated to one degree or another with various microbiota, should look ahead the degree of safety not only of the finished product, but also of the raw material. According to microbiological indicators, CSTP complies with DSTU 4538:2006. Soy food texture. Technical conditions.

Samples of cooked-smoked sausages were made using the replacement of beef with CSTP. The control sample was made according to the classic recipe for "Lyubitelska" sausage, in the first, second and third samples, a partial replacement of meat raw materials, in the amount of 1,5-3,5%, was carried out with a cereal-soy textured product hydrated with water in a ratio of 1:1.5. In the finished samples, it was determined that in 5 days of storage at a temperature of 4 ± 2 °C, the number of MAFAnM in 1 g in the control sample was $6.0 \cdot 10^1$ CFU/g, in the first - $1.0 \cdot 10^2$ CFU/g, in the second - $1.9 \cdot 10^2$ CFU/g, in the third - $4.0 \cdot 10^1$ CFU/g, after 15 days of storage at a temperature of 4 ± 2 °C, respectively - in the control sample - $6.2 \cdot 10^1$ CFU/g, in the first - $1.5 \cdot 10^2$ CFU/g, in the second - $2.3 \cdot 10^2$ CFU/g, in the third - $4.4 \cdot 10^1$ CFU/g. Bacteria of colon bacillus group, *Staphylococcus aureus*, CFU/g sulfite-reducing clostridia and pathogenic microorganisms, in particular *Salmonella*, were not detected on either the fifth or fifteenth day. According to microbiological indicators, all samples are within normal limits, which indicates their safety. Studies have shown that the use of a cereal-soy textured product, in which soy flour was partially replaced with brewer's grain flour, in the production of cooked-smoked sausages is an effective means of expanding the range, decrease the cost of the finished product, and recycling waste from the brewing industry.

Keywords: nutritional value, brewer's grains, cereal-soy textured product, meat products, safety, raw materials

ВСТУП. Варено-копчена ковбаса представляє собою м'ясний продукт харчування з обмеженим терміном зберігання. Порушення санітарного та технологічного режиму виробництва, використання сировини низької якості – це фактори які впливають на стійкість ковбасних виробів. Відповідно до технологічного процесу найбільша кількість мікроорганізмів знищується під час термічного оброблення, вважається, що при температурі.

75-80 °C гине близько 99 % мікроорганізмів. При не дотриманні технологічного режиму в середині ковбасного батона створюються благоприємні умови для розвитку *Salmonella*, *Shigella*, *Escherichia*, *Listeria* *Clostridium* і *Vibrio* токсини яких викликають проблеми зі здоров'ям людей та призводять до швидкого псування ковбасних виробів (Abd El-Aziz and Yousef, 2018). У разі використання рослинної сировини у складі ковбасних виробів до них можуть потрапляти наступні мікроорганізми: дріжджі, актиноміцети, мікрококи, молочнокислі бактерії. Причому видовий склад мікробіоти залежить від умов зберігання сировини, при оптимальних умовах він майже не змінюється, натомість, при підвищеній температурі та вологості, переважна кількість епіфітів відмирає, а плісень домінує. Таким чином, щоб зменшити ризик небезпеки для людини та серйозної загрози здоров'ю населення, пов'язану з харчовими патогенними бактеріями та їх токсинами, слід приділяти більшу увагу мікробіологічному контролю як сировини так і готовому продукту.

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ. Традиційною сировиною варено-копчених ковбас є м'ясо сільськогосподарських тварин та птиці. Головна харчова цінність м'яса - це тваринні білки, які містять усі необхідні амінокислоти для організму людини. Але висока вартість м'ясної сировини спонукає науковців розробляти нові рецептури ковбасних виробів, в яких м'ясну сировину частково замінюють рослинною. Рослинні білки є джерелом енергії та амінокислот, підвищують харчову цінність, впливають на фізичні та хімічні характеристики продукту (Etemadian et al., 2021).

Особливою увагою користується сировина, багата рослинним білком, яка дозволяє зробити рівноцінну заміну дорогоцінної м'ясної сировини, якої не вистачає. Найбільш наближеною за біологічною цінністю до тваринного білка вважається соя, з якої виробляють білкові концентрати, ізоляти та текстурати. Основне призначення яких – здешевлення готової продукції та стабілізація рецептури (Peshuk et al., 2017). У статті Kolianovska, L. M., and Nysterenko, I. O. (2024). проведено аналіз хімічного складу сої та обґрунтовано доцільність використання продуктів її переробки для розширення асортименту харчових продуктів.

Білкові текстурати, концентрати та ізоляти - це концентровані білкові продукти, масова частка білків яких складає відповідно 45-60 % (ДСТУ4538 : 2006), 65 % (ДСТУ4597 : 2006), та 90 %, завдяки, високим технологічно-функціональним властивостям, використовуються в різних галузях харчової промисловості. Для виробництва комбінованих м'ясних продуктів, переважно застосовують соєві білкові текстурати. Вони мають схожу з м'ясом волокнисту структуру, утворену макромолекулами білку, вологоутримуючу та жирутримуючу здатність. Текстурати отримують, переважно, методом термопластичної екструзії і прядінням білкових молекул (Yancheva et al., 2011). Основною сировиною текстурату є: соєве знежирене борошно, соєвий шрот і глютен. Для розширення функціональних можливостей соєвого текстурату розробляються технології з використанням нетрадиційної сировини. Щербак Є. В. запатентував спосіб виробництва текстурованих харчових продуктів з додаванням різноманітних круп, дієтичної клітковини, висівок зернових і бобових культур. Отриманий продукт придатний до споживання і на 90 % засвоюється організмом (Shcherbak, E., 2004).

Одним із перспективних напрямів харчової промисловості – є розробка нових ресурсозберігаючих технологій, які дозволять підвищити ефективність виробництва і удосконалити якість продукції без додаткових матеріальних затрат, при цьому вони повинні бути безвідходними та екологічно безпечними. Одним із напрямків вирішення даної задачі є використання відходів пивоваріння, а саме пивної дробини, в якості сировини харчових продуктів. Відомо, що пивна дробина – це джерело рослинного білка, вітамінів, мінералів, особливо, кальцію, фосфору, магнію, калію та натрію (Mussatto, S. I., 2014; Jackowski et al., 2020) обґрунтовано використання пивної дробини в харчових продуктах, а саме в м'ясній, хлібобулочній та кондитерській промисловості. Доведено доцільність використання з метою зниження собівартості готових харчових продуктів. У статті (Ivanova et al., 2017) визначено,

що пивна дробина, завдяки високому вмісту поліфенолів, нерозчинній клітковині та крохмалю, підходить для екструзії та може застосовуватися у виробництві функціональних продуктів харчування.

Мікробіологічний аналіз інгредієнтів, які використовують у виробництві харчових продуктів є вирішальним заходом у запобіганні псуванню готового продукту та забезпеченні високої якості та безпечності (Kytylenko et al., 2023). При розробці технології ковбасних виробів з додаванням продуктів рослинного походження, необхідна інформація про наявність відповідних мікробних контамінантів та їхніх властивостей, для розробки заходів щодо подальшого їх контролю.

У роботі Cherupna, O. and Shtonda, O. (2024) розроблено та досліджено за фізико-хімічними та мікробіологічними показниками злаково-соєвий текстурований продукт, в якому знежирене соєве борошно частково замінювали на знежирене борошно пивної дробини. Отриманий продукт має відмінні сенсорні та фізико-хімічні характеристики. Високий вміст білка та наявність клітковини зумовлює підвищенню вологозв'язуючої та вологоутримуючої здатності м'ясних фаршів. Мікробіологічне дослідження злаково-соєвого текстурованого продукту показало, що патогенної мікробіоти, пліснявих грибів і дріжджів не виявлено. Також, встановлено, що КМАФАнМ (кількості мезофільних аеробних і факультативних мікроорганізмів) становить $5,1 \cdot 10^2$ КУО/г, згідно ДСТУ 4538:2006 загальний уміст мікроорганізмів не повинен перевищувати $1,0 \cdot 10^5$ КУО/г, що доводить безпечність даного продукту і можливість його використання в якості сировини в м'ясопереробній галузі.

Останнім часом безпека ковбасних виробів це одна з головних проблем як виробників так і споживачів у всьому світі. Стійкість м'ясних виробів напряму залежить від якісного та кількісного складу мікробіоти продукту. Ковбасні вироби мають сприятливий рН, високий вміст вологи та велику кількість поживних речовин, які підтримують ріст мікроорганізмів взагалі і бактерій зокрема. За певних умов мікробна популяція розмножується, що призводить до небажаної модифікації харчових складових, сенсорних та структурно-механічних властивостей, отже, м'ясні продукти псуються, що призводить до великих економічних втрат (Anas et al., 2019). Патогени харчового походження в основному представлені такими як *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Clostridium perfringens*. (Carballo et al., 2021). За певних умов вони можуть виявляти толерантність до температури, кислотності, окисно-відновного потенціалу та високого рівня солі, що, у свою чергу, може сприяти їх збереженню або розмноженню у ковбасних виробах.

Escherichia coli відноситься до бактерій групи кишкових паличок, які об'єднують три родини мікроорганізмів – *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter*.

Токсична дія кишкової палички обумовлено екзо- і ендотоксинами. Ендотоксин термостабільний, викликає харчове отруєння, інактивується при кип'ятінні впродовж однієї години. Екзотоксин діє на нервову систему (McLeod et al., 2016). Основна причина потрапляння *E. coli* до ковбасних виробів це порушенням санітарних вимог та технологічного режиму під час термічної обробки продукту. Тривале зберігання і низькі температури майже не впливають на токсичність збудника, лише температура вище ніж 70 °C призводить до його загибелі (Güngör and Gökoğlu, 2010).

Серед мікроорганізмів, які спричиняють харчові токсикози, найбільш поширений стафілокок. Небезпечним вважається *Staphylococcus aureus*. Він має високу гемолітичну активність, тобто здатний утворювати гемотоксин, який лізує еритроцити, що призводить до згортання плазми крові людини. У м'ясі золотистий стафілокок присутній в наслідок різних захворювань тварин. Найбільш сприятливі умови для його розвитку наступні: температура 30-37 °C, pH 6,5-7,5. Ентеротоксин – термостабільний. Витримує температуру нагрівання до 100 °C, інактивується лише через 2 години кип'ятіння. З метою профілактики стафілококових токсикозів необхідно дотримуватися зберігати продукти за температури 2-4 °C, за якої ентеротоксини не утворюються. (Grispoldi et al., 2021).

У Європі сальмонели є найважливішою причиною захворювання харчового походження, а саме сальмонельозу (Myintzaw et al, 2020). Зазвичай токсикоінфекцію спричиняють продукти тваринного походження, такі як яловичина, птиця, молоко або яйця. Хвороботворний вплив на організм людини проявляє не сам збудник, а ендотоксини, які він виділяє після своєї загибелі. Сальмонела стійка як до високих так і до низьких температур, може виживати роками в продуктах з низьким вмістом води, таких як заморожене м'ясо (Naushad et al, 2023). Висока концентрація солі лише частково пригнічує патогенність збудника. До хімічних речовин сальмонела проявляє чутливість. Відомо, що обробка м'яса органічними кислотами знищує збудника. Використання органічних кислот, а саме лимонної, молочної, яблучної, мигдальної та винної є популярним вибором протимікробних препаратів на м'ясопереробних підприємствах завдяки поєднанню високої ефективності та низької вартості, а також простоті використання (Wessels et al., 2021).

Харчові інфекції *Clostridium perfringens* завжди пов'язані з м'ясом і продуктами з птиці. М'ясні продукти можуть бути заражені цим збудником під час забою через заражену поверхню (Authority, E. F. S. 2018). *C. perfringens* має високу термостійкість. Висока температура, яка використовується для приготування м'ясних продуктів, може інактивувати вегетативні клітини *C. perfringens*; однак їх спори можуть виживати, а потім проростати, розмножуватися та виробляти токсини. Лише нагрівання продукту до 100 °C протягом трьох годин може призвести до повної інактивації збудника (Madoroba et al., 2021). Життєздатність мікроорганізму зберігається і за низьких температур, до -5 °C. *Clostridium perfringens* є важливим харчовим патогеном, який спричиняє шлунково-кишкові захворювання людини та тварин (Bendary et al., 2022). Під час дослідження ковбасних виробів клостридії використовуються як санітарно-показові мікроорганізми.

Сировина і допоміжні матеріали які використовуються для виробництва ковбас мають різний склад мікрофлори, для контролю якої визначають максимально припустиму кількість мікроорганізмів у 1 г продукту. Вважається, що показник визначення кількості мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів у повній мірі не відображає обсіменіння м'яса та м'ясних виробів мікрофлорою. Особливо під час зберігання за низьких температур, так як більшість мезофільних мікроорганізмів гине, натомість для розвитку психрофільних – ідеальні умови (Karelyants et al, 2017). Для її оцінки більш вірним є використання психротрофної мікрофлори. Власне, психротрофна мікрофлора викликає хімічні зміни в заморожених м'ясних виробках та сприяє виникненню технологічних вад і має санітарно-гігієнічне значення. Для варено-копчених ковбасах показник КМАФАнМ характеризує динаміку розвитку мікробіоти. Чим він вищий тим більша вірогідність присутності в продукті патогенної мікрофлори.

Мікробна контамінація пов'язана не тільки зі змінами текстурних властивостей але і впливає на сенсорні характеристики. Органолептична оцінка дозволяє відрізнити якісний продукт від неякісного, фальсифікований від натурального, зіпсований від свіжого. Мікробний розклад вуглеводів, жирів і білків призводить до різних небажаних змін запаху, смаку, консистенції, аромату та може призводити до утворення слизу, що робить м'ясний продукт непридатним для споживання людиною. Колір м'яса, особливо червоного, є першим критерієм оцінки, за яким можна відмовитися від продукту. Такі види, як *Pseudomonas aeruginosa*, мають здатність виробляти широкий спектр (синіх / зелених / жовтих) пігментів, що призводить до позеленіння м'яса, в наслідок дії кисню на нітрозоміоглобін. Позеленіння може проявлятися як на розрізі ковбаси так і на її поверхні. (Azad and Rahman, 2022).

Другим дефектом, який може вплинути на вибір споживача, є запах м'ясних продуктів. Встановлено, що під час зберігання ковбасних виробів, в наслідок ферментативного декарбосилування амінокислот, можуть утворюються такі побічні запахи, як жирний, сирний, молочний або трав'яний, які призводять до псування готових виробів. Найбільш

небезпечними вважаються такі біогенні аміни, як путресцин і кадаверин, у великих дозах викликають гнильний запах м'яса. (Casaburi et al., 2015).

МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ – визначення впливу злаково-соевого текстурованого продукту на мікробіологічні показники варено-копченої ковбаси.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ. Об'єктами досліджень були чотири зразки варено-копчених ковбас, з яких три зразки – дослідні в яких проводили часткову заміну м'ясної сировини на злаково-соевий текстурований продукт.

Контрольний зразок виготовляли за рецептурою варено-копченої ковбаси «Любительська».

Для виробництва зразків використовували наступну сировину: яловичина жилована 1 сорт, свинна грудинка, злаково-соевий текстурований продукт, сіль харчова, нітрітна сіль, цукор, перець чорний мелений, перець духмянний, мускатний горіх. Технологічний процес включав підготовку сировини, кутерування, перемішування фаршу, формування батонів, осадження, варіння, копчення, сушіння. Злаково-соевий текстурований продукт перед внесенням в м'ясну систему гідратували водою у співвідношенні 1:1,5. Гідромодуль – це співвідношення твердої фази до рідкої, яке впливає на ефективність процесу. Досліджували діапазон гідромодулів від 1:1,0 до 1:2,0, за якого тверда фаза максимально поглинала воду, забезпечуючи ефективний контакт.

В отриманих зразках визначали кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів (КМАФАнМ) (ДСТУ 8446 : 2015), згідно з ДСТУ 4538 : 2006 Текстурат соєвий харчовий. Технічні умови, допускається не більше $1,0 \cdot 10^5$ КУО/г, бактерії групи кишкових паличок БГКП (коліформи) (ДСТУ 30726-2002) та патогенні мікроорганізми, зокрема роду *Salmonella* в 25,0 г за ДСТУ EN 12824 : 2004 – не допускаються; дріжджів та пліснявих грибів (ДСТУ 8447:2015) не більше ніж $1,0 \cdot 10^2$ КУО в 1 г. Усі зразки досліджували у відділі аналітичних досліджень та якості харчової продукції НААН України.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ. У процесі роботи було розроблено три рецептури варено-копчених ковбас, в яких проводили часткову заміну м'ясної сировини на попередньо гідратований злаково-соевий текстурований продукт в кількості 1,5-3,5 %. За контроль було обрано варено-копчену ковбасу «Любительська» (ДСТУ 4591 : 2006).

Зразки контрольної та розроблених рецептур варено-копчених ковбас представлені в таблиці 1.

Таблиця 1. Рецептура варено-копчених ковбас

Сировина	Контроль "Любительська"	1 зразок	2 зразок	3 зразок
Основна сировина, кг на 100 кг основної сировини				
Яловичина жилована 1-й сорт	65	63,5	62,5	61,5
Свинна грудинка	35	35	35	35
ЗСТП (гідромодуль 1:1,5)	0	1,5	2,5	3,5
Допоміжна сировина, кг на 100 кг основної сировини				
Сіль харчова	3	3	3	3
Нітрітна сіль	0,01	0,01	0,01	0,01
Цукор	0,2	0,2	0,2	0,2
Перець чорний	0,1	0,1	0,1	0,1
Перець духмянний	0,05	0,05	0,05	0,05
Мускатний горіх	0,03	0,03	0,03	0,03

Джерело: розроблено авторами на основі досліджень (2024).

Мікробіологічний контроль (поетапний) проводиться для встановлення приблизного терміну зберігання. При визначенні залишкової мікрофлори ковбасних виробів потрібно враховувати, що початкова контамінація м'ясних виробів починається дуже швидко, переважно бактеріями, які повністю розщеплюють білок і жир, викликаючи протеоліз та ліполіз. Тому необхідно забезпечити, під час приготування і зберігання продукту, відповідні технологічні режими. Спочатку перевірку зразків за мікробіологічними показниками проводили після п'яти діб зберігання за температури 4 ± 2 °C. Отримані дані наведені в таблиці 2.

Таблиця 2. Мікробіологічні показники зразків варено-копчених ковбас у перший день виготовлення

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

Джерело: розроблено авторами на основі досліджень (2024).

З результатів, зафіксованих у таблиці 2, видно, що в усіх зразках варено-копчених ковбас патогенної мікробіоти - не виявлено. Щодо кількості мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів, порівнюючи дослідні зразки з контрольним визначили, що в першому і другому зразку спостерігалось дещо збільшення, натомість в третьому показник зменшився на $2,0 \cdot 10^1$ КУО в 1 г. Враховуючи, що в третьому зразку найбільше дозування ЗСТП, можна зробити висновок, що текстуровані продукти, які пройшли високотемпературну екструзію мають достатню мікробіологічну чистоту. З метою визначення безпечності дослідних зразків під час зберігання, визначали мікробіологічні показники через 15 діб зберігання при температурі 4 ± 2 °C, отримані результати наведені в таблиці 3.

Результатами наших досліджень встановлено, що на п'ятнадцяту добу після виготовлення мікробіологічні показники суттєво не змінилися. Вміст БГКП, *Staphylococcus aureus*, Сульфітрeredукувальні клостридії, *Salmonella* – не виявлено. КМАФАнМ в контрольному зразку збільшився на $0,2 \cdot 10^1$ КУО в 1 г, в першому – $0,5 \cdot 10^1$ КУО в 1 г, другому – $0,4 \cdot 10^1$ КУО в 1 г, третьому – $0,4 \cdot 10^1$ КУО в 1 г. Отримані показники доводять мікробіологічну стабільність ковбасних виробів в процесі зберігання.

Сенсорний аналіз дослідних зразків проводили за п'яти бальною шкалою.

Усі зразки мали достатньо високі бали. Під час визначення смаку і аромату максимальну кількість балів отримали: контрольний, перший і другий зразок.

Таблиця 3. Мікробіологічні показники зразків варено-копчених ковбас на п'ятнадцятий день зберігання

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

Джерело: розроблено авторами на основі досліджень (2024).

Третій отримав чотири бали так як, дещо, відрізнявся за смаковими властивостями, відчувався сторонній присмак злаково-соевого текстурованого продукту. Поверхня в усіх зразках суха, рівна, консистенція - щільна. Усі зразки отримали п'ять балів. Зовнішній вигляд зразків (на розрізі): контрольний, і другий зразок отримали по п'ять балів, у першому і третьому спостерігалися вклучення, які порушували однорідність структури.

За отриманими результатами побудована профілограма органолептичних показників дослідних зразків (рис. 1.)

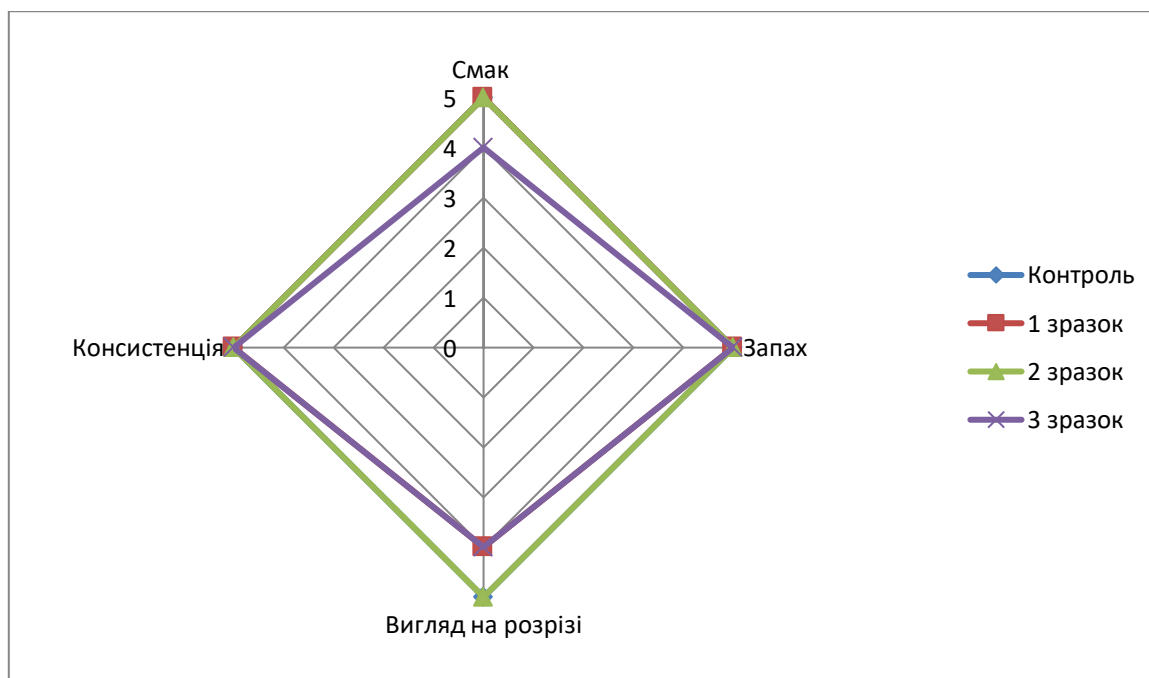


Рисунок 1. Профілограма органолептичних показників дослідних зразків

Джерело: розроблено авторами на основі досліджень (2024).

Загалом результати органолептичної перевірки відповідають нормам стандарту на даний вид продукції.

Суттєвої різниці в органолептичних показниках виготовлених ковбас не виявлено.

Розробка рецептур варено-копчених ковбас із частковою заміною дороговартісної м'ясної сировини на альтернативні продукти рослинного походження дозволяє розширювати та розвивати ринок м'ясних продуктів. Така заміна дає можливість не тільки зменшити собівартість, але і подовжити термін зберігання та покращити смакові якості готового продукту (Bal-Prylypko et al., 2024; Naque et al., 2023). У своїй роботі Atsuk et al., (2022), для покращення функціональних властивостей та формування необхідної консистенції м'ясних продуктів, запропонували додавання клітковини із зародків пшениці. Але, слід зазначити, що введення до складу м'ясних виробів харчових волокон призводить до збільшення загальної кількості мікрофлори.

У якості білкової добавки, при виробництві ковбасних виробів, в статті (Bozhko et al., 2019) пропонується використання білкового ізоляту. Отримали продукт з високою біологічною цінністю, натомість, показники КМАФАнМ в дослідних зразках, хоча і були в межах норми ($2,5 \cdot 10^3$) (Who, J. 2007), але в порівнянні з контрольним дещо завищені.

Сьогодні виробники все більше зацікавлені у раціональному використанні вторинної сировини, що дозволяє розробляти рецептури нових продуктів без особливих змін у смаку (Amaral et al., 2015; Silva et al., 2019). Наприклад, Vernyk et al., (2024) досліджувала ефективність використання побічних продуктів переробки олійного виробництва, для підвищення біологічної цінності та поліпшення органолептичних властивостей м'ясних виробів. Було визначено, що додавання харчових добавок рослинного походження позитивно впливає на текстуру і консистенцію ковбасних виробів та надають їм апетитного вигляду.

ВИСНОВКИ. Для зниження собівартості та розширення асортименту розроблені зразки варено-копчених ковбасних виробів в яких м'ясну сировину частково замінювали на злаково-соєвий текстурований продукт. Проведені дослідження показали, що використання рослинної сировини не погіршує якість готового продукту. Визначено, що в третьому зразку в який додавали максимальну кількість ЗСТП, показник КМАФАнМ був меншим відносно контрольного на $2,0 \cdot 10^1$ КУО в 1 г., патогенну мікрофлору не виявлено ні у свіжому продукті, ні на п'ятнадцяту добу зберігання. За органолептичними показниками максимальну кількість балів (20) отримали контрольний і другий зразок. Перший і третій зразок отримали відповідно 19 і 18 балів. Це дозволяє не лише отримати безпечний м'ясний продукт, але і вирішити актуальне питання, щодо покращення навколишнього середовища так як, в злаково-соєвому текстурованому продукті соєве знежирене борошно частково замінюють на борошно пивної дробини. Подальші дослідження даних рецептур полягатимуть у визначенні вмісту амінокислотного скору дослідних зразків з метою визначення їх біологічної цінності.

Подяки. Автори статті вдячні відділу аналітичних досліджень та якості харчової продукції Інституту продовольчих ресурсів за допомогу в проведенні мікробіологічних досліджень.

Конфлікт інтересів. Немає.

References

- Abd El-Aziz, D. M., & Yousef, N. M. H. (2018). Enhancement of antimicrobial effect of some spices extract by using biosynthesized silver nanoparticles. *International Food Research Journal*, 25(2), 589-596.
- Azad, M. A. K., & Rahman, M. M. (2022). Meat microbiota: A conceptual review. *Meat Research*, 2(3). <http://dx.doi.org/10.55002/mr.2.3.20>

- Authority, E. F. S. (2018). The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2017. *EFSa Journal*, 16(12), e05500.
- Anas, M., Ahmad, S., & Malik, A. (2019). Microbial escalation in meat and meat products and its consequences. *Health and safety aspects of food processing technologies*, 29-49. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-24903-8_3
- do Amaral, D. S., Cardelle-Cobas, A., do Nascimento, B. M., Monteiro, M. J., Madruga, M. S., & Pintado, M. M. E. (2015). Development of a low fat fresh pork sausage based on chitosan with health claims: Impact on the quality, functionality and shelf-life. *Food & Function*, 6(8), 2768-2778. <https://doi.org/10.1039/c5fo00303b>
- Atsuk, M. E., Saribekova, D. G., & Vodyanitska, Z. M. (2022). Production of cooked sausage products with dietary fibers. *Bulletin of Khmelnytsky National University*, (2), 169-172.
- Bal-Prylypko, L., Nikolayenko, M., Ustimenko, I., & Leonova, B. (2024). Justification of the use of non-traditional plant raw materials in the technology of boiled sausage products for gerodietic purposes. *Health of Man and Nation*, (1), 39-53. <http://dx.doi.org/10.31548/humanhealth.1.2024.39>
- Bendary, M. M., Abd El-Hamid, M. I., El-Tarabili, R. M., Hefny, A. A., Algendy, R. M., Elzohairy, N. A., ... & Moustafa, W. H. (2022). Clostridium perfringens associated with foodborne infections of animal origins: Insights into prevalence, antimicrobial resistance, toxin genes profiles, and toxinotypes. *Biology*, 11(4), 551. <https://doi.org/10.3390/biology11040551>
- Bernyk, I. M., Novgorodska, N. V., & Ovsienko, S. M. (2024). Technology of the boiled-smoked sausage products is for the use of side foods of processing of oil-bearing production. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 26(101), 26-34. <https://doi.org/10.32718/nvlvet-f10105>
- Bozhko, N., Tischenko, V., Pasichnyi, V., & Moroz, O. (2019). Research of nutritional and biological value of semi-smoked meat-containing sausage. *Food Science & Technology (2073-8684)*, 13(4). <http://dx.doi.org/10.15673/fst.v13i4.1561>
- Carballo, J. (2021). Sausages: Nutrition, Safety, Processing and Quality Improvement. *Foods* 2021, 10, 890. *Sausages: Nutrition, Safety, Processing and Quality Improvement*, 1. <http://dx.doi.org/10.3390/foods10040890>
- Casaburi, A., Piombino, P., Nychas, G. J., Villani, F., & Ercolini, D. (2015). Bacterial populations and the volatilome associated to meat spoilage. *Food microbiology*, 45, 83-102. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2014.02.002>
- Chepurna, O., & Shtonda, O. (2024). Application of brewer's spent grain in the technology of protein texturates for the meat processing industry. *Animal Science and Food Technology*, 15(4), 120-131. <https://doi.org/10.31548/animal.4.2024.120>
- DSTU 4591:2006 (2007) Cooked-smoked sausages. General technical conditions. Kyiv: State consumer standard of Ukraine.
- DSTU 4538:2006. (2007) «Soybean food texture». Kyiv: State consumer standard of Ukraine.
- DSTU EN 12824:2004. (2005). Microbiology of food and animal feeding stuffs —Horizontal method for the detection of Salmonella: Kyiv: State consumer standard of Ukraine.
- DSTU 30726-2002 (2002) Food products. Methods for the detection and quantification of bacteria of the species Escherichia coli. Kyiv: State consumer standard of Ukraine.
- DSTU 8447:2015. (2015) Food products. Method for the determination of yeasts and molds. Kyiv: State consumer standard of Ukraine.
- DSTU 8446:2015 (2016) Food products - Methods for the determination of the number of mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms. Kyiv: State consumer standard of Ukraine.
- DSTU 4597:2006 Soybean concentrate for food. Technical specifications. Kyiv: State consumer standard of Ukraine..
- Etemadian, Y., Ghaemi, V., Shaviklo, A. R., Pourashouri, P., Mahoonak, A. R. S., & Rafipour, F. (2021). Development of animal/plant-based protein hydrolysate and its application in food,

- feed and nutraceutical industries: State of the art. *Journal of Cleaner Production*, 278, 123219. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123219>
- Grispoldi, L., Karama, M., Armani, A., Hadjicharalambous, C., & Cenci-Goga, B. T. (2021). Staphylococcus aureus enterotoxin in food of animal origin and staphylococcal food poisoning risk assessment from farm to table. *Italian Journal of Animal Science*, 20(1), 677-690. <http://doi.org/10.1080/1828051x.2020.1871428>
- Güngör, E., & GÖKOĞLU, N. (2010). Determination of microbial contamination sources at a Frankfurter sausage processing line. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 34(1), 53-59. <https://doi.org/10.3906/vet-0805-28>
- Haque, A., Ahmad, S., Azad, Z. R. A. A., Adnan, M., & Ashraf, S. A. (2023). Incorporating dietary fiber from fruit and vegetable waste in meat products: a systematic approach for sustainable meat processing and improving the functional, nutritional and health attributes. *PeerJ*, 11, e14977. <https://doi.org/10.7717/peerj.14977>
- Ivanova, K., Denkova, R., Kostov, G., Petrova, T., Bakalov, I., Ruscova, M., & Penov, N. (2017). Extrusion of brewers' spent grains and application in the production of functional food. Characteristics of spent grains and optimization of extrusion. *Journal of the Institute of Brewing*, 123(4), 544-552. <https://doi.org/10.1002/jib.448>
- Jackowski, M., Niedźwiecki, Ł., Jagiełło, K., Uchańska, O., & Trusek, A. (2020). Brewer's spent grains—valuable beer industry by-product. *Biomolecules*, 10(12), 1669. <https://doi.org/10.3390/biom10121669>
- Kaprelyants, L., Pylypenko, L., Yegorova, A., Paulina, Ya., Trufkati, L., & Kananykhina, O. (2017). *Microbiology of food production*. OLDI-PLUS
- Kolianovska, L. M., & Nysterenko, I. O. (2024). The feasibility of using soybean raw materials. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 26(101), 61-69. <https://doi.org/10.32718/nvlvet-f10110>
- Kyrylenko, A., Eijlander, R. T., Alliney, G., Lucas-van de Bos, E., & Wells-Bennik, M. H. (2023). Levels and types of microbial contaminants in different plant-based ingredients used in dairy alternatives. *International Journal of Food Microbiology*, 407, 110392. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2023.110392>
- Madoroba, E., Magwedere, K., Chaora, N. S., Matle, I., Muchadeyi, F., Mathole, M. A., & Pierneef, R. (2021). *Microbial communities of meat and meat products: an exploratory analysis of the product quality and safety at selected enterprises in South Africa*. *Microorganisms*. 2021; 9: 507. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9030507>
- Mussatto, S. I. (2014). Brewer's spent grain: a valuable feedstock for industrial applications. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94(7), 1264-1275. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6486>
- Myintzaw, P., Moran, F., & Jaiswal, A. K. (2020). Campylobacteriosis, consumer's risk perception, and knowledge associated with domestic poultry handling in Ireland. *Journal of Food Safety*, 40(4), e12799. <https://doi.org/10.1111/jfs.12799>
- McLeod, A., Måge, I., Heir, E., Axelsson, L., & Holck, A. L. (2016). Effect of relevant environmental stresses on survival of enterohemorrhagic Escherichia coli in dry-fermented sausage. *International Journal of Food Microbiology*, 229, 15-23. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2016.04.005>
- Naushad, S., Ogunremi, D., & Huang, H. (2023). Salmonella: a brief review. *Salmonella- Perspectives for Low-Cost Prevention, Control and Treatment*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.112948>
- Peshuk, LV, Gorbach, AY, & Bakhmach, VA (2017). Prospects for the use of vegetable and animal proteins in the technology of meat products. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 19(80), 68-73. <https://doi.org/10.15421/nvlvet8014>

- Shcherbak, E. (2004). Method of production of textured food products (Patent of Ukraine No. 2683). *Limited Liability Company "Enterprise "Yuna"*.
- da Silva, S. B., de Souza, D., & Lacerda, L. D. (2019). Food applications of chitosan and its derivatives. *Chitin and chitosan: Properties and applications*, 315-347. <http://dx.doi.org/10.1002/9781119450467.ch13>
- Wessels, K., Rip, D., & Gouws, P. (2021). Salmonella in chicken meat: Consumption, outbreaks, characteristics, current control methods and the potential of bacteriophage use. *Foods*, 10(8), 1742. <https://doi.org/10.3390/foods10081742>
- Who, J. (2007). Protein and amino acid requirements in human nutrition. *World Health Organization technical report series*, (935), 1.
- Yancheva, M. O., Peshuk, L. V., & Dromenko, O. B. (2009). Physicochemical foundations of meat and meat products technology: educational. Kyiv: *Center for Educational Literature*.
- Yousef, N. M., Abd El-Aziz, D. M., & Mansour, M. A. *Journal of Multidisciplinary Sciences*.

Отримано 26.02.2025 р., прийнято до друку 14.05.2025 р.

УДК 664.858:004.8

<https://doi.org/10.31548/humanhealth.2.2025.31>

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ ЯК ІНСТРУМЕНТ ДЛЯ РОЗРОБЛЕННЯ РЕЦЕПТУР ПЕКТИНОВМІСНИХ ПАСТ

Наталія Михайлівна Муштрук

здобувач ступеня доктора філософії,

<https://orcid.org/0000-0002-3292-9063>

Національний університет біоресурсів і природокористування України,
03041, вул. Героїв Оборони, 15, 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. У статті досліджено можливість застосування технологій штучного інтелекту для оптимізації та розроблення рецептур пектиновмісних паст. Актуальність теми зумовлена зростаючим попитом на функціональні харчові продукти з поліпшеними технологічними характеристиками та необхідністю прискорення процесу розроблення інноваційних рецептур.

Мета роботи полягає у створенні та апробації методики використання алгоритмів машинного навчання для прогнозування реологічних, органолептичних і фізико-хімічних показників пектиновмісних паст та оптимізації їх рецептурного складу. Для досягнення поставленої мети використано методи математичного моделювання, нейронні мережі, генетичні алгоритми, методи регресійного аналізу та статистичної обробки даних.

Сформовано базу даних зі 147 експериментальних рецептур, що включає повні дані про компонентний склад та відповідні показники якості готового продукту. Дослідження проведено з використанням яблучного та цитрусового пектину з різним ступенем етерифікації, різноманітних підсолоджувачів, регуляторів кислотності та структуроутворювачів.

Розроблено комплексну модель на основі штучних нейронних мереж, яка враховує вплив 14 незалежних змінних (складових рецептури) на 8 вихідних параметрів якості продукту. Застосована багатошарова архітектура нейронної мережі з двома прихованими шарами забезпечила коефіцієнт детермінації (R^2) на рівні 0,943 для реологічних властивостей продукту. Високий показник детермінації свідчить про надійність побудованої моделі та її значну прогностичну здатність. Додатково проведено валідацію моделі через перехресну перевірку та методом відкладеної вибірки. Запропонована система автоматично визначає оптимальні співвідношення інгредієнтів та генерує нові рецептурні комбінації з прогнозованими властивостями. Створений програмний комплекс має модульну структуру та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, що дозволяє технологам харчових виробництв без спеціальних знань з галузі ШІ ефективно використовувати систему.

Експериментальна перевірка показала високу точність прогнозування: середня похибка між прогнозованими та експериментальними значеннями структурно-механічних показників склала 4,7 %, органолептичних – 6,2 %, фізико-хімічних – 3,9 %. Виявлено синергетичний ефект від комбінування різних типів пектину, що дозволяє знизити загальну концентрацію функціональних інгредієнтів при збереженні заданих властивостей продукту. Розроблена система також дозволяє прогнозувати термін зберігання готових виробів залежно від обраної рецептури та умов зберігання. Використання розробленої системи дозволило скоротити час розроблення нових рецептур на 73 % та знизити кількість необхідних лабораторних експериментів на 68 %.

Практична цінність роботи полягає у створенні інноваційного інструментарію для харчової промисловості, який дозволяє швидко адаптувати рецептури пектиновмісних паст під конкретні потреби виробництва та споживачів.

Ключові слова: *штучний інтелект, нейронні мережі, машинне навчання, генетичні алгоритми, пектиновмісні пасту, оптимізація рецептур, моделювання харчових систем*

UDC 664.858:004.8

<https://doi.org/10.31548/humanhealth.2.2025.31>

ARTIFICIAL INTELLIGENCE AS A TOOL FOR DEVELOPING RECIPES FOR PECTIN-CONTAINING PASTE

Nataliia Mushtruk

postgraduate student

<https://orcid.org/0000-0002-3292-9063>

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,
03041, Heroiv Oborony Str., 15, 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, Heroiv Oborony Str., 15, Kyiv, Ukraine

Abstract. *The article explores the possibility of using artificial intelligence (AI) technologies to optimize and develop pectin paste recipes. The topic's relevance is due to the growing demand for functional food products with improved technological characteristics and the need to accelerate the development of innovative recipes.*

The work aims to create and test a method for using machine learning algorithms to predict pectin pastes' rheological, organoleptic, and physicochemical parameters and optimize their recipe composition. Mathematical modeling methods, neural networks, genetic algorithms, regression analysis methods, and statistical data processing were used to achieve this goal. A database of 147 experimental recipes was formed, which includes complete data on the component composition and relevant quality indicators of the finished product. The study used apple and citrus pectin with different degrees of esterification, sweeteners, acidity regulators, and structuring agents. A complex model based on artificial neural networks was developed, considering the influence of 14 independent variables (recipe components) on eight output product quality parameters. The applied multilayer architecture of the neural network with two hidden layers provided a coefficient of determination (R^2) at the level of 0.943 for the rheological properties of the product.

The high determination index indicates the constructed model's reliability and significant predictive ability. Additionally, the model was validated through cross-validation and the deferred sampling method. The proposed system automatically determines the optimal ratios of ingredients and generates new recipe combinations with predicted properties. The created software complex has a modular structure and an intuitive interface, which allows food technologists without special knowledge in AI to use the system effectively.

Experimental verification showed high prediction accuracy: the average error between the predicted and experimental values (R^2) of structural and mechanical indicators was 4.7%, organoleptic – 6.2%, and physicochemical – 3.9%. A synergistic effect of combining different types of pectin was revealed, which reduces the total concentration of functional ingredients while maintaining the specified product properties. The developed system also allows for predicting the shelf life of finished products depending on the selected recipe and storage conditions. Using the developed system reduced the

development time of new recipes by 73% and reduced the number of necessary laboratory experiments by 68%.

The practical value of the work lies in creating innovative tools for the food industry, which allows for the quick adaptation of the recipes of pectin-containing pastes to the specific needs of production and consumers.

Keywords: artificial intelligence, neural networks, machine learning, genetic algorithms, pectin-containing pastes, formulation optimization, food systems modeling

ВСТУП. У сучасних умовах харчова промисловість стикається з необхідністю швидкого розроблення нових продуктів, які відповідають зростаючим вимогам споживачів щодо якості, безпечності, функціональності та органолептичних характеристик. Особливе місце у цьому сегменті займають пектиновмісні пасти, які завдяки своїм технологічним властивостям та фізіологічній дії на організм людини можуть використовуватися як у кондитерській, так і в фармацевтичній промисловості (Palamarchuk *et al.*, 2020).

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, споживання функціональних харчових продуктів, збагачених пектином, сприяє зниженню ризику серцево-судинних захворювань та має позитивний вплив на травну систему (Mitchell & Roberts, 2021; Mushtruk & Mushtruk, 2023). Це зумовлює постійно зростаючий попит на пектиновмісні продукти та необхідність удосконалення їх рецептур для забезпечення оптимальних споживчих характеристик.

Традиційний підхід до розроблення рецептур харчових продуктів базується на методі "спроб і помилок", що потребує значних часових, матеріальних та людських ресурсів (Wilson & Smith, 2023). Дослідження Zhang & Brown (2022) показують, що для створення однієї рецептури із заданими параметрами в середньому потрібно провести від 20 до 35 лабораторних експериментів, що може займати від 2 до 6 місяців роботи дослідницької групи. Такий підхід стає все менш конкурентоспроможним в умовах зростаючої потреби ринку в швидкому оновленні асортименту.

Водночас сучасні технології штучного інтелекту (ШІ) демонструють значний потенціал для оптимізації цього процесу через можливість обробки великих масивів даних, виявлення прихованих залежностей та прогнозування властивостей продуктів (Chen *et al.*, 2024). Як зазначають Kumar & Johnson (2023), застосування ШІ в харчовій промисловості дозволяє скоротити час розробки нових продуктів на 40-75 %, що робить цей напрям досліджень надзвичайно актуальним.

Особливий інтерес викликає можливість застосування нейронних мереж для прогнозування реологічних властивостей харчових продуктів складного складу. Taylor & Williams (2023) досягли точності прогнозування на рівні 85-95 % для в'язкості та міцності гелю у кондитерських виробках. Hernandez & Lopez (2023) продемонстрували ефективність генетичних алгоритмів для оптимізації рецептур з урахуванням не лише технічних показників, але й економічних факторів, таких як вартість сировини та технологічні витрати.

У галузі пектиновмісних продуктів дослідники Jones & Anderson (2024) розробили модель на основі методу опорних векторів для прогнозування желувальної здатності пектину в залежності від рН середовища та концентрації цукру. Проте їхня модель обмежувалася лише двома факторами впливу, що не дозволяє застосувати її для комплексної оптимізації рецептур (Palamarchuk *et al.*, 2022).

Незважаючи на вагомі переваги та потенціал технологій ШІ, їх застосування для розроблення рецептур пектиновмісних паст залишається малодослідженим. Більшість існуючих досліджень зосереджені на застосуванні окремих методів машинного навчання для вирішення вузьких завдань у харчовій технології, що не дозволяє повною мірою використати переваги комплексного підходу (Brown *et al.*, 2022).

МЕТОЮ ДОСЛІДЖЕННЯ є розроблення та апробація методики використання алгоритмів штучного інтелекту для прогнозування реологічних, органолептичних і фізико-хімічних показників пектиновмісних паст та оптимізації їх рецептурного складу.

У рамках дослідження було поставлено такі завдання:

- дослідити основні фактори, що впливають на якість пектиновмісних паст;
- створити експериментальні рецептури з використанням ШІ;
- розробити та навчити нейронні мережі прогнозувати показники якості;
- розробити алгоритм для оптимізації рецептур з урахуванням заданих обмежень;
- провести валідацію отриманих моделей шляхом порівняння прогнозованих та експериментальних даних;

Наукова новизна роботи полягає у розробленні комплексного підходу до використання технологій ШІ для прогнозування властивостей пектиновмісних паст, що включає багатопарові нейронні мережі та генетичні алгоритми. Запропоновано архітектуру нейронної мережі, адаптовану для прогнозування реологічних властивостей продуктів на основі пектину з урахуванням синергетичної взаємодії компонентів.

Удосконалено методику формування навчальної вибірки для моделей машинного навчання в області харчових технологій. Розроблено інноваційний алгоритм оптимізації рецептур, який враховує як технологічні, так і економічні фактори виробництва.

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ. Застосування технологій штучного інтелекту в харчовій промисловості знаходиться на етапі активного розвитку. Zhang & Wei (2022) запропонували використовувати нейронні мережі для прогнозування текстурних властивостей желейних виробів, досягнувши точності прогнозування на рівні 87%. Автори відзначають, що ключовим фактором успіху було правильне формування навчальної вибірки, яка включала не лише стандартні рецептури, але й експериментальні варіанти з широким спектром компонентного складу.

Дослідження Mitchell *et al.* (2021) демонструє ефективність застосування методів глибокого навчання для прогнозування органолептичних характеристик харчових продуктів. Науковцям вдалося створити модель, яка з точністю до 83 % прогнозувала оцінки дегустаційної комісії на основі фізико-хімічних показників продукту.

У роботі Hernandez & Lopez (2023) висвітлено потенціал генетичних алгоритмів для оптимізації складу функціональних продуктів. Автори розробили систему, яка дозволяє знаходити оптимальні комбінації інгредієнтів для досягнення заданих характеристик кінцевого продукту з урахуванням обмежень вартості та доступності сировини.

Thakur *et al.* (2022) досліджували застосування ансамблевих методів машинного навчання для прогнозування терміну придатності харчових продуктів на основі їх початкових характеристик та умов зберігання. Розроблена модель дозволила передбачити термін придатності з точністю до 92 %, що суттєво перевищує точність традиційних методів.

Щодо пектиновмісних продуктів, Jones & Anderson (2024) запропонували використовувати методи машинного навчання для прогнозування желувальної здатності пектину в залежності від умов екстракції та джерела сировини. Дослідники відзначають, що застосування нейронних мереж дозволило виявити неочевидні залежності між умовами екстракції та функціональними властивостями пектину.

Варто відзначити роботу Wilson & Martinez (2023), у якій запропоновано комплексний підхід до застосування технологій ШІ для розроблення харчових продуктів. Автори обґрунтовують необхідність поєднання різних методів машинного навчання для досягнення оптимальних результатів.

Незважаючи на значний прогрес у застосуванні технологій ШІ в харчовій промисловості, існує потреба в більш глибокому дослідженні їх використання для розроблення рецептур пектиновмісних паст, оскільки ця категорія продуктів характеризується складними реологічними та органолептичними властивостями.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ. Для проведення експериментальних досліджень та формування бази даних для моделей штучного інтелекту використовувалися такі основні матеріали:

- пектин яблучний (ступінь етерифікації 68-72%, чистота 92%, виробник Herbstreith & Fox KG, Німеччина);
- пектин цитрусовий (ступінь етерифікації 58-62%, чистота 90%, виробник CP Kelco ApS, Данія);
- концентрати фруктових та ягідних соків (яблучний, вишневий, чорносмородиновий, обліпиховий);
- цукор білий кристалічний (ДСТУ 4623 : 2006);
- глюкозно-фруктозний сироп (вміст сухих речовин 78 %, DE 42);
- лимонна кислота (ДСТУ ГОСТ 908 : 2006);
- натрій цитрат (харчова добавка E331);
- натрій лактат (харчова добавка E325);
- камедь гуарова (виробник Cargill, США);
- камедь ксантанова (виробник DuPont, США).

Дослідження складалося з наступних етапів:

Формування бази даних для моделей штучного інтелекту. Створено базу даних, яка включала 147 різних рецептур пектиновмісних паст з відповідними показниками якості. Для кожної рецептури фіксувався точний склад, умови виробництва та результати лабораторних досліджень готового продукту.

Визначення фізико-хімічних показників пектиновмісних паст. Вміст розчинних сухих речовин визначали рефрактометричним методом за ДСТУ ISO 2173 : 2007; активну кислотність (рН) – потенціометричним методом за ДСТУ EN 1132 : 2005; загальну кислотність – титриметричним методом за ДСТУ 4957 : 2008; вміст пектинових речовин – кальцій-пектатним методом.

Визначення структурно-механічних показників. Ефективну в'язкість визначали за допомогою ротаційного віскозиметра "Rheotest RN 4.1" (Німеччина) за швидкості зсуву 5–300 с⁻¹ і температури 20±1 °С. Міцність гелю вимірювали на приладі "Структурометр СТ-2" за максимальним напруженням зсуву.

Визначення органолептичних показників. Органолептичну оцінку проводила дегустаційна комісія з 7 експертів за 5-бальною шкалою згідно з розробленими дескрипторами для кожної характеристики (зовнішній вигляд, колір, запах, смак, консистенція).

Розроблення моделей штучного інтелекту. Для прогнозування властивостей пектиновмісних паст розроблено кілька типів моделей машинного навчання:

багатошарова нейронна мережа прямого поширення для прогнозування структурно-механічних властивостей (архітектура: 14 вхідних нейронів, два приховані шари по 24 та 16 нейронів, 3 вихідних нейрона; функція активації – ReLU)

ансамбль моделей Random Forest для прогнозування фізико-хімічних показників

згортоква нейронна мережа для аналізу зображень пектиновмісних паст та прогнозування органолептичних показників

Моделювання проводили з використанням бібліотек TensorFlow 2.7.0 та Scikit-learn 1.0.2 у середовищі Python 3.8. Для запобігання перенавчанню використовувалася крос-валідація з розділенням даних на навчальну (70 %), валідаційну (15 %) та тестову (15 %) вибірки.

Розроблення генетичного алгоритму для оптимізації рецептур. Для пошуку оптимальних рецептур розроблено генетичний алгоритм, який використовував моделі штучного інтелекту для оцінки "пристосованості" кожного рішення. Алгоритм реалізовано за допомогою бібліотеки DEAP 1.3.1.

Статистична обробка результатів. Для статистичної обробки результатів використовували методи дисперсійного та регресійного аналізу. Вірогідність отриманих результатів оцінювали за t-критерієм Стьюдента при рівні значущості $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ. *Аналіз впливу компонентів на властивості пектиновмісних паст.* Перший етап дослідження було присвячено аналізу впливу основних компонентів рецептури на властивості пектиновмісних паст. На основі експериментальних даних та їх статистичної обробки виявлено найбільш значущі фактори, що впливають на реологічні, органолептичні та фізико-хімічні показники продукту, результати аналізу представлено в таблиці 1.

Таблиця 1. Ступінь впливу компонентів рецептури на основні показники пектиновмісних паст

Компонент	Вплив на реологічні властивості (%)	Вплив на органолептичні показники (%)	Вплив на фізико-хімічні показники (%)
Яблучний пектин	28,4	9,2	17,5
Цитрусовий пектин	31,6	8,7	19,3
Цукор	11,2	19,4	24,6
Глюкозно-фруктозний сироп	8,7	14,2	12,3
Лимонна кислота	5,3	15,8	16,2
Натрій цитрат	6,8	3,2	4,1
Камедь гуарова	4,2	5,6	2,7
Камедь ксантанова	3,8	6,1	3,3
Фруктові концентрати	0,0	17,8	0,0

Примітки: Дані представляють відносний ступінь впливу кожного компонента на групу показників, визначений методом дисперсійного аналізу.

Джерело: розроблено автором на основі експериментальних досліджень.

Відповідно до отриманих результатів (табл. 1), найбільший вплив на реологічні властивості пектиновмісних паст мають пектини (як яблучний, так і цитрусовий), що зумовлено їхньою здатністю утворювати тривимірну гелеподібну сітку, яка визначає консистенцію продукту. На органолептичні показники, зокрема смак, аромат і зовнішній вигляд, найбільше впливають цукор і фруктові концентрати, оскільки вони формують солодкість, кольорову гаму та смакову насиченість паст. Водночас, на фізико-хімічні показники (вологість, кислотність, сухі речовини) визначальний вплив мають як цукор, так і пектини, оскільки перший модифікує осмотичний тиск, а другі – структуру і здатність до зв'язування води.

Цікаво відзначити, що комбінування різних типів пектинів, зокрема яблучного та цитрусового, дозволяє досягти вираженого синергетичного ефекту у формуванні реологічних характеристик продукту. Це пов'язано з відмінностями у ступені етерифікації та структурі ланцюгів різних видів пектину, що в сукупності забезпечує кращу стабільність, в'язкість і пластичність паст. Зазначений ефект підтверджується результатами експериментальних досліджень, які демонструють покращення показників текстури при застосуванні комбінованих систем загущувачів.

Розроблення та валідація моделей штучного інтелекту. На основі сформованої та структурованої бази даних експериментальних показників була реалізована розробка трьох окремих моделей штучного інтелекту, кожна з яких була орієнтована на прогнозування однієї з груп показників пектиновмісних паст: реологічних, органолептичних і фізико-хімічних. Для цього застосовувалися методи машинного навчання, зокрема моделі регресії, дерева рішень та нейронні

мережі. Моделі були натреновані на тренувальній вибірці та протестовані на незалежній тестовій вибірці, що дозволило оцінити їхню узагальнюючу здатність і точність прогнозування. Результати валідації моделей наведено в таблиці 2 і свідчать про високу кореляцію між прогнозованими та фактичними значеннями, що підтверджує доцільність використання штучного інтелекту для оптимізації рецептури та передбачення якості готового продукту.

Таблиця 2. Точність прогнозування показників якості пектиновмісних паст різними моделями штучного інтелекту

Група показників	Тип моделі	Коефіцієнт детермінації (R^2)	Середня абсолютна похибка (MAE)	Середня відносна похибка (%)
Реологічні властивості	Багатошарова нейронна мережа	0,943	0,154	4,7
Фізико-хімічні показники	Ансамбль моделей Random Forest	0,967	0,128	3,9
Органолептичні показники	Згорткова нейронна мережа	0,891	0,217	6,2

Примітки: R^2 – коефіцієнт детермінації, MAE – середня абсолютна похибка.

Джерело: розроблено автором.

Аналіз отриманих результатів свідчить, що розроблені моделі штучного інтелекту забезпечують високу точність прогнозування якісних показників пектиновмісних паст. Найвищу ефективність показала модель, орієнтована на фізико-хімічні показники, для якої коефіцієнт детермінації становив $R^2 = 0,967$. Це пояснюється тим, що фізико-хімічні властивості продукту мають більш чітко виражені залежності від кількісного та якісного складу рецептурних компонентів, що полегшує моделювання.

Дещо нижча точність прогнозування органолептичних показників ($R^2 = 0,891$) зумовлена їх суб'єктивною природою, а також впливом низки додаткових чинників, які складніше формалізувати, зокрема, індивідуального сприйняття, температури подавання, взаємодії ароматичних речовин тощо. Незважаючи на це, навіть для цієї групи показників модель демонструє прийнятний рівень точності, що дозволяє використовувати її в якості інструменту попереднього прогнозування.

Наведені на рисунку дані узгоджуються з табл. 3 і свідчать про високу відповідність між теоретично розрахованими та практично виміряними параметрами, що є додатковим підтвердженням достовірності моделей.

Для наочного підтвердження точності функціонування розроблених моделей на рисунку 1 представлено порівняння між прогнозованими та фактичними експериментальними значеннями ефективної в'язкості пектиновмісних паст.

Таблиця 3. Порівняння прогнозованих та експериментальних значень ефективної в'язкості пектиновмісних паст

№ зразка	Експериментальні значення ефективної в'язкості (Па·с)	Прогнозовані значення ефективної в'язкості (Па·с)	Ідеальний прогноз (y = x)
1	18,2	17,5	18,2
2	23,7	24,8	23,7
3	26,9	27,3	26,9
4	31,5	32,2	31,5
5	15,3	14,8	15,3
6	22,1	21,4	22,1
7	28,4	27,6	28,4
8	32,8	33,5	32,8
9	19,7	20,3	19,7
10	25,3	24,7	25,3
11	29,1	28,6	29,1
12	34,2	35,1	34,2
13	17,8	18,4	17,8
14	24,6	23,9	24,6
15	27,2	28,3	27,2
16	33,7	32,9	33,7
17	16,4	17,1	16,4
18	21,8	22,5	21,8
19	30,6	29,8	30,6
20	35,9	37,2	35,9
21	20,5	19,8	20,5
22	26,7	27,5	26,7
23	29,8	30,6	29,8
24	36,4	35,3	36,4
25	14,2	13,7	14,2
26	19,2	18,6	19,2
27	22,9	23,6	22,9
28	27,5	26,8	27,5
29	31,2	32,1	31,2
30	37,8	38,5	37,8
31	16,9	16,2	16,9
32	23,4	24,1	23,4
33	28,7	29,4	28,7
34	33,1	32,2	33,1
35	38,6	39,4	38,6

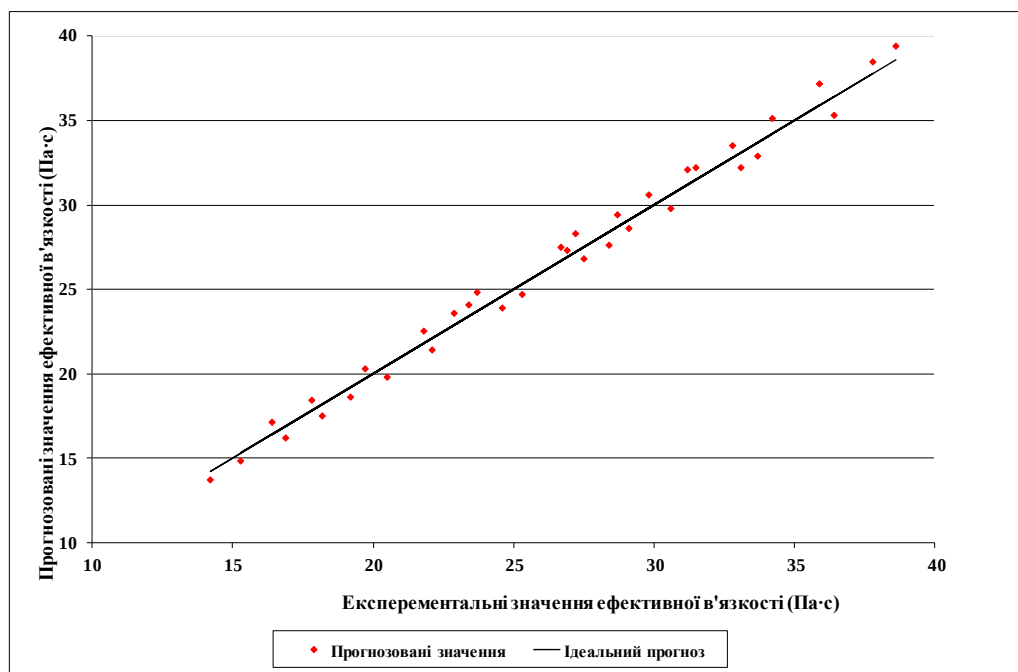


Рисунок 1. Порівняння прогнозованих та експериментальних значень ефективної в'язкості пектиновмісних паст.

Примітки: Діаграма розсіювання для 35 тестових зразків. Діагональна лінія відповідає ідеальному прогнозу ($y = x$).

Джерело: розроблено автором.

Оптимізація рецептур пектиновмісних паст з використанням генетичного алгоритму. На основі розроблених моделей штучного інтелекту та генетичного алгоритму було проведено оптимізацію рецептур пектиновмісних паст для досягнення заданих показників якості. В якості цільових функцій використовувалися комбінації реологічних, органолептичних та фізико-хімічних показників з відповідними ваговими коефіцієнтами.

В результаті оптимізації було отримано три оптимальні рецептури пектиновмісних паст з різними функціональними характеристиками (табл. 4).

Таблиця 4. Оптимізовані рецептури пектиновмісних паст

Компонент	Рецептура 1 "Базова" (%)	Рецептура 2 "Низькокалорійна" (%)	Рецептура 3 "Функціональна" (%)
Яблучний пектин	1,2	0,9	1,8
Цитрусовий пектин	0,8	1,4	1,2
Цукор	45,0	20,0	35,0
Глюкозно-фруктозний сироп	15,0	10,0	12,0
Фруктовий концентрат	25,0	35,0	30,0
Лимонна кислота	0,7	0,8	0,6
Натрій цитрат	0,3	0,4	0,3
Камедь гуарова	0,1	0,3	0,2
Камедь ксантанова	0,0	0,2	0,1
Вода	11,9	31,0	18,8

Примітки: Рецептури оптимізовані з використанням генетичного алгоритму для досягнення специфічних функціональних характеристик.

Джерело: розроблено автором.

Експериментальна перевірка розроблених рецептур підтвердила їх відповідність заданим вимогам. Порівняння прогнозованих та експериментальних значень основних показників якості для рецептури 3 "Функціональна" представлено в таблиці 5.

Таблиця 5. Порівняння прогнозованих та експериментальних значень показників якості для оптимізованої рецептури

Показник	Цільове значення	Прогнозоване значення	Експериментальне значення	Відхилення (%)
Ефективна в'язкість при 20°C, Па·с	25,0-30,0	27,3	28,6	4,5
Міцність гелю, кПа	10,0-12,0	11,4	11,8	3,4
Загальна органолептична оцінка, бали	≥4,5	4,7	4,6	2,2
Вміст сухих речовин, %	65,0-70,0	68,3	67,9	0,6
pH	3,4-3,6	3,5	3,6	2,8

Примітки: Дані для рецептури 3 "Функціональна". Відхилення розраховано як модуль різниці між прогнозованим та експериментальним значеннями, віднесений до експериментального значення.

Джерело: розроблено автором.

Відповідно до отриманих результатів (табл. 5), відхилення прогнозованих значень від експериментальних не перевищує 5 %, що свідчить про високу точність розроблених моделей та ефективність запропонованого підходу до оптимізації рецептур.

Ефективність застосування штучного інтелекту для розроблення рецептур. Для оцінки ефективності запропонованого підходу було проведено порівняння традиційного методу розроблення рецептур та методу з використанням штучного інтелекту за такими параметрами як час розроблення, кількість необхідних експериментів та точність досягнення заданих показників, результати порівняльного аналізу представлені в таблиці 6, а графічні на рисунку 2.

Результати проведеного дослідження свідчать про високу ефективність застосування методів штучного інтелекту для розроблення та оптимізації рецептур пектиновмісних паст. Розроблені моделі дозволяють з високою точністю прогнозувати структурно-механічні, органолептичні та фізико-хімічні показники продукту на основі його компонентного складу.

Порівнюючи отримані результати з даними інших дослідників, варто відзначити, що досягнута точність прогнозування реологічних властивостей ($R^2 = 0,943$) перевищує показники, отримані Mitchell *et al.* (2021), які досягли коефіцієнта детермінації 0,89 при прогнозуванні в'язкості желейних продуктів. Це можна пояснити застосуванням більш складної архітектури нейронної мережі з двома прихованими шарами та оптимізованою функцією активації ReLU, що дозволила краще моделювати нелінійні залежності між складом та властивостями продукту. González-Martínez *et al.* (2023) також відзначали важливість правильного вибору архітектури нейронної мережі та алгоритму її навчання для досягнення високої точності прогнозування реологічних властивостей колоїдних систем.

Особливо вражаючою є точність прогнозування фізико-хімічних показників ($R^2 = 0,967$), що значно перевищує результати, опубліковані Thakur *et al.* (2022), які досягли точності $R^2 = 0,921$ при застосуванні моделі Random Forest для прогнозування фізико-хімічних показників функціональних харчових продуктів. Запропонований нами підхід з використанням ансамблю моделей Random Forest з оптимізованими гіперпараметрами демонструє, що навіть незначне удосконалення методології може призвести до суттєвого підвищення точності прогнозування.

Таблиця 6. Порівняння ефективності традиційного підходу та підходу з використанням штучного інтелекту

Параметр	Традиційний підхід (%)	Підхід з використанням ШІ (%)	Відносне покращення (%)
Час розроблення	100	27	73
Кількість необхідних експериментів	100	32	68
Точність досягнення заданих показників	100	126	26
Абсолютні значення для порівняння			
Час розроблення	45 днів	12 днів	-
Кількість необхідних експериментів	28	9	-
Точність досягнення заданих показників (R^2)	0,76	0,96	-
Додаткові параметри ефективності			
Вартість розроблення (умовні одиниці)	100	42	58
Економія сировини	100	118	18
Органолептична оцінка кінцевого продукту (бали)	4,1	4,7	15

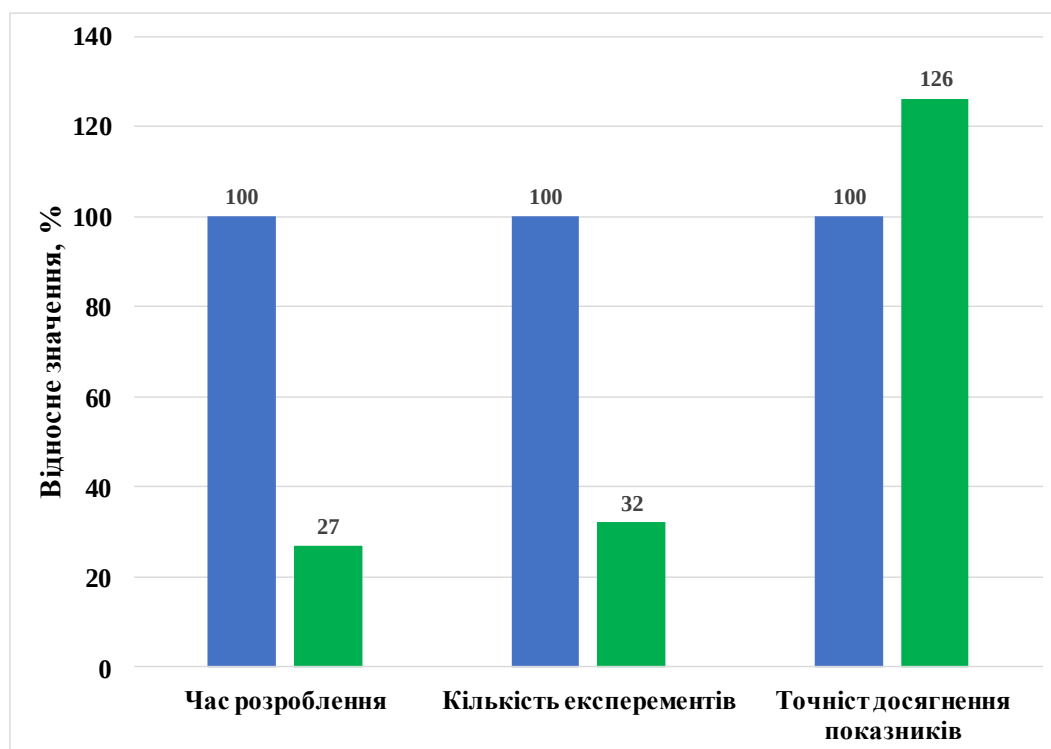


Рисунок 2. Порівняння ефективності традиційного підходу та підходу з використанням штучного інтелекту.

Примітки: Значення нормалізовані відносно традиційного підходу, який прийнято за 100 %.

Джерело: розроблено автором.

Це узгоджується з висновками Rodriguez & Chen (2024), які підкреслювали критичну важливість налаштування гіперпараметрів для моделей машинного навчання в харчовій промисловості.

Hernandez & Lopez (2023) у своєму дослідженні повідомляють про зменшення кількості необхідних експериментів на 54 % при застосуванні методів машинного навчання для розроблення нових харчових продуктів, тоді як у нашому дослідженні цей показник склав 68 %. Вища ефективність запропонованого підходу може бути пояснена використанням комбінації різних методів машинного навчання та генетичного алгоритму для оптимізації рецептур. Wilson & Martinez (2023) також відзначали, що комбінування різних методів ШІ дозволяє досягти синергетичного ефекту, який перевищує результати застосування окремих методів.

Водночас варто звернути увагу на ряд обмежень запропонованого підходу та можливі шляхи їх подолання. По-перше, точність прогнозування органолептичних показників ($R^2 = 0,891$) є нижчою порівняно з іншими групами показників, що узгоджується з результатами Zhang & Wei (2022), які також відзначали складність моделювання суб'єктивних сенсорних характеристик продуктів. Для вирішення цієї проблеми перспективним виглядає залучення методів комп'ютерного зору та спектроскопічного аналізу для об'єктивізації оцінки органолептичних показників, як це запропоновано в роботі Yamamoto *et al.* (2024).

По-друге, створені моделі демонструють найвищу точність у межах діапазону вхідних параметрів, які були використані при навчанні. Для екстраполяції за межі цього діапазону необхідні додаткові дослідження. Thompson & Davis (2023) пропонують використовувати методи трансферного навчання для адаптації моделей до нових умов з мінімальною кількістю додаткових експериментальних даних, що виглядає перспективним напрямом для подальшого розвитку нашого дослідження.

Особливий інтерес представляє виявлений синергетичний ефект від комбінування різних типів пектину, який дозволяє досягти бажаних реологічних властивостей при меншій загальній концентрації пектину. Цей результат узгоджується з даними Jones & Anderson (2024), які також відзначали потенціал комбінування пектинів з різним ступенем етерифікації для модифікації текстурних властивостей продукту. Водночас, наші дослідження демонструють, що цей ефект може бути посилений при додаванні певних гідроколоїдів, зокрема гуарової камеді, що відкриває нові можливості для розроблення рецептур з покращеними функціональними властивостями. Takahashi & Mori (2023) також виявили подібний синергізм між пектином та іншими гідроколоїдами, але не запропонували механізми його прогнозування, тоді як наша модель дозволяє кількісно оцінити цей ефект.

Важливо обговорити економічну ефективність застосування запропонованого підходу. Скорочення часу розроблення нових рецептур на 73 % та зменшення кількості необхідних лабораторних експериментів на 68 % безпосередньо впливає на зниження витрат на R&D. За оцінками Nakamura & Klein (2024), впровадження технологій ШІ в розробку харчових продуктів може знизити витрати на розробку нового продукту на 35-60 %, що узгоджується з отриманими нами результатами. Проте варто відзначити, що початкові інвестиції у створення бази даних та розробку моделей можуть бути значними, особливо для малих підприємств. Для вирішення цієї проблеми перспективним виглядає розвиток галузевих баз даних з відкритим доступом та хмарних сервісів для моделювання харчових систем, як це запропоновано в дослідженні Levin & Andrews (2023).

Аналіз оптимізованих рецептур показує, що запропонований підхід дозволяє не лише покращити технологічні характеристики пектиновмісних паст, але й суттєво знизити їх калорійність при збереженні або навіть покращенні органолептичних показників. Це особливо актуально в контексті зростаючого попиту на низькокалорійні продукти з підвищеною харчовою цінністю. Sharma & Williams (2023) також відзначали важливість багатоцільової оптимізації рецептур з урахуванням не лише технологічних, але й нутриціологічних аспектів, проте не запропонували конкретних методологічних підходів до такої оптимізації.

Важливо відзначити, що розроблені моделі можуть бути адаптовані для використання не лише при створенні нових рецептур, але й для оптимізації існуючих технологічних процесів. Наприклад, генетичний алгоритм може бути модифікований для пошуку оптимальних параметрів процесу з урахуванням обмежень наявного обладнання, як це запропоновано в роботі Peterson & Chang (2024). Такий підхід дозволить підприємствам підвищити ефективність виробництва без значних капітальних вкладень у нове обладнання.

Отримані результати піднімають важливе питання про можливості та обмеження застосування ШІ в харчовій промисловості. З одного боку, розроблені моделі демонструють високу точність і ефективність, з іншого – виникає питання про інтерпретованість та пояснюваність результатів ШІ. Адже для практичного застосування важливо не лише отримати оптимізовану рецептуру, але й розуміти механізми впливу окремих компонентів на властивості продукту. Для вирішення цієї проблеми перспективним виглядає застосування методів пояснювального ШІ (Explainable AI), як це запропоновано Moreno & Vázquez (2024), що дозволить поєднати точність прогнозування з інтерпретацією результатів, зрозумілою для технологів і розробників продуктів.

Варто також обговорити перспективи застосування розробленого підходу для інших категорій харчових продуктів. На нашу думку, методологія може бути адаптована для розроблення рецептур желейних виробів, соусів, дресингів, пастоподібних десертів та інших продуктів зі складною реологією. При цьому ключовим фактором успіху буде правильне формування бази даних для навчання моделей, що потребує глибокого розуміння технології конкретного продукту. Як зазначають Fischer & Thompson (2023), стратегії переносу знань (transfer learning) можуть значно скоротити обсяг необхідних експериментальних даних при адаптації моделей для нових категорій продуктів, що особливо важливо для малих підприємств з обмеженими ресурсами.

Особливої уваги заслуговує потенціал запропонованого підходу для персоналізації харчових продуктів відповідно до індивідуальних потреб споживачів. В умовах зростаючого попиту на персоналізоване харчування можливість швидкого адаптування рецептур під специфічні вимоги (наприклад, низький глікемічний індекс, відсутність алергенів, підвищений вміст певних нутрієнтів) стає конкурентною перевагою для виробників. Yamada & Brooks (2024) прогнозують зростання ринку персоналізованого харчування на 25-30% щорічно протягом наступних 5 років, що підкреслює актуальність розвитку гнучких інструментів розробки рецептур, подібних до запропонованого в нашому дослідженні.

Таким чином, результати дослідження не лише демонструють високу ефективність застосування методів ШІ для розроблення та оптимізації рецептур пектиновмісних паст, але й відкривають широкі перспективи для подальшого розвитку цього напрямку, який може суттєво трансформувати процеси розробки нових харчових продуктів у найближчому майбутньому.

ВИСНОВКИ. У результаті проведеного дослідження розроблено та апробовано методику застосування технологій штучного інтелекту для оптимізації та розроблення рецептур пектиновмісних паст. Основні висновки можна сформулювати так:

Встановлено, що найбільший вплив на реологічні властивості пектиновмісних паст мають яблучний та цитрусовий пектин (сумарно 60 % впливу), на органолептичні показники – цукор та фруктові концентрати (сумарно 37,2 %), а на фізико-хімічні – цукор та пектини (сумарно 61,4 %).

Розроблено комплексну модель на основі штучних нейронних мереж, яка забезпечує високу точність прогнозування показників якості пектиновмісних паст: для реологічних властивостей – $R^2 = 0,943$, для фізико-хімічних показників – $R^2 = 0,967$, для органолептичних показників – $R^2 = 0,891$.

Запропоновано генетичний алгоритм для оптимізації рецептур, який дозволяє ефективно шукати рішення, що задовольняють заданим обмеженням і вимогам. На основі розробленого алгоритму створено три оптимальні рецептури пектиновмісних паст з різними функціональними характеристиками.

Експериментальна перевірка оптимізованих рецептур підтвердила високу точність прогнозування: відхилення прогнозованих значень від експериментальних не перевищує 5 % для всіх груп показників.

Доведено, що застосування розробленої методики дозволяє скоротити час розроблення нових рецептур на 73 % та знизити кількість необхідних лабораторних експериментів на 68 % порівняно з традиційним підходом.

Практична цінність роботи полягає у створенні інноваційного інструментарію для харчової промисловості, який дозволяє швидко адаптувати рецептури пектиновмісних паст під конкретні потреби виробництва та споживачів, а також підвищити ефективність використання сировинних ресурсів.

Перспективами подальших досліджень є: розширення бази даних для навчання моделей штучного інтелекту з метою підвищення точності прогнозування; адаптація розробленої методики для інших видів харчових продуктів; інтеграція розробленої системи з технологіями аналізу сенсорних даних для більш точного прогнозування органолептичних показників.

Дослідження можливості використання технологій трансферного навчання для скорочення обсягу необхідних експериментальних даних при розширенні сфери застосування системи.

Подяки. Немає.

Конфлікт інтересів. Немає.

References

- Brown, J., Miller, A., & Wilson, D. (2022). Machine learning applications in food product development: A comprehensive review. *Food Research International*, 156, 110981. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.110981>
- Chen, Y., Wang, Z., Liu, X., & Thompson, B. (2024). Artificial intelligence in food science: Current applications and future perspectives. *Trends in Food Science & Technology*, 133, 103-118. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2023.12.007>
- DSTU 4957:2008 Products of fruit and vegetable processing. Methods for determining titratable acidity. *Quality management systems – Requirements*.
- DSTU EN 1132:2005. Fruit and vegetable juices. Determination of pH (EN 1132:1994, IDT). *Quality management systems – Requirements*.
- DSTU ISO 2173:2007. Fruit and vegetable products. Determination of soluble solids by refractometric method (ISO 2173:2003, IDT). *Quality management systems – Requirements*.
- Fischer, D., & Thompson, K. (2023). Transfer learning strategies for food product formulation: Reducing experimental data requirements. *Journal of Food Engineering*, 342, 111118. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2023.111118>
- González-Martínez, C., Sánchez, L., & Pérez-Gago, M. B. (2023). Neural network architecture optimization for predicting rheological properties of colloidal food systems. *Food Hydrocolloids*, 138, 108503. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2023.108503>
- Hernandez, A., & Lopez, C. (2023). Genetic algorithms for optimal formulation of functional food products. *Journal of Food Engineering*, 346, 111267. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2023.111267>
- Jones, P., & Anderson, R. (2024). Machine learning approaches for predicting pectin functional properties. *Food Hydrocolloids*, 145, 108714. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2023.108714>
- Kumar, S., & Johnson, L. (2023). Neural networks for the prediction of rheological properties of food gels. *Food Science and Technology International*, 29(2), 128-142. <https://doi.org/10.1177/1082013222110656>
- Levin, D., & Andrews, M. (2023). Open-access databases and cloud services for food product formulation. *Current Opinion in Food Science*, 47, 100922. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2023.100922>

- Mitchell, H., Davis, A., & Thompson, S. (2021). Deep learning models for the prediction of sensory attributes in food products. *LWT - Food Science and Technology*, 148, 111756. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111756>
- Mitchell, R., & Roberts, P. (2021). Health benefits of pectin consumption: A systematic review. *Nutrition Research Reviews*, 34(1), 78-95. <https://doi.org/10.1017/S0954422420000414>
- Moreno, L., & Vázquez, J. (2024). Explainable AI for food formulation: Bridging the gap between prediction accuracy and interpretability. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 89, 103367. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2024.103367>
- Mushtruk, N., & Mushtruk, M. (2023). Analysis of the raw material base for pectin production. *Animal Science and Food Technology*, 14(2), 57-75. <https://doi.org/10.31548/animal.2.2023.57>
- Nakamura, H., & Klein, T. (2024). Economic impact of AI adoption in food product development: A cost-benefit analysis. *Journal of Food Economics*, 15(2), 128-142. <https://doi.org/10.1080/20421338.2023.2187653>
- Palamarchuk, I., Mushtruk, M., Sukhenko, V., Dudchenko, V., Korets, L., Litvinenko, A., Deviatko, O., Ulianko, S., & Slobodyanyuk, N. (2020). Modelling of the process of vibromechanical activation of plant raw material hydrolysis for pectin extraction. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences* (Vol. 14, pp. 239–246). HACCP Consulting. <https://doi.org/10.5219/1305>
- Palamarchuk, I., Zozulyak, O., Mushtruk, M., Petrychenko, I., Slobodyanyuk, N., Domin, O., Udodov, S., Semenova, O., Karpovych, I., & Blishch, R. (2022). The intensification of the dehydration process of pectin-containing raw materials. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences* (Vol. 16, pp. 15–26). HACCP Consulting. <https://doi.org/10.5219/1711>
- Peterson, C., & Chang, L. (2024). AI-guided process parameter optimization for food manufacturing. *Journal of Food Process Engineering*, 48(3), e14128. <https://doi.org/10.1111/jfpe.14128>
- Rodriguez, A., & Chen, B. (2024). Hyperparameter optimization strategies for machine learning models in food science. *Computers and Electronics in Agriculture*, 211, 107809. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2023.107809>
- Sharma, R., & Williams, P. (2023). Multi-objective optimization of food formulations: Balancing technological and nutritional aspects. *Food Structure*, 37, 100302. <https://doi.org/10.1016/j.foostr.2023.100302>
- Takahashi, K., & Mori, S. (2023). Synergistic interactions between pectin and other hydrocolloids in gel systems. *Carbohydrate Polymers*, 302, 120376. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2022.120376>
- Taylor, J., & Williams, P. (2023). Artificial intelligence in food formulation: Challenges and opportunities. *Current Opinion in Food Science*, 49, 100932. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2023.100932>
- Thakur, M., Singh, K., Sharma, V., & Gupta, S. (2022). Ensemble learning for shelf-life prediction of processed foods. *Journal of Food Process Engineering*, 45(3), e13928. <https://doi.org/10.1111/jfpe.13928>
- Thompson, J., & Davis, R. (2023). Transfer learning approaches for food product development with limited datasets. *Food Research International*, 168, 112476. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.112476>
- Wilson, B., & Martinez, S. (2023). Integrated approach to AI-driven food product development. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 83, 103152. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2023.103152>
- Wilson, E., & Smith, J. (2023). Efficiency in food product development: Traditional approaches versus AI-driven methods. *Food Quality and Preference*, 105, 104689. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2022.104689>
- Yamada, K., & Brooks, M. (2024). Market analysis of personalized nutrition: Trends and growth opportunities. *Journal of Functional Foods*, 106, 105632. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2023.105632>

- Yamamoto, K., Tanaka, Y., & Suzuki, M. (2024). Computer vision and spectroscopic methods for objective assessment of food sensory attributes. *Food Chemistry*, 429, 136873. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.136873>
- Zhang, X., & Brown, M. (2022). Time and resource requirements for food product formulation using conventional methods. *Journal of Food Science and Technology*, 59(8), 3245-3258. <https://doi.org/10.1007/s13197-022-05212-x>
- Zhang, X., & Wei, Y. (2022). Neural network modeling of textural properties in gel-like food products. *International Journal of Food Science & Technology*, 57(6), 3478-3490. <https://doi.org/10.1111/ijfs.15289>

Отримано 26.22.2025 р., прийнято до друку 19.05.2025 р.

УДК 637.181

<https://doi.org/10.31548/humanhealth.2.2025.47>

**ДОСЛІДЖЕННЯ ПЮРЕ З ЯГІД ЧОРНИЦІ ТА ТАКСИФОЛІНУ
ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА СОЄВОГО ЙОГУРТУ
ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ**

Ігор Миколайович Устименко,

кандидат технічних наук, доцент,

<https://orcid.org/0000-0003-0171-5780>

Національний університет біоресурсів і природокористування України

03041, вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, Україна

Олександр Григорович Панасюк,

<https://orcid.org/0000-0001-6439-6604>

Національний університет біоресурсів і природокористування України

03041, вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, Україна

Анотація. Харчові продукти альтернативні молочним є популярними серед населення як ті, що вироблені виключно з сировини рослинного походження. Використання функціональних сировини та інгредієнтів, зокрема, нетрадиційних, для виробництва нових видів соєвих йогуртів є актуальним завданням.

Метою роботи є дослідження хімічного, нутрієнтного складу пюре з ягід чорниці та антиоксидантної активності таксифоліну для подальшого їх використання в технології соєвого йогурту функціонального призначення.

Проведені експериментальні дослідження показали, що масова частка білків в пюре з ягід чорниці є вищою на 0,36 г, жирів – на 0,27 г, вуглеводів – на 0,5 г, вітаміну С – на 7,7 мг, калію – на 61 мг, кальцію – на 5,4 мг, магнію – на 5,6 мг, фосфору – на 11 мг, ліноленової кислоти – на 0,16 г, лінолевої кислоти – на 0,12 г порівняно з масовими частками цих речовин у ягодах чорниці необроблених. Експериментально доведено, що таксифолін має підвищену антиоксидантну активність порівняно з найбільш класично використовуваними антиоксидантами, такими як кверцетин – на 92,412, вітаміном С – на 101,062 та вітаміном Е – на 101,992. Отже, використання у складі соєвого йогурту пюре з ягід чорниці та таксифоліну дасть змогу отримати новий вид функціонального ферментованого альтернативного молочному продукту для покращення та підтримання здоров'я українців.

Ключові слова: ягідна сировина, антиоксиданти, ферментовані продукти, продукти альтернативні молочним, харчова цінність, біологічна цінність

UDC 637.181

<https://doi.org/10.31548/humanhealth.2.2025.47>

**RESEARCH OF BLUEBERRY PURE AND TAXIFOLIN
FOR THE PRODUCTION OF FUNCTIONAL SOYA YOGURT**

Ihor Ustymenko,

PhD, Associate Professor,

<https://orcid.org/0000-0003-0171-5780>

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

03041, Heroiv Oborony Str., 15, Kyiv, Ukraine

Oleksandr Panasiuk,

<https://orcid.org/0000-0001-6439-6604>

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine
03041, Heroiv Oborony Str., 15, Kyiv, Ukraine

Abstract. Dairy alternative food products are popular among the population as those produced exclusively from plant-based raw materials. The use of functional raw materials and ingredients, in particular non-traditional ones, for the production of new types of soy yogurts is a pressing task. The aim of the work is to investigate the chemical, nutrient composition of blackberry puree and the antioxidant activity of taxifolin for their further development in the technology of soy yogurt of functional significance. Experimental studies have shown that the mass fraction of proteins in blueberry puree is higher by 0.36 g, fats – by 0.27 g, carbohydrates – by 0.5 g, vitamin C – by 7.7 mg, potassium – by 61 mg, calcium – by 5.4 mg, magnesium – by 5.6 mg, phosphorus – by 11 mg, linolenic acid – by 0.16 g, linoleic acid – by 0.12 g compared to the mass fractions of these substances in blueberries. It has been experimentally proven that taxifolin has increased antioxidant activity compared to the most classically used antioxidants, such as quercetin – by 92.412, vitamin C – by 101.062, and vitamin E – by 101.992. Stevioside, produced from stevia, is a sweetener of natural origin, which is almost 300 times sweeter than the classically used sugar and is widely used for the prevention of diabetes. Thus, the use of blueberry puree and taxifolin in soy yogurt will allow to obtain a new type of functional fermented alternative to dairy product to improve and maintain the health of Ukrainians.

Keywords: berry raw materials, antioxidants, fermented products, dairy alternative products, nutritional value, biological value

ВСТУП. Харчування є головним фактором для якісного життя людини (WHO) та воно пов'язане, за даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (Farhud, 2015), із індивідуальним її здоров'ям.

До харчових продуктів для здорового харчування можна віднести ті, які вироблені на основі виключно рослинної сировини (Bal-Prylypko et al., 2024). В контексті здорового харчування, серед населення світу спостерігається відмова від харчових продуктів, вироблених з м'ясної сировини. З кожним роком кількість людей, що використовують у харчуванні виключно рослинну їжу стрімко зростає (Melnyk and Kiyko, 2023). Так, 11 % населення вже відмовилось від вживання м'яса та понад 2 % не вживають харчові продукти тваринного походження (Plant-based industry trends).

Найбільш популярна харчова продукція на основі сировини рослинного походження – альтернативна молочній (Reyes-Jurado et al., 2021; Bal-Prylypko et al., 2023), обсяг якої з кожним роком збільшується (Silva et al., 2022), особливо в США (Redan et al., 2023), Канаді та країнах Європи (Medici et al., 2023).

Стимулюванням виробництва продуктів альтернативних молочним є забруднення навколишнього середовища від виробництва м'ясних продуктів (Wang et al., 2023), збільшення кількості людей з непереносимістю лактози (Dominici et al., 2022) та особливості складових молока та молочних продуктів, наприклад, вміст в них холестерину (Kolarič and Šimko, 2022).

Альтернативні молочним продукти виробляються, класично, на основі сої, а саме виробленого з неї водного екстракту (Qin et al., 2022), який характеризується високою якістю білка як молочного (Kudelka et al., 2021) та містить у своєму складі такі важливі корисні для організму магній, залізо, мідь та поліненасичені жирні кислоти.

Слід відмітити, що у складі таких продуктів присутній дефіцит кальцію, вітаміну E та D (Walther et al., 2022). Цей дефіцит зазвичай усувається виробниками шляхом додаткового введення цих речовин у вигляді преміксів (Drewnowski et al., 2021). Тому, за рахунок такого збагачення, ці продукти можна розглядати як функціональні. Також, повертаючись до переваг використання сої, соя містить у своєму складі такі есенціальні речовини як харчові волокна

та антиоксиданти (Shrivastav et al., 2022), що також підвищують функціональні властивості продуктів, отриманих на її основі.

Ферментовані альтернативні молочним продукти – соєві йогурти відносять до функціональних (Luo et al., 2023).

Проте, для збільшення терміну зберігання, надання цим ферментованим продуктам приємних смакових характеристик використовують барвники, підсолоджувачі та ароматизатори штучного походження. В той же час, в широкому асортименті представлені натуральні сировина та інгредієнти, що можуть покращити органолептичні показники якості та функціональні властивості готового продукту.

МЕТОЮ РОБОТИ є дослідження хімічного, нутрієнтного складу пюре з ягід чорниці та антиоксидантної активності таксифоліну для подальшого їхнього використання в технології соєвого йогурту функціонального призначення.

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ. Згідно з епідеміологічними і клінічними даними (Habauzit and Morand, 2012), використання у харчуванні фруктів та ягід призводить до зниження захворюваності на захворювання, зокрема, серцево-судинні, розлади метаболічного синдрому, нейродегенеративні розлади. Саме ягоди давно відомі своєю користю для серцево-судинної системи (Cassidy, 2019; Prior et al., 2007), серед них можна виокремити ягоди чорниці.

Ягоди чорниці пропонують численні переваги для здоров'я завдяки великій кількості необхідних поживних речовин, антиоксидантів і біологічно активних сполук. Дослідження (Speciale et al., 2020) показали, що вживання свіжих ягід чорниці може позитивно вплинути на психологічне та фізіологічне здоров'я, пом'якшуючи неінфекційні захворювання, такі як серцево-судинні, неврологічні захворювання, цукровий діабет, остеоартрит, ожиріння та деякі злоякісні пухлини. Також, дослідження (Andersen, et al., 2018) показали, що ягоди чорниці служать цінним джерелом протизапальних поліфенолів, таких як антоціани, які мають потенціал для зменшення запалення та протидії окислювальному стресу. Велика кількість антоціанів у складі ягід чорниці, типу флавоноїдів, є одним із основних чинників її антиоксидантної здатності. Антиоксиданти ягід чорниці бувають участь у підтримці загального імунітету, знижуючи ймовірність хронічних захворювань (Ginwala et al., 2019). Регулярне вживання ягід чорниці дає змогу знизити артеріальний тиск та покращити рівень холестерину. Біологічно активні сполуки в ягодах чорниці сприяють розслабленню судин і посиленню кровотоку (Machado et al., 2015). Дослідження (Vauzour, 2014) показали, що споживання ягід чорниці може покращити когнітивні функції та збереження пам'яті, особливо у людей старшого віку. Дослідники (Howes, 2020) виявили, що антиоксиданти ягід чорниці та різні фітохімічні речовини захищають клітини мозку від окислювального стресу та зменшують запалення. Ягоди чорниці мають низьку енергетичну цінність, одночасно пропонуючи багате джерело харчових волокон, сприяючи відчуттю насичення їжею та допомагаючи в управлінні апетитом (Blundell et al., 2009).

Класично, у складі ферментованих продуктів ягідну сировину використовують у свіжому вигляді або у вигляді наповнювачів, що представляють собою пюреподібні маси (Sobti et al., 2023; Cuşmenco et al., 2021). Під час отримання пюре з ягід чорниці, перетираються шкірка та кісточка які, окрім м'якоти, також містять корисні для організму людини мікро- та макронутрієнти (Piechowiak et al., 2021; Bederska-Łojewska et al., 2021). Таким чином відбувається вилучення усіх складових ягоди чорниці в отриману пюреподібну масу, що в результаті може вплинути на її макро- та мікронутрієнтний склад. Тому, виникає науковий інтерес порівняння нутрієнтного складу ягід чорниці та пюре з ягід чорниці.

У контексті здорового харчування широкого використання набувають біологічно активні речовини – антиоксиданти природного походження, до них можна віднести

таксифолін, який виділяють з деревини модрина (Muramatsu et al., 2020). Молекулярна структура таксифоліну дає змогу впливати на вільні радикали, а саме нейтралізувати їх. Таким чином, пригнічується розвиток різних захворювань (El-Hadad et al., 2020). Таксифолін володіє і іншими корисними для здоров'я людини властивостями. Так, він позитивно впливає на серцево-судинну систему (Wei et al., 2024; Li et al., 2023).

У загальному усі антиоксиданти, що використовуються в технологіях харчових продуктів характеризуються індивідуальною антиоксидантною активністю. Антиоксидантна активність антиоксидантів обумовлена їх здатністю взаємодіяти з киснем, радикалами ліпідів та іонами металів (Parcheta et al., 2021).

Таким чином, є доцільність порівняння антиоксидантної активності таксифоліну з іншими антиоксидантами.

Зважаючи на те, що Асоціація цукрового діабету прогнозує, що майже 600 мільйонів людей будуть хворі на діабет у 2030 році, а в 2045 році це число зросте до 700 мільйонів перспективним є створення харчових продуктів без використання цукру (Saeedi et al., 2019). В той же час, існує великий інтерес до використання лікарських рослин і їх біоактивних сполук для профілактики та лікування цукрового діабету (Carakostas et al., 2008). Тому, для надання солодкого смаку та функціональних властивостей соєвому йогурту пропонується використовувати у його складі стевіозид як натуральний підсолоджувач, який широко використовується як цукрозамінник (Schiatti-Sisó et al., 2023). Через свою некалорійну природу стевіозид – дитерпеноїдний глікозид, що містить аглікон (стевіол) і три частини глюкози, широко використовується як заміна гіперглікемічної їжі в усьому світі, в тому числі Європейською асоціацією та Асамблейними державами (Ullah et al., 2019).

За характеристиками, стевіозид є розчинний у воді та є стійким до дії високих температур. Стевіозид майже в 300 разів солодший за традиційно використовуваний цукор білий (Suckling et al., 2024). Стевіозид широко використовується у харчуванні людьми, хворих на діабет, так як він допомагає підтримувати нормальний рівень цукру та інсуліну (Bai et al., 2024).

Отже, використання стевіозиду у складі соєвого йогурту дасть змогу отримати готовий продукт з солодким смаком без підвищення в ньому енергетичної цінності та для профілактики цукрового діабету.

Таким чином, дослідження сировини та інгредієнтів, зокрема, нетрадиційних, для створення нових видів соєвого йогурту функціонального призначення є актуальним завданням.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ. Матеріалами досліджень були ягоди чорниці та таксифолін, отримані від вітчизняних виробників, які відповідають показникам якості та безпечності згідно чинних нормативних документів та пюре з ягід чорниці, яке виробляли шляхом гомогенізації ягід чорниці з подальшою пастеризацією.

Вміст білка визначали методом К'ельдаля згідно з ДСТУ ISO 5983:2003 – зразки ягід чорниці, пюре з ягід чорниці мінералізували до аміаку з наступним їх зв'язуванням розчином борної кислоти. Вміст азоту розраховували шляхом титрування отриманого розчину кислотою. Вміст жиру в ягодах чорниці та пюре з ягід чорниці визначали методом Сокслета згідно з ДСТУ 7577:2014 – екстракцією розчинником з подальшим відокремленням жиру. Вміст поліненасичених жирних кислот визначали згідно з ДСТУ ISO 5508:2001 на газорідних хроматографах із полуменево-іонізаційним детектором, які оснащені відповідними програмними пакетами управління, з використанням капілярної колонки. Вміст вітаміну С визначали згідно з ДСТУ 7803:2015, вітаміну Е – згідно з ДСТУ EN 12822:2005, вітаміну А – згідно з ДСТУ EN 12823-1:2005, вітаміну В₃ – згідно з ДСТУ 8514:2015. Вміст калію, кальцію, магнію, фосфору, заліза, цинку визначали атомно-емісійною спектроскопією з індуктивно-зв'язаною плазмою згідно з ДСТУ EN 15510:2022, селену – атомно-абсорбційною спектрометрією з генерацією гідридів після мікрохвильового розщеплення згідно з ДСТУ EN 16159:2022. Антиоксидантну активність антиоксидантів визначали методом адсорбційної

ємності по відношенню до оксигеновмісних радикалів ORAC (Martin et al., 2009).

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ. Нутрієнтний склад ягід чорниці та пюре з ягід чорниці представлений на рисунку 1.

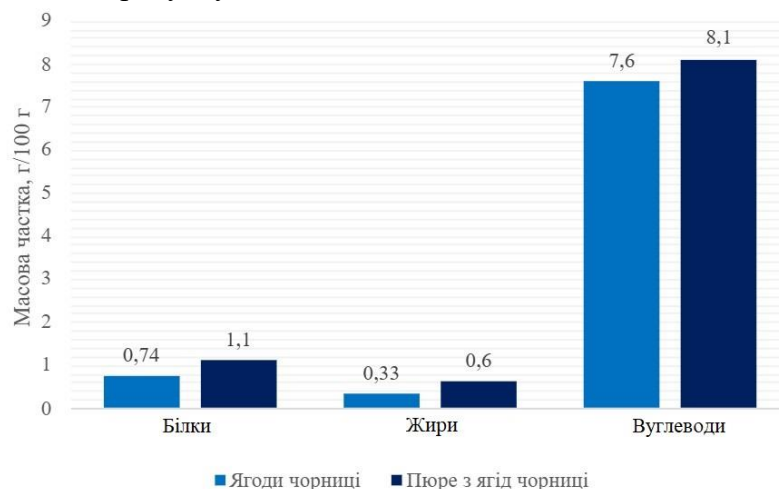


Рисунок 1. Нутрієнтний склад ягід чорниці та пюре з ягід чорниці

Результати, представлені на рисунку 1 показують, що пюре з ягід чорниці, у порівнянні з ягодами чорниці характеризується підвищеним вмістом нутрієнтів – масова частка білків в пюре з ягід чорниці є вищою на 0,36 г, жирів – на 0,27 г, вуглеводів – на 0,5 г.

Вітамінно-мінеральний склад ягід чорниці та пюре з ягід чорниці представлено на рисунку 2.

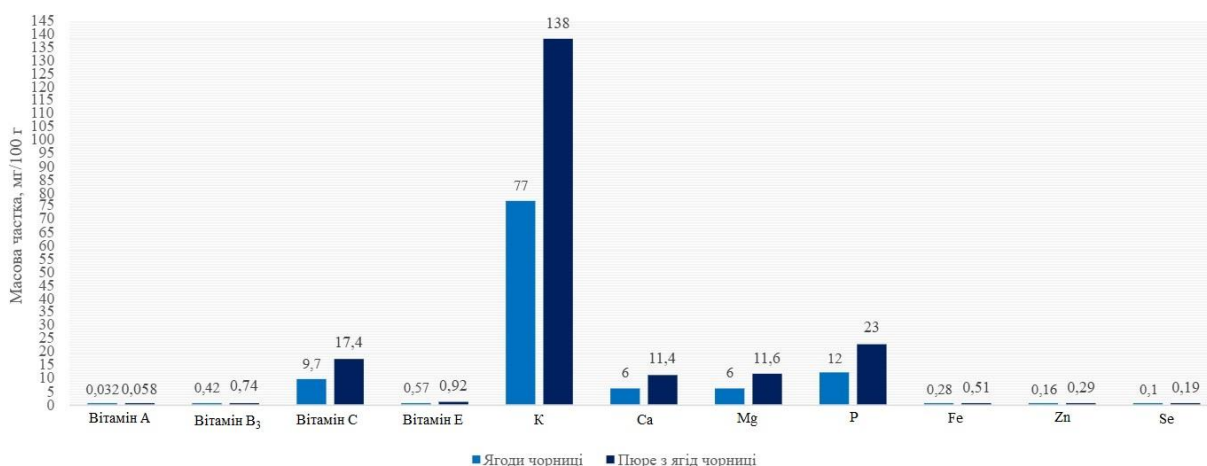


Рисунок 2. Вітамінно-мінеральний склад ягід чорниці та пюре з ягід чорниці

З рисунку 2 видно, що за вітамінно-мінеральним складом, пюре з ягід чорниці переважає за цим складом порівняно з ягодами чорниці. Так, у пюре з ягід чорниці підвищена масова частка вітаміну С на 7,7 мг, калію – на 61 мг, кальцію – на 5,4 мг, магнію – на 5,6 мг, фосфору – на 11 мг у порівнянні із вмістом цих мікронутрієнтів у ягодах чорниці.

Загальний вміст поліненасичених жирних кислот, вміст ліноленової та лінолевої кислот в ягодах чорниці та пюре з ягід чорниці представлено на рисунку 3.

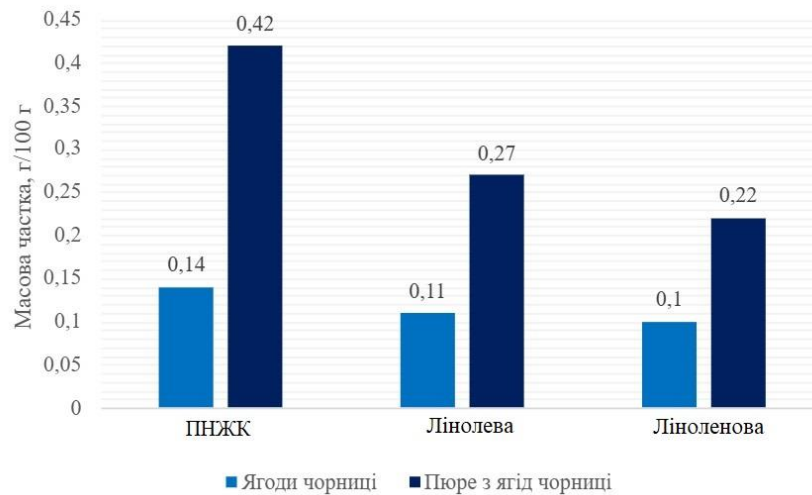


Рисунок 3. Масова частка поліненасичених жирних кислот, ліноленової та лінолевої кислот в ягодах чорниці та пюре з ягід чорниці

Результати (рис. 3) демонструють підвищений загальний вміст поліненасичених жирних кислот. Так, у ягодах чорниці загальна масова частка поліненасичених жирних кислот є меншою на 0,28 г порівняно з цим показником у пюре з ягід чорниці.

Також спостерігається вищий вміст в пюре з ягід чорниці ліноленової кислоти (омега-3) – на 0,16 г та лінолевої (омега-3) – на 0,12 г у порівнянні з ягодами чорниці. Ці результати можна вважати позитивними, так як лінолева та ліноленова кислоти не синтезуються в організмі людини і відіграють чималу роль у профілактиці та лікуванні багатьох захворювань, зокрема, серцево-судинних (Balić et al., 2020; Ustymenko et al., 2023).

Таким чином, експериментально доведено, що пюре з ягід чорниці є тією сировиною, що може підвищити функціональні властивості соєвого йогурту, зокрема, за вмістом вітаміну С, калію, магнію та заліза.

Антиоксидантна активність таксифоліну порівняно з найбільш використовуваними антиоксидантами представлена на рисунку 4.

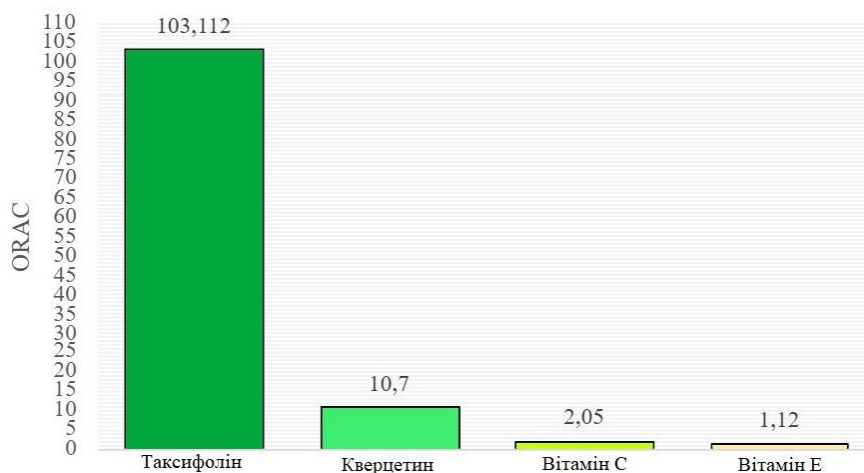


Рисунок 4. Антиоксидантна активність таксифоліну порівняно з окремими антиоксидантами

Результати, представлені на рисунку 4 показують, що таксифолін характеризується доволі підвищеною антиоксидантною активністю порівняно з окремими антиоксидантами. Так, таксифолін має підвищену антиоксидантну активність у порівнянні з кверцетином на 92,412,

вітаміном С – на 101,062 та вітаміном Е – на 101,992. Це дозволяє стверджувати, що таксифолін є найбільш потужним антиоксидантом природного походження та його використання у складі соєвого йогурту дасть змогу отримати ферментований продукт з функціональними властивостями.

ВИСНОВКИ. Результати порівняльної характеристики ягід чорниці та виробленого з них пюре показали, що масова частка білків в пюре з ягід чорниці є вищою на 0,36 г, жирів – на 0,27 г, вуглеводів – на 0,5 г, вітаміну С – на 7,7 мг, калію – на 61 мг, кальцію – на 5,4 мг, магнію – на 5,6 мг, фосфору – на 11 мг, ліноленової кислоти – на 0,16 г, лінолевої кислоти – на 0,12 г.

Встановлено, що таксифолін нейтралізує вільні радикали та володіє позитивним впливом на здоров'я людини. Таксифолін має підвищену антиоксидантну активність у порівнянні з кверцетином на 92,412, вітаміном С – на 101,062 та вітаміном Е – на 101,992.

Використання пюре з ягід чорниці та таксифоліну у складі соєвого йогурту дасть змогу отримати функціональний ферментований продукт.

References

- Bederska-Łojewska, D., Pieszka, M., Marzec, A., Rudzińska, M., Grygier, A., Siger, A., Cieślik-Boczula, K., Orczewska-Dudek, S., & Migdał, W. (2021). Physicochemical Properties, Fatty Acid Composition, Volatile Compounds of Blueberries, Cranberries, Raspberries, and Cuckooflower Seeds Obtained Using Sonication Method. *Molecules*, 26(24), 7446. <https://doi.org/10.3390/molecules26247446>
- Ginwala, R., Bhavsar, R., Chigbu, D. I., Jain, P., & Khan, Z. K. (2019). Potential role of flavonoids in treating chronic inflammatory diseases with a special focus on the anti-inflammatory activity of apigenin. *Antioxidants*, 8(2), 35 <https://doi.org/10.3390/antiox8020035>
- Andersen, K., Kuhn, K., & Wong, E. (2018). What the Health: the Startling Truth behind the Foods We Eat, Plus 50 Plant-Rich Recipes to Get You Feeling Your Best. Texas, BenBella Books.
- Bai, X., Qu, H., Zhang, J., Li, L., Zhang, C., Li, S., & Li, G. (2024). Effect of steviol glycosides as natural sweeteners on glucose metabolism in adult participants. *Food Funct*, 15(8), 3908–3919. <http://dx.doi.org/10.1039/d3fo04695h>
- Bal-Prylypko, L., Levytska, I., Tkachenko, L., Kryzhova, Y., Rudyk, Y., Marchyshyna, Y., Ryabovol, M., & Slyva, Y. (2024). The technology of cooking falafel with high biological value for vegans. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 18, 776–791. <https://doi.org/10.5219/1985>
- Bal-Prylypko, L., Nikolaenko, M., Volkhova, T., Holembovska, N., Tyshchenko, L., Ivaniuta, A., Israelian, V., Menchynska, A., Shynkaruk, O., & Melnik, V. (2023). The study of functional and technological properties of vegetarian ice cream. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 17, 110–121. <https://doi.org/10.5219/1798>
- Balić, A., Vlašić, D., Žužul, K., Marinović, B., & Bukvić Mokos, Z. (2020). Omega-3 Versus Omega-6 Polyunsaturated Fatty Acids in the Prevention and Treatment of Inflammatory Skin Diseases. *International Journal of Molecular Sciences*, 3, 741. <https://doi.org/10.3390/ijms21030741>
- Blundell, J. E., De Graaf, K., Finlayson, G., Halford, J. C., Hetherington, M., King, N., & Stubbs, J. (2009). Measuring food intake, hunger, satiety and satiation in the laboratory Handbook of Assessment Methods for Eating Behaviours and Weight-Related Problems: Measures, Theory and Research (second ed.), Sage, Newbury Park, CA, 283–325.
- Carakostas, M. C., Curry, L. L., Boileau, A. C., & Brusick, D. J. (2008). Overview: The history, technical function and safety of rebaudioside A, a naturally occurring steviol glycoside, for use in food and beverages. *Food Chem. Toxicol.* 2008, 46, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2008.05.003>
- Cassidy, A. (2019). Blueberries improve biomarkers of cardiometabolic function in participants

- with metabolic syndrome-results from a 6-month, double-blind, randomized controlled trial. *American Journal of Clinical Nutrition*, 109(6), 1535–1545. <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqy380>
- Cuşmenco, T., Sandulachi, E., Bulgaru, V., & Macari, A. (2021). The role of berries in quality and safety ensuring of goat's and cow's milk yoghurt. *Journal of Engineering Sciences*, 28, 158–174. [https://doi.org/10.52326/jes.utm.2021.28\(3\).13](https://doi.org/10.52326/jes.utm.2021.28(3).13)
- Dominici, S., Marescotti, F., Sanmartin, C., Macaluso, M., Taglieri, I., Venturi, F., Zinnai, A., & Facioni, M.S. (2022). Lactose: Characteristics, Food and Drug-Related Applications, and Its Possible Substitutions in Meeting the Needs of People with Lactose Intolerance. *Foods*, 11(10), 1486. <https://doi.org/10.3390/foods11101486>
- Drewnowski, A., Henry, C. J., & Dwyer, J. T. (2021). Proposed Nutrient Standards for Plant-Based Beverages Intended as Milk Alternatives. *Front. Nutr.*, 8, 761442. <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.761442>
- El-Hadad, S. S., Tikhomirova, N. A., & Abd El-Aziz, M. (2020). Biological activities of dihydroquercetin and its effect on the oxidative stability of butter oil. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44. <https://doi.org/10.1111/jfpp.14519>
- Farhud, D. D. (2015). Impact of Lifestyle on Health. *Iran J Public Health*, 44(11), 1442.
- Habauzit, V., & Morand, C. (2012). Evidence for a protective effect of polyphenols-containing foods on cardiovascular health: An update for clinicians. *Therapeutic Advances in Chronic disease*, 3(2), 87–106. <https://doi.org/10.1177/2040622311430006>
- Howes, M. R., Perry, N. S. L., Vásquez-Londoño, C., & Perry, E. K. (2020). Role of phytochemicals as nutraceuticals for cognitive functions affected in ageing. *Br. J. Pharmacol.*, 177(6), 1294–1315. <https://doi.org/10.1111/bph.14898>
- Kolarič, L., & Šimko, P. (2022). Application of β -cyclodextrin in the production of low-cholesterol milk and dairy products. *Trends in Food Science & Technology*, 119, 13–22. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.11.023>
- Kudeřka, W., Kowalska, M., & Popis, M. (2021). Quality of Soybean Products in Terms of Essential Amino Acids Composition. *Molecules*, 26(16), 5071. <https://doi.org/10.3390/molecules26165071>
- Li, C., Liu, J., Zhang, C., Cao, L., Zou, F., & Zhang, Z. (2023). Dihydroquercetin (DHQ) ameliorates LPS-induced acute lung injury by regulating macrophage M2 polarization through IRF4/miR-132-3p/FBXW7 axis. *Pulm Pharmacol Ther*, 83, 102249. <https://doi.org/10.1016/j.pupt.2023.102249>
- Luo, H., Bao, Y., & Zhu, P. (2023). Enhancing the functionality of plant-based Yogurt: Integration of lycopene through dual-stage fermentation of soymilk. *Food Chem.*, 15, 137511. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.137511>
- Machado, A. M., de Paula, H., Cardoso, L. D., & Costa, N. M. (2015). Effects of brown and golden flaxseed on the lipid profile, glycemia, inflammatory biomarkers, blood pressure and body composition in overweight adolescents. *Nutrition*, 31(1), 90–96. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2014.05.002>
- Martin, I., Aspee, A., & Torres, P. (2009). Influence of the target molecule on the oxygen radical absorbance capacity index: a comparison between alizarin red– and fluorescein–based methodologies. *J. Med. Food*, 12, 1386–1392.
- Medici, E., Craig, W. J., & Rowland, I. A. (2023). Comprehensive Analysis of the Nutritional Composition of Plant-Based Drinks and Yogurt Alternatives in Europe. *Nutrients*, 15(15), 3415. <https://doi.org/10.3390/nu15153415>
- Melnyk, O., & Kiyko, V. (2023). Veganism: trend analysis in the world and Ukraine. *Quality management*, 9.
- Muramatsu, D., Uchiyama, H., Kida, H., & Iwai, A. (2020). In vitro anti-inflammatory and anti-lipid accumulation properties of taxifolin-rich extract from the Japanese larch, *Larix*

- kaempferi. *Heliyon*, 6(12), e05505. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05505>.
- Parcheta, M., Świsłocka, R., Orzechowska, S., Akimowicz, M., Choińska, R., & Lewandowski, W. (2021). Recent Developments in Effective Antioxidants: The Structure and Antioxidant Properties. *Materials*, 14(8), 1984. <https://doi.org/10.3390/ma14081984>
- Piechowiak, T., Skóra, B., & Grzelak-Błaszczyk, K. (2021). Extraction of Antioxidant Compounds from Blueberry Fruit Waste and Evaluation of Their In Vitro Biological Activity in Human Keratinocytes (HaCaT). *Food Anal. Methods*, 14, 2317–2327. <https://doi.org/10.1007/s12161-021-02056-7>
- Plant-based industry trends 2023 from market leaders. Available at <https://uaplantbased.com.ua/blog/plant-based-trends-2023>
- Prior, R. L., Gu, L., Wu, X., Jacob, R. A., Sotoudeh, G., Kader, A. A., & Cook, R. A. (2007). Plasma antioxidant capacity changes following a meal as a measure of the ability of a food to alter in vivo antioxidant status. *Journal of the American College of Nutrition*, 26(2), 170–181. <https://doi.org/10.1080/07315724.2007.10719599>
- Qin, P., Wang, T., & Luo, Y. (2022). A review on plant-based proteins from soybean: Health benefits and soy product development. *Journal of Agriculture and Food Research*, 7, 100265. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2021.100265>
- Redan, B. W., Zuklic, J., Hryshko, J., Boyer, M., Wan, J., Sandhu, A., & Jackson, L. S. (2023). Analysis of Eight Types of Plant-based Milk Alternatives from the United States Market for Target Minerals and Trace Elements. *J Food Compost Anal.*, 122, 105457. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2023.105457>
- Reyes-Jurado, F., Soto-Reyes, N., Dávila-Rodríguez, M., Lorenzo-Leal, A. C., Jiménez-Munguía, M. T., Mani-López, E., & López-Malo, A. (2021). Plant-Based Milk Alternatives: Types, Processes, Benefits, and Characteristics. *Food Reviews International*, 39(4), 2320–2351. <https://doi.org/10.1080/87559129.2021.1952421>
- Saeedi, P., Petersohn, I., Salpea, P., Malanda, B., Karuranga, S., Unwin, N., Colagiuri, S., Guariguata, L., Motala, A. A., & Ogurtsova, K. (2019). Global and regional diabetes prevalence estimates for 2019 and projections for 2030 and 2045: Results from the International Diabetes Federation Diabetes Atlas. *Diabetes Res. Clin. Pract.*, 157, 107843. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2019.107843>
- Schiatti-Sisó, I. P., Quintana, S. E. & García-Zapateiro, L. A. (2023). Stevia (Stevia rebaudiana) as a common sugar substitute and its application in food matrices: an updated review. *J Food Sci Technol*, 60, 1483–1492. <https://doi.org/10.1007/s13197-022-05396-2>
- Shrivastav, B., Das, T., & Goswami, T. (2022). Physicochemical and nutritional assessment of soy milk and soymilk products and comparative evaluation of their effects on blood gluco-lipid profile. *Applied Food Research*, 2, 100146. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2022.100146>
- Silva R. A., Silva, M. N., & Ribeiro, B. D. (2022). Chapter 12 - Plant-based milk products, *Future Foods*, 233–249. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-91001-9.00025-6>
- Sobti, B., Alhefeiti, R., Alahdali, F., Samri, M., & Kamal-Eldin, A. (2023). Supplementation of drinkable yogurt (Laban) from Camel milk with fruit purees improves its quality and sensory properties. *NFS Journal*, 32, 100143. <https://doi.org/10.1016/j.nfs.2023.100143>
- Speciale, A., Saija, A., Bashllari, R., Molonia, M. S., Muscarà, C., Occhiuto, C., Cimino, F., & Cristani M. (2020). Anthocyanins as modulators of cell redox-dependent pathways in non-communicable diseases. *Curr. Med. Chem.*, 27 (12), 1955–1996. <https://doi.org/10.2174/0929867325666181112093336>
- Suckling, J., Morse, S., & Murphy, R. (2023). Environmental life cycle assessment of production of the high intensity sweetener steviol glycosides from Stevia rebaudiana leaf grown in Europe: The SWEET project. *Int J Life Cycle Assess*, 28, 221–233. <https://doi.org/10.1007/s11367-022-02127-9>
- Ullah, A., Munir, S., Mabkhot, Y., & Badshah, S. L. (2019). Bioactivity profile of the diterpene

- isosteviol and its derivatives. *Molecules*, 24, 678. <https://doi.org/10.3390/molecules24040678>
- Ustymenko, I., Savchenko, O., Tolok, G., Kryzhova, Y., Rudyk, Y., Rybchynskyi, R., Tyshchenko, L., Ochkolyas, O., Kostiuk, T., & Marchyshyna, Y. (2023). Study of indicators of quality and safety of sour cream with vegetable oils. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 17, 444–454. <https://doi.org/10.5219/1876>
- Vauzour, D. (2014). Effect of flavonoids on learning, memory and neurocognitive performance: relevance and potential implications for Alzheimer's disease pathophysiology. *J. Sci. Food Agric.*, 94(6), 1042–1056. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6473>
- Walther, B., Guggisberg, D., Badertscher, R., Egger, L., Portmann, R., Dubois, S., Haldimann, M., Kopf-Bolan, K., Rhyn, P., Zoller, O., Veraguth, R., & Rezzi, S. (2022). Comparison of nutritional composition between plant-based drinks and cow's milk. *Front. Nutr.*, 9, 988707. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.988707>
- Wang, Y., Cai, W., Li, L., Gao, Y., & Lai, K.H. (2023). Recent Advances in the Processing and Manufacturing of Plant-Based Meat. *J Agric Food Chem.*, 71(3), 1276–1290. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.2c07247>
- Wei, H., Zhao, T., Liu, X., Ding, Q., Yang, J., Bi, X., Cheng, Z., Ding, C., & Liu, W. (2024). Mechanism of Action of Dihydroquercetin in the Prevention and Therapy of Experimental Liver Injury. *Molecules*, 29(15), 3537. <https://doi.org/10.3390/molecules29153537>
- WHO. Nutrition. Available at: <https://www.who.int/health-topics/nutrition>

УДК 57.086-048.78:579.67:664

<https://doi.org/10.31548/humanhealth.2.2025.57>

ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ЩОДО ФАРБУВАННЯ ЦИТОЛОГІЧНИХ І ГІСТОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ М'ЯСА ЯЛОВИЧИНИ ТА М'ЯСНИХ ВИРОБІВ

Інна Анатоліївна Близнюк

Директор,

лабораторія «МіраЛаб»

08298, пров. 14 Жовтня, 1, селище Коцюбинське, Бучанський р-н., Київська обл., Україна

Юлія Валеріївна Лозовська

кандидат біологічних наук, науковий консультант

лабораторія «МіраЛаб»

<https://orcid.org/0009-0008-9613-1916>

08298, пров. 14 Жовтня, 1, селище Коцюбинське, Бучанський р-н., Київська обл., Україна

Юлія Вікторівна Бреус

Зав. виробництвом

лабораторія «МіраЛаб»

08298, пров. 14 Жовтня, 1, селище Коцюбинське, Бучанський р-н., Київська обл., Україна

Юрій Григорович Медведєв

аспірант

<https://orcid.org/0009-0009-8178-3097>

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. Стаття присвячена розробленню нових методик фарбування цитологічних та гістологічних матеріалів для мікроскопічних досліджень. Незважаючи на різноманіття способів і технік фарбування гістологічних препаратів, вони мають ряд недоліків, пов'язаних із якістю та довготривалістю процесу. У медицині та харчовій промисловості існує необхідність швидкого отримання результатів мікроскопічного аналізу, оскільки це дозволяє оперативно виявити зміни стану пацієнта або порушення технології виробництва продуктів. Тому, актуальним питанням є пошук новітніх способів і методів фарбування цитологічних та гістологічних зразків для мікроскопічного аналізу.

Мета роботи полягає в розробленні нових методичних підходів пришивидшеного фарбування гістологічних препаратів для їх подальшого дослідження.

У роботі запропоновано нанесення різного роду барвників на цитологічний та гістологічний матеріал методом печатки. У якості матеріалів для випробовування використано мазки периферичної крові, гістологічні препарати операційного матеріалу та препарати м'ясних виробів. Усі препарати розділено на дві підгрупи, які окремо фарбували наливним методом та методом печатки. Для кожного етапу фарбування підібрано відповідну концентрацію робочих розчинів барвників та встановлено час нанесення печатки. Цитологічний та гістологічний матеріал фіксували згідно рекомендацій стандартних методик. Перед фарбуванням гістологічні препарати підлягали загальновідомим етапам депарафінізації та гідратації. Аналіз фарбованого цитологічного та гістологічного матеріалу проводили за допомогою системи штучного інтелекту Vision із модулем сканування цифрового препарату.

Доведено, що застосування методу печатки за фарбування цитологічного та гістологічного матеріалу є інноваційним рішенням у гістологічній практиці, спростувавши незаперечність переваги наливного методу фарбування. Показано, що застосування фарбування способом печатки є універсальним як для цитологічного так і гістологічного матеріалу. Застосування сканування та створення цифрових препаратів виявило значні переваги їхньої якості порівняно з традиційними методами. Практична цінність способу фарбування печаткою полягає у значному скороченні часу роботи персоналу, зниженні кількості використання реактивів та супутніх матеріалів.

Ключові слова: фарбування препаратів, метод печатки, гістологічні матеріали, цитологічні матеріали, м'ясні вироби, мікроскопія

UDC 57.086-048.78:579.67:664

<https://doi.org/10.31548/humanhealth.2.2025.57>

INNOVATIVE APPROACHES TO THE STAINING OF CYTOLOGICAL AND HISTOLOGICAL PREPARATIONS OF BEEF AND MEAT PRODUCTS

Inna Blyznyuk

Director

Laboratory "MiraLab"

08298, 14 Zhovtnya lane, 1, village Kotsyubynske, Buchansky district, Kyiv region, Ukraine

Yulia Lozovskaya

Candidate of Biological Sciences, Scientific Consultant

Laboratory "MiraLab"

<https://orcid.org/0009-0008-9613-1916>

08298, 14 Zhovtnya lane, 1, village Kotsyubynske, Buchansky district, Kyiv region, Ukraine

Breus Yuliya

Production Manager

Laboratory "MiraLab"

08298, 14 Zhovtnya lane, 1, village Kotsyubynske, Buchansky district, Kyiv region, Ukraine

Yuriy Medvyedev

Postgraduate student

<https://orcid.org/0009-0009-8178-3097>

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

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

03041, Heroiv Oborony Str., 15, Kyiv, Ukraine

Abstract. The article is devoted to the development of new methods for staining cytological and histological materials for microscopic studies. Despite the variety of methods and techniques for staining histological preparations, they have a number of disadvantages associated with the quality and duration of the process. In medicine and the food industry, there is a need to quickly obtain the results of microscopic analysis, since this allows you to quickly detect changes in the patient's condition or violations of the technology of product production. Therefore, the current issue is the search for new methods and methods of staining cytological and histological samples for microscopic analysis. The purpose of the work is to develop new methodological approaches to accelerated staining of histological preparations for their further study. The work proposes the application of

various types of dyes to cytological and histological material by the printing method. Peripheral blood smears, histological preparations of surgical material and preparations of meat products were used as materials for testing. All preparations were divided into two subgroups, which were separately stained by the bulk method and the printing method. For each stage of staining, the appropriate concentration of working dye solutions was selected and the time of applying the seal was set. Cytological and histological material was fixed according to the recommendations of standard methods. Before staining, histological preparations were subjected to well-known stages of deparaffinization and hydration. Analysis of stained cytological and histological material was carried out using the Vision artificial intelligence system with a digital preparation scanning module. It has been proven that the use of the seal method in staining cytological and histological material is an innovative solution in histological practice, refuting the indisputable advantage of the bulk staining method. It has been shown that the use of seal staining is universal for both cytological and histological material. The use of scanning and the creation of digital preparations revealed significant advantages in their quality compared to traditional methods. The practical value of the seal staining method lies in a significant reduction in staff time, a decrease in the amount of reagents and related materials used.

Keywords: staining of preparations, printing method, histological materials, cytological materials, meat products, microscopy

ВСТУП. Загальновідомим є той факт, що мікроскопія клінічного матеріалу та мікроструктурний аналіз продуктів харчування базуються на основних постулатах морфогенезу. Методи отримання та способи фарбування широкого спектру цитологічного та гістологічного матеріалу постійно удосконалюються в умовах автоматизації лабораторії, що у свою чергу унеможливорює отримання помилкових результатів.

Однак, на противагу впровадження нових критеріїв оцінки цитологічного та гістологічного матеріалів, залишаються застарілі та рутинні методи їх фарбування. Це заслуговує особливої уваги, оскільки технічні умови різних методів не вдосконалюються та водночас є довготривалими і витратними (Rozhneva, 2014; Horobin, 2011; Hrytsulyak and Hrytsulyak, 2020). Незважаючи на існування значної кількості інноваційних способів фарбування гістологічних препаратів за рахунок різних технік, вони мають ряд недоліків, пов'язаних із якістю фарбування та довготривалою часовою експозицією (Yousefi et al., 2015). У клінічній практиці та у сфері харчової промисловості існує необхідність швидкого отримання результатів мікроскопічного аналізу, оскільки це дозволяє оперативно виявити зміни стану пацієнта або порушення технології виробництва продуктів (Bal-Prylypko et al., 2024; Khomych et al., 2022; Kotsyumbas et al., 2006). Саме, пошук новітніх методичних підходів пришвидшеного фарбування гістологічного матеріалу спонукало команди фахівців двох установ розробити власні підходи у цьому напрямку.

МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ розробити нові методичні підходи пришвидшеного фарбування цитологічного та гістологічного матеріалу для їхнього подальшого мікроскопічного аналізу.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ. Запропоноване нанесення різного роду барвників на цитологічний та гістологічний матеріал методом печатки. Фахівцями було підібрано губчасту частину печаток (штемпелів), яка складалася із 100 % розпушеної целюлози із вираженими гігроскопічними властивостями. Перед нанесення барвника матеріал штемпеля заздалегідь просочувався необхідними барвниками, які по чергово притискали до препарату впродовж 30 секунд. Окрему увагу було надано розміру печатки із губчастим матеріалом, який відповідав параметрам стандартного предметного скла, що дозволяло зручно та економічно наносити барвники. Крім того, для кожного етапу фарбування методом печатки була підібрана

відповідна концентрація робочих розчинів барвників. Так, для фарбування цитологічних матеріалів за модифікацією Романовського було підібрано наступні розведення: Майн-Грюнвальда (2 : 1) та Гімза (1 : 9). Для гістологічного матеріалу розведення були такими: Майн-Грюнвальда (1 : 2) та Гімза (1 : 4). Час нанесення печатки з кожним барвником для цитологічного методу фарбування становило по 30 секунд, а гістологічного по 1 хвилині. Для класичного фарбування гематоксиліном та еозином були розведення лише для еозину (1 : 1), а час фарбування кожного барвника склав по 10 секунд. Для випробовування використані наступні матеріали: мазки периферичної крові, гістологічні препарати операційного матеріалу та препарати м'ясних та рибних виробів. Цитологічний та гістологічний матеріал був фіксований згідно рекомендацій стандартних методик. Перед фарбуванням гістологічні препарати підлягали загальновідомим етапам депарафінізації та гідратації. Всі препарати були розділені на умовні дві підгрупи: першу – фарбували за стандартною методикою (наливний метод), а другу – методом печатки. Клінічний матеріал фарбували за модифікацією Романовського-Гімза, а м'ясні вироби – гематоксиліном та еозином.

Аналіз фарбованого цитологічного матеріалу (по 2 препарати із 40 добровольців), пофарбованого традиційним та інноваційним способом проводили за допомогою системи штучного інтелекту Vision Assist (Австрія) із гематологічним модулем (збільшення 500×), який сортував формені елементи крові та архівував їх у бази даних. Автоматична система аналізу розподіляла клітини крові за складом: лейкоцити, еритроцити та тромбоцити. Оператор переглядав результати та робив остаточні висновки.

Аналіз фарбованого гістологічного клінічного матеріалу та м'ясних виробів порівнювали подібним чином (по 2 препарати від кожного фрагменту) за допомогою Vision Assist (Австрія) із модулем сканування цифрового препарату (збільшення 200× та 500×). Оператор аналізував якість фарбування морфологічних структур та робив заключення.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ. Першочерговою задачею для фахівців стала спроба застосувати інноваційного методу фарбування (печатки) на цитологічному матеріалі, оскільки клітинні структури є чутливими до концентрації барвників, часу експозиції та методу тиснення (вірогідність деформації). Обрано в якості матеріалу мазки периферичної крові людини, оскільки клітини агранулоцитарного та гранулоцитарного ряду мають різний ступінь спорідненості та зв'язуючої здатності до основних та кислих барвників (Alturkistani et al., 2016; Widbiller et al., 2021). Порівняльний аналіз традиційного та інноваційного забарвлення за Романовським-Гімза виявив перевагу останнього технічного рішення. Так, нами було отримано високоякісні цитологічні препарати без артефактів із чітко профарбованими клітинними структурами, що було підтверджено висновком оператора та мікрофотоматеріалом. Слід зазначити, що новий методичний підхід забарвлення мазків крові був однозначно кращим для всіх клітин червоного та білого паростку кровотворення (рис. 1, 2).

Аналогічним чином було пофарбовано однакові ділянки гістологічних препаратів пухлинного матеріалу: традиційним та інноваційними методами. Фахівцями відмічено, що якість фарбування гістологічних препаратів інноваційним способом була значно вищою ніж при традиційному (рис. 3, 4). Архітектоніка базофільних компонентів пухлинного осередку, протокові структури при інноваційному способі фарбування була кращою, що дозволяє легше визначити складність морфологічної будови.

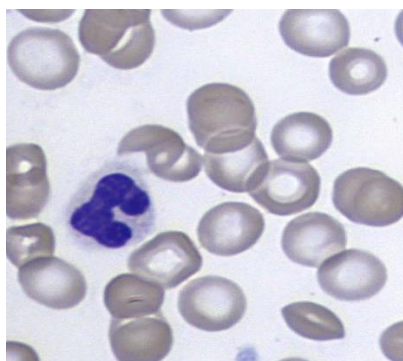


Рисунок 1. Мазки крові. Традиційний метод забарвлення за Романовським-Гімза. Зб. $\times 500$

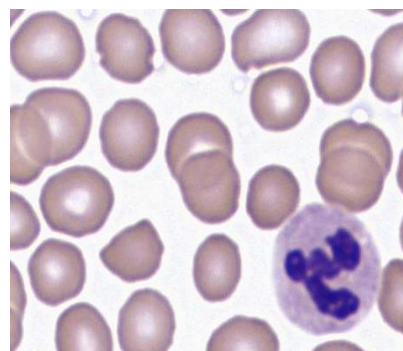


Рисунок 2. Мазки крові. Забарвлення за інноваційним методом Романовським-Гімза. Зб. $\times 500$

Джерело: розроблено автором на основі досліджень.

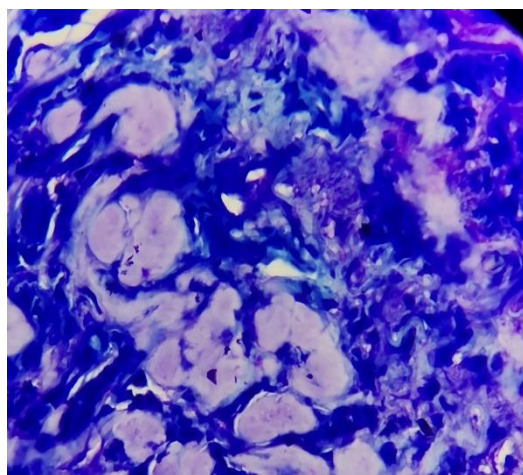


Рисунок 3. Злоякісне новоутворення підшлункової залози. Традиційний метод забарвлення за Романовським-Гімза. Зб. $\times 500$

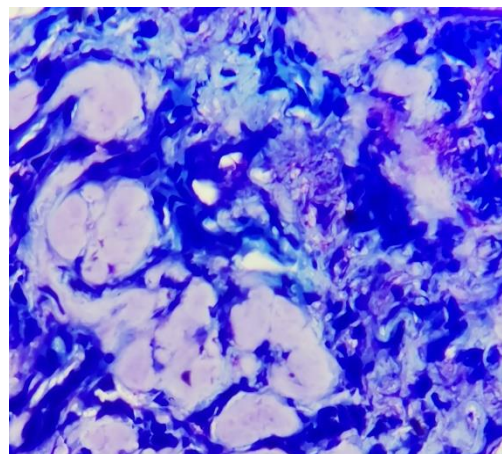


Рисунок 4. Злоякісне новоутворення підшлункової залози. Інноваційний метод забарвлення за Романовським-Гімза. Зб. $\times 500$

Джерело: розроблено автором на основі досліджень.

Доведено, що гістологічні препарати м'ясних виробів, які були пофарбовані методом печатки мали кращі якості для візуального аналізу (рис. 5, 6).

Показано, що м'язові волокна яловичини та жирова тканина мають кращу оптичну диференціацію порівняно із традиційним методом фарбування. Відмічено, що за такого методу фарбування краще візуалізується структура м'язових волокон та ядра (Bal-Prylypko et al., 2023).

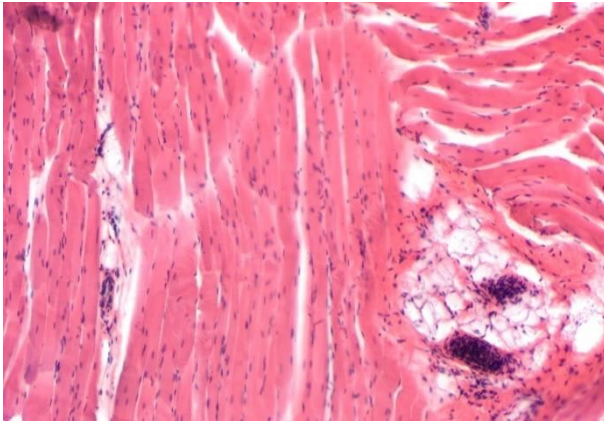


Рисунок 5. Яловичина Традиційний метод забарвлення гематоксилін еозин. Зб. $\times 200$

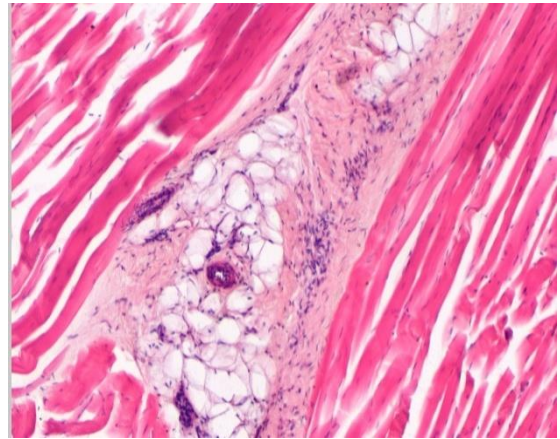


Рисунок 6. Яловичина. Іноваційний метод забарвлення гематоксилін еозин. Зб. $\times 200$

Джерело: розроблено автором на основі досліджень.

Подібний характер якості фарбування гістологічних препаратів отримано із ковбасних виробів (сосиски). Більш виражену структурованість м'ясного фаршу та інших компонентів виробу можна досягти при застосуванні методу печатки. Так, за такого способу фарбування у ніжній аморфній консистенції продукту виявляли незначні залишки м'язових волокон та жирових компонентів (рис. 7, 8).

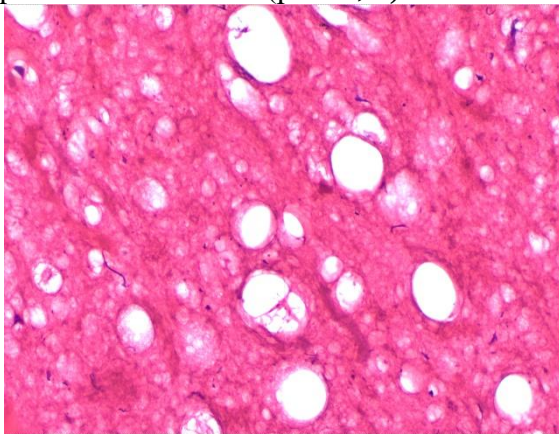


Рисунок 7. Сосиски. Традиційний метод забарвлення гематоксилін еозин. Зб. $\times 200$

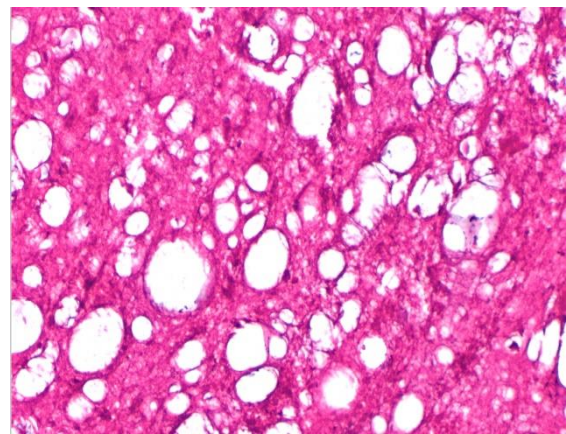


Рисунок 8. Яловичина Іноваційний метод забарвлення гематоксилін еозин. Зб. $\times 200$

Джерело: розроблено автором на основі досліджень.

Нами зроблений пошуковий аналіз щодо стратегії та технології фарбування цитологічного та гістологічного матеріалу згідно останніх сучасних тенденцій. Слід відмітити, що ми опиралися на наукові дані різних онлайн-баз: PubMed, National Center for Biotechnology Information (NCBI), Cumulative Index to Nursing and Allied Health (CINAHL) Medscape, EBSCO, Medline та PsycINFO (Javaeed et al., 2021). У даних джерелах інформації простежується ідея щодо скорочення часу виконання гістологічних досліджень у зв'язку із значними фінансовими затратами на сферу охорони здоров'я. Також зосереджено увагу на розробці комп'ютерних програм, які значно спрощують розпізнання певних змін у мікроскопічній

структурі тканин. Перспективним напрямом також є застосування автоматизованих систем клітинної візуалізації, які додаються до електронного протоколу з метою зменшення помилкових заключень (Zhou et al., 2014; Bautista and Yagi, 2015).

Іншими авторами проаналізовано тактику застосування барвників до різного гістологічного матеріалу, що дасть змогу покращити візуалізацію клітинних та тканинних компонентів (Gurina and Simms, 2023).

За останнє десятиліття активно застосовуються у практиці нові високопродуктивні цифрові скануючі мікроскопи. За думкою науковців, процес оцифрування отриманих зображень повинен базуватися на покращених етапах пробопідготовки гістологічного матеріалу: починаючи від фіксації, якості отримання зрізів та фарбування. Важливим є те, що покращення робочих етапів у гістологічній рутинній практиці, дадуть змогу змінити підходи до системи візуалізації. Різні технічні і методологічні підходи у цифровій цитології відкривають великі можливості її використання в сучасному гістологічному аналізі, а також визначають перспективи для майбутнього розвитку (Capitanio et al., 2018). Саме формування цифрового морфологічного заключенням сприятиме розвитку медичної та промислової галузі (Rivenson et al., 2020). Цифровий візуальний препарат (WSI) порівняно із звичайною світловою мікроскопією (LM) дає змогу зберігати панорамні зображення, що значно спрощує прийняття консіліумних рішень та водночас надає можливість швидкого повторного перегляду (Marletta et al., 2021; Pantanowitz and Harrington, 2021).

Аналіз зображення із процедурою запису за допомогою цифрових технологій описується в літературі як метод, який дає об'єктивні та точні результати гістометричної оцінки м'ясних продуктів. Ці результати підтверджені порівнянням з хімічними аналізами. Слід звернути увагу, що гістологічне дослідження м'ясних продуктів дозволяє безпосередньо ідентифікувати та диференціювати всі компоненти сировини та готових виробів. (Bal-Prylypko et al., 2022). Аналіз зображень давно використовується в м'ясній промисловості на виробництвах розвинених країн Європи при оцінці морфологічних особливостей продукту: для визначення вмісту жиру і внутрішньом'язової сполучної тканини, скелетних м'язів, кісткових включень. Так, A. Dubost et al., 2013 провели кількісну оцінку структурних характеристик сполучної тканини великої рогатої худоби за допомогою аналізу зображень макроскопічним та мікроскопічним підходами. Ці вчені дослідили вміст колагену та протеогліканів. Ghisleni G. et al., 2010 визначили присутність різних тваринних тканин у начинці з тортелліні з особливим акцентом на відсоток скелетних м'язів. Результати їхніх досліджень підтвердили, що гістологія та аналіз зображень є надійними інструментами для ідентифікації невеликих кількостей різних тканин тварин у обробленому м'ясному продукті. Учені B. Tremilova & P. Starha, 2003 за допомогою гістометричної оцінки виявили в продуктах із м'яса птиці фрагменти кісток. Використана техніка включала фарбування препаратів алізариновим червоним, застосування цифрової фотографії, обробку та аналіз мікрофотографій. Зарубіжний досвід підтверджує, що застосування сучасних цифрових технологій візуальних зображень також потребує якісного та сучасного фарбування.

У своїх розробках ми використовували не тільки покращення методології фарбування препаратів, а й оцінювали їхнє зображення за допомогою цифрових технологій системи Vision. Застосування сканування та створення цифрових препаратів виявили значні переваги їхньої якості порівняно із традиційними методами.

Отже, набуті досвідом знання та навички щодо методичних підходів фарбування цитологічних та гістологічних препаратів різного за походженням та структурою матеріалу стало поштовхом продукування нових ідей для покращення якості їхнього мікроскопічного аналізу.

ВИСНОВКИ. Доведено, що застосування методу печатки для фарбування цитологічного та гістологічного матеріалу стало дійсно інноваційним для рішення багатьох методичних підходів у гістологічній практиці, спростувавши незаперечність переваги наливного методу фарбування.

Показано, що застосування фарбування способом печатки є універсальним як для цитологічного, так і гістологічного матеріалу, що може бути застосовано в різних галузях діяльності людини.

Встановлено, що застосування печатки для мазків крові людини дозволяє отримати високоякісні цитологічні препарати без артефактів із чітко профарбованими клітинними структурами.

Результати гістологічного аналізу злоякісного новоутворення підшлункової залози показують, що архітектоніка базофільних компонентів пухлинного осередку, протокові структури при інноваційному способі фарбування була кращою, що дозволяє легше визначити складність морфологічної будови.

Доведено, що гістологічні препарати м'ясних виробів, які були пофарбовані методом печатки мали кращі якості для візуального аналізу. Відмічено, що за інноваційного методу м'язові волокна та жирова тканина яловичини мають кращу оптичну диференціацію, краще візуалізується структура м'язових волокон та ядра. Застосування методу печатки також дозволяє глибше дослідити структуру м'ясного фаршу та інші компоненти ковбасних виробів.

Підтверджено, що використання сканування та створення цифрових препаратів виявило значні переваги їхньої якості порівняно з традиційними методами.

Практичне застосування інноваційних підходів щодо фарбування цитологічних і гістологічних препаратів та оцінки їх зображення за допомогою цифрових технологій дозволить прискорити процес аналізу, а також суттєво підвищити об'єктивність одержуваних результатів. Завдяки таким підходам можна значно зменшити час роботи персоналу, знизити кількість використання реактивів та супутніх матеріалів, що відповідно дозволить знизити антропогенне навантаження на довкілля.

Подальші дослідження будуть спрямовані на покращення якості мікроскопічного аналізу препаратів різного походження.

References

- Alturkistani, Hani A., Tashkandi, Faris M., & Mohammedsaleh Zuhair M. (2016). Histological stains: a literature review and case study. *Global journal of health science*, 8(3), 72-79. <https://doi.org/10.5539/gjhs.v8n3p72>
- Bal-Prylypko, L., Kanishchev, O., Mushtruk, M., & Leonova, B. (2024). Development of technology for extended-shelf-life meat products. *Animal Science and Food Technology*, 15(4), 132-149. <https://doi.org/10.31548/animal.4.2024.132>
- Bal-Prylypko, L., Nikolaenko, M., Kanishchev, O., Beiko, L., & Holembovska, N. (2023). Improving the technology for the production of raw dried beef products. *Animal Science and Food Technology*, 14(4), 26-39. <https://doi.org/10.31548/animal.4.2023.26>
- Bal-Prylypko, L., Yancheva, M., Paska, M., Ryabovol, M., Nikolaenko, M., Israelian, V., Pylypchuk, O., Tverezovska, N., Kushnir, Y., & Nazarenko, M. (2022). The study of the intensification of technological parameters of the sausage production process. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 16, 27-41. <https://doi.org/10.5219/1712>
- Bautista, P.A., & Yagi, Y. (2015). Staining correction in digital pathology by utilizing a dye amount table. *J. Digit Imaging*, 28(3), 283-294. doi: 10.1007/s10278-014-9766-0
- Capitanio, A., Dina, R. E., & Treanor, D. (2018). Digital cytology: A short review of technical and methodological approaches and applications. *Cytopathology*, 29(4), 317-325. <https://doi.org/10.1111/cyt.12554>

- Dubost, A., Micol, D., Meunier, B., Lethias, C., Listrat, A. (2013). Relationships between structural characteristics of bovine intramuscular connective tissue as-sessed by image analysis and collagen and proteoglycan content. *Meat Science*, 93(3), 378–386. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.09.020>
- Ghisleni, G., Stella, S., Radaelli, E., Mattiello, S., & Scanziani, E. (2010). Qualitative evaluation of tortellini meat filling by histology and image analysis. *International Journal of Food Science & Technology*, 45(2), 265–270. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2009.02130.x>
- Gurina, T.S., & Simms, L. Histology, Staining. (2025). Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557663/>
- Horobin, R.W. (2011). How Romanowsky stains work and why they remain valuable – including a proposed universal Romanowsky staining mechanism and a rational troubleshooting scheme. *Biotechnic & Histochemistry*, 86(1), 36–51.
- Hrytsulyak, B.V., & Hrytsulyak, V.B. (2020). *Cytohistological and laboratory diagnostics of tumors*. Ivano-Frankivsk: Precarpathian National University named after Vasyl Stefanyk.
- Javaeed, A., Qamar, S., Ali, S., Mustafa, M.A.T., Nusrat, A., & Ghauri, S.K. (2021) Histological Stains in the Past, Present, and Future. *Cureus*, 13(10), e18486. doi: 10.7759/cureus.18486.
- Khomych, V.T., Bal-Prylypko, L. V., Mazurkevych, T.A., & Stegney, Zh.G. (2022). Microstructural analysis of meat and meat products. Kyiv: Publishing Center of NUBiP of Ukraine.
- Kotsiumbas, G.I., Bisyuk, I.Yu., & Kotsiumbas, I.Ya. (2006). *Microstructural study of raw materials in minced meat*. Lviv: Afisha
- Marletta, S., Treanor, D., Eccher, A., & Pantanowitz, L. (2021). Whole-slide imaging in cytopathology: state of the art and future directions. *Diagnostic Histopathology*, 27(11), 425 – 430. <https://doi.org/10.1016/j.mpdhp.2021.08.001>.
- Pantanowitz, L., & Harrington, S. (2021). Experience reviewing digital pap tests using a gallery of images. *Journal of Pathology Informatics*, 12(1), 7. https://doi.org/10.4103/jpi.jpi_96_20
- Rivenson, Y., de Haan K., W., Wallace, D., & Ozcan, A. (2020). Emerging Advances to Transform Histopathology Using Virtual Staining. *BME Front*, 9647163. doi:[10.34133/2020/9647163](https://doi.org/10.34133/2020/9647163)
- Rozhneva, I. L. (2014). Methodological recommendations for independent work of students on the topic "Fixation and staining of smears" in the discipline "Laboratory work technique". Dnipropetrovsk: Oles Honchar Dnipropetrovsk National University.
- Tremilova, B., & Starha P. (2003). Histometric evaluation of meat products – determination of area and comparison of results obtained by histology and chemistry. *Czech J. Food Sci.*, 21, 101–106. doi:10.17221/3484-CJFS
- Widbiller. M., Rothmaier, C., Saliter, D., Wölflick, M., Rosendahl, A., Buchalla, W., Schmalz, G., Spruss, T., & Galler, K.M. (2021). Histology of human teeth: Standard and specific staining methods revisited. *Arch Oral Biol*, 127, 105136. doi: 10.1016/j.archoralbio.2021.105136.
- Yousefi, P., Huen, K., Quach, H., Motwani, G., Hubbard, A., Eskenazi, B., & Holland, N. (2015). Estimation of blood cellular heterogeneity in newborns and children for epigenome-wide association studies. *Environ Mol Mutagen*, 56(9), 751–758. doi: 10.1002/em.21966.
- Zhou, Y., Chang, H., Barner, K., Spellman, P., & Parvin, B. (2014). Classification of histology sections via multispectral convolutional sparse coding. *Conf Comput Vis Pattern Recognit Workshops*, 3081–3088. doi: 10.1109/CVPR.2014.394

Отримано 01.03.2025 р., прийнято до друку 26.05.2025 р.

УДК 658.7:006.3:640.433

<https://doi.org/10.31548/humanhealth.2.2025.66>

ПІДХОДИ ДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ ХАРЧОВОЇ ПРОДУКЦІЇ У ЗАКЛАДАХ ХАРЧУВАННЯ

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

Лариса Леонтіївна Семенюк

кандидат географічних наук, доцент

<https://orcid.org/0000-0001-8681-0060>

Київський національний університет технологій та дизайну
01011, вул. Немировича-Данченка, 2, м. Київ, Україна

Артем Анатолійович Удод

магістр

<https://orcid.org/0009-0006-2033-4835>

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

Олександр Петрович Вергелес

кандидат сільськогосподарських наук,

<https://orcid.org/0000-0003-0415-5264>

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

Анотація. Безпечність харчових продуктів є однією з найважливіших складових якості продукції закладів харчування. На основі теоретичного аналізу у сфері забезпечення якості та безпечності харчових продуктів у закладах харчування встановлено, що впровадження сучасних підходів до менеджменту, зокрема інтеграція міжнародних стандартів Codex Alimentarius та ISO 22000 :2018 у поєднанні з дотриманням принципів системи НАССР, є об'єктивною необхідністю. Такий підхід розглядається як ефективний механізм вирішення актуальних проблем якості та безпечності харчової продукції.

Стаття спрямована на дослідження практичних підходів до забезпечення якості і безпечності харчової продукції в закладах харчування. Визначено принципи НАССР в закладах харчування відповідно до міжнародних нормативних документів, зокрема Codex Alimentarius та стандартів, які гармонізовані з ним, зокрема ISO 22000 : 2018. У результаті проведеного аналізу визначено низку критичних точок контролю (КТК), що мають важливе значення для забезпечення безпечності харчових продуктів, зокрема приймання сировини, інгредієнтів, напівфабрикатів; зберігання продуктів у замороженому та охолодженому вигляді; терміни зберігання; пакування та холодне зберігання готового продукту. Для кожної КТК розроблені чіткі протоколи НАССР, встановлено критичні межі, періодичність моніторингу, а також коригувальні дії, які передбачають оперативну реакцію у випадках відхилення від критичних меж: повторне вимірювання, маркування продукції, списання, встановлення причин і заходи запобігання їхньому повторенню, інформування відповідальних осіб.

Ключові слова: міжнародні стандарти, НАССР, критичні точки контролю, заклади харчування

UDC 658.7:006.3:640.433

<https://doi.org/10.31548/humanhealth.2.2025.66>

APPROACHES TO ENSURING THE QUALITY AND SAFETY OF FOOD PRODUCTS IN CATERING ESTABLISHMENTS

Tetyana Brovenko

PhD of Technical Sciences, Associate Professor

<https://orcid.org/0000-0003-1552-2103>

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

03041, 16 Vystavkova St., Kyiv, Ukraine

Larysa Semenyuk

PhD of Geographical Sciences, Associate Professor

<https://orcid.org/0000-0001-8681-0060>

Kyiv National University of Technologies and Design

01011, 2 Nemirovycha-Danchenko St., Kyiv Kyiv, Ukraine

Artem Udod

Master's student

<https://orcid.org/0009-0006-2033-4835>

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

03041, Vystavkova St., 16, Kyiv, Ukraine

Oleksandr Verheles

PhD of Agriculture Sciences

<https://orcid.org/0000-0003-0415-5264>

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

03041, Vystavkova St., 16, Kyiv, Ukraine

Abstract. Food safety is one of the most important components of the quality of food products in catering establishments. Based on a theoretical analysis in the field of ensuring the quality and safety of food products in catering establishments, it was established that the implementation of modern approaches to management, in particular the integration of international standards Codex Alimentarius and ISO 22000:2018 in combination with compliance with the principles of the HACCP system, is an objective necessity. Such an approach is considered an effective mechanism for solving current problems of food quality and safety.

The article is aimed at studying practical approaches to ensuring the quality and safety of food products in catering establishments. The principles of HACCP in catering establishments are determined in accordance with international regulatory documents, in particular Codex Alimentarius and standards harmonized with it, in particular ISO 22000 : 2018. As a result of the analysis, a number of critical control points (CCPs) have been identified that are important for ensuring the safety of food products, in particular the acceptance of raw materials, ingredients, semi-finished products; storage of products in frozen and chilled form; shelf life; packaging and cold storage of the finished product. For each CPC, clear HACCP protocols have been developed, critical limits, monitoring frequency, and corrective actions have been established, which provide for a prompt response in cases of deviation from critical limits: re-measurement, product labeling, write-off, identification of causes and measures to prevent their recurrence, informing responsible persons.

Keywords: international standards, HACCP, critical control points, food establishments

ВСТУП. Зростання масового виробництва та споживання харчових продуктів в Україні зумовлені кількома ключовими причинами. В умовах економічної нестабільності українці прагнуть економити на харчуванні. Масове виробництво дозволяє створювати дешеві та доступні продукти, що відповідають потребам більшості споживачів. Заклади харчування відрізняються між собою за видами торгово-виробничої діяльності, формами власності, асортиментом продукції, формам обслуговування та іншим ознакам. При цьому питання забезпечення якості та безпечності харчової продукції актуальні для кожного з таких закладів, оскільки вони є найбільш уразливими щодо втрати безпечності підготовленої та реалізованої продукції. Наприклад, для приватних підприємств (кафе, ресторанів, піцерій тощо) постачання безпечних харчових продуктів з рівнем якості, відповідним вимогам споживачів, має важливе значення для успіху бізнесу. Однак незалежно від типу підприємства харчування для досягненні цілей необхідно задіяти всю організацію, а також її постачальників і споживачів. Це вимагає систем і методів управління у всій організації, зокрема, розробку стандартизованих робочих процедур, застосування ефективного контролю, наявність кваліфікованих співробітників, які мають відповідні знання.

Споживачі в усьому світі стурбовані безпечністю харчових продуктів, тому вони вимагають забезпечення високої якості продуктів, гарантій безпеки та прозорості. Безпечність харчових продуктів є важливим питанням для всіх зацікавлених сторін. Для вирішення як поточних, так і потенційних завдань важливо, щоб система управління в закладах харчування була заснована на наукових підходах і кращих практиках, нових наукових розробках та інноваціях для постійного контролю.

Об'єкти дослідження – практичні підходи до забезпечення якості та безпечності харчових продуктів в закладах харчування.

МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ полягає в аналізі та узагальненні існуючих підходів до забезпечення в закладах харчування якості та безпечності продукції; у вивченні практик, виявленні можливостей та визначенні доцільності їх застосування в закладах харчування.

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ. У дослідженні D. Worsfold (2021) розглянуто систему управління безпечністю, засновану на принципах аналізу ризиків і критичних контрольних точок (НАССР), що забезпечує безпечність харчових продуктів у закладах харчування. Небезпеки, пов'язані з різними стилями функціонального обслуговування, були виявлені шляхом опитування кейтерингових працівників і спостереження за функціями харчування. Розглянуто підхід до оцінки ризику небезпеки та надано засоби контролю, рекомендовані для використання в харчуванні, разом із відповідними методами моніторингу. Надано простий формат документування системи НАССР. Рекомендовано підприємствам харчування здійснити оцінку існуючих гігієнічних програм (санітарія та боротьба з шкідниками), щоб переконатися, що вони підтримують систему НАССР.

Забезпечення хімічної, фізичної та мікробіологічної безпечності харчових продуктів та інгредієнтів лежить в основі міжнародної торгівлі продуктами харчування та є невід'ємною частиною формування довіри споживачів, вказують Ng S., Shao S., Ling N. (2022) у комплексному дослідженні. Для досягнення цього потрібні ефективні системи підтримки безпечності харчових продуктів у всьому ланцюжку постачання. Різні підходи до оцінки ризиків використовуються в усьому світі для створення систем безпечності харчових продуктів, і порівняння цих підходів з міжнародними стандартами може допомогти в розробці систем для окремих країн. У цьому спільному огляді між Китаєм і Австралією розглянуто подібності та відмінності в системах оцінки ризиків безпечності харчових продуктів у Китаї,

Австралії / Новій Зеландії, Канаді та Сполучених Штатах з метою визначення областей, які могли б підтримати вдосконалення китайської системи. Ключові відмінності включають рівень згуртованості між зацікавленими сторонами та рівень, до якого кожна країна сприяє міжнародній гармонізації стандартів.

Сучасні дослідники вивчають комплекс заходів і процедур, спрямованих на забезпечення належного рівня безпечності харчових продуктів та системи менеджменту безпечності харчових продуктів у межах виробничого процесу. У дослідницькій статті Boonprab K. & Donrung N. (2022) запропоновано модель плану HACCP щодо мікробіологічної небезпеки для традиційного ферментованого краба. Проведено моніторинг та перевірку запропонованого плану HACCP, а також створено ефективний план HACCP. План HACCP сприяв безпечному споживанню ферментованого краба з наданими CCP на стадіях приготування насиченої солі та ферментації. Ефективні CL для забезпечення безпечності мікробіологічних небезпек на ККТ забезпечують найкращу підтримку ефективного плану. Небезпеки значно зменшилися після застосування плану HACCP.

У дослідженні Chen H. (2020) розглянуто систему управління безпечністю харчових продуктів для виробника біотехнологічної продукції із гриба чага для задоволення вимог споживачів до якості та підвищення репутації виробника. Дослідження стосувалось систем управління безпечністю харчових продуктів (FSMS), розроблених для продуктів здорового харчування. Дослідження зосереджено на виявленні потенційно значних небезпек, присутніх на кожному етапі процесу виробництва, а також на забезпеченні того, щоб відповідна біотехнологічна компанія повністю впровадила ISO22000 : 2018 і методологію HACCP. Підприємство, активно працювало над покращенням своєї системи якості та задоволенням потреб клієнтів шляхом впровадження FSMS.

У дослідженні Chen, H., Chen Y. (2022) розглядають нові методології систем ISO 22000 : 2018 і HACCP повністю впроваджені в організації з виготовлення готових страв. Критичні контрольні точки (CCP) були визначені як етапи прийняття сировини, приготування та розігрівання в процесі приготування. Оцінено вплив до та після застосування цих систем безпечності харчових продуктів на кінцевий продукт. Водночас, після повного впровадження систем, якість і безпечність страв організації поступово покращилися, а кількість скарг споживачів зменшилася, збільшилась кількість позитивних відгуків та рекомендацій, що забезпечило більше можливостей для закладів харчування. Дослідники очікували, що методології, принципи та моделі, використані організацією в цьому дослідженні, можна застосувати до страв, а також до інших подібних малих і середніх закладів харчування та напоїв, щоб підвищити їхній імідж і збільшити продажі.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ. Узагальнено результати досліджень, присвячені питанням якості та безпечності продукції, а також проблемам їх забезпечення закладу харчування «Теремок», що розташований на території Озерської сільської ради в Київській області. Основними джерелами інформації є результати зарубіжних та вітчизняних досліджень, представлені в наукових публікаціях (журналах, збірниках конференцій, монографіях), нормативні документи, а також діючі практики закладу харчування відповідно до теми дослідження. Методологія дослідження роботи заснована на використанні загальнонаукових методів, методів систематизації і структуризації отриманої під час дослідження інформації, опису, аналізу та синтезу.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ. Продовольча і сільськогосподарська організація (ФАО) вже багато десятиліть визначає безпечність харчових продуктів як «гарантію того, що харчові продукти не завдадуть шкоди споживачеві, коли вони приготовлені та / або з'їдені відповідно до їхнього передбачуваного використання». Дане визначення зафіксовано в «Кодексі Аліментаріус» – зведенні міжнародних харчових стандартів, прийнятих Міжнародною комісією ФАО / ВООЗ у сфері впровадження кодексу правил і стандартів з харчової продукції. Міжнародні харчові стандарти, рекомендації та кодекси (Home | CODEXALIMENTARIUS FAO-WHO, 2004) сприяють безпеці, якості та справедливості міжнародної торгівлі продуктами харчування. Споживачі можуть бути впевнені в безпеці та якості харчових продуктів, які вони купують, а імпортери можуть бути впевнені, що продукти, які вони замовили, відповідатимуть їхнім специфікаціям. Отже, якість харчування визначається, в першу чергу, якістю харчової продукції, а також якістю обслуговування, цінами задоволеність споживачів організації харчування. З огляду на сучасні тенденції дослідженні виділяють ключові складові безпечності харчування. Перша складова – безпечність безпосередньо харчових продуктів. Друга складова – управління безпечністю під час виробництва харчових продуктів. Наступні дві складові пов'язані з людським фактором: управління гігієною співробітників, яке, на думку вчених, має два аспекти - знання співробітників про гігієну і управління гігієнічними процедурами закладів харчування та корпоративна і соціальна відповідальність, що включає в себе турботу про співробітників. При цьому поняття якості харчових продуктів нерозривно пов'язане з поняттям безпечності, а їх забезпечення є ключовою проблемою сучасної харчової та переробної промисловості, у тому числі закладів харчування. Слід зазначити, що безпечність харчових продуктів є невід'ємною і ключовою складовою їх якості. Забезпечення безпеки у сфері харчування необхідно для захисту здоров'я споживачів на всіх етапах виробництва, приготування, транспортування та продажу харчових продуктів, а також для навколишнього середовища під час їхнього споживання. Аналіз теоретичних і практичних підходів до безпечності харчових продуктів показує, що до числа визнаних, науково обґрунтованих (Hazard Analysis and Critical Control Points) – аналіз небезпечних чинників і критичні контрольні точки. Для споживачів у багатьох країнах світу їхнє застосування є синонімом безпеки. Безпечність харчових продуктів залишається актуальною як для споживачів, так і для закладів харчування. Дослідження підходів до забезпечення якості та безпечності в закладах харчування доцільно почати з критеріїв якості, які з часом можуть істотно змінюватися. Значні зміни у перевагах споживачів останніми роками пов'язані з поширенням інтересу до принципів здорового способу життя, вегетаріанської і веганської кухні, бажанням купувати страви, приготовлені їх місцевих продуктів тощо. Має місце тренд, пов'язаний з екологічністю та усвідомленим споживанням, тому останнім часом споживачів все більше враховують вплив харчових продуктів на їх здоров'я, а також довкілля. Таким чином, взаємозв'язок між безпечністю і якістю харчових продуктів розглядається і обговорюється в контексті досліджень сприйняття ризику споживачами.

Стандарт ISO 22000:2018 визначається як ключовий інструмент для забезпечення безпечності та якості харчових продуктів. Стандарт розроблено для впровадження системи управління безпечністю харчових продуктів, яка охоплює весь виробничий ланцюг — від постачання сировини до виготовлення готової продукції. Його запровадження стало реакцією на зростаючі вимоги до гарантування харчової безпечності та потребу у створенні уніфікованого стандарту. ISO 22000 — це всебічна система управління безпечністю харчових продуктів (FSMS), яка охоплює не лише процеси виробництва, але й усі супутні управлінські дії, включаючи встановлення політик, цілей, взаємодію з внутрішніми та зовнішніми

сторонами, аналіз ефективності та можливість відкликання продукції у разі необхідності. Стандарт базується на структурі ISO 9000 — серії міжнародних стандартів з управління якістю. Системи менеджменту безпечності визначені у міжнародному стандарті ДСТУ ISO 9000 : 2015 "Системи управління якістю — Основні положення та словник термінів", є основою для ефективного функціонування системи управління якістю. Документом визначено вісім основоположних принципів Technical committee responsible for this standard is TC 93 "Quality, Environmental and Food Safety Management Systems" (subcommittee PC, 2016). (рис.1).



Рисунок 1. Система управління якістю з основоположними принципами, поняттями та термінами.

Джерело: розроблено автором.

Орієнтація на споживача (Customer focus): організації залежать від своїх споживачів, тому повинні розуміти їхні поточні й майбутні потреби, задовольняти їхні вимоги та прагнути перевищити очікування. Лідерство (Leadership): керівники встановлюють єдність мети й напрямку діяльності організації. Вони повинні створювати та підтримувати внутрішнє середовище, у якому працівники можуть повністю залучатися до досягнення цілей організації.

Залучення працівників (Engagement of people): працівники всіх рівнів є суттєвою цінністю організації, і їхнє повне залучення дає змогу ефективно використовувати їхні здібності на благо організації. Процесний підхід (Process approach): бажаного результату досягають ефективніше, коли діяльність і відповідні ресурси керуються як процес. Удосконалення (Improvement): постійне вдосконалення діяльності організації є її незмінною метою. Прийняття рішень на основі доказів (Evidence-based decision making): ефективні рішення ґрунтуються на аналізі даних та інформації. Управління взаємовідносинами (Relationship management): організація має управляти своїми відносинами із зацікавленими сторонами (наприклад, постачальниками) для забезпечення сталого успіху.

ISO 22000 інтегрує вісім основних принципів менеджменту, таких як орієнтація на споживача, участь персоналу, процесний підхід і прийняття рішень на основі фактів. ISO 22000:2018, який об'єднує принципи, на яких будується система HACCP і принципи

менеджменту якості. Technical Committee for Standardization "Food Safety Management Systems" (TK 191), (2021) розроблено стандарт ДСТУ ISO 22000.2:2019, запропонований Міжнародною організацією зі стандартизації. Він адаптує та узгоджує вимоги різних глобальних нормативів, зокрема європейських та британських стандартів, таких як BRC (British Retail Consortium), забезпечуючи гармонізацію вимог до харчової безпечності на глобальному рівні для закладів харчування. Стандарт охоплює низку важливих складових, серед яких — оцінка ризиків, встановлення критичних контрольних точок, контроль безпечності на всіх етапах виробничого процесу та регулярне проведення аудитів. Завдяки цим заходам заклади харчування можуть своєчасно виявляти та ефективно управляти можливими загрозами. Застосування стандарту дозволяє істотно знизити ризики, пов'язані з безпечністю харчових продуктів, шляхом покращення механізмів контролю, оперативного виявлення та усунення небезпечних факторів, а також підтримання високих стандартів якості продукції, таким чином мінімізуючи загрози для здоров'я споживачів. У сучасних умовах поінформованості споживачів щодо якості харчових продуктів, заклади харчування, які впровадили ISO 22000:2018, демонструють свою зацікавленість у забезпеченні безпечності та якості. Це дозволяє зміцнити лояльність клієнтів і підвищити рівень їхньої довіри до харчової продукції.

Системи ISO 22000 та HACCP застосовуються для забезпечення безпечності харчових продуктів і можуть бути впроваджені будь-яким підприємством, яке займається виробництвом, переробкою або обігом харчової продукції. На практиці їх часто впроваджують одночасно, а в управлінських документах ці поняття нерідко вживають разом або як взаємодоповнюючі.

Основна відмінність полягає в обсязі охоплення: HACCP є конкретною методикою аналізу та контролю небезпек у критичних точках виробничого процесу, тоді як ISO 22000 — це повноцінна система управління безпечністю харчових продуктів, яка інтегрує принципи HACCP у ширший контекст управлінських процесів. HACCP має американське походження — вона була розроблена відповідно до вимог Управління з санітарного нагляду за якістю харчових продуктів і медикаментів США (FDA).

На сьогодні сформовано вагомий вітчизняний та зарубіжний досвід упровадження сучасних технологічних рішень, що забезпечують ефективну імплементацію принципів системи HACCP у практику функціонування закладів харчування.

Методика HACCP становить одну з ключових складових стандарту ISO 22000 і є частиною його сьомого розділу — «Планування та реалізація безпечних продуктів». Ця система передбачає виявлення потенційних загроз та їх моніторинг у критичних контрольних точках, тобто на етапах, де ризик стає безпосередньо реальним. До прикладу, це може стосуватися дотримання температурного режиму, санітарного стану обладнання чи контролю рівня забруднення. HACCP також передбачає ведення детальної документації, встановлення чітких процедур моніторингу та регулярну перевірку ефективності впроваджених заходів.

Визначимо принципи HACCP в закладах харчування (табл.1) згідно з міжнародними нормативними документами, зокрема Codex Alimentarius та стандартами, які гармонізовані з ними, зокрема ISO 22000:2018.

Таблиця 1. Принципи HACCP та їхня реалізація у закладах харчування

принципів HACCP	Сутність принципу	Реалізація в закладах харчування
Аналіз небезпечних чинників	Ідентифікація потенційно небезпечних	Аналіз сировини та інгредієнтів на предмет можливих небезпечних факторів. Ідентифікація потенційних біологічних небезпек. Оцінка

	факторів технологічних процесів та харчових продуктів. Важливо ідентифікувати всі етапи, де можуть виникнути потенційні проблеми	ризиків та встановлення стандартів безпечності для кожного виду небезпечних чинників
Критичні точки контролю (КТК)	Виділення точок у виробничому процесі, де можуть бути застосовані заходи контролю.	Визначення точок, на яких необхідно уважно стежити за параметрами, що впливають на безпечність продукції. Визначення етапів виробництва, контроль технологічних параметрів (зокрема температури та часу) критично важливий. Встановлення автоматичних приладів на технологічному устаткуванні для моніторингу технологічних параметрів
Встановлення критичних меж для кожної КТК	Встановлення конкретних значень параметрів для контролю.	Визначення максимальних та мінімальних значень технологічних параметрів для кожної критичної контрольної точки. Визначення часу зберігання готової продукції, страв, напоїв
Моніторингові процедури ККТ	Постійний контроль параметрів для забезпечення безпечності продукції	Регулярний моніторинг технологічних параметрів на всіх критичних контрольних точках. Використання засобів вимірювання та моніторингу. Використання датчиків для безперервного моніторингу температури технологічного устаткування, а також при зберіганні готової продукції.
Коригувальні дії	Дії у разі відхилення від критичних меж.	Розробка планів дій у разі виявлення відхилень від встановлених меж. негайне виправлення проблем та їх документування. Навчання персоналу для негайної дії при виявленні відхилень, наприклад, зупинка технологічних процесів або перевірка та встановлення необхідних технологічних параметрів. Встановлення процедур списання продукції, якщо вона не відповідає стандартам.
Процедури верифікації	Перевірка ефективності системи НАССР.	Проведення регулярних перевірок та аудитів системи НАССР. Підтвердження відповідності стандартам і вимогам (наприклад, ведення журналів із записами про моніторинг технологічних параметрів)
Документація та реєстрація	Документування всіх етапів системи НАССР.	Ведення записів про кожен етап системи НАССР. Збереження документів та записів протягом необхідного часу. Регулярні внутрішні та зовнішні аудити безпечності продукції та технологічних процесів

У таблиці 2 представлені основні критичні точки контролю, які встановлені для закладу харчування «Теремок» з дотриманням необхідних норм і стандартів. Сучасні технології

надають можливість закладу харчування «Теремок» ефективно відстежувати температурні режими зберігання продуктів, контролювати терміни їхньої придатності та здійснювати постійний нагляд за якістю. В закладі використовуються пристрої для неперервної реєстрації температури робочих камер холодильного устаткування, що мають систему оповіщення у разі виходу температури за допустимі межі. Це сприяє підвищенню ефективності й надійності виробничих процесів, а також забезпечує високий рівень безпечності харчової продукції, що є критично важливим як для збереження позитивного іміджу закладу харчування, так і для здоров'я споживачів.

Реалізація принципів НАССР закладу харчування «Теремок» здійснюється з використанням сучасних технологій, зокрема температуру в морозильних та холодильних камерах передаються мережею Інтернет в централізовану систему обліку, що дозволяє проводити її моніторинг у режимі реального часу. Система автоматично запускає процедури списання продукції. Списання зіпсованих та прострочених продуктів здійснюється в день, коли це виявили — списується продукція у системі автоматизації. Це гарантує, що неправильно збережені продукти не будуть запропоновані для вживання споживачам. Зазначені сучасні підходи до забезпечення харчової безпечності, що реалізуються в закладі харчування «Теремок» визначають переваги впровадження систем безпечності (рис. 2). Підходи базуються на наукових дослідженнях, сучасних технологіях і системах управління якістю, що дозволяють закладу мати конкурентні переваги.

Загалом поширення сучасних підходів і належних практик та забезпечення якісною та безпечною продукцією всіх споживачів є необхідною умовою для збереження громадського здоров'я. Аналіз підходів фахівців Efstratiadis, M. M., Karirti, A. C., & Arvanitoyannis, I. S. (2000) до визначення безпечності харчових продуктів призводить до висновку, що часто вони зводяться до відсутності небезпеки для здоров'я при їх вживанні, яка може виражатися у вигляді гострого негативного впливу. Автори Luning et al.(2009) вказали, що неправильні системи управління безпечністю харчових продуктів (FSMS) сприяли захворюваності харчовими захворюваннями в усьому світі, науковці акцентують увагу до видах небезпек, які може нести неякісна і небезпечна продукція. Заклади харчування впроваджують НАССР після встановлення надійних обов'язкових програм управління безпечністю харчових продуктів у відповідності з «Належною гігієнічною практикою» (GHP) і «Належною виробничою практикою» (GMP) харчового ланцюга від постачання харчових продуктів та забезпечення їх придатності для споживання. Дотримання GMP гарантує, що приміщення, процедури і санітарна обробка будуть на належному рівні, з дотриманням належної особистої гігієни, відповідним зберіганням і управлінням відходами, шкідниками.

Практичне дослідження Arvanitoyannis, I. S. (2009) мало меті зробити порівняльну презентацію того, як системи НАССР та ISO 22000 можуть бути застосовані до невеликої компанії з виробництва копченого лосося. Основна відмінність полягає в тому, що в ISO 22000 такі системи, як належна виробнича практика та належна гігієнічна практика, є обов'язковими умовами, що призводить до меншої кількості ККТ. Крім того, аналіз режиму та наслідків помилок було застосовано до процесу виробництва копченої форелі і з'ясувати, чи можна його ефективно співвіднести з ISO 22000 та / або НАССР.

У науковій роботі Theodoros H. Varzakas (2011) проведено порівняння аналізу ISO 22000 з НАССР щодо обробки та пакування кондитерських виробів. Однак основний акцент було зроблено на кількісній оцінці ризику шляхом визначення номера пріоритету ризику для кожної ідентифікованої небезпеки обробки. Зберігання сировини та зберігання кінцевої продукції при -18 °C з подальшим заморожуванням були процесами, ідентифікованими як ті, що мають найвищий, і були вжиті коригувальні дії.

Таблиця 2. Основні критичні точки контролю та коригувальні дії в закладі харчування «Теремок»

КТК	Критичні межі	Періодичність моніторингу	Протоколи НАССР	Коригувальні дії
Приймання сировини, інгредієнтів, напівфабрикатів	Кожну партію супроводжує сертифікат постачальника. Продукти глибокої заморозки. Температура в робочому об'ємі автотранспорту в момент постачання -18 °С Температура поза робочим об'ємом автотранспорту в момент розвантаження -15 °С Температура в робочому об'ємі морозильної камери кафе після розвантаження -15 °С	Щоразу, перевірка кожної партії продуктів на наявність сертифіката	Журнал приймання Журнал коригувальних дій	Продукт без сертифіката не приймається.
Зберігання продуктів в замороженому вигляді	Температура повітря: в робочому об'ємі морозильної камери кафе при відкритті перед завантаженням -18 °С в робочому об'ємі морозильної камери кафе при закритті після завантаження -15 °С	Щоденно, кожні 2 години	Журнал калібрування термометра Журнал коригувальних дій	Переконатись в перевищенні допустимої температури Проведення повторного вимірювання Якщо морозильне устаткування не вийшло на визначену температуру інформувати працівника відділу якості. Інформувати сервісну службу для налагодження устаткування
Зберігання продуктів в замороженому вигляді	Температура повітря: в складському приміщенні кафе перед та після завантаження в морозильні камери -1 °С	Щоденно, кожні 2 години, реєстрація результатів моніторингу температури	Журнал температур приміщення Журнал коригувальних дій	Переконатись в перевищенні допустимої температури Проведення повторного вимірювання Якщо повітря не досягло визначеної температури інформувати працівника відділу якості. Інформувати сервісну службу для налагодження

				устаткування для охолодження приміщення. Виявити причину відхилення та запобігти їх повторенню.
Зберігання продуктів охолоджену вигляді	в Температура повітря: в робочому об'ємі холодильної камери кафе 4 ± 2 °C	Щоденно, кожні 2 години	Журнал калібрування термометра Журнал коригувальних дій	Перевірити температуру критичних харчових продуктів (м'ясні, молочні продукти тощо) Інформувати працівника відділу якості, який утримує продукт, залежно від часових та температурних відхилень. Відкласти та не використовувати продукт з порушенням температури. Маркувати «Не використовувати» Інформувати сервісну службу для налагодження устаткування.
Зберігання продуктів охолоджену вигляді	в Температура повітря: в складському приміщенні кафе перед та після завантаження в холодильні камери $+4$ °C	Щоденно, кожні 2 години, реєстрація результатів моніторингу температури	Журнал температур приміщення Журнал калібрування термометра Журнал коригувальних дій	Переконатись в перевищенні допустимої температури Якщо повітря не досягло визначеної температури інформувати працівника відділу якості. Інформувати сервісну службу для проведення планово-попереджувальних ремонтів, налагодження устаткування для охолодження приміщення. Виявити причини відхилення та запобігти їх повторенню.
Терміни зберігання сировини, інгредієнтів, напівфабрикатів	Терміни зберігання в морозильні та холодильній камері – кожен вид продукції має дату виготовлення та термін реалізації. Дата розпакування, якщо продукт був у тарі постачальника	Щоденно, раз на зміну	Журнал калібрування термометра Журнал коригувальних дій	Списати продукт або приготувати негайно (при максимально допустимому терміні) і виміряти внутрішню температуру. Якщо температура відповідає вимогам

				безпе́чності, надати споживачам, якщо ні – списати
Пакування	Металеві фрагменти розміром більше 0,8 мм відсутні	Всі продукти проходять візуальну перевірку	Журнал виявлення металевих фрагментів	У випадку виявлення металевих фрагментів, весь продукт утримується для проведення моніторингу металодетектором. Встановити причини відхилення і запобігти їх повторенню
Холодне зберігання готового продукту	Температура повітря: в приміщенні кафе для зберігання готового продукту +4 °C	Щоденно, кожні 2 години, реєстрація результатів моніторингу температури	Журнал температур приміщення Журнал калібрування термометра Журнал коригувальних дій	Переконатись в перевищенні допустимої температури Якщо повітря не досягло визначеної температури інформувати працівника відділу якості. Інформувати сервісну службу для проведення планово-попереджувальних ремонтів, налагодження устаткування приміщення для зберігання готової продукції. Виявити причини відхилення та запобігти їх повторенню.



Рисунок 2. Переваги впровадження систем безпеки, що реалізуються в закладі харчування «Теремок».

Джерело: розроблено автором.

Дослідження Lai, H (2024) зосереджено на оцінці ризику мікробного забруднення їжі з м'яса птиці, яку подають під час приготування їжі в чотирьох ресторанах і п'яти вибраних готелях, сертифікованих НАССР, у східному Китаї. Висновки підкреслюють нагальну необхідність посиленого нагляду за гігієнічними процедурами та моніторингу процесів у сертифікованих НАССР закладах, які займаються приготуванням та подачею страв.

Поточний контроль безпеки та якості в харчовому ланцюзі, на думку Nychas, G.-J. E., Panagou, E. Z., & Mohareb, F. (2016) застосовується неналежним чином і не запобігає забрудненню харчових продуктів, що призводить до зниження довіри серед споживачів. З іншого боку, щоб задовольнити вимоги ринку, операторам ринку харчових продуктів (виробникам, роздрібним торговцям, посередникам) і регуляторам необхідно розробити та застосувати структуровані системи забезпечення якості та безпеки, засновані на ретельному аналізі та запобіганні ризикам, шляхом моніторингу, реєстрації та контролю критичних параметрів. Автори пропонують використання інформаційних технологій, наприклад зберігання даних, зв'язку, хмари, у поєднанні з наукою про дані, наприклад, інтелектуальний аналіз даних, штучний інтелект тощо, через увесь харчовий ланцюг, включаючи переробку в харчовій промисловості, закладів харчування і споживачів, що надасть зацікавленим сторонам нові інструменти щодо впровадження більш ефективної системи управління безпекою харчових продуктів.

ВИСНОВКИ. За результатами аналізу теоретичних і прикладних досліджень щодо забезпечення якості та безпеки харчових продуктів в закладах харчування можна зробити висновок, що реалізація сучасного менеджменту з впровадженням міжнародних стандартів, зокрема Codex Alimentarius та ISO 22000 : 2018 та у відповідності з принципами НАССР повинна розглядатися як актуальна для вирішення проблема, яка відповідає інтересам як споживачів так і закладів харчування.

Ці системи забезпечують ефективне управління ризиками на всіх етапах виробничого процесу – від постачання сировини до споживання кінцевого продукту. НАССР фокусується на виявленні й контролі потенційно небезпечних чинників у критичних точках, тоді як ISO

22000 охоплює ширший спектр управлінських процесів, інтегруючи принципи якості та безпечності.

Реалізація принципів HACCP дозволяє виявляти, контролювати та усувати потенційні небезпеки, що можуть виникати у харчовому ланцюгу. Принципи впроваджуються в реальних умовах закладів харчування: починаючи з аналізу небезпечних чинників у сировині та технологічних процесах, завершуючи чітко визначеними критичними точками контролю (КТК), моніторингом параметрів (наприклад, температури або часу), встановленням меж, коригувальними діями у разі відхилення та процедурами верифікації.

Успішній реалізації даних принципів сприяє застосування нових технологій і автоматизованих систем для забезпечення харчової безпечності. Проведене дослідження свідчить, що інноваційні технологічні рішення активно впроваджуються в закладах харчування. Перспектива подальших досліджень полягає в апробації сучасних наукових підходів до забезпечення якості та безпечності харчових продуктів та передових практик в закладах харчування.

Подяки. Немає.

Конфлікт інтересів. Немає.

References

- Arvanitoyannis, I. S., Palaiokostas, C., & Panagiotaki, P. (2009). A comparative presentation of implementation of ISO 22000 versus HACCP and FMEA in a small size Greek factory producing smoked trout: a case study. *Critical reviews in food science and nutrition*, 49(2), 176–201. <https://doi.org/10.1080/10408390701856058>
- Boonprab, K., & Donrung, N. (2022). HACCP plan for microbiological hazards associated with fermented crab, *Episesarma mederi* H. Milne Edwards 1853. *Journal of Applied Microbiology*, 134(2). <https://doi.org/10.1093/jambio/lxac087>
- Chen, H., Chen, Y., Yang, H., Hsu, K., Zhou, M., Chen, C., & Chuang, P. (2022). Implementation of food safety management systems that comply with ISO 22000:2018 and HACCP : A case study of a postpartum diet enterprise in Taiwan. *Journal of Food Safety*, 42(2). <https://doi.org/10.1111/jfs.12965>
- Chen, H., Liou, B., Hsu, K., Chen, C., & Chuang, P. (2020). Implementation of food safety management systems that meets ISO 22000:2018 and HACCP: A case study of capsule biotechnology products of chaga mushroom. *Journal of Food Science*. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15553>
- CODEXALIMENTARIUS FAO-WHO. Home | Food and Agriculture Organization of the United Nations. URL: <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius>
- Efstratiadis, M. M., Karirti, A. C., & Arvanitoyannis, I. S. (2000). Implementation of ISO 9000 to the food industry: an overview. *International journal of food sciences and nutrition*, 51(6), 459–473. <https://doi.org/10.1080/09637480050208071>
- Lai, H., Liu, M., Tang, Y., Ren, F., Xu, M., Guo, C., Jiao, X. A., & Huang, J. (2024). Microbiological safety assessment of restaurants and HACCP-certified kitchens in hotels: A study in eastern China. *International journal of food microbiology*, 425, 110868. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2024.110868>

- Luning P. A. (2008). Comprehensive analysis and differentiated assessment of food safety control systems: a diagnostic instrument. *Trends in Food Science & Technology*, 19(10), 522–534. URL: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2008.03.005>
- Luning, P. A., & Marcelis, W. J. (2009). Food quality management. Wageningen Academic Publishers. <https://doi.org/10.3920/978-90-8686-116-3>
- Luning, P. A., Bango, L., Kussaga, J., Rovira, J., & Marcelis, W. J. (2008). Comprehensive analysis and differentiated assessment of food safety control systems: a diagnostic instrument. *Trends in Food Science & Technology*, 19(10), 522–534. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2008.03.005>
- Ng, S., Shao, S., & Ling, N. (2022). Food safety risk-assessment systems utilized by China, Australia/New Zealand, Canada, and the United States. *Journal of Food Science*. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.16334>
- Nychas, G.-J. E., Panagou, E. Z., & Mohareb, F. (2016). Novel approaches for food safety management and communication. *Current Opinion in Food Science*, 12, 13–20. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2016.06.005>
- Technical committee for Standardization "Food Safety Management Systems" (TC 191). (2021). DSTU ISO/TS 22002-2 : 2019 Food safety prerequisite programs. Part 2. Catering (ISO/TS 22002-2:2013, IDT) (DSTU ISO/TS 22002-2:2019 (ISO/TS 22002-2 : 2013, IDT)). URL: https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dstu_iso_ts_22002-2_2019.pdf
- Technical committee for Standardization 3 "Quality, Environmental and Food Safety Management Systems" (TC 9). (2016). DSTU KO 9000:2015 (KO 9000:2015, GOT) Quality management systems BASIC PROVISIONS AND GLOSSARY OF TERMS (DSTU KO 9000 : 2015 (KO 9000:2015, GOT)). URL: <https://khoda.gov.ua/image/catalog/files/%209000.pdf>
- Varzakas T. H. (2011). Application of ISO22000, failure mode, and effect analysis (FMEA) cause and effect diagrams and pareto in conjunction with HACCP and risk assessment for processing of pastry products. *Critical reviews in food science and nutrition*, 51(8), 762–782. <https://doi.org/10.1080/10408391003799970>
- Worsfold, D. (2021). A guide to HACCP and function catering. *JR Soc Promot Health*, 121(4), 224–229. <https://doi.org/10.1177/146642400112100405>

Отримано 15.03.2025 р., прийнято до друку 12.05.2025 р.

УДК 664.68:663.26

<https://doi.org/10.31548/humanhealth.2.2025.81>

ВИКОРИСТАННЯ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ БІОЛОГІЧНОЇ ЦІННОСТІ МАФІНІВ

Любов Володимирівна Ткаченко,

кандидат технічних наук, старший науковий співробітник,

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

Національний університет біоресурсів і природокористування України

03041, вул. Виставкова, 16, м. Київ, Україна

Олена Миколаївна Очколяс,

кандидат технічних наук, доцент

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

Національний університет біоресурсів і природокористування України

03041, вул. Виставкова, 16, м. Київ, Україна

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

Ірина Анатоліївна Харсіка

Старший викладач

<https://orsid.org/0000-0002-2789-7757>

Національний університет біоресурсів і природокористування України

03041 вул. Виставкова 16, м Київ, Україна

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

Анотація. *Борошняні кондитерські вироби (БКВ) займають значне місце в раціоні сучасної людини, проте характеризуються низькою поживною та функціональною цінністю через недостатній вміст харчових волокон, вітамінів і мінеральних речовин. Збагачення БКВ рослинною сировиною, яка містить біологічно активні сполуки, є перспективним напрямом для поліпшення харчової цінності та профілактичного потенціалу таких виробів.*

У роботі досліджено технологію виготовлення мафінів із використанням рослинних компонентів - вівсяних висівок і порошку виноградних вичавок - як часткової заміни пшеничного борошна. Аналіз літературних джерел підтвердив, що ці інгредієнти є джерелами харчових волокон, мікроелементів і біологічно активних речовин.

За результатами органолептичної оцінки встановлено доцільну норму заміни 10 % пшеничного борошна сумішшю вівсяних висівок і порошку виноградних вичавок. Розрахунок поживної та енергетичної цінності мафінів показав суттєве покращення їхнього складу: вміст харчових волокон зріс у 2,4 рази, підвищився рівень фосфору, магнію, вітамінів групи В та вітаміну С, а калорійність знизилася на 16 %.

Розроблено технологічну схему виробництва та модель якості мафінів із додаванням рослинної сировини. Завдяки покращеним органолептичним властивостям і збагаченому складу, мафіни можуть бути рекомендовані до щоденного раціону. Підвищений вміст

харчових волокон надає виробам профілактичного значення. Продукт доцільно впроваджувати у виробництво на підприємствах харчової промисловості та закладах ресторанного господарства.

Ключові слова: збагачення рослинною сировиною, висівки вівсяні, порошок виноградних вичавок, харчові волокна, функціональні кондитерські вироби, амінокислотний склад, мікроелементи

UDC 664.68:663.26

<https://doi.org/10.31548/humanhealth.2.2025.81>

USE OF PLANT RAW MATERIALS TO INCREASE THE BIOLOGICAL VALUE OF MUFFINS

Lyubov Tkachenko

PhD in Technical Sciences, Senior Researcher,

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

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

03041, Vystavkova St., 16, Kyiv, Ukraine

Olena Ochkolyas

PhD in Technical Sciences, Associate Professor

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

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

03041, Vystavkova St., 16, Kyiv, Ukraine Kyiv, Ukraine

Anastasia Ivaniuta

PhD in 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

Iryna Kharsika

Senior Lecturer

<https://orsid.org/0000-0002-2789-7757>

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

03041, Vystavkova St., 16, Kyiv, Ukraine

Iryna Momot

PhD

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

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

03041, Vystavkova St., 16, Kyiv, Ukraine

Abstract.

Flour confectionery products (FCP) are widely consumed in the modern diet, yet they often lack essential nutrients such as dietary fiber, vitamins, and minerals, resulting in low nutritional and functional value. Enhancing FCP with plant-based ingredients rich in biologically active compounds offers a promising approach to improving public health.

This study focuses on developing muffin technology using plant-based ingredients - oat bran and grape pomace powder - as partial substitutes for wheat flour. Literature analysis confirmed that these ingredients are valuable sources of dietary fiber, micronutrients, and biologically active substances.

Based on sensory evaluation, the optimal formulation was identified by replacing 10% of wheat flour with oat bran and grape pomace powder. Nutritional analysis revealed that the

modified muffins had significantly improved properties: dietary fiber content increased by 2.4 times; levels of phosphorus, magnesium, B-group vitamins, and vitamin C rose; and caloric content decreased by 16%.

A technological flowchart and quality model for producing enriched muffins were developed. The improved sensory qualities and enhanced nutritional value suggest that these muffins are suitable for regular consumption and may serve a preventive health function. The product has good prospects for industrial production and use in the restaurant sector.

Keywords: *plant-based enrichment, oat bran, grape pomace powder, dietary fiber, functional bakery products, micronutrient enhancement, amino acid profile, nutritional improvement*

ВСТУП. Сучасне життя українців супроводжується стресами, низькою фізичною активністю та незбалансованим харчуванням, зокрема надмірним споживанням цукру й жирів. Значна частка у структурі харчування приходить на борошняні кондитерські вироби (БКВ), які маючи високу енергетичну цінність, характеризуються низьким вмістом харчових волокон та біологічно активних речовин (Cherevko, 2017).

Пріоритетом державної політики у сфері охорони здоров'я є розробка інноваційних технологій глибокої комплексної переробки сільськогосподарської сировини для створення високоякісних харчових продуктів з оздоровчим ефектом (Order on approval of the National Waste Management Strategy in Ukraine until 2030, 2017). Такі продукти сприяють профілактиці аліментарно-залежних захворювань, усуненню дефіциту есенціальних нутрієнтів та зміцненню здоров'я населення. Відповідно до сучасних наукових підходів у нутріціології, раціон харчування майбутнього має включати рослинну сировину, біологічно активні добавки та інноваційні інгредієнти, що мінімізують негативний вплив довкілля на організм людини (Kutrichenkova et al., 2024; Vitriak and Tkachenko, 2023).

З огляду на це, для вирішення проблеми поліпшення здоров'я населення України, підвищення біологічної цінності БКВ за рахунок використання рослинної сировини, актуальним завданням для науковців є розроблення технологій БКВ збагачених біологічно активними речовинами, які матимуть підвищену біологічну цінність. Вирішити це завдання можна за рахунок використання рослинної нетрадиційної сировини (Fedianovych, 2024; Hetman, 2024; Bal-Prylypko et al., 2023), яка має у своєму складі високий вміст корисних есенціальних речовин та може стати основою для збагачення раціону вітамінами та біологічно активними речовинами, що не втрачаються під час випікання. Водночас використання рослинної сировини підвищує біологічну цінність виробів і зменшує вміст цукру та жиру.

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ. Питанням удосконалення технології БКВ з використанням нетрадиційної рослинної сировини займалися такі відомі вітчизняні вчені, як А. М. Дорохович, К. Г. Іоргачова, М. І. Пересічний, Г. М. Лисюк, Л. Ю. Арсеньєва, І. В. Сірохман, М. М. Калакура, В. В. Дорохович, О. В. Самохвалова, а також іноземні – Lee, Shin-ho, Kim, B., Park N. та ін. Дослідженнями науковців доведено, що відмінні за походженням та складом добавки по-різному впливають на процес формування структури тістових систем і, як наслідок, на органолептичні властивості готових виробів, а також рослинні компоненти здійснюють значний вплив на якість та поживну цінність готових виробів.

Мафіни – це порційні борошняні кондитерські вироби круглої або овальної форми, що характеризуються вищою масою порівняно з кексами завдяки зміненим пропорціям інгредієнтів. Вони містять підвищену кількість цукру, яєць, масла та можуть збагачуватися додатковими смакоароматичними компонентами, такими як родзинки або цукати. Випікаються у формах із прісного або дріжджового тіста (Samokhvalova et al., 2015; Kazban, 2022).

Основною сировиною для БКВ є пшеничне борошно при виробництві якого втрачається суттєва частина харчових волокон, білків, вітамінів, мікроелементів. Враховуючи це, при розробленні новітніх технологій БКВ з метою надання їм функціональних властивостей необхідно цілеспрямовано оптимізувати їх склад за рахунок використання різних видів рослинної сировини, яка багата на харчові волокна, мінеральні речовини, вітаміни, антиоксиданти. До рослинної сировини, що застосовується у технології виробництва кондитерських виробів, належать рослинні білкові компоненти (соевий білок, ядра насіння соняшника, шпроти, борошно з круп'яних культур та інші безглютенові джерела) (Farisieiev et al., 2023), модифіковані крохмалі, поверхнево-активні речовини, а також функціональні інгредієнти у формі овочевих і фруктових порошків, апельсинового пектину (Antonenko et al., 2024), паст, відварів та фітокомпозицій (Shydakova-Kamieniuka et al., 2018).

Продукти рослинного походження становлять значний інтерес як економічно доступна та технологічно зручна сировина порівняно з тваринними продуктами. Вони характеризуються вищим вмістом есенціальних нутрієнтів у природному стані, що зумовлює їхню перспективність для використання у виробництві харчових продуктів із підвищеною біологічною цінністю (Tsisaryk et al., 2024).

Дослідниками НУХТ розроблено рецептури та вдосконалено технології виробництва мафінів із безглютенового борошна та цукрозамінників (лактитол, ізомальтитол) (Dorokhovych, 2020). Пшеничне борошно повністю замінено на гречане та рисове, а для покращення реологічних властивостей тіста додано картопляний крохмаль, камедь дерева тара та рожкового дерева (Dorokhovych et al., 2021).

Корейські вчені дослідили можливість заміни какао у виробництві борошняних кондитерських виробів шляхом використання відходів кавової гущі, отриманої із кавомашин. Після вилучення кавові залишки піддавали сушінню та подрібненню, отриманий порошок та екстракт застосовували у технології мафінів, що відзначалися високими органолептичними властивостями та значною антиоксидантною активністю завдяки наявності поліфенольних і неполіфенольних сполук, хлогенової кислоти, токоферолів тощо (Lee et al. 2017).

Але, незважаючи на велику кількість харчових продуктів із покращеним нутрієнтним складом, проблема забезпечення організму людини всіма необхідними мікронутрієнтами залишається не вирішеною.

Отже, наші дослідження спрямовано на удосконалення технології мафінів із підвищеним вмістом харчових волокон, мінеральних речовин та вітамінів, які можна використовувати в оздоровчому харчуванні дорослих і дітей з метою профілактики аліментарних захворювань.

У якості функціональних інгредієнтів для удосконалення технології мафінів було обрано вівсяні висівки і виноградні вичавки.

Вівсяні висівки є цінним джерелом харчових волокон та біологічно активних сполук, що сприяють покращенню здоров'я. Зокрема, їхнє додавання до хлібобулочних виробів підвищує вміст харчових волокон у готовому продукті, що сприяє нормалізації фізіологічних процесів в організмі (Sehn et al., 2018; Shevchenko et al., 2023). Крім того, вівсяні висівки можуть знижувати рівень холестерину та артеріального тиску, що зменшує ризик розвитку серцево-судинних захворювань (Londono, et al., 2015).

Виноградні вичавки, що становлять 15–20 % від маси переробленого винограду, є цінним вторинним продуктом виноробної промисловості (Melnyk, 2024). Вони складаються з шкірочок ягід, пульпи, насіння та гребенів із плодоніжками. Завдяки багатому хімічному складу, виноградні вичавки мають значний потенціал для використання в харчовій промисловості (Levitsky et al., 2015; Majerska, et al. 2019). Крім того, виноградні вичавки є джерелом пектинових речовин та клітковини, які стимулюють перистальтику кишечника, покращують мікрофлору, обмежують всмоктування холестерину та сприяють виведенню токсичних речовин з організму (Вруква, 2019). Основні активні речовини виноградних

вичавок – флавоноїди і резвератрол, найсильніші антиоксиданти. Резвератрол є натуральним антиоксидантом (Delmas et al., 2020) захищає від розвитку пухлин шляхом ослаблення дії кисневих радикалів. Таким чином, використання продуктів переробки винограду дає можливість створити новий асортимент кондитерських виробів з використанням натуральних барвників, антиоксидантів, підвищеними харчовою і біологічною цінністю.

З огляду на це, вівсяні висівки та виноградні вичавки завдяки високому вмісту біологічно активних речовин, харчових волокон, є перспективною рослинною сировиною для впровадження у технології мафінів.

Харчові волокна відносять до пребіотиків, які не перетравлюються ендogenousними секретами шлунково-кишкового тракту людини (Savchenko, et al., 2024). Харчові волокна необхідні людині, бо виконують кілька важливих функцій: механічно стимулюють роботу кишечника, що так важливо при нашому малорухливому способі життя, сприяють адсорбуванню токсичних речовин, які утворюються в організмі, або потрапляють з оточуючого середовища, адсорбують від жовчних кислот, з якими пов'язаний рівень холестерину в крові. Рекомендована добова кількість харчових волокон становить 14 г на кожні спожиті тисячу кілокалорій або 25 г на добу для жінок та 38 г - для чоловіків (Brych et al., 2020, Kutyrichenkova. et al., 2023).

Варто зазначити, що використання виноградних вичавок та вівсяних висівок не викликає ускладнень під час технологічного процесу, оскільки їх відразу додають разом з борошном при замішуванні тіста.

Водночас у літературних джерелах відсутні дані щодо формування органолептичних, фізико-хімічних показників мафінів із використанням таких рослинних порошкоподібних добавок як вівсяні висівки та сухі виноградні вичавки.

МЕТА ДОСЛІДЖЕНЬ – розробка технології кондитерських виробів (мафінів) із додаванням вівсяних висівок і виноградних вичавок, дослідження якісних показників мафінів та аналіз їх біологічної цінності.

Завданням даної роботи є вивчення технологічних властивостей виноградних вичавок та вівсяних висівок, розроблення технології мафінів із додаванням виноградних вичавок та вівсяних висівок, дослідження хімічного складу та органолептичних показників розробленого виробу .

Об'єкт дослідження – технологія мафінів із використанням вівсяних висівок та виноградних вичавок.

Предмет дослідження – мафіни, вівсяні висівки та виноградні вичавки.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ.

Методи дослідження – органолептичні, фізико-хімічні, методи планування експерименту і математичної обробки експериментальних даних на основі комп'ютерних технологій.

Для досліджень використовували:

- борошно пшеничне вищого ґатунку виробник ТМ «Вигода», яке відповідає вимогам ГСТУ 46.004-99. В 100г борошна міститься 70,0 г вуглеводів, 10,3 г білків, 1,1 г жирів;
- масло селянське солодковершкове з масовою часткою жиру 73 % виробник ТОВ Брусилівський маслозавод» (ДСТУ 4399 : 2005). 100г продукту містить 73 % жирів, 0,8 г білків, 1,3 г вуглеводів;
- цукор білий кристалічний першого ґатунку з цукрових буряків виробник ТОВ «Украгрокомплекс» ДСТУ 4623 : 2003.

Як рослинні компоненти:

- висівки з вівсяні харчові, виробник «ПРОДЕНЕРГО» Україна ДСТУ 4963. Склад 100 г висівок : 5,7 г жирів, 21,0 г білків, 35,0 г вуглеводів, енергетична цінність 281,7 ккал/100 г;

- порошок сухих виноградних вичавок, який вироблено з вичавків винограду, що вирощується в Одеській області, на ТОВ «Оріон» (м. Одеса) під торговою маркою «Олео Віта». Склад порошку (%): полісахаридів – 44,7, лігніну – 36,5, золи – 2,7, азотистих речовин – 2,6.

Якість мафінів досліджували за органолептичними та фізико-хімічними показниками, які наведено у ТУ У 15.8-30865220228-001 : 2011 «Мафіни. Технічні умови». Для кожного органолептичного показника визначено коефіцієнт вагомості: зовнішній вигляд – 0,3, консистенція – 0,2, колір – 0,1, запах – 0,2, смак – 0,2. Оцінку результатів експериментальних досліджень проводили із застосуванням методів розрахунку статистичної достовірності результатів вимірювання.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ОБГОВОРЕННЯ. Як контроль було використано рецептуру кексу “Столичний” (Pavlov, 2023). Під час проведення технологічних досліджень було розроблено три модельні композиції мафінів. У дослідних варіантах пшеничне борошно (10 ... 30 %) для тіста замінювали на 2,5; 5 % сухих виноградних вичавок та 2,5; 7,5; 10 % вівсяних висівок. Модельні композиції мафінів наведено у таблиці 1.

Таблиця 1. Модельні харчові композиції мафінів

Назва сировини	Контроль	Дослід 1	Дослід 2	Дослід 3
	Нетто, г	Нетто, г	Нетто, г	Нетто, г
Борошно пшеничне вищого гатунку	50	45	40	35
Цукор-пісок	17	17	17	17
Масло вершкове	20	20	20	20
Яйця курячі	14	14	14	14
Виноградні вичавки (сухий порошок)	-	2,5	2,5	5
Вівсяні висівки		2,5	7,5	10
Вихід, г	100	100	100	100

Джерело: розроблено автором на основі досліджень Л. В. Ткаченко (2021).

Контрольний варіант і дослідні варіанти тіста замішували окремо потім розважували у однакові форми по 25 г та випікали за однакових умов. Готові охолоджені мафіни передавали на органолептичний аналіз. Результати органолептичних досліджень наведені в таблиці 2.

Таблиця 2. Органолептична оцінка мафінів

Найменування виробу	Органолептичні оцінки					Середня оцінка
	Коефіцієнт вагомості					
	0,3	0,2	0,1	0,2	0,2	
	Зовнішній вигляд	Консистенція	Колір	Запах	Смак	
Мафін контроль	4,85	4,8	4,8	4,86	4,92	4,98
Мафін Дослід №1	4,86	4,82	4,8	4,83	4,87	4,76
Мафін Дослід №2	4,85	4,8	4,72	4,88	4,92	4,92
Мафін Дослід №3	4,82	4,75	4,8	4,82	4,82	4,80

Джерело: розроблено автором на основі досліджень Л. В. Ткаченко (2021).

За результатами органолептичної оцінки контрольного та дослідних зразків мафінів встановлено, що найкращими органолептичними показниками характеризувався дослідний зразок № 2, в якому 10 % пшеничного борошна у складі рецептури контрольного варіанту було замінено на виноградні вичавки та вівсяні висівки. Кількість виноградних вичавок у цьому зразку становить 2,5 % від маси тістового напівфабрикату мафіна, а кількість вівсяних висівок, відповідно, 7,5 %. Встановлена кількість рослинних компонентів дає змогу виготовити мафіни з якісними органолептичними показниками, а також, варто відмітити, що додавання сухих виноградних вичавок покращує ароматичну складову мафіна, який було названо «Grapes flash».

На основі проведених досліджень була розроблена технологічна схема виробництва мафінів із додаванням виноградних вичавок та вівсяних висівок «Grapes flash» (рис. 1).

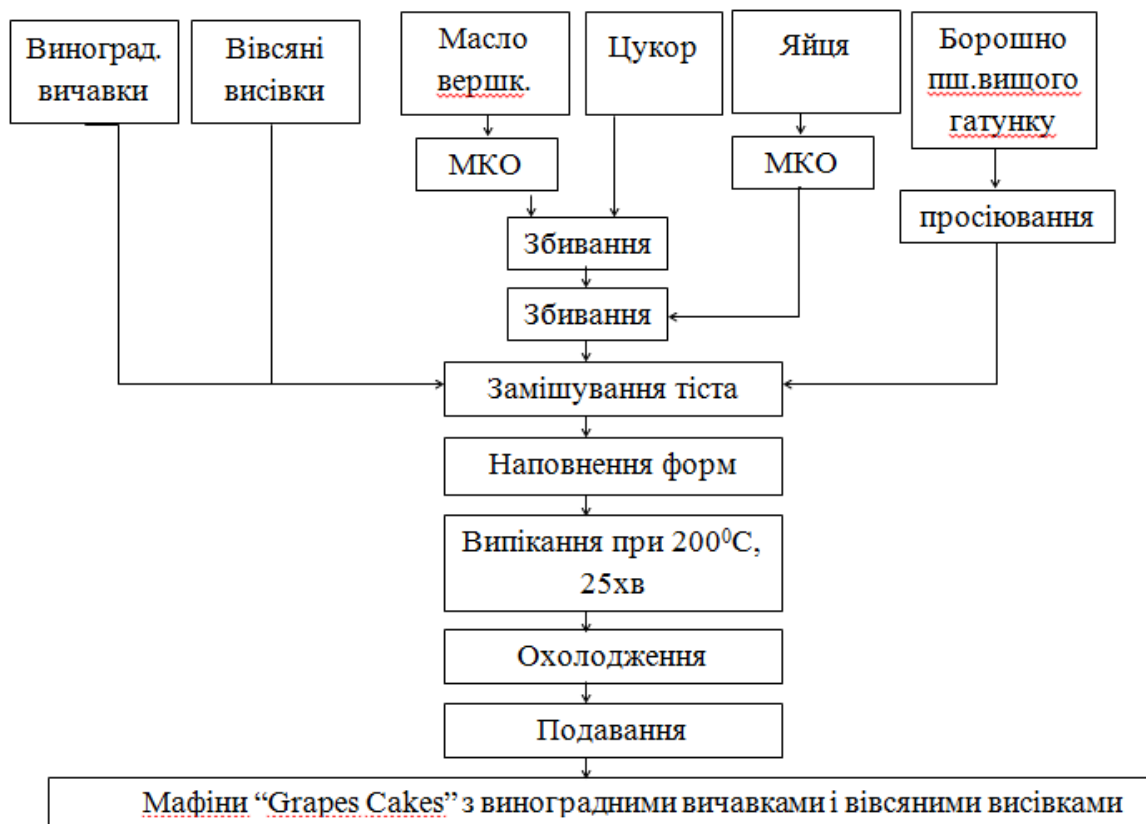


Рисунок 1. Технологічна схема приготування мафінів «Grapes flash»

Джерело: розроблено автором на основі досліджень Л. В. Ткаченко (2021).

Розраховано поживну цінність мафіна «Grapes flash». Порівняльна характеристика поживної та енергетичної цінності контрольного та дослідного зразків мафінів наведена у таблиці 3.

Результати таблиці 3 підтверджуються дослідженнями (Leszczyńska et al., 2023) щодо перспективи використання у технології БКВ вівсяних висівок, як джерела харчових волокон. Проаналізувавши хімічний склад мафінів із виноградними вичавками і вівсяними висівками можна зазначити, що заміна 10 % борошна вищого гатунку класичної рецептури на

виноградні вичавки (2,5 %) та вівсяні висівки (7,5 %) призводить до збільшення вмісту харчових волокон в 2,4 рази, водночас енергетична цінність мафіна зменшується на 60 ккал.

Таблиця 3. Поживна і енергетична цінність мафіна (на 100 г)

Назва	Контроль	Дослід 2	Відхилення, %
Білки, г	6,2	5,7	-8,1
Жири, г	16,3	15	-7,9
Вуглеводи, г	50,8	41,7	-17,9
Вода	27	26	-3,7
Харчові волокна, г	1	2,4	240
Органічні кислоти, г	0	0,2	20
Калорійність, ккал	376	316	-16

Джерело: розроблено автором на основі досліджень Л.В. Ткаченко (2021).

За результатами досліджень (Hamzacebi et al., 2021; Mustafa et al., 2022) було визначено, що додавання вівсяних висівок разом з іншими рослинними компонентами до рецептури кексів у визначених співвідношеннях – сприяло покращенню органолептичних властивостей та підвищенню вмісту харчових волокон.

Для порівняння вітамінно-мінерального складу контрольного та дослідного зразків мафінів були проведені відповідні розрахунки, результати яких наведені в таблиці 4.

Таблиця 4. Вітамінно-мінеральний склад мафінів

Назва	Маффіні Контроль	Маффіні «Grapes flash» (Дослід 2)	Відхилення, +/-
Вітамін В ₁ , мг	0,082	0,129	0,047
Вітамін В ₅ , мг	0,374	0,396	0,022
Вітамін В ₆ , мг	0,09	0,097	0,007
Вітамін В ₉ , мкг	16,044	17,079	1,035
Вітамін В ₁₂ , мкг	0,137	0,143	0,006
Вітамін С, мг	0	1,15	1,15
Вітамін D, мкг	0,563	0,607	0,044
Вітамін Е, мг	1,012	1,118	0,106
Вітамін К, мкг	0	0,2	0,2
Вітамін РР, мг	1,157	1,676	0,519
Кальцій, мг	24,91	29,99	5,08
Натрій, мг	591,0	636,68	45,8
Фосфор, мг	74,5	103,2	28,7
Магній, мг	9,09	23,45	14,36
Цинк, мг	0,52	0,54	0,02
Мідь, мг	77,17	77,65	0,48
Йод, мг	0,61	0,63	0,02
Марганець, мг	0,09	0,09	0

Джерело: розроблено автором на основі досліджень Л. В. Ткаченко (2021).

Результати дослідження (Nakov et al., 2020; Yavruyan & Avetisyan, 2021) свідчать, що використання у технології мафінів порошку виноградних вичавок у кількості від 4 до 10 % збільшило вміст мікроелементів, вітамінів, білків, харчових волокон, також збільшився вміст фенолів, антоціанів. Результатами наших досліджень підтверджено, що вміст вітамінів і

мінеральних речовин мафінів «Grapes flash» із використанням встановленої кількості виноградних вичавок та вівсяних висівок зростає: збільшується кількість вітамінів групи В (В₉, В₁, В₅, В₁₂). Мафіни з використанням запропонованої рослинної сировини збагачується вітаміном С, уміст якого в класичній рецептурі відсутній. Збільшується вміст вітамінів D, E, K, PP. Значно зростає вміст мікроелементів, а саме таких важливих для організму людини: магнію на 14,36 мг/100г, фосфору на 28,7 мг/100г.

Підсумовуючи результати проведеного дослідження можна відзначити, що розроблений маффін «Grapes flash» із використанням виноградних вичавок і вівсяних висівок можна віднести до борошняних кондитерських виробів функціонального призначення, завдяки тому, що харчові волокна використаних рослинних компонентів позитивно впливають на процеси травлення і всмоктування поживних речовин. Також у мафіна «Grapes flash» на 60 ккал знижена енергетична цінність.

На основі проведених досліджень та розрахунків розроблено модель якості контрольного та дослідного зразку мафінів (рис. 2).

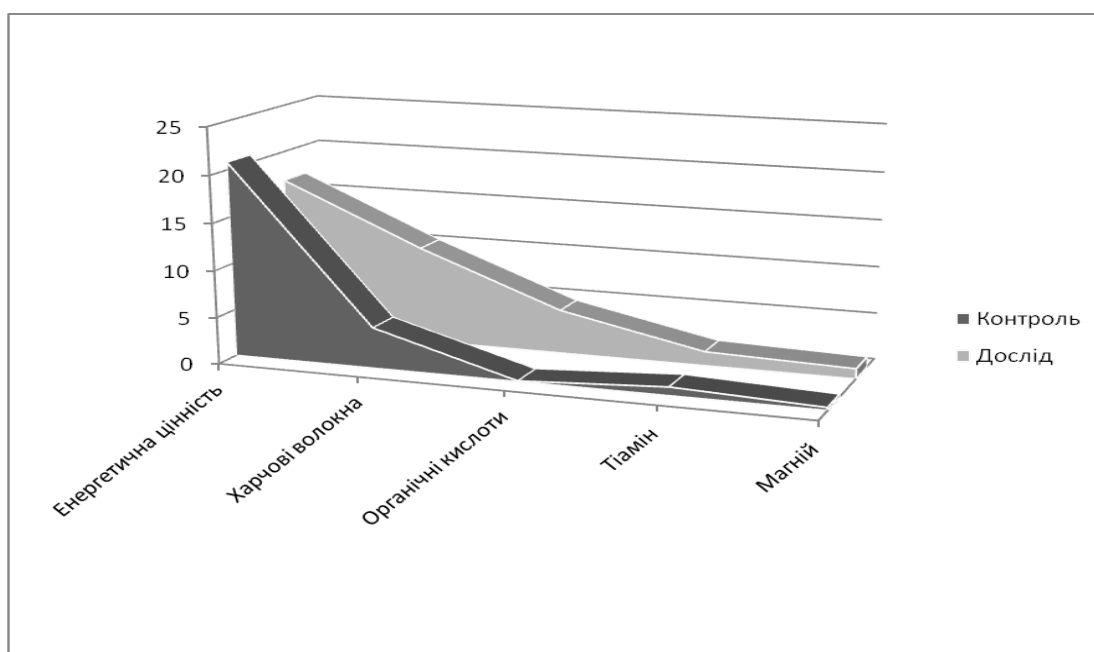


Рисунок 2. Модель якості мафінів з рослинною сировиною «Grapes flash»

Джерело: розроблено автором на основі досліджень Л. В. Ткаченко (2021).

ВИСНОВКИ. За результатами проведених досліджень було встановлено, що заміна пшеничного борошна у класичній рецептурі мафінів на рослинну сировину, а саме на 2,5 % сухих виноградних вичавок 7,5 % вівсяних висівок, дає змогу значно підвищити біологічну цінність борошняних кондитерських виробів та знизити енергетичну цінність виробу на 16 %.

Розроблений маффін «Grapes flash» має підвищений вміст харчових волокон, вітамінів та мінеральних речовин порівняно з мафінами традиційного приготування. Крім того, мафіни з додаванням виноградної вичавки і вівсяних висівок мають гарні органолептичні показники та перспективи для споживання у повсякденному раціоні, а за рахунок підвищеного вмісту харчових волокон також мають профілактичне призначення. Маффін «Grapes flash» можна рекомендувати для широкого впровадження у виробництво на підприємствах харчової промисловості та ресторанного господарства.

Подяки. Немає.

Конфлікт інтересів. Немає.

References

- Cherevko, O. I., & Peresichnyi, M. I. (2017). *Innovatsiini tekhnolohii kharchovoi produktsii funktsionalnoho pryznachennia*. Kharkiv: KhDUKhT.
- Kabinet Ministriv Ukrainy. (2020, September 17). *Pro zatverdzhennia Natsionalnoi stratehii povodzhennia z vidkhodamy v Ukraini na period do 2030 roku: Postanova № 820-r vid 08.11.2017*. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-p>
- 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>
- 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>
- Fedianovych, H. V. (2024). Development of muffin technology using carob and natural sweeteners. In *Materials of the All-Ukrainian scientific and theoretical online conference: Actual problems of human life safety in the modern society*, 1, 485–488.
- Hetman, I., Naumenko, O., & Bovkun, A. (2024). Innovative ways to improve nutritive value of flour confectionery products. *Food Resources*, 12, 37–46. <https://doi.org/10.31073/foodresources2024-23-04>
- Bal-Prylypko, L., Nikolaenko, M., Volkhova, T., Holembovska, N., Tyshchenko, L., Ivaniuta, A., Israeliian, V., Menchynska, A., Shynkaruk, O., & Melnik, V. (2023). The study of functional and technological properties of vegetarian ice cream. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 17, 110–121. <https://doi.org/10.5219/1798>
- Samokhvalova, O. V., Kasabova, K. R., & Oliinyk, S. H. (2015). *Technology of muffins for health purposes: Monograph*. Kharkiv: SUTE.
- Samokhvalova, O. V., Kasabova, K. R., & Oliinyk, S. H. (2015). *Tekhnolohiia maffiniv ozdorovchoho pryznachennia: Monohrafiia*. Kharkiv: Vydavnytstvo "Tekhnolohichnyi Tsentr".
- Farisieiev, A. H., Matsuk, Y. A., Stetsenko, V. V., & Novik, H. V. (2023). Technological and economic justification of muffin technology for healthy nutrition. *Journal of Chemistry and Technologies*, 31(2), 240–254. <https://doi.org/10.15421/jchemtech.v31i2.274303>
- Antonenko, A. V., Tolok, G. A., Brovenko, T. V., Zemlyna, I. O. V., Vasylenko, O. V., & Stukalska, N. M. (2021). Innovative technologies of flour confectionery products with orange pectin. *Scientific Bulletin of the TSATU: Electronic Scientific Professional Publication*, 11(2), 138–146. <https://doi.org/10.31388/2220-8674-2021-2-28>
- Shydakova-Kameniuka, E., Novik, A., Rogova, A., & Savenko, A. (2018). Evaluation of the influence of nutty oil meal on the quality of butter biscuits during storage. *The latest equipment and technologies for food production in the restaurant industry and trade*, 1, 268–280.
- Tsisaryk, O., Musii, L., Slyvka, I., & Lutsyk, I. (2024). Development technology of functional dairy product with phytocomponents. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 26(101), 156–163. <https://doi.org/10.32718/nvlvet-f10123>
- Dorohovych, V., Doliuk, M., & Lukash, K. (2021). The possibility and feasibility to use maltitol and amaranth flour in sugar cookies technology. *Scientific Works of National University of Food Technologies*, 27(2), 111–120. <https://doi.org/10.24263/2225-2924-2021-27-2-13>

- Dorokhovych, V. V. (2020). Flour confectionery products for diabetic patients using carrot processing products. *Scientific Works of National University of Food Technologies*, 26(1), 238–244.
- Lee, Shin-ho, Kim, B., & Park, N. (2017). Method for producing muffin using hot water extract of coffee residue with improved antioxidant activity and taste. *Sunchon National University Industry-Academic Cooperation Group*, Patent No. KR101799817B1. K.R.: A21D13/04.
- Sehn, G. A. R., Ortolan, F., Nabeshima, E., & Steel, C. (2018). Whole grain wheat flour: Definitions, production, nutritional, technological and microbiological aspects for application in bakery and pasta products. In *Flour: Production, Varieties and Nutrition* (346 p.).
- Londono, D. M., Smulders, M. J., & Visser, R. G. (2015). Effect of kilning and milling on the dough-making properties of oat flour. *LWT - Food Science and Technology*, 2, 690–695. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.04.033>
- Melnyk, O., & Shkaraputa, R. (2024). Analysis of the technology of production of natural dyes using secondary raw materials and food waste. *Scientific Bulletin of the TSATU*, 1(14), 1–17. <https://doi.org/10.32782/2220-8674-2024-24-1-7>
- Majerska, J., Michalska, A., & Figiel, A. (2019). A review of new directions in managing fruit and vegetable processing byproducts. *Trends in Food Science & Technology*, 88, 207–219. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.03.021>
- Levitsky, A. P., Lapinska, A. P., Selivanska, I. O., & Khodakov, I. V. (2015). Use of grape processing by-products in functional feeding of farm animals and poultry. *Scientific Works of ONAFT*, 1(46), 51–57.
- Brykova, T. M. (2019). Technology of shortbread cookies using grape pomace powders: Abstract of the dissertation for candidate of technical sciences: 05.18.01 – Technology of bakery products, confectionery products and food concentrates. Kharkiv, 25 p.
- Ramya, H. N., & Shivanna, A. (2020). Development of muffins from wheat flour and coconut flour using honey as a sweetener. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 9(7), 2231–2240. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2020.907.260>
- Pavlov, O. V. (2023). Collection of recipes for flour confectionery and bakery products. Profknyga, 340 p.
- Brych, V. V. (2020). Healthy nutrition: A collection of materials for healthcare workers / inc.: V. Y. Bilak-Luk'yanchuk, G. O. Slabkyi, I. Ya. Hutsol, N. Y. Potoky. Uzhgorod, 64 p. Retrieved from <https://dspace.uzhnu.du.ua/jspui/bitstream.pdf>
- Savchenko, O., Grek, O., Tymchuk, A., & Ochkolyas, O. (2024). General technologies of food production: Textbook. Kyiv: CP Komprint, 273 p.
- Belinska, S., Nesterenko, N., Moroz, O., Bilokon, T., Kepko, V., Ivaniuta, A., Shynkaruk, O., Rudyk, Y., Gruntovskyi, M., & Kharsika, I. (2023). The effect of storage temperature on the quality of avocado fruits from different climatic zones. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 17, 289–300. <https://doi.org/10.5219/1850>
- Hamzacebi, O., & Tacer Caba, Z. (2021). Date seed, oat bran and quinoa flours as elements of overall muffin quality. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*, 9(1), 147–157. <https://doi.org/10.12944/CRNFSJ.9.1.15>
- Mustafa, G., Arshad, M. U., Saeed, F., Afzaal, M., Niaz, B., Hussain, M., Raza, M. A., Nayik, G. A., Obaid, S. A., Ansari, M. J., Nap, M.-E., & Sălăgean, T. (2022). Comparative Study of Raw and Fermented Oat Bran: Nutritional Composition with Special Reference to Their Structural and Antioxidant Profile. *Fermentation*, 8(10), 509. <https://doi.org/10.3390/fermentation8100509>
- Leszczyńska, D., Wyrkiyowska, A., Gasinski, A., Srednytska-Tober, D., Kazymczak, J., & Trafialek, R. (2023). Oat and oat processed products – Technology, composition, nutritional value, and health. *Applied Sciences*, 13(20), 11267. <https://doi.org/10.3390/app132011267>

- Nakov, G., Brandolini, A., Hidalgo, A., Ivanova, N., Stamatovska, V., & Dimov, I. (2020). Effect of grape pomace powder addition on chemical, nutritional and technological properties of cakes. *Food Science and Technology*, 134, 109950. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109950>
- Yavruyan, N. V., & Avetisyan, N. A. (2021). Food powder manufacture from grape pomace and its application as an improver in the macaroni production. *AgriScience and Technology*. <https://doi.org/10.52276/25792822-2021.4-428>

Отримано 06.03.2025 р., прийнято до друку 29.05.2025 р.

УДК 637.52:634.1/7

<https://doi.org/10.31548/humanhealth.2.2025.93>

ЗАСТОСУВАННЯ ФРУКТОВО-ЯГІДНИХ ІНГРЕДІЄНТІВ У ТЕХНОЛОГІЇ НАТУРАЛЬНИХ М'ЯСНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ

Вікторія Костянтинівна Кулик

здобувач

<https://orcid.org/0000-0002-6900-6967>

Національний університет біоресурсів і природокористування України,
3041, вул. Виставкова, 16, м. Київ, Україна

Оксана Анатоліївна Штонда

кандидат технічних наук, доцент

<https://orcid.org/0000-0002-7085-6133>

Національний університет біоресурсів і природокористування України,
3041, вул. Виставкова, 16, м. Київ, Україна

Наталія Михайлівна Слободянюк

кандидат сільськогосподарських наук, професор

<https://orcid.org/0000-0002-7724-2919>

Національний університет біоресурсів і природокористування України,
3041, вул. Виставкова, 16, м. Київ, Україна

Наталія Володимирівна Голембовська

кандидат технічних наук, доцент

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

Інна Михайлівна Стецюк

кандидат технічних наук, асистент

<https://orcid.org/0000-0001-8392-6527>

Національний університет біоресурсів і природокористування України,
3041, вул. Виставкова, 16, м. Київ, Україна

Анотація. Споживачі стають все більш обізнаними щодо свого харчування та звертають увагу на склад продуктів, їхню якість та вплив на здоров'я. В сучасному світі, де люди живуть активними та зайнятими життями, швидкі та зручні рішення для приготування їжі є дуже цінними. Натуральні м'ясні напівфабрикати можуть задовольнити цей попит, надаючи можливість приготувати смачний обід без великої кількості часу та зусиль. Метою даного дослідження є вивчення основних характеристик плодів ягід та фруктів, які можуть застосовуватись для покращення якісних показників м'ясних виробів у харчовій промисловості. У статті розглянуто сучасні наукові підходи до підвищення якості та безпечності м'ясних продуктів за допомогою натуральних компонентів рослинного походження, зокрема фруктів і ягід. Акцент зроблено на здатності цих плодів виступати джерелами біологічно активних речовин, насамперед поліфенолів, вітамінів, органічних кислот, які володіють вираженими антиоксидантними властивостями. Представлено дані щодо механізмів дії природних антиоксидантів на перебіг окисних процесів у м'ясі, їхній вплив на стабілізацію кольору, пригнічення мікробіологічного росту, покращення текстури та аромату продукту. Узагальнено результати численних наукових досліджень, що демонструють ефективність додавання екстрактів або порошків з фруктів та ягід (зокрема журавлини, гранату, винограду, черешні, шипшини, обліпихи, малини та ін.) до фаршу чи поверхні м'ясних виробів. Така обробка дозволяє не лише покращити органолептичні характеристики продуктів, а й

суттєво подовжити терміни їх зберігання. Крім того, підкреслюється екологічна доцільність та безпечність використання натуральних добавок у порівнянні з синтетичними консервантами. Автори підкреслюють перспективність подальших досліджень у напрямі оптимізації дозування, способів внесення фруктових-ягідних компонентів та визначення їхньої стабільності у процесі зберігання. Отримані результати можуть бути використані в практиці м'ясопереробної промисловості для створення новітніх функціональних харчових продуктів підвищеної біологічної цінності.

Ключові слова: антиоксиданти, фенольні сполуки, окислення, біологічно активні речовини, рослинні компоненти, м'ясні продукти

UDC 637.52:634.1/.7

<https://doi.org/10.31548/humanhealth.2.2025.93>

THE USE OF FRUIT AND BERRY INGREDIENTS IN THE TECHNOLOGY OF NATURAL MEAT SEMI-FINISHED PRODUCTS

Viktoriia Kulyk

postgraduate student

<https://orcid.org/0000-0002-6900-6967>

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

Oksana Shtonda

PhD in Technical Sciences, Associate Professor

<https://orcid.org/0000-0002-7085-6133>

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

Nataliia Slobodianiuk

PhD in Agricultural Sciences, Professor

<https://orcid.org/0000-0002-7724-2919>

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

Nataliia Holembovska

PhD in Technical Sciences, Associate Professor

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

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

Inna Stetsyuk

PhD in Technical Sciences, Assistant

<https://orcid.org/0000-0001-8392-6527>

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

Abstract. Consumers are becoming increasingly aware of their nutrition and are paying more attention to the composition of products, their quality, and their impact on health. In today's world, where people lead active and busy lives, quick and convenient cooking solutions are highly valued. Natural meat semi-finished products can meet this demand, offering the possibility of preparing a delicious lunch without significant time and effort. The purpose of this study is to explore the main characteristics of berries and fruits that can be used to improve the quality indicators of meat products in the food industry.

The article discusses modern scientific approaches to improving the quality and safety of meat products using natural plant components, in particular fruits and berries. The emphasis is on the ability of these fruits to act as sources of biologically active substances, primarily polyphenols, vitamins, organic acids, which have pronounced antioxidant properties. Data are presented on the mechanisms of action of natural antioxidants on the course of oxidative processes in meat, their effect on color stabilization, inhibition of microbiological growth, improvement of the texture and aroma of the product. The results of numerous scientific studies are summarized, demonstrating the effectiveness of adding extracts or powders from fruits and berries (in particular, cranberries, pomegranates, grapes, cherries, rose hips, sea buckthorn, raspberries, etc.) to minced meat or the surface of meat products. Such processing allows not only to improve the organoleptic characteristics of products, but also to significantly extend their shelf life. In addition, the ecological feasibility and safety of using natural additives compared to synthetic preservatives are emphasized. The authors emphasize the prospects for further research in the direction of optimizing dosage, methods of introducing fruit and berry components and determining their stability during storage. The results obtained can be used in the practice of the meat processing industry to create new functional food products of increased biological value.

Keywords: *antioxidants, phenolic compounds, oxidation, biologically active substances, plant components, meat products*

ВСТУП. Харчова промисловість активно працює над створенням нових продуктів, які мають підвищену біологічну цінність, за рахунок додавання інноваційних компонентів, водночас зберігаючи традиційну рецептуру продуктів. Значної уваги потребує вивчення технології м'ясних напівфабрикатів, які збагачені природніми компонентами, що підвищують функціональні властивості, поліпшують органолептичні та фізико-хімічні характеристики. Перспективним напрямом є додавання фруктів та ягід, як у свіжому так, і у вигляді екстрактів, порошоків чи розчинів. Фруктово-ягідна сировина багата на біологічно активні речовини, такі як: вітаміни, мінерали, поліфеноли, антоціани, флавоноїди та харчові волокна (Holembovska et al., 2015).

Позитивний вплив на якість м'ясних виробів мають фруктово-ягідні компоненти, за рахунок природних антиоксидантів та антимікробних речовин вони поліпшують смако-ароматичні характеристики, зумовлюють стабілізацію кольору, уповільнюють окислювальні процеси, що дозволяє подовжити терміни зберігання. Також використання плодів та ягід у м'ясних виробках дозволяє створити продукти, що задовольняють потреби сучасних споживачів, які орієнтовані на здорове харчування екологічно чистими та функціональними продуктами.

Тенденції до здорового способу життя, підвищеного інтересу до інноваційних продуктів з поліпшеними властивостями та характеристиками, підтверджує актуальність досліджень застосування фруктів і ягід у рецептурах м'ясних виробів. Також важливим є розроблення нових шляхів покращення якісних і безпекових показників м'ясних напівфабрикатів, які важливі для виробників та споживачів.

Сучасні глобальні тренди в споживанні їжі все більше спрямовані на продукти, які не лише мають відмінні смакові та естетичні характеристики, а й походять із природи, мають високу біологічну цінність та не містять шкідливих добавок. Одним із важливих завдань для харчової промисловості є заміна синтетичних барвників, ароматизаторів та органічних кислот на натуральні компоненти. Вирішенням цієї проблеми є використання плодової сировини, багатої на органічні кислоти, феноли, антоціани та інші біоактивні речовини (Borodai et al., 2023).

В умовах погіршення екологічної ситуації та зростання психоемоційного навантаження серед українців спостерігається дефіцит білків, мінералів і вітамінів, що негативно впливає на стан здоров'я, працездатність і тривалість життя населення. Одним із ефективних шляхів подолання цієї проблеми є пошук альтернативних джерел рослинного білка та впровадження методів збагачення ним харчових продуктів. М'ясні страви відіграють важливу роль у раціоні людини завдяки високій енергетичній цінності, а їхнє цілеспрямоване збагачення і корекція складу можуть істотно поліпшити якість харчування населення та загальний стан здоров'я нації.

На сучасному етапі глобального розвитку такі виклики, як харчова залежність, поширення захворювань, пандемія COVID-19 та хронічний стрес, висунули проблему організації харчування населення в Україні на рівень пріоритетного державного завдання, особливо в умовах воєнного стану. Сучасні продукти мають не лише покривати фізіологічні потреби у поживних речовинах та енергії, а й виконувати профілактичні та лікувальні функції, захищаючи організм людини від шкідливого впливу зовнішнього середовища. У цьому контексті важливо налагодити виробництво продуктів загального та спеціалізованого призначення, збагачених біологічно активними речовинами, забезпечити їх безпеку, сприяти формуванню раціональних харчових звичок та зробити якісні продукти доступними для всіх верств населення.

Технологічний розвиток харчової промисловості та зростаюча потреба у швидкому доступі до їжі спричинили суттєві зміни в структурі харчування сучасної людини. Практика виробництва харчових продуктів свідчить, що м'ясні напівфабрикати є одними з найбільш затребуваних і регулярно споживаних категорій, що відкриває можливості для їхнього збагачення функціональними властивостями. Водночас процес рафінування сировини під час технологічної обробки призвів до зростання частки високоочищених продуктів у раціоні та дефіциту життєво необхідних поживних речовин, притаманних натуральній їжі (Novikova et al., 2023).

Проблема незбалансованого харчування набуває глобальних масштабів, оскільки значний відсоток населення отримують недостатню кількість важливих мікронутрієнтів, які є життєво важливими. Низький вміст заліза, йоду, вітаміну А у раціоні, підвищення рівня ожиріння та дефіцит енергії, особливо у дітей вказують на незбалансоване харчування. Вживаючи їжу достатньої калорійності, споживачі страждають від дефіциту важливих поживних речовин. Ідея здорового харчування передбачає підтримку стабільного функціонування та забезпечення енергетичних потреб організму, із врахуванням умов життєдіяльності (Cherpurda et al., 2023).

Екстракти фруктів містять біологічно активні речовини, що мають властивості натуральних антиоксидантів, консервантів та барвників у м'ясних продуктах. Вони пригнічують патогенні організми, уповільнюють окислення, за рахунок природних пігментів позитивно впливають на органолептичні властивості продуктів (Orădan et al., 2024).

Патогенні мікроорганізми стають все стійкішими до антибіотиків та стають серйозною загрозою для ефективного лікування інфекційних захворювань, що стимулює до пошуку альтернативних засобів природного походження, у складі яких наявні фітохімічні речовини. Екстракти фруктів та ягід, насичені біологічно активними компонентами, які показують перспективні властивості антимікробної та антиоксидантної дії, що можуть без шкоди для здоров'я пригнічувати шкідливу мікрофлору (Suriyaprom et al., 2022).

Все більшої уваги приділяють повторному використанню продуктів переробки плодів ягід, складові яких є цінним джерелом біологічно активних речовин, за допомогою яких,

збагачують функціональними властивостями харчові продукти. Особлива увага виникає при їх застосування у технології м'ясних виробів, додавання продуктів переробки плодів дозволяє підвищити антиоксидантні властивості продуктів, стабілізувати компоненти активні компоненти при термічній обробці та зберіганні, що досить важливе для м'ясної промисловості. Використання продуктів ягід та фруктів підвищує харчову цінність м'ясних виробів та дозволяє впроваджувати екологічно орієнтовані технології у харчовій промисловості (Pedisić et al., 2025).

Метою даного дослідження є вивчення можливостей використання біологічно активних компонентів плодів та ягід, зокрема антоціанів, фенольних сполук та органічних кислот, для збагачення м'ясних продуктів, підвищення їхньої біологічної цінності та поліпшення функціональних властивостей. Також досліджується вплив цих компонентів на збереження продуктів, їх антиоксидантні властивості та потенціал у боротьбі з окислювальним процесом, що є важливим для підтримки здоров'я споживачів, а також для подовження терміну зберігання м'ясних продуктів.

Нами були опрацьовані статті українських та закордонних вчених, які опубліковані у науково-технічних базах Google Scholar, PubMed, Scopus, Web of Science та наукових веб-сайтах, електронних бібліотеках. Проведений аналіз статей, монографій, книг, які стосуються якості м'ясних продуктів і їх удосконалення за рахунок природних компонентів.

Біологічно активні речовини фруктів та ягід. Останнім часом науковці багатьох країн активно вивчають антиоксидантні властивості біологічно активних добавок та харчових продуктів. Така увага зумовлена встановленням факту, що надлишок вільних радикалів і відповідне окисне пошкодження біологічних молекул, зокрема білків, ліпідів та ДНК, сприяють розвитку важких захворювань, у тому числі онкологічних, а також призводять до передчасного старіння організму та скорочення тривалості життя (Lebedynets & Moroz, 2023).

Серед великої різноманітності продуктів рослинного походження саме фрукти та ягоди вирізняються високою поживною цінністю. Вони є джерелом вітамінів, мінеральних речовин, органічних кислот, вуглеводів, ефірних олій, пектинових і дубильних сполук. Вітчизняні харчові продукти, виготовлені з плодів та ягід, повинні посісти важливе місце як на внутрішньому ринку України, так і в експортних напрямках підприємств харчової галузі. Це потребує інноваційного підходу до створення продуктів із використанням рослинної сировини та розробки технологій для підвищення їхньої біологічної цінності, що підкреслює актуальність обраного напрямку дослідження (Volkova, 2023).

Фрукти та ягоди є важливим джерелом біологічно активних сполук, таких як каротиноїди, фенольні сполуки (антоціани, флавоноли, бетаніни тощо) та L-аскорбінова кислота. Ці речовини мають імуномодулюючу, радіопротекторну та антиоксидантну активність, а також забезпечують кольорові властивості сировини та перероблених продуктів. Біологічно активні компоненти фруктів є незамінними і повинні надходити до організму людини з їжею регулярно, незалежно від сезону (Shtonda & Kulyk, 2022).

Професор Хомич Г.П. проаналізував зміни фенольних сполук у плодах чорноплідної горобини. Ягоди містять рутин, біофлавоноїди (близько 500 мг/100 г), які сприяють ущільненню ендотелію кровоносних судин та зменшують їх крихкість. Також в них є органічні кислоти, каротин, тіамін, дубильні речовини, 5-6% фенольних сполук (флавоноїдів і фенольних кислот), до 2,5% пектинових речовин, цукри (4,6-9,4 %), фенолкарбонові кислоти, фолієва кислота, рибофлавін, нікотинова кислота, токоферолі, аскорбінова кислота, фосфор, мідь, марганець, залізо, магній, бор, кобальт і йод (5-6 мкг/100 г). Насіння чорноплідної горобини містить жирну олію (14,8-21,9 %) (Volkova, 2023).

Сімонова І. І. та Пешук Л. В. зазначають, що хімічний склад аронії чорноплідної (*Aronia melanocarpa*) багатий на мінерали (26,7-30,8 %), вітаміни групи В, С, А і Е та

органічні кислоти, такі як хінна, яблучна, аскорбінова, лимонна, щавлева і бурштинова кислоти. Темно-синій колір плодів аронії обумовлений високим вмістом антоціанів, таких як ціанідин 3-глюкозид, 3-галактозид, 3-ксилозид і 3-арабінозид. Ця багата на поліфеноли сировина може бути використана для виробництва натуральних харчових добавок для м'ясних продуктів, оскільки вони є потужними антиоксидантами, що продовжують термін зберігання кінцевого продукту і приносять користь здоров'ю споживачів (Simonova & Peshuk, 2023).

Осокіна Н.М. та інші досліджували біологічно активні речовини у продуктах переробки плодів чорної смородини, та встановили що залежно від способів переробки у продуктах з плодів чорної смородини вміст антоціанів, таких, як дельфінідин-3-рутинозиду коливається від 34,6 мг/кг до 162,2 мг/кг, та ціанідин-3-рутинозиду від 37,3 мг/кг до 105,6 мг/кг; флюавонолів таких, як рутин 111 мг/кг – 168 мг/кг, кверцетин 12,3 мг/кг – 28,8 мг/кг, гіперозид 182 мг/кг – 293 мг/кг; карбонові кислоти, зокрема кавова 16,9 мг/гк – 47,9 мг/кг, хлорогенова 29,8 мг/кг – 38,4 мг/кг; аскорбінова кислота 289 мг/кг – 392 мг/кг. Також ними встановлено, що у продуктах із чорної смородини знаходиться три незамінні амінокислоти, які самостійно не синтезуються організмом людини – лейцин, лізин, фенілаланін (Osokina та ін., 2019).

У працях Пасічного В. М. та Штонди О. А. зазначено, що плоди чорної смородини містять цукри, лимонну, яблучну, бурштинову кислоти, пектинові речовини, азотисті, дубильні, фарбувальні речовини та поліфенольні сполуки. Чорна смородина є одним з найкращих джерел вітаміну С (близько 400 мг%), рівень якого майже не зменшується під час переробки. Як важливе джерело вітаміну С, ягоди чорної смородини використовують у виробництві різних концентратів і препаратів вітаміну С, а також додають аскорбінову кислоту до багатьох продуктів харчування. Плоди чорної смородини мають характерний пряний аромат і кисло-солодкий смак. Головною перевагою цього фрукту є низький вміст ферментів, які руйнують аскорбінову кислоту, що робить його цінним джерелом вітаміну. Аскорбінова кислота зберігається і в заморожених фруктах (Shtonda & Pasichnyi, 2019).

Сліпченко Г. Д. та Охріменко О. О. у своїх працях зазначають, що гранат має багатий хімічний склад і містить такі мінерали, як марганець, фосфор, магній, калій, залізо, цинк, алюміній, кремній, хром, нікель, кальцій, мідь, йод. Окрім цього, він містить кислі кислоти, зокрема лимонну, винну, щавлеву, яблучну, а також вітаміни С, Е, В1, В2, В6, В12, Р, ніацин, фолієву кислоту, цукри, білок, клітковину, золу, катехіни, дубильні речовини, барвники, флавоноїди, амінокислоти, алкалоїди, олії. Гранат має антиоксидантні, антисептичні, протизапальні, ранозагоювальні, кровоспинні, в'язучі, глистогінні та поживні властивості (Slipchenko et al., 2019).

Моргунов С. В. та Король В. В. зазначають, що шкірка плодів граната містить такі макро- та мікроелементи: калій — 18,9 мг/г, кальцій — 4,0 мг/г, магній — 0,5 мг/г, залізо — 0,05 мг/г, марганець — 5,2 мкг/г, мідь — 2,5 мкг/г, цинк — 3,8 мкг/г. Шкірка граната є джерелом дубильних речовин, антоціанів, амінокислот, вітамінів та мінералів, які при правильному вживанні позитивно впливають на роботу шлунково-кишкового тракту (Morhunov & Korol, 2020).

Зарубіжні вчені зазначають, що рослинні екстракти та ефірні олії є основними природними джерелами біологічно активних речовин, які використовуються в м'ясних продуктах. Ці сполуки визначаються як молекули фенольних кислот (таких як гідрокситирозол і тирозол), флавоноїдів, дубильних речовин, терпенів, катехінів, алкалоїдів і кумаринів, які діють як протимікробні та антиоксиданти засоби.

Вплив природних антиоксидантів на окислювальні процеси м'ясних напівфабрикатів. Дослідження показали, що ці сполуки можуть бути ефективними проти різних мікроорганізмів, таких як *Bacillus anthracis*, *Salmonella typhimurium*, *Pseudomonas*

aeruginosa, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus fastidiosus* та *Salmonella choleraesuis*, а також інших (Radünz et al., 2020).

Флавоноїди, фенольні кислоти та поліфеноли мають здатність зменшувати окислення, оскільки вони можуть віддавати атоми водню та деактивувати синглетний (або збуджений) кисень, а також хелатувати прооксидантні іони металів. Флавоноїди, наприклад, широко поширені в рослинних тканинах. Гідроксибензойні кислоти, такі як галова кислота, також містяться в рослинах і використовуються як класичний еталонний матеріал для перевірки активності поглинання вільних радикалів.

Антиоксидантна дія біологічно активних речовин є комплексною і може включати кілька механізмів залежно від сполуки та умов, у яких вона діє. Біологічно активні речовини можуть запропонувати численні потенційні переваги для збереження та покращення м'яса. Дослідження продемонстрували вищу антиоксидантну ефективність фенольних сполук, що містяться в рослинних екстрактах, для захисту ліпідів м'яса краще, ніж синтетичні антиоксиданти (Olvera-Aguirre et al., 2023).

Однією з головних проблем, з якою стикаються м'ясопереробні підприємства, є забезпечення товарів приємним смаком і кольором, а також характеристиками свіжості, які можна зберегти протягом усього терміну придатності м'яса та м'ясних продуктів за мінімально можливих витрат (CMLP et al., 2021). Тим не менш, окислення ліпідів під час обробки та зберігання призводить до зниження якісних показників м'ясних продуктів (Domínguez et al., 2019).

Окислення є основним фактором, що відповідає за прийнятність і якість м'ясних продуктів або погіршення їх аромату та смаку. Висока концентрація ненасичених ліпідів, гемових пігментів, металевих каталізаторів і окислювачів у м'язових тканинах робить м'ясо схильним до окисної деградації. Симптоми окислювального псування м'яса та м'ясних продуктів включають зміну кольору, розвиток неприємного присмаку, утворення токсичних сполук, низький термін зберігання, а також втрати поживних речовин і краплі (Amoli et al., 2021). Ліпідно-білкове окислення, окрім погіршення харчування, призводить до утворення цитотоксичних та генотоксичних сполук, які є шкідливими для здоров'я людини (Domínguez, Pateiro, Munekata et al., 2021).

Одним із фундаментальних елементів, необхідних для окислювальних метаболічних реакцій у створенні енергії в живих організмах, є кисень. Молекули кисню піддаються ряду реакцій, які можуть призвести до утворення вільних радикалів за нормальних фізіологічних умов. У рамках метаболічної реакції від двох до п'яти відсотків спожитого кисню перетворюється на активні форми кисню. Активні форми кисню і активні форми азоту регулюють кілька гомеостатичних процесів, взаємодіючи з білками, жирними кислотами та нуклеїновими кислотами. Численні хронічні захворювання, такі як рак, дефіцит імунітету, серцево-судинні захворювання і старіння, пов'язані з окислювальним стресом (Hadidi et al 2022).

Перспективи використання фруктів та ягід у м'ясних виробках. Дослідження, проведені науковцями Сімоною І. та іншими, запропонували рецептури маринадів, до складу яких входить сік чорноплідної горобини в кількості 60 г на 100 кг. Отримані маринади демонструють високі органолептичні показники, що дозволяє використовувати їх як окремий продукт або в рецептурах напівфабрикатів з м'яса птиці. Крім того, проведені дослідження підтвердили антиоксидантну активність плодів чорноплідної горобини та пряно-ароматичних рослин, що було оцінено за допомогою визначення кислотного та перекисного чисел (Simonova et al., 2023).

Термін зберігання м'ясних напівфабрикатів складає 15 діб при температурі 0–4 °C, що вдвічі довше порівняно з контролем. Дослідження мікробіологічних показників напівфабрикатів з м'яса птиці підтвердили їх відповідність вимогам до якісних продуктів. Маринади, виготовлені на основі соку плодів чорноплідної горобини, також можуть

використовуватися для маринування м'яса. Мінімальний час витримки м'яса у маринаді при кімнатній температурі (+25 °C) становить 2 години, а в холодильних умовах (0–7 °C) – 24 години (Simonova et al., 2023).

Дослідження напівфабрикатів з м'яса птиці за показниками безпеки, зокрема мікробіологічними, проводили після 15 діб зберігання при температурі 0–4 °C. Аналізували вміст мезофільно-аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів. Встановлено, що кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів (КМА-ФАНМ) у контрольному зразку перевищувала допустимі норми і становила $1,9 \times 10^3$ КУО на 1 г продукту, що не відповідало вимогам. У дослідних зразках напівфабрикатів з м'яса птиці загальний рівень бактеріального обсіменіння мікроорганізмами знаходився в межах норми. Найнижчий показник був виявлений у зразку No 3 – $2,5 \times 10^2$ КУО на 1 г продукту (Simonova et al., 2023).

Проведені дослідження Тищенко В. І. та іншими науковцями, свідчать про відсутність ознак окисного псування у всіх дослідних зразках напівфабрикатів, маринованих із додаванням соку плодів йошти. Зокрема, після 7 діб зберігання при температурі 0–4 °C пероксидне число у курячих гомілках становило $0,08 \pm 0,01$ % J_2 , а у крильцях – $0,05 \pm 0,01$ % J_2 , що значно нижче порівняно з контрольними зразками. Натомість у зразках, маринованих із використанням суміші “Трильмік”, показники пероксидного числа були вищими — $0,11 \pm 0,01$ % у гомілках і $0,09 \pm 0,02$ % у крильцях.

Кислотне число на 7-му добу також виявилось нижчим у зразках з додаванням соку йошти: $1,88 \pm 0,01$ мг КОН/г у гомілках та $1,75 \pm 0,01$ мг КОН/г у крильцях, проти $2,33 \pm 0,02$ мг КОН/г і $1,89 \pm 0,02$ мг КОН/г у контрольних відповідно. Це вказує на значне уповільнення гідролізу тригліцеридів у присутності фенольних сполук.

Рівень рН у всіх зразках був стабільним (у середньому $6,13 \pm 0,13$), а теплові втрати становили $19,09 \pm 0,89$ % у контролі та $17,59 \pm 0,11$ % у дослідних гомілках. У крильцях різниця у втраті маси була несуттєвою ($13,45 \pm 0,20$ % в середньому).

Одержані результати підтверджують високий антиоксидантний потенціал ягід йошти, завдяки вмісту фенольних сполук, які здатні ефективно уповільнювати як гідролітичні, так і окислювальні процеси. Це дозволяє розглядати екстракти йошти як перспективні натуральні інгредієнти для збагачення м'ясних напівфабрикатів та подовження їх терміну зберігання без використання синтетичних антиоксидантів (Tyshchenko, Bozhko, & Vdovychenko, 2024)

Вітчизняні науковці зробили значний внесок у розробку науково-практичних засад заміни оцтової кислоти в традиційних маринадах на компоненти натуральної сировини. Вони досліджували вплив маринадів на основі молочної, лимонної та яблучної кислот на функціонально-технологічні властивості м'яса дикого кабана. Результати показали, що молочна кислота є найефективнішою для маринування м'яса дикого кабана з максимальною тривалістю обробки 48 годин. Також запропоновано метод виробництва делікатесних м'ясних продуктів, який включає використання маринадів з термічно обробленого соку чи пюре ківі, соку граната та соку обліпіхи протягом 24–27 годин при концентраціях 18–25–31 % (Borodai et al., 2023).

Бородай А. Б., Горобець О. М., Хомич Г. П. та інші зазначають, що на основі проведених фізико-хімічних досліджень фруктової сировини було підтверджено наявність високих концентрацій біологічно активних речовин з резистентною дією, таких як органічні кислоти, фенольні та пектинові сполуки. Також визначено якісний і кількісний вміст органічних кислот у рослинній сировині: в плодах лимонів та ягодах журавлини переважає лимонна кислота, а в плодах хеномелесу – яблучна кислота.

Результати мікробіологічних досліджень показали, що органічні кислоти, що містяться в соках і пюре, здатні стримувати розвиток мікроорганізмів, що забезпечує мікробіологічну безпеку маринадів та м'ясних напівфабрикатів. Вивчення впливу фруктових соків на

розвиток мікроорганізмів при обробці м'яса свинини та яловичини показало, що соки журавлини та хеномелесу мають найвищі протимікробні властивості.

Після обробки м'ясних напівфабрикатів із яловичини спостерігалось зниження кількості мікроорганізмів з $0,9 \cdot 10^3$ до $6,0 \cdot 10^2$ КУО/г, а для свинини – з $1,0 \cdot 10^3$ до $6,7 \cdot 10^2$ КУО/г. Було встановлено, що застосування органічних кислот у технології харчових продуктів не тільки знижує рівень мікробного забруднення, але й позитивно впливає на важливі споживчі властивості, зокрема на ніжність сировини та зменшення втрат при тепловій обробці.

Найкращі результати щодо ніжності сировини та мінімальних втрат при тепловій обробці були отримані за використання маринадів на основі соку хеномелесу та журавлини. Антиоксиданти, що містяться в цих соках, уповільнюють окиснення міоглобіну та гемоглобіну під час обробки маринованого м'яса, що покращує його смакові якості та надає йому приємний фруктовий відтінок. Дослідження підтвердили ефективність застосування соків хеномелесу та журавлини для маринування м'ясної сировини, зокрема свинини та яловичини, під час приготування шашликів. Впровадження цих фруктових маринадів сприятиме розширенню асортименту натуральних маринадів і покращенню харчової та біологічної цінності готових виробів (Borodai et al., 2023).

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ. Застосування ягід та фруктів у напівфабрикатах із м'яса є перспективним напрямом, що спрямований на покращення якості та безпечності м'ясних виробів, окислювальної стабільності та органолептичних показників. Проведені дослідження свідчать про ефективність використання різних ягід та фруктів з метою покращення основних характеристик м'ясних напівфабрикатів. Зокрема, дослідниками встановлено, що екстракти плодів журавлини, гранату, чорноплідної горобини та інші ягоди володіють вираженими антиоксидантними властивостями, які дозволяють знизити рівень перекисного окислення ліпідів у м'ясних виробках, що дозволяє збільшити терміни зберігання без втрати харчової цінності продуктів, за рахунок значної кількості фенольних сполук, флавоноїдів та органічних кислот, які пригнічують перекисне окислення шляхом поглинання вільних радикалів.

Також, фруктові екстракти володіють антимікробною дією, плоди гранату та журавлини продемонстрували ефективність проти таких патогенів як *Escherichia coli*, *Salmonella spp.*, *Listeria monocytogenes* та мікроорганізмів, що спричиняють псування, таких як *Pseudomonas spp.* та молочнокислі бактерії, тим самим дозволяючи зменшити використання синтетичних консервантів.

Babaoğlu A. S. та інші вчені оцінювали органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні характеристики котлет із яловичини, до складу яких, були додані водяні екстракти плодів чорної та червоної смородини, чорниці та чорноплідної горобини, упродовж 9 днів зберігання в холодильнику. Результати досліджень свідчили про уповільнення окислення ліпідів та мікробіологічного обсіменіння, що вказує на консервуючі властивості екстрактів доданих плодів (Babaoğlu et al., 2022).

Andrés A. I. та інші науковці вивчали антиоксидантний потенціал червоних виноградних кісточок, гранатів, оливок та томатів у формі водних екстрактів та їх вплив на терміни зберігання сирих котлет із м'яса ягнят. У ході досліджень підтвердили антиоксидантну дію екстрактів оливок та кісточок червоного винограду, екстракти пригнічують розвиток мікроорганізмів, окислення жирів та білків м'ясних продуктів (Andrés et al., 2017).

Разом із іншими вченими José Manuel Lorenzo розглядали застосування ягід чорниці, журавлини, винограду та чорної смородини у якості натуральних антиоксидантів у м'ясних виробках. У ході досліджень підтверджено потенціал використання екстрактів, як альтернатива синтетичних антиоксидантів (Lorenzo et al 2018).

ВИСНОВКИ. Під час аналізу літературних джерел встановлено, що фрукти та ягоди є багатим джерелом біологічно активних сполук – поліфенолів, флавоноїдів, антоціанів, вітамінів, органічних кислот, мінералів та харчових волокон, які виявляють виражену антиоксидантну активність. Завдяки цим властивостям вони здатні покращувати мікробіологічні, фізико-хімічні та органолептичні показники м'ясних продуктів, а також продовжувати термін їхнього зберігання.

Використання фруктових та ягідних порошків, екстрактів і пюре у технології м'ясних виробів сприяє зменшенню окиснювальних процесів, уповільненню розвитку патогенної мікрофлори, а також збагаченню продукту на цінні нутрієнти. Окремо варто відзначити позитивний вплив таких інгредієнтів, як журавлина, чорна смородина, обліпіха, гранат, вишня, брусниця, на збереження якості м'яса під час зберігання та термічної обробки.

З огляду на зростання попиту споживачів на натуральні, функціональні та безпечні харчові продукти, перспективи використання фруктів і ягід у м'ясній промисловості є надзвичайно високими. Подальші дослідження в цьому напрямі повинні бути спрямовані на оптимізацію технологічних параметрів виробництва, визначення ефективних концентрацій додатків і оцінку їх впливу на якість готових виробів.

Подяки. Немає.

Конфлікт інтересів. Немає.

References

- Holembovska, N., Salenko, T., & Lebska, T. (2015). Use of plant raw materials in the composition of preserved freshwater fish. *Food Industry of Agriculture*, 4, 26-29.
- Borodai, A. B., Horobets, O. M., Khomych, H. P., Levchenko, Yu. V., & Matsuk, Yu. A. (2023). Use of fruit raw material as a source of organic acids in the technology of small pieces of semi-finished meat. *Journal of Chemistry and Technologies*, 30(4), 613–626. <https://doi.org/10.15421/jchemtech.v30i4.260055>
- Novikova, N. V., Yefymova, A. L., & Antonova, D. S. (2023). Development of technology for the production of semi-finished meat products using vegetable raw materials. *Taurian Scientific Herald. Series: Technical sciences*, 1, 89-95. <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2023.1.9>
- Chepurda, L. M., Chepurda, H. M., Bieliaieva, S. S., Bielikova, M. V., Hladkyi, O. V., Marekha, I. S., & Byshovets, L. H. (2023). *Tourist and hotel and restaurant business in the period of crisis: Problems of development and regulation* (L. M. Chepurda, Ed.). Cherkasy: Cherkasy State Technological University.
- Orădan, A. C., Tocai (Moțoc), A. C., Rosan, C. A., & Vicas, S. I. (2024). Fruit Extracts Incorporated into Meat Products as Natural Antioxidants, Preservatives, and Colorants. *Processes*, 12(12), 2756. <https://doi.org/10.3390/pr12122756>
- Suriyaprom, S., Mosoni, P., Leroy, S., Kaewkod, T., Desvaux, M., & Tragoolpua, Y. (2022). Antioxidants of Fruit Extracts as Antimicrobial Agents against Pathogenic Bacteria. *Antioxidants*, 11(3), 602. <https://doi.org/10.3390/antiox11030602>
- Pedisić, S., Zorić, Z., Repajić, M., Levaj, B., Dobrinčić, A., Balbino, S., Čošić, Z., Dragović-Uzelac, V., & Elez Garofulić, I. (2025). Valorization of Berry Fruit By-Products: Bioactive Compounds, Extraction, Health Benefits, Encapsulation and Food Applications. *Foods*, 14(8), 1354. <https://doi.org/10.3390/foods14081354>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (n.d.). Home. FAO. URL: <https://www.fao.org/home/en>
- Lebedynets, V. T., & Moroz, M. M. (2023). Use of vegetable antioxidants in bakery production. In *Modern trends in the development of the economy, entrepreneurship, technologies and their legal support* (p. 276–278). Lviv University of Trade and Economics

- Volkova, S. O. (2023). Increasing the biological value of a food product through the use of aronia fruits. *Materials of the 10th All-Ukrainian scientific and technical conference of higher education graduates based on the results of scientific research in 2022. Faculty of Agricultural Technologies and Ecology* (February 5-20, 2023, Zaporizhzhia)/Dmytro Motornyi Tavri State Agro-Technological University; answer for issue VP Skiba. Zaporizhzhia: TDATU, 2023. 163 p., 26.
- Shtonda, O., & Kulyk, V. (2022). Influence of balsamic vinegar on the quality indicators of natural semi-finished pork meat products. *Animal Science and Food Technology*, 13(3). [https://doi.org/10.31548/animal.13\(3\).2022.59-66](https://doi.org/10.31548/animal.13(3).2022.59-66)
- Simonova, I., & Peshuk, L. (2023). Organic acids of berry raw materials in the physiology of human nutrition. *Grail of Science*, 25, 163–168. <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.17.03.2023.026>
- Osokina, N., Herasymchuk, O., & Kostetska, K. (2019). Biologically active substances in cans of black currant berries under complex processing. *UKRAINIAN BLACK SEA REGION AGRARIAN SCIENCE*, 103(3), 44–51. [https://doi.org/10.31521/2313-092x/2019-3\(103\)-6](https://doi.org/10.31521/2313-092x/2019-3(103)-6)
- Shtonda, O., & Pasichnyi, V. (2019). Prospects of use of fruit-berry raw materials in the technology of meat natural semi-filled products. *Scientific Works of National University of Food Technologies*, 25(6), 194–200. <https://doi.org/10.24263/2225-2924-2019-25-6-25>
- Slipchenko, H. D., Okhrimenko, O. O., & Slypchenko, H. D. (2019). Selection of the composition and technology of anti-inflammatory suppositories. *Scientific achievements of modern society. Abstracts of 4th International scientific and practical conference. Cognum Publishing House. Liverpool, United Kingdom*. Pp. 21-27. URL: <https://sci-conf.com.ua>.
- Morhunov, S. V., & Korol, V. V. (2020). Prospects for the study of the BAR of the skin of pomegranate fruits. Topical issues of new medicines development: *materials of the XXVII International scientific and practical conference of young scientists and students (April 8-10, 2020, Kharkiv)*. Kharkiv: NFaU, 2020. P. 38-39.
- Radünz, M., dos Santos Hackbart, H. C., Camargo, T. M., Nunes, C. F. P., de Barros, F. A. P., Dal Magro, J., Filho, P. J. S., Gandra, E. A., Radünz, A. L., & da Rosa Zavareze, E. (2020). Antimicrobial potential of spray drying encapsulated thyme (*Thymus vulgaris*) essential oil on the conservation of hamburger-like meat products. *International Journal of Food Microbiology*, 330, 108696. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2020.108696>
- Olvera-Aguirre, G., Piñeiro-Vázquez, Á. T., Sanginés-García, J. R., Sánchez Zárate, A., Ochoa-Flores, A. A., Segura-Campos, M. R., Vargas-Bello-Pérez, E., & Chay-Canul, A. J. (2023). Using plant-based compounds as preservatives for meat products: A review. *Heliyon*, 9(6). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e17071>
- CMLP, G., TH, F., CYC, Y., LB, C., V, B., AS, N., & MA, Z. (2021). Effects of Copper Supplementation on Lipid Oxidation and Meat Quality of Merino X Texel Lambs. *Journal of Food and Nutrition Research*, 9(10), 539–549. <https://doi.org/10.12691/jfnr-9-10-6>
- Domínguez, R., Pateiro, M., Gagaoua, M., Barba, F. J., Zhang, W., & Lorenzo, J. M. (2019). A Comprehensive Review on Lipid Oxidation in Meat and Meat Products. *Antioxidants*, 8(10), 429. <https://doi.org/10.3390/antiox8100429>
- Amoli, P., Hadidi, M., Hasiri, Z., Rouhafza, A., Jelyani, A., Hadian, Z., Khaneghah, A., & Lorenzo, J. (2021). Incorporation of Low Molecular Weight Chitosan in a Low-Fat Beef Burger: Assessment of Technological Quality and Oxidative Stability. *Foods*, 10(8), 1959. <https://doi.org/10.3390/foods10081959>
- Domínguez, R., Pateiro, M., Munekata, P. E. S., Zhang, W., Garcia-Oliveira, P., Carpena, M., Prieto, M. A., Bohrer, B., & Lorenzo, J. M. (2021). Protein Oxidation in Muscle Foods: A Comprehensive Review. *Antioxidants*, 11(1), 60. <https://doi.org/10.3390/antiox11010060>

- Hadidi, M., Orellana-Palacios, J. C., Aghababaei, F., Gonzalez-Serrano, D. J., Moreno, A., & Lorenzo, J. M. (2022). Plant by-product antioxidants: Control of protein-lipid oxidation in meat and meat products. *LWT*, 169, 114003. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.114003>
- Simonova, I., Halukh, B., Drachuk, U., & Basarab, I. (2023). Improvement of poultry meat marinated semi-finished product technology. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 25(99), 61–68. <https://doi.org/10.32718/nvlvet-f9911>
- Tyshchenko, V. I., Bozhko, N. V., & Vdovychenko, Y. R. (2024). *Development of marinade formulations for craft poultry semi-finished products using josta berries*. In *Innovative approaches in industrial and craft production: Challenges and opportunities: Program and materials of the 2nd Forum* (pp. 10–12). Kyiv: National University of Food Technologies.
- Babaoğlu, A. S., Unal, K., Dilek, N. M., Poçan, H. B., & Karakaya, M. (2022). Antioxidant and antimicrobial effects of blackberry, black chokeberry, blueberry, and red currant pomace extracts on beef patties subject to refrigerated storage. *Meat Science*, 187, 108765. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2022.108765>
- Andrés, A. I., Petrón, M. J., Adámez, J. D., López, M., & Timón, M. L. (2017). Food by-products as potential antioxidant and antimicrobial additives in chill stored raw lamb patties. *Meat Science*, 129, 62–70. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.02.013>
- Lorenzo, J. M., Pateiro, M., Domínguez, R., Barba, F. J., Putnik, P., Kovačević, D. B., Shpigelman, A., Granato, D., & Franco, D. (2018). Berries extracts as natural antioxidants in meat products: A review. *Food Research International*, 106, 1095–1104. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.12.005>

Отримано 27.03.2025 р., прийнято до друку 06.06.2025 р.

УДК 664.858:004.8

<https://doi.org/10.31548/humanhealth.2.2025.105>

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ РИБНИХ ПАСТ ПІДВИЩЕНОЇ БІОЛОГІЧНОЇ ЦІННОСТІ ВПРОДОВЖ ЗБЕРІГАННЯ

Іван Миколайович Баль

Здобувач ступеня доктора філософії,

<https://orcid.org/0009-0007-1608-5263>

Національний університет біоресурсів і природокористування України

03041, вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, Україна

Анотація. Харчова продукція з рибної сировини з кожним роком стає все більш популярною серед споживачів. Водночас актуальним є використання усіх частин риб для виробництва рибних паст. Метою роботи є дослідження числа Неслера, пероксидного та кислотного чисел, мікробіологічних та органолептичних показників якості розроблених рибних паст впродовж зберігання. За результатами досліджень, встановлено, що використання в технології рибних паст виключно м'яса форелі та кларієвого сома не забезпечує збереження ніжної та соковитої консистенції впродовж 120 год. зберігання. Використання молок горбуші як додаткової сировини дає змогу зберегти високі органолептичні показники якості впродовж 120 год. зберігання. Встановлено, що впродовж 144 год. у зразках рибних паст збільшується число Неслера. Зразок рибної пастки, вироблений із використанням молок горбуші характеризується меншим значенням пероксидного числа та ступенем гідролізу впродовж 144 год. порівняно з контролем та зразками, що містять виключно м'ясо форелі та кларієвого сома. Встановлено, що використання молок горбуші у рибній пасті дало змогу отримати в ній менший показник МАФАНМ впродовж 144 год. зберігання, а бактерії групи кишкової палички, *S. Aureus*, патогенні мікроорганізми, у тому числі сальмонела та *L. Monocytogenes* не були виявлені у контрольному та дослідних зразках рибних паст упродовж 144 год. зберігання. Для забезпечення високих показників якості та безпечності, зразок № 3, який містить молок горбуші, рекомендовано зберігати не більше 120 год. за температури 0...4 °C.

Ключові слова: рибні пастки, кислотне число, органолептичні показники, пероксидне число, мікробіологічні показники, зберігання

UDC 664.858:004.8

<https://doi.org/10.31548/humanhealth.2.2025.105>

RESEARCH ON QUALITY AND SAFETY INDICATORS OF FISH PASTE OF ENHANCED BIOLOGICAL VALUE DURING STORAGE

Ivan Bal

applicant for higher education with the degree of Doctor of Philosophy

<https://orcid.org/0009-0007-1608-5263>

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

03041, Heroiv Oborony Str., 15, Kyiv, Ukraine

Abstract. Food products from fish raw materials are becoming more and more popular among consumers every year. At the same time, the use of all parts of fish for the production of fish pastes is relevant. The aim of the work is to study the Nessler number, peroxide and acid numbers, microbiological and organoleptic quality indicators of the developed fish pastes during storage.

According to the results of the research, it was found that the use of exclusively trout and catfish meat in the technology of fish pastes does not ensure the preservation of a tender and juicy consistency during 120 hours of storage. The use of pink salmon milt as an additional raw material makes it possible to maintain high organoleptic quality indicators during 120 hours of storage. It was found that the Nessler number increases in fish paste samples during 144 hours. A fish paste sample produced using pink salmon milt is characterized by a lower peroxide value and degree of hydrolysis during 144 hours compared to the control and samples containing exclusively trout and catfish meat. It was found that the use of pink salmon milt in fish paste made it possible to obtain a lower MAFAnM index in it during 144 hours of storage, and bacteria of the *E. coli* group, *S. Aureus*, pathogenic microorganisms, including *Salmonella* and *L. Monocytogenes* were not detected in the control and experimental samples of fish pastes during 144 hours of storage. To ensure high quality and safety indicators, sample No. 3, which contains pink salmon milt, is recommended to be stored for no more than 120 hours at a temperature of 0...4 °C.

Keywords: fish pastes, acid value, organoleptic indicators, peroxide value, microbiological indicators, storage

ВСТУП. Рибна сировина і вироблена з неї харчова продукція є важливими елементами продовольчої безпеки (Peng et al., 2023; Stankus, 2023). Споживання рибної продукції проявляє тенденцію постійного зростання як у світі, так і в Україні (Han et al., 2022; Bal et al., 2023). Обумовлено це тим, що рибна сировина і харчова продукція має повноцінний білок із усіма біологічно активними ліпідами, макро- та мікроелементами, водо- та жиророзчинними вітамінами, ферментами, здібними задовольняти добову потребу людини (Aspevik et al., 2021; Ahmed et al., 2022).

Одним з напрямів технології переробки гідробіонтів є розроблення безвідходних технологій переробки сировини (Pérez et al., 2023; Furey et al., 2022).

Сировина водного походження містить у середньому 30...50 % м'язової тканини, остання маса приходить на шкіру, кістки, печінку, шлунково-кишковий тракт, статеві залози та ін. Тому одним з важливих завдань технології сировини є використання усіх частин тіла гідробіонтів (Ali et al., 2022).

Технологія кулінарних рибних продуктів на основі подрібненої м'язової тканини є одним із пріоритетним напрямком рибної галузі, яке вносить значний внесок у вирішені проблеми створення полікомпонентних харчових продуктів (Menchynska et al., 2021). Обумовлено це особливостями технології виготовлення рибних паст, яка дозволяє формувати рецептури, здібні задовольняти потреби організму людини у незамінних факторах харчування у відповідності до сучасних рекомендацій ФАО/ВООЗ. На ринку України є власні ресурси аквакультури кларієвого сома, з якого виготовлюють у вареному, смаженому вигляді, холодцю та у складі ковбас (Menchynska et al., 2024). З метою розширення асортименту харчової продукції з кларієвого сома доцільно апробувати використання м'яса цієї риби у технології рибних паст.

У технології рибних паст використовують подрібнення сировини, яке суттєво впливає на властивості і вихід готової продукції, консистенцію, структурно-механічні властивості, вологозв'язуючу та вологоутримуючу здатність. Доведено доцільність використання молок риб, а саме молок горбуші, які також присутні на ринку України. Ця сировина дозволяє виготовляти широку групу харчових продуктів та визначено, що молоки лососевих риб є високобілковою сировиною із високим вмістом нуклеопротейдів, фосфоліпідів, стеринів, жиророзчинних вітамінів, поліненасичених жирних кислот родин ω -3 і ω -6 (Choung et al., 2024).

Так, автором розроблено технологію рибної пасти підвищеної біологічної цінності (Slobodyanyuk et al., 2023), рецептурний склад якої наведено у таблиці 1.

Таблиця 1. Рецептний склад рибних паст підвищеної біологічної цінності

Інгредієнти	Кількість інгредієнтів, %		
	Зразок № 1	Зразок № 2	Зразок № 3
М'ясо кларієвого сома	30,0	45,0	30,0
М'ясо форелі	30,0	15,0	15,0
Молоки горбуші	—	—	20,0
Морква	9,0	9,0	5,0
Цибуля ріпчаста пасерована	5,0	5,0	5,0
Томатна паста	10,0	10,0	10,0
Олія соняшникова	12,2	12,2	12,7
Сіль кухонна	3,0	3,0	1,5
Цукор	0,5	0,5	0,5
Кислота оцтова харчова	0,2	0,2	0,2
Перець чорний мелений	0,05	0,05	0,05
Перець духмяний мелений	0,02	0,02	0,02
Коріандр мелений	0,03	0,03	0,03
Всього	100,0	100,0	100,0

Ця технологія передбачає використання нетрадиційної та перспективної сировини, зокрема, м'яса кларієвого сома та молоко горбуші для підвищення біологічної цінності готового продукту (Bal et al., 2025). В той же час виникає науковий інтерес дослідження показників якості та безпечності розроблених рибних паст впродовж зберігання.

Мета роботи дослідження числа Неслера, пероксидного та кислотного чисел, мікробіологічних та органолептичних показників якості рибних паст впродовж зберігання.

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ. Дослідження якості та безпечності рибних продуктів підвищеної біологічної цінності є актуальним напрямом сучасної харчової науки. Bal et al. (2025) провели комплексне дослідження зміни показників якості рибних паст із збагачувальними добавками впродовж зберігання за температури $4\pm 2^{\circ}\text{C}$. Автори встановили, що введення природних антиоксидантів дозволяє подовжити термін зберігання продукту на 25-30% порівняно з контрольними зразками без суттєвої втрати органолептичних характеристик.

У роботі Menchynska et al. (2024) досліджено вплив різних типів упаковки на збереження біологічно активних речовин у рибних пастах. Науковці продемонстрували, що використання модифікованої газової атмосфери (МГА) з підвищеним вмістом CO_2 дозволяє зберегти до 85% омега-3 жирних кислот протягом рекомендованого терміну зберігання, тоді як традиційна упаковка забезпечує збереження лише 65% цих цінних компонентів.

Дослідження Aspevik et al., (2021) присвячене вивченню мікробіологічних показників безпечності рибних паст з підвищеним вмістом білка. Автори встановили критичні контрольні точки в технологічному процесі та розробили систему НАССР, яка забезпечує мікробіологічну стабільність продукту протягом 21 доби зберігання за температури $2-6^{\circ}\text{C}$.

Особливу увагу заслуговує робота Peng et al. (2023), у якій вивчено динаміку зміни реологічних властивостей рибних паст під час зберігання. Дослідники виявили, що найбільш чутливим показником свіжості є в'язкість продукту, яка змінюється на 15-20% раніше за інші фізико-хімічні параметри, що дозволяє використовувати цей показник як експрес-метод контролю якості.

Stankus, (2023) досліджували вплив різних консервантів природного походження на показники безпечності рибних паст. Автори встановили, що екстракт розмарину в концентрації 0,02 % проявляє найбільшу ефективність щодо пригнічення окислювальних процесів, забезпечуючи стабільність продукту протягом 28 діб зберігання.

У контексті функціональних властивостей рибних продуктів важливими є результати досліджень Ahmed et al. (2022) , які вивчали збереження вітамінів групи В у рибних пастах з додаванням пребіотиків. Науковці показали, що синбіотичні композиції не лише покращують функціональні властивості продукту, але й сприяють кращому збереженню водорозчинних вітамінів протягом зберігання.

Menchynska et al., (2021) провели порівняльний аналіз показників якості рибних паст, виготовлених за різними технологіями. Дослідники встановили, що застосування ультразвукової обробки на етапі гомогенізації дає змогу покращити емульсійну стабільність та подовжити термін зберігання продукту на 20-25 %.

Незважаючи на значний обсяг досліджень у галузі зберігання рибних продуктів, існує потреба в більш детальному вивченні комплексної зміни показників якості та безпечності рибних паст підвищеної біологічної цінності з урахуванням специфіки їх збагаченого складу та функціональних властивостей впродовж усього терміну зберігання.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ. Дослідний зразок № 3 виробляли за рецептурною композицією (табл. 1) у такий спосіб: м'ясо форелі, м'ясо кларієвого сома та молоки горбуші промивали та солили шляхом перемішування з сіллю. Овочі очищали, мили, подрібнювали, пасерували та протирали з додаванням розчину оцтової кислоти. Промиті та засолені м'ясо форелі, м'ясо кларієвого сома та молока горбуші поміщали у подрібнювач, додавали очищені, промиті, подрібнені, пасеровані, протерті з додаванням розчину оцтової кислоти овочі та спеції, подрібнювали, пастеризували та охолоджували з отриманням маси. Дослідні зразки № 1 та 2 виробляли за аналогічною технологією, але без використання молок горбуші. Контрольний зразок виробляли за технологією (Menchynska et al., 2021).

Отримані зразки рибних паст зберігали за температури 0...4 °С упродовж 6 діб та кожену добу визначали показники якості та безпечності.

Число Неслера визначали шляхом готування фільтрату, екстрагування протягом при періодичному збовтуванні з отриманням витяжки. Витяжку відфільтровували, додавали реактив та центрифугували. Отриманий розчин порівнювали із стандартною шкалою (López-Tejeda et al., 2021).

Ступінь гідролізу ліпідів визначали за методикою згідно ДСТУ EN ISO 660:2019. Наважку розчиняли у спирто-ефірній суміші. До розчину додавали фенолфталеїн та титрували розчином гідроксиду калію до появи стійкого рожевого забарвлення. Кислотне число обчислювали за формулою:

$$КЧ = (V * T * 5,61) / n,$$

Де, V – кількість 0,1 н. розчину лугу, використаного на титрування, мл;

T – коефіцієнт поправки на титр 0,1 н. розчину калій гідроксиду;

5,61 – коефіцієнт перерахунку мл 0,1 н. розчину калій гідроксиду в мг;

n – наважка, г.

Кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів (МАФАНМ) визначали згідно з ДСТУ 8446 : 2015, бактерії групи кишкової палички – згідно з ДСТУ 30726:2002, *Staphylococcus aureus* – згідно з ГОСТ 10444.2-94, патогенні мікроорганізми, у т.ч. роду *Salmonella* – згідно з ДСТУ EN 12824 : 2004, *Listeria monocetogenes* – згідно з ДСТУ ISO 11290-1 : 2003.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ. Рибна паста як кулінарна продукція відноситься до харчових продуктів, які дуже швидко піддаються псуванню (Bashir et al., 2017). Тому, дотримання умов та режимів зберігання цієї продукції дуже важливо для забезпечення її якості та безпечності для споживачів (Naziba et al., 2017).

Упродовж терміну зберігання цієї продукції відбуваються зміни комплексу органолептичних, фізико-хімічних, біохімічних та мікробіологічних показників безпеки (Filho et al., 2020; Marques et al., 2020; Rahmanifarah et al., 2015).

У відповідності до нормативного терміну зберігання рибних паст після теплової обробки та охолодження при температурі 0...4 °C складає не більше ніж 5 діб. (Menchynska, 2018).

Характеристика змін органолептичних показників рибних паст впродовж зберігання представлено на рисунку 1.

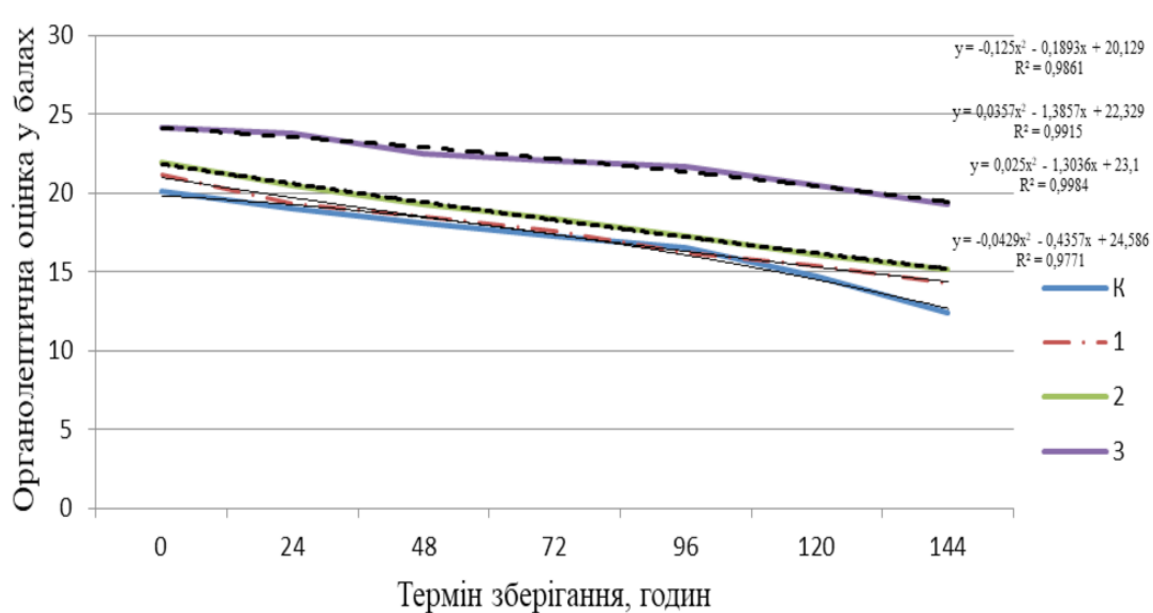


Рисунок 1. Динаміка зміни органолептичних показників зразків рибних паст впродовж зберігання

На рисунку 2 наведено зміни числа Неслера за зберігання зразків рибних паст.

З рисунку 1 видно, що впродовж зберігання визначено погіршення органолептичних показників в усіх зразках рибних паст, головним чином за запахом (появою специфічного запаху) та кольором (появи світло-сірого відтінку). Присутність у складі рибних паст м'язової тканини (зразки № 1 та № 2) не забезпечує збереження ніжної та соковитої консистенції. В той же час, у зразку рибної пасту рецептурного складу № 3 впродовж 120 годин (5 діб) соковита консистенція зберігалася. Подальше зберігання супроводжувалось появою негативного відтінку запаху та зміною кольору від світло рожевого до сірого. Тому, у відповідності до органолептичної оцінки термін зберігання рибної пасту, виробленої за рецептурою № 3 необхідно обмежити до 120 годин.

Порівняльний аналіз результатів (рис. 2) корелюють з результатами попередніх досліджень (рис. 1). Впродовж зберігання збільшується число Неслера у всіх зразках рибних паст, однак ця тенденція менш виражена у зразку № 3.

Поряд зі зміною органолептичних показників та числа Неслера при зберіганні рибних продуктів відбуваються процеси окиснення та гідролізу ліпідів (Shim et al., 2012). Результати досліджень окиснення та гідролізу ліпідів зразків рибних паст представлено на рис. 3 та рис. 4.

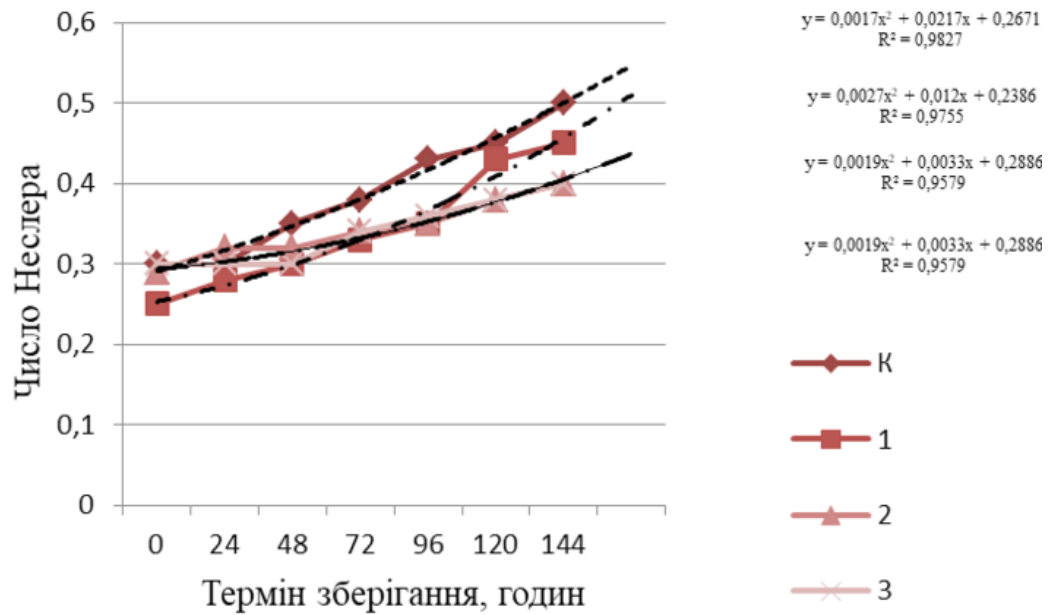


Рисунок 2. Зміни числа Неслера у зразках рибних пастах упродовж зберігання

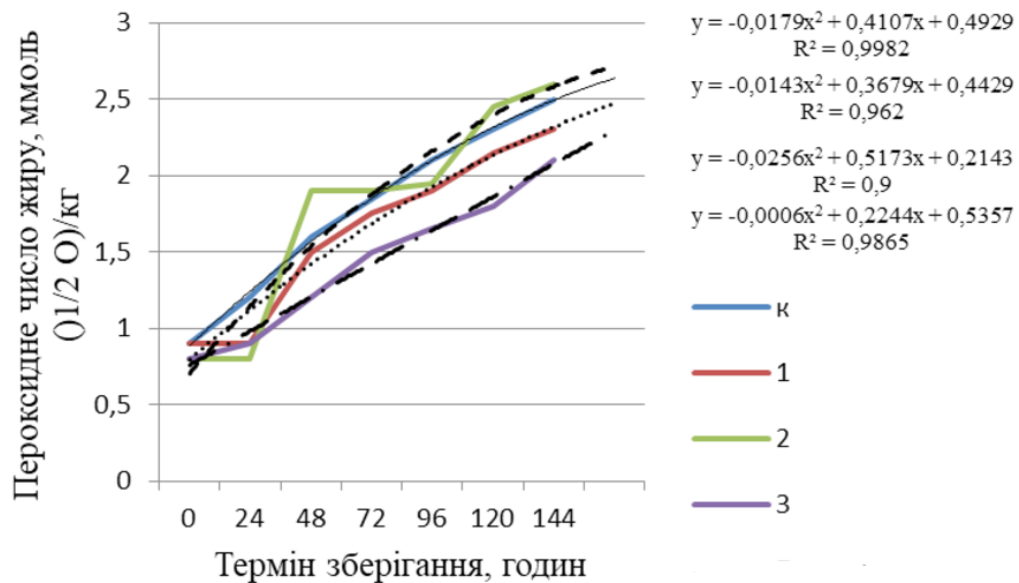


Рисунок 3. Зміна пероксидного числа ліпідів у зразках рибних паст впродовж зберігання

Динаміка змін показників пероксидного числа при зберіганні зразків рибних паст (рис. 3) характеризується лінійним накопиченням продуктів первинного окиснення ліпідів і свідчить про високу якість ліпідів за цим показником. Так, на початку зберігання визначено незначне збільшення пероксидного числа у зразках рибних паст.

Гідролітичний розпад ліпідів у зразках рибних паст (рис. 4) не суттєво відрізняється і характеризується повільним накопиченням вільних жирних кислот, частка яких впродовж терміну зберігання не перевищує допустиме значення.

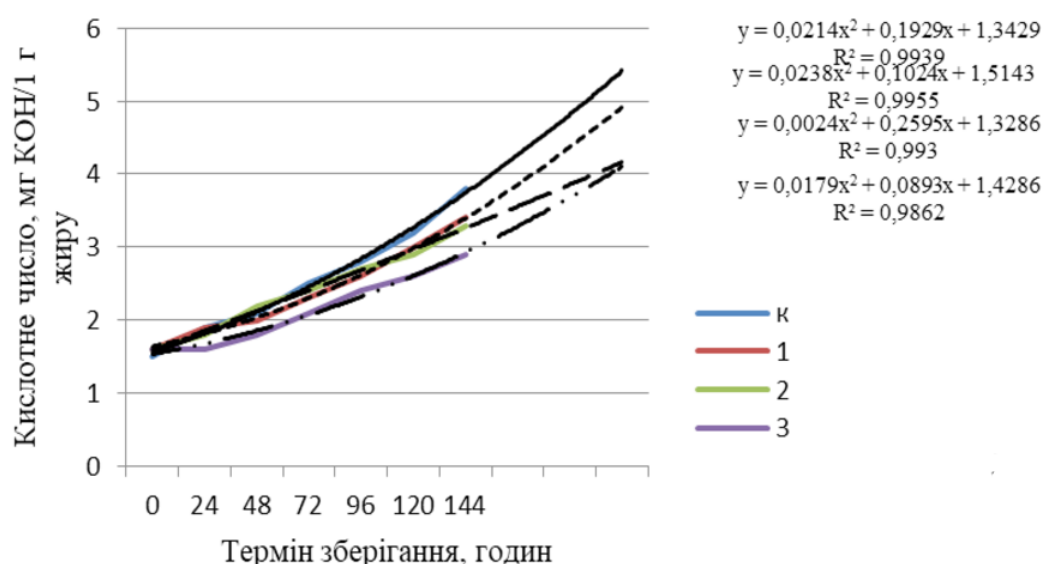


Рисунок 4. Динаміка гідролізу ліпідів у зразках рибних паст впродовж зберігання

Результати досліджень мікробіологічної безпеки зразків рибних паст впродовж зберігання представлені в таблиці 2.

Таблиця 2. Зміни мікробіологічних показників зразків рибних паст впродовж зберігання

Показники	Термін зберігання, годин	Зразки			
		Контроль	№ 1	№ 2	№ 3
МАФАНМ, КУО/г	0	$(2,1 \pm 0,10) \times 10^2$	$(2,9 \pm 0,13) \times 10^2$	$(1,7 \pm 0,23) \times 10^2$	$(1,9 \pm 0,18) \times 10^2$
	24	$(2,9 \pm 0,12) \times 10^3$	$(1,2 \pm 0,10) \times 10^3$	$(2,1 \pm 0,17) \times 10^3$	$(2,5 \pm 0,06) \times 10^3$
	48	$(3,2 \pm 0,14) \times 10^4$	$(5,7 \pm 0,12) \times 10^3$	$(2,5 \pm 0,14) \times 10^4$	$(2,3 \pm 0,13) \times 10^4$
	96	$(7,2 \pm 0,15) \times 10^4$	$(2,5 \pm 0,07) \times 10^4$	$(5,1 \pm 0,16) \times 10^4$	$(5,0 \pm 0,15) \times 10^4$
	120	$(8,3 \pm 0,13) \times 10^4$	$(6,4 \pm 0,13) \times 10^4$	$(7,4 \pm 0,11) \times 10^4$	$(7,2 \pm 0,13) \times 10^4$
	144	$(2,1 \pm 0,09) \times 10^5$	$(2,3 \pm 0,07) \times 10^5$	$(1,3 \pm 0,14) \times 10^5$	$(1,7 \pm 0,12) \times 10^5$
	168	–	$(2,7 \pm 0,07) \times 10^5$	$(2,0 \pm 0,07) \times 10^5$	$(1,9 \pm 0,07) \times 10^5$
БГКП в 0,1 г	0-144	не виявлено			
<i>S. aureus</i> в 0,1 г	0-144	не виявлено			
Патогенні, в т. ч. сальмонела в 25 г	0-144	не виявлено			
<i>L. monocytogenes</i> в 25 г	0-144	не виявлено			

Як видно з результатів досліджень таблиці 2 у контрольному зразку рибної пасті зі збільшенням терміну зберігання до 144 годин (6 діб) МАФАНМ досягає критичного рівня і після 168 годин (7 діб) перевищує допустиме значення, яке становить $2,1 \pm 0,09 \times 10^5$. За цим показником термін зберігання зразка № 1 також слід обмежити до 120 діб. Водночас показник МАФАНМ у зразках № 2 та № 3 був нижчим порівняно з контролем та зразком № 1. Таким чином, термін зберігання зразків рибних паст № 2 і № 3 треба обмежити до 120 год. Слід відмітити, що бактерії групи кишкової палички, *S. Aureus*, патогенні мікроорганізми, в тому

числі сальмонела та *L. Monocytogenes* не були виявлені у зразках рибних паст впродовж 144 год. зберігання.

ВИСНОВКИ. 1. Встановлено, що присутність у складі зразків рибних паст виключно м'язової тканини (м'ясо форелі та кларієвого сома) не забезпечує збереження ніжної та соковитої консистенції впродовж 120 год. Зразок рибної пасти № 3, вироблений із використанням молок горбуші зберіг високі органолептичні показники якості впродовж 120 годин зберігання.

2. Упродовж зберігання у зразках рибних паст збільшується число Неслера. Однак збільшення цього показника є менш вираженим у зразку рибної пасти № 3.

3. Зразок рибної пасти № 3 характеризується меншим значенням пероксидного числа впродовж зберігання порівняно з контрольним зразком та зразками № 1 та № 2.

4. Встановлено, що ступінь гідролізу ліпідів у зразках (контрольному, № 1, № 2 та № 3) рибних пас характеризується повільним накопиченням вільних жирних кислот.

5. За результатами мікробіологічних показників встановлено, що показник МАФАнМ у зразках № 2 та № 3 був нижчим порівняно з контролем та зразком № 1, а бактерії групи кишкової палички, *S. Aureus*, патогенні мікроорганізми, в тому числі сальмонела та *L. Monocytogenes* не були виявлені у зразках рибних паст впродовж 144 год зберігання.

Отже, для забезпечення високих органолептичних показників та показників безпеки для споживача, зразок № 3 рекомендовано зберігати не більше 120 год за температури 0...4 °С.

Подяки. Немає.

Конфлікт інтересів. Немає.

References

- Ahmed, I., Jan, K., Fatma, S., & Dawood, M. A. O. (2022). Muscle proximate composition of various food fish species and their nutritional significance: A review. *Journal of animal physiology and animal nutrition*, 106(3), 690–719. <https://doi.org/10.1111/jpn.13711>
- Ali, A., Wei, S., Ali, A., Khan, I., Sun, Q., Xia, Q., Wang, Z., Han, Z., Liu, Y., & Liu, S. (2022). Research Progress on Nutritional Value, Preservation and Processing of Fish-A Review. *Foods*, 11(22), 3669. <https://doi.org/10.3390/foods1122366>
- Aspevik, T., Thoresen, L., Steinsholm, S., Carlehög, M., & Kousoulaki, K. (2021). Sensory and Chemical Properties of Protein Hydrolysates Based on Mackerel (*Scomber scombrus*) and Salmon (*Salmo salar*) Side Stream Materials. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 30(2), 176–187. <https://doi.org/10.1080/10498850.2020.1868644>
- Bal, I., Lebskyj, S., Tolok, G., Ustymenko, I., & Kyslytsia, Ya. (2023). State and prospects of fish processing technologies. *Animal Science and Food Technology*, 14(4), 9–25. <https://doi.org/10.31548/animal.4.2023.09>
- Bal, I.M., Lebsky, S.O., Lebska, T.K. (2025). *Justification of the use of trout meat and pink salmon milk for the production of fish pastes*. Collection of papers based on the results of the 13th International Scientific and Practical Conference of Scientists, Postgraduate Students and Students. Kyiv: NULES of Ukraine.
- Bashir, K.M.I., Kim, J.S., An, J.H., Sohn, J.H., & Choi, J.S. (2017). Natural food additives and preservatives for fish-paste products: A review of the past, present, and future states of research. *J. Food Qual*, 9675469. <https://doi.org/10.1155/2017/9675469>
- Choung, W., Shahriar, S., & Kwon, J. (2024). Fish milt and roe-derived functional proteins and peptides: composition, bioactivities, and applications, *International Journal of Food Science and Technology*, 11, 8124–8134. <https://doi.org/10.1111/ijfs.17581>

- Han, K., Leem, K., Choi, Y. R., & Chung, K. (2022). What drives a country's fish consumption? Market growth phase and the causal relations among fish consumption, production and income growth. *Fisheries Research*, 254, 106435. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2022.106435>
- Filho, P. R. C. D., Araújo, I. B., Raúl, L. J., Maciel, M. I. S., Shinohara, N. K. S., & Gloria, M. B. A. (2020). Stability of refrigerated traditional and liquid smoked catfish (*Sciades herzbergii*) sausages. *Journal of Food Science*, 86, 2939–2948. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15811>
- Furey, A. E., Hoeche, U., & Noci, F. (2022). Comparison of Physico-Chemical and Sensory Properties of Fish Spread Emulsions Manufactured Using Herring (*Clupea Harengus*) Milt, Cod (*Gadus Morhua*) Roe and Plaice (*Pleuronectes Platessa*) Roe. *Journal of Culinary Science & Technology*, 22(1), 16–33. <https://doi.org/10.1080/15428052.2022.2027308>
- Han, K., Leem, K., Choi, Y. R., & Chung, K. (2022). What drives a country's fish consumption? Market growth phase and the causal relations among fish. *Fisheries Research*, 254, 106435. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2022.106435>.
- López-Tejeida, S., Felix-Cuencas, L., De León-Ramirez, J. J., Flores-Tejeida, L. B., Villegas-Villegas, M. & García-Trejo, J. F. (2021). *Methods to measure nitrogen content in fish culture: A review*. 2021 XVII International Engineering Congress (CONIIN). Mexico: Queretaro.
- Marques, C., Lise, C. C., Lima, V. A. D., & Daltoe, M. L. M. (2020). Survival analysis and cut-off point to estimate the shelf life of refrigerated fish burgers. *Food Science and Technology*, 40, 171–177. <https://doi.org/10.1590/fst.36918>
- Menchynska, A.A. (2018). Improving the technology of fish pastes of increased biological value (PhD thesis). ONAFT. Odesa.
- Menchynska, A., Manoli, T., Ivaniuta, A., Ochkolias, O., & Stepanova, V. (2024). Quality characteristics of fish sausages made from African catfish (*Clarias gariepinus*). *Animal Science and Food Technology*, 1, 74–90. <https://doi.org/10.31548/animal.1.2024.74>
- Menchynska, A., Manoli, T., Tyshchenko, L., Pylypchuk, O., Ivanyuta, A., & HOLEMBOVSKA, N. (2021). (Biological value and consumer properties of fish pastes. *Food science and technology*, 15(3), 52–62. <https://doi.org/10.15673/fst.v15i3.2121>
- Naziba, T. K. (2017). A review on the techniques for quality assurance of fish and fish products. *International Journal of Advanced Research in Science and Engineering*, 4, 4190–4206.
- Peng, D., Mu, Y., Zhu, Y., Chu, J., & Sumaila, R. (2023). Insights from Chinese Mariculture Development to Support Global Blue Growth. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 31, 453–457. <https://doi.org/10.1080/23308249.2022.2124364>
- Pérez, A., Ruz, M., García, P., Jiménez, P., Valencia, P., Ramírez, C., & Almonacid, S. (2023). Nutritional Properties of Fish Bones: Potential Applications in the Food Industry. *Food Reviews International*, 40(1), 79–91. <https://doi.org/10.1080/87559129.2022.2153136>
- Rahmanifarah, K., Shabanpour, B., & Shabani, A. (2015). Effect of thermal microbial inactivation and washing on quality properties of fish sausage during cold storage (4 °C). *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 24, 386–396.
- Shim, D., Jiang, J., Kim, J., Kang, W.S., Choi, W.S., Hur, S., Kim, D., & Lee, K. (2012). Effects of Size Adjusted with Red Ginseng Powders on Quality of Fish Pastes. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 41, 1448–1453. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2012.41.10.1448>
- Slobodyanyuk, N.M., Lebska, T.K., Bal, I.M., Ustimenko, I.M., Nikolayenko, M.S., & Lebsky, S.O. (2023). Patent of Ukraine 158693. Kyiv: Ukrainian National Office of Intellectual Property and Innovation.
- Stankus, A. (2023). State of World Aquaculture 2020 and Regional Reviews: FAO Webinar Series. *FAO Aquaculture News*, 63, 17–18.

Отримано 21.03.2025 р., прийнято до друку 02.06.2025 р.