



ТОВАРОЗНАВСТВО. ТЕХНОЛОГІЇ. ІНЖИНІРИНГ 2025

Науковий журнал

<https://www.doi.org/10.31617/tr.knute>

УДК 658.62:005.921

З 2025 року виходить за назвою "Товарознавство. Технології. Інжиніринг"

Виходить чотири рази на рік. Уперше вийшов друком у березні 2006 р.

До вересня 2025 року виходив під назвою "Міжнародний науково-практичний журнал "Товари і ринки"

Журнал визнано МОН України як фахове видання з технічних та економічних наук категорії "Б"

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

ПРИТУЛЬСЬКА Наталія, головний редактор, д. т. н., професор,
перший проректор з науково-педагогічної роботи ДТЕУ (Україна)

МЕРЕЖКО Ніна, заступник головного редактора, д. т. н., професор,
завідувач кафедри товарознавства та митної справи ДТЕУ (Україна)

ЮДИНА Тетяна, відповідальний секретар, д. т. н., професор,
професор кафедри ресторанних і крафтових технологій ДТЕУ (Україна)

ГНІЩЕВИЧ Вікторія, д. т. н., професор, професор кафедри
ресторанних і крафтових технологій ДТЕУ (Україна)

ДЕЙНИЧЕНКО Григорій, д. т. н., професор, професор кафедри
харчових технологій в ресторанній індустрії ДБУ (Україна)

ДОМАНЦЕВИЧ Ніна, д. т. н., професор, професор кафедри
товарознавства, митної справи та управління якістю ЛТЕУ (Україна)

ДУБІНІНА Антоніна, д. т. н., професор, завідувач кафедри
товарознавства та експертизи товарів ХДУХТ (Україна)

ЗЕЛІНСЬКІ Річард, доктор хабілітований, професор Вищої
школи інженерії та охорони здоров'я у Варшаві (Польща)

ІЛЬЧЕНКО Наталія, д. е. н., професор, завідувач кафедри
торгівельного підприємництва та логістики ДТЕУ (Україна)

КАРАВАЄВ Тарас, д. т. н., професор, професор кафедри
товарознавства та митної справи ДТЕУ (Україна)

КРАВЧЕНКО Михайло, д. т. н., професор, завідувач кафедри
ресторанних і крафтових технологій ДТЕУ (Україна)

МОКРОУСОВА Олена, д. т. н., професор, професор кафедри
товарознавства та митної справи ДТЕУ (Україна)

МОТУЗКА Юлія, д. т. н., професор, професор кафедри
товарознавства і фармації ДТЕУ (Україна)

НІКОЛЕТТИ Джузеппе Мартіно, професор кафедри товарознавства
департаменту економіки Університету Фоджа (Італія)

НОТАРНІКОЛА Бруно, професор відділу правової та економічної
системи Середземномор'я Університету Барі Альдо Моро (Італія)

ОСИКА Віктор, д. т. н., професор, декан факультету торгівлі
та маркетингу, професор кафедри товарознавства і фармації
ДТЕУ (Україна)

ПАМФІЛІЄ Родіка, професор, декан факультету бізнесу і туризму
Бухарестського університету економічних досліджень (Румунія)

ПАШОВА Сабка, к. т. н., доцент, завідувач кафедри товарознавства
Варненського економічного університету (Болгарія)

РУЖЕВІЧЮС Юозас, д. е. н., професор факультету економіки
і бізнес-адміністрування Вільнюського університету (Литва)

САЛЕРНО-КОХАН Рената, доктор хабілітований, доцент,
заступник декана факультету товарознавства та управління
продукцією Краківського економічного університету (Польща)

САЛОМОНЕ Роберта, професор факультету економіки
Мессінського університету (Італія)

СЕВАСТЬЯНОВА Олена, к. т. н., доцент кафедри технологій
целюлози і полімерів університету в Стокгольмі "КТН –
Королівський технологічний інститут" (Швеція)

ФЕДОРОВА Діна, д. т. н., професор, професор кафедри
ресторанних і крафтових технологій ДТЕУ (Україна)

ЯЗАМІ Рашид, д. х. н., професор,
президент KVI PTE LTD (Сингапур)

Засновник, редакція, видавець і виготовлювач –
Державний торговельно-економічний університет.

Директор Центру періодичних видань

І. В. КРИВИЦЬКА

Редактори І. Й. РАССКАЗОВА, М. Г. МАТВИЧЕНКО,

Е. Ю. КИРИЧЕНКО, Л. М. ДАНЧЕНКО

Художньо-технічне редагування

та комп'ютерне верстання

Л. В. ЧОРНОКОЗИНСЬКА

Підписано до друку 15.12.2025. Тираж 200 пр. Зам. 401.

Адреса редакції, видавця, виготовлювача:
вул. Кіото, 19, м. Київ-156, Україна, 02156.

Телефон редакції: +380 44 531-31-32;

e-mail: tr@knute.edu.ua

<https://www.doi.org/10.31617/tr.knute>

<https://journals.knute.edu.ua/commodities-and-markets/golovna>

Внесено зміни до Реєстру суб'єктів медіа України.
Рішення від 21.08.2025 №1758.

За рішенням Національної ради України
з питань телебачення і радіомовлення
№ 798 від 31.08.2023 присвоєно
ідентифікатор R30-01228.

Індекс журналу
в Каталогі видань України на 2026 рік – 89866.

Надруковано на обладнанні ДТЕУ.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 7656 від 05.09.2022.

Видається за рекомендацією Вченої ради ДТЕУ
(протокол засідання № 5 від 27.11.2025).

Журнал представлено у міжнародних наукометричних
базах даних, репозитаріях та пошукових системах:
Національна бібліотека України ім. В. І. Вернадського,
Crossref, Dimensions.

© Державний торговельно-економічний університет, 2025

З М І С Т

РИНКИ ТОВАРІВ ТА ПОСЛУГ

АНДРІЄВСЬКА Л., МАРЧУК Н., ГЛУШКОВА Т.

Світовий ринок дрібної кухонної техніки 4

УДОСКОНАЛЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТОВАРІВ

ДАНИЛКОВИЧ А., МЕРЕЖКО Н., МИХАЙЛОВА Г.

Формування гідрофобних властивостей натуральних шкір 21

НАУМЕНКО Т., ПЕРЦЕВОЙ Ф.

Вплив барвника з екстракту ожини на якісні показники
м'якого морозива..... 32

БАЗАРОВ А.

Позиціонування та класифікація продуктів
для ентерального харчування седативної дії..... 46

УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ТА БЕЗПЕЧНІСТЮ

КРАВЧЕНКО М., БОРУК С., РОМАНОВСЬКА О.

НАССР при виробництві бісквітів 57

ГЕОІНЖЕНЕРІЯ ТА ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

СИДОРЕНКО О., МАТВІЄНКО М., БОЖКО Т.

Каховське водосховище: екологічний стан та доцільність відновлення..... 72

ПАЛІЄНКО О.

Методологія оцінки геодезичних ризиків у мостобудуванні 82

C O N T E N T

MARKETS OF GOODS AND SERVICES

ANDRIIEVSKA L., MARCHUK N., GLUSHKOVA T.

Global market for small kitchen appliances4

IMPROVEMENT OF GOODS PROPERTIES

DANYLKOBYCH A., MEREZHKO N., MYKHAILOVA H.

Formation of hydrophobic properties of natural leathers21

NAUMENKO T., PERTSEVOY F.

The effect of blackberry extract dye on the quality characteristics
of soft ice cream32

BAZAROV A.

Positioning and classification of enteral nutrition products
with sedative effects46

QUALITY AND SAFETY MANAGEMENT

KRAVCHENKO M., BORUK S., ROMANOVSKA O.

HACCP in the production of sponge cakes57

GEOENGINEERING AND ENVIRONMENTAL PROTECTION

SYDORENKO O., MATVIHENKO M., BOZHKO T.

Kakhovka reservoir: environmental condition and feasibility of restoration72

PALIIENKO O.

Methodology for assessing geodetic risks in bridge construction82

РИНКИ ТОВАРІВ ТА ПОСЛУГ

DOI: [https://doi.org/10.31617/2.2025\(56\)01](https://doi.org/10.31617/2.2025(56)01)
УДК 339.5:641.53



АНДРІЄВСЬКА Людмила

<https://orcid.org/0000-0002-2297-2236>

к. т. н., доцент, доцент кафедри
товарознавства та митної справи
Державного торговельно-економічного
університету

вул. Кіото, 19, м. Київ, 02156, Україна
l.andriievska@knute.edu.ua

ANDRIIEVSKA Liudmyla

<https://orcid.org/0000-0002-2297-2236>

PhD (Technical), Associate Professor,
Associate Professor at the Department
of Commodity Science and Customs Affairs
State University of Trade and Economics

19, Kyoto St., Kyiv, 02156, Ukraine
l.andriievska@knute.edu.ua

МАРЧУК Наталія

<https://orcid.org/0000-0002-9584-4534>

к. т. н., доцент, доцент кафедри
товарознавства та митної справи
Державного торговельно-економічного
університету

вул. Кіото, 19, м. Київ, 02156, Україна
n.marchuk@knute.edu.ua

MARCHUK Nataliia

<https://orcid.org/0000-0002-9584-4534>

PhD (Technical), Associate Professor,
Associate Professor at the Department
of Commodity Science and Customs Affairs
State University of Trade and Economics

19, Kyoto St., Kyiv, 02156, Ukraine
n.marchuk@knute.edu.ua

ГЛУШКОВА Тетяна

<https://orcid.org/0000-0003-1889-1908>

к. т. н., доцент, доцент кафедри
товарознавства та митної справи
Державного торговельно-економічного
університету

вул. Кіото, 19, м. Київ, 02156, Україна
t.glushkova@knute.edu.ua

GLUSHKOVA Tetiana

<https://orcid.org/0000-0003-1889-1908>

PhD (Technical), Associate Professor,
Associate Professor at the Department
of Commodity Science and Customs Affairs
State University of Trade and Economics

19, Kyoto St., Kyiv, 02156, Ukraine
t.glushkova@knute.edu.ua

СВІТОВИЙ РИНОК ДРІБНОЇ КУХОННОЇ ТЕХНІКИ

Дрібна кухонна техніка – це група компактних електричних приладів, що забезпечують виконання широкого спектра кулінарних операцій та активно використовуються у побуті. З огляду на суттєві зміни, що відбулися на ринку побутової техніки впродовж останніх років, зокрема збільшення частки цієї категорії продукції, виникла потреба в окремому аналізі цього сегмента ринку, що

GLOBAL MARKET FOR SMALL KITCHEN APPLIANCES

Small kitchen appliances are a group of compact electrical appliances that enable a wide range of culinary operations and are actively used in everyday life. Given the significant changes that have occurred in the household appliance market in the recent years, particularly the growth in the share of this product category, there has been a need for a separate analysis of this market segment, which determined the



Copyright © 2025. Автор(и). Це стаття відкритого доступу, яка розповсюджується на умовах ліцензії [Creative Commons Attribution License 4.0 \(CC-BY\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) Міжнародна ліцензія

і обумовило актуальність проведення дослідження. Висунуто гіпотезу, що зростання обсягів світового ринку дрібної кухонної техніки зумовлено інноваційно-технологічним розвитком, цифровізацією побутових процесів, урбанізацією та підвищенням споживчої культури. Відповідні тенденції прослідковуються і на українському ринку. Під час дослідження застосовано методи аналізу й синтезу, системного підходу, порівняння та узагальнення офіційних статистичних даних. Отримані результати свідчать, що ринок дрібної кухонної техніки у світі демонструє стійку тенденцію до зростання. Основними чинниками динаміки є поява багатофункціональних та енергоефективних приладів, поширення smart-технологій, розвиток електронної комерції та формування нових стандартів екологічності та дизайну. Встановлено, що український ринок дрібної кухонної техніки у 2024 р. стабілізувався та характеризується високим рівнем товарної диференціації, низькою концентрацією виробників і поступовим зміщенням попиту у бік багатофункціональних, енергоефективних і "розумних" приладів.

Ключові слова: дрібна кухонна техніка, ринок, асортимент, споживчий попит, інновації.

JEL Classification: F20, F29, L10, L68.

relevance of conducting this study. The hypothesis is proposed that the growth of the global market for small kitchen appliances is driven by innovative and technological development, the digitization of household processes, urbanization, and the rise in consumer culture. Similar trends are observed in the Ukrainian market as well. During the study, methods of analysis and synthesis, a systemic approach, comparison, and generalization of official statistical data were used. The results obtained indicate that the global market for small kitchen appliances is demonstrating a steady growth trend. The main factors driving the dynamics are the emergence of multifunctional and energy-efficient appliances, the spread of smart technologies, the development of e-commerce, and the formation of new standards for environmental friendliness and design. It has been established that the Ukrainian market for small kitchen appliances in 2024 has stabilized and is characterized by a high level of product differentiation, low concentration of manufacturers, and a gradual shift in demand towards multifunctional, energy-efficient, and "smart" appliances.

Keywords: small kitchen appliances, market, assortment, consumer demand, innovations.

Вступ

Дрібна кухонна техніка (далі – ДКТ) – це група компактних електричних приладів, функціональне призначення яких полягає у забезпеченні виконання широкого спектра кулінарних операцій. Асортимент приладів цієї групи є достатньо широким. Це і кухонні комбайни, тостери, блендери, кавоварки та кавомашини, електрочайники, мультиварки та інші прилади для приготування їжі та напоїв. Вони створені для ефективного виконання великої кількості функцій (подрібнення, змішування, приготування кави та чаю, випікання, тушкування та варіння тощо), допомагаючи споживачам економити час і зусилля на реалізацію таких завдань, одночасно підвищуючи продуктивність та зменшуючи витрати.

Пандемія COVID-19 суттєво вплинула на світовий ринок побутової техніки, особливо на сегмент ДКТ. Внаслідок вимушеного переходу до домашнього способу життя та обмежень на харчування поза домом останні роки спостерігалось значне зростання попиту на прилади для приготування їжі в домашніх умовах. Водночас зростання інтересу споживачів до здорового харчування, зручності та автоматизації процесів стало поштовхом до використання інновацій та появи приладів з новими функціями, що спонукало до придбання нових товарів.

У дослідженні розвитку світового та українського ринків побутової техніки, в тому числі ДКТ, проаналізовано низку розробок

вітчизняних та закордонних фахівців. Зокрема, в праці (Тюха & Бачинська, 2019) визначено основні тенденції розвитку світового та українського ринків побутової техніки, з детальним аналізом сегмента побутових кухонних витяжок.

У праці (Фреюк, 2020) проаналізовано трансформацію ринку побутової техніки в Україні під впливом пандемії *COVID-19*. Автором встановлено, що зростання попиту на ДКТ (мультиварки, блендери) обумовлено переходом споживачів до домашнього приготування їжі. Результати проведеного *ABC-XYZ*-аналізу показали нестабільний, але перспективний попит у цьому сегменті. Розглянуто адаптацію електронної торгівлі до нових споживчих пріоритетів та сформульовано рекомендації щодо оптимізації онлайн асортименту ДКТ.

Бодак та Єрфан (2019), вивчаючи стан світового ринку побутової техніки, зосередили основну увагу свого дослідження на великій кухонній техніці (холодильниках та кухонних плитах), а також частково розглянули ринок електроніки, не проводячи аналіз ринку ДКТ.

Досліджуючи вітчизняний ринок побутової та електронної техніки, Мамчин та ін. (2021) підкреслили, що під час карантину зросли обсяги онлайн продаж такої дрібної кухонної техніки, як: міксери, блендери та кухонні комбайни. Науковцями визначено переваги споживачів щодо асортименту ДКТ та розроблено рекомендації стосовно напрямів удосконалення маркетингової діяльності вітчизняних виробників побутової техніки.

Yin та Krotova (2023) у своїй праці щодо інновацій у дизайні ДКТ на прикладі виставки *Appliance & Electronics World Expo (AWE)*, Китай) доходять висновку, що дизайн не лише є декором, але й безпосередньо впливає на розвиток ринку побутової техніки.

Окрім того, ряд науковців частково розглядали ринок окремих видів ДКТ, як-от тостери (Омельченко та ін., 2020) та кавоварки (Шульга & Ніколайчук, 2018), зосередивши основну увагу на аналізі асортименту.

Оскільки на ринку побутової техніки за останні роки відбулися певні трансформації у бік зростання частки ДКТ, то існує потреба в окремому дослідженні цього сегмента ринку. Більшість наукових праць охоплюють лише окремі категорії цієї техніки, тоді як повний аналіз ринку залишається обмеженим.

Метою статті є визначення сучасного стану світового і вітчизняного ринку дрібної кухонної техніки та виявлення загальних тенденцій його розвитку.

Дослідження базується на гіпотезі, що зростання обсягів світового ринку дрібної кухонної техніки обумовлено інноваційно-технологічним розвитком, цифровізацією побутових процесів, урбанізацією та підвищенням споживчої культури. Відповідні тенденції прослідковуються й на українському ринку. Попри воєнний стан в Україні, у нас спостерігається зростання попиту на компактні, багатофункціональні, енергоефективні та екологічні прилади, що відповідає напрямам розвитку світового ринку.

Під час дослідження застосовано загальнонаукові та спеціальні методи: аналізу й синтезу, системного підходу, порівняння та узагальнення офіційних статистичних даних міжнародного порталу ринкових досліджень *Statista* та Державної митної служби України; використано методи логічного аналізу й узагальнення наукової літератури, статистичних даних щодо експорту та імпорту товарів.

Основна частина статті складається з трьох розділів, пов'язаних між собою змістовно. У першому розділі проаналізовано світовий ринок дрібної кухонної техніки, включаючи динаміку ринку та структуру продажів, чинники, що впливають на попит, у другому – визначені основні тенденції розвитку ринку ДКТ, у третьому – представлено результати дослідження вітчизняного ринку дрібної кухонної техніки в умовах воєнного стану.

1. Аналіз світового ринку дрібної кухонної техніки

За оцінками експертів *Future Market Insights* (2023, August 1), у 2023 р. обсяг світового ринку дрібної кухонної техніки становив 105.84 млрд дол. США, а до 2033 р. він зросте до 145 млрд дол. США. Такі прогнози базуються завдяки появі на ринку таких інноваційних продуктів, як "розумна" кухонна техніка, та зростанню попиту серед споживачів на ці товари. Багато приладів оснащені функціями підключення через *Wi-Fi* або *Bluetooth*, що дає змогу користувачам контролювати їх віддалено за допомогою програм для смартфонів. Такий спосіб керування є достатньо зручним і гнучким, що приваблює значну частину споживачів.

За даними аналітичних компаній, до кінця 2025 р. обсяг світового ринку ДКТ становитиме 140 млрд дол. США (*Statista*, 2025a, September). Очікується, що цей сегмент буде щорічно зростати на 4.87% з 2024 по 2030 рр. (*CAGR 2024–2030*) (рис. 1).

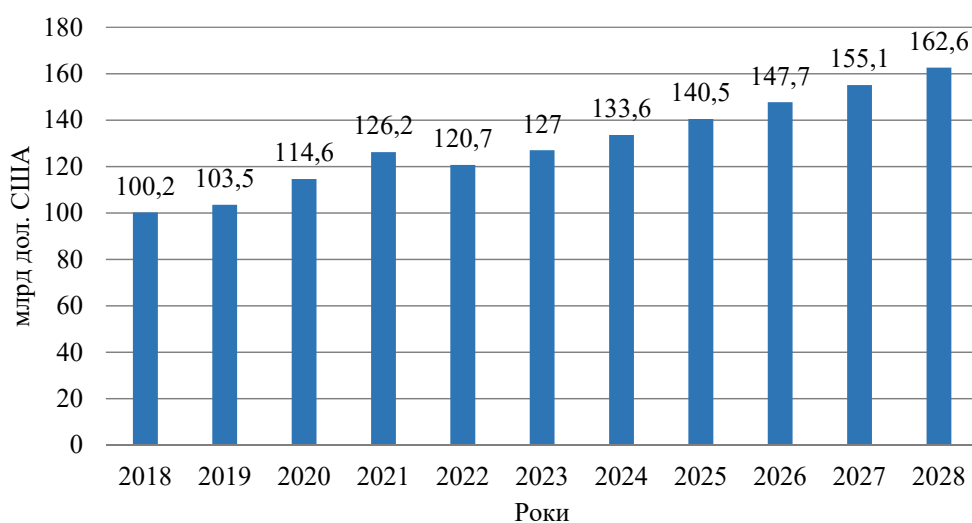


Рис. 1. Обсяг ринку дрібної кухонної техніки за 2018–2025 рр. та прогноз до 2028 р.

Джерело: складено авторами за даними *Statista* (2025a, September).

Напружений ритм життя спонукає людей економити час через використання багатофункціональних приладів для приготування їжі, що дає змогу швидко та ефективно виконати це завдання.

Ще одним чинником зростання ринку дрібної кухонної побутової техніки є тенденція до урбанізації, яка призвела до зменшення житлової площі в містах. Як результат, споживачі почали обирати собі компактну та багатофункціональну техніку, що дозволяє більш ефективно використовувати обмежену площу кухні.

За 2024 р. обсяг ринку дрібної побутової техніки у Східній Європі становив 12.4 млн дол. США, що на 13.3% більше за попередній рік – у 2023 р. цей показник був на рівні 11.3 млн дол. США. В Україні цей сегмент побутової техніки у 2024 р. досяг 13.8 млн дол. США, що на 3.5% більше за 2023 р. (13.7 млн дол. США) (RAU, 2025, червень).

Фактично усі сектори ринку побутової техніки показали тенденцію до зростання, проте, найбільший приріст мала велика побутова техніка +5%, що пояснюється відкладеним попитом на неї у попередні роки.

Частка онлайн-продаж в усіх секторах ринку техніки та електроніки продовжує зростати швидше за офлайн в більшості регіонів світу, зокрема в Східній Європі та Україні.

Найбільшими країнами-виробниками ДКТ є Китай та Індія (рис. 2). Зосередження основного виробництва саме в цих країнах пов'язано насамперед з наявністю значних виробничих потужностей, передових технологій та недорогої сировини, людських ресурсів, швидкою урбанізацією і зростанням населення середнього класу.

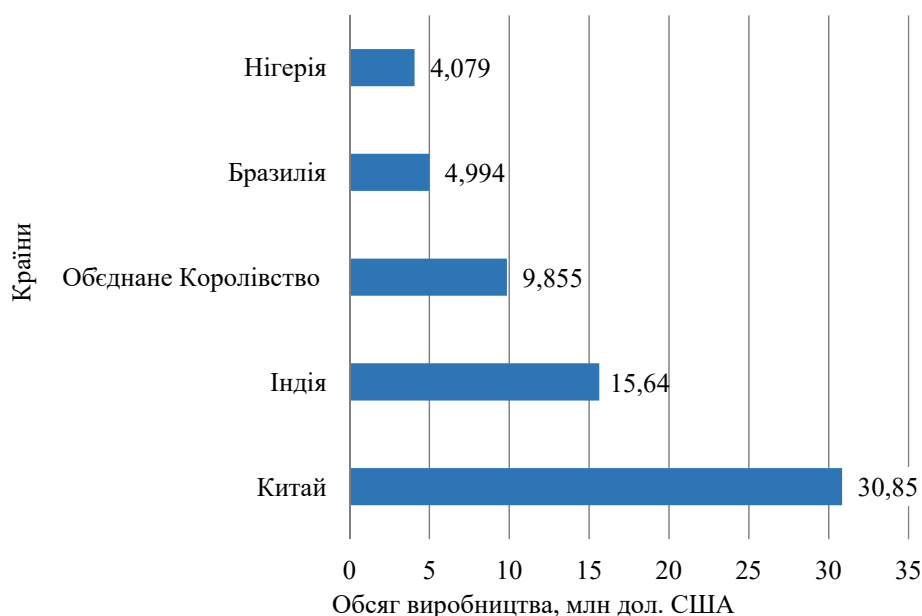


Рис. 2. Найбільші країни – виробники дрібної кухонної техніки у світі, 2024 р.

Джерело: побудовано авторами за даними Statista (2024, May), GMI (2024, February).

Аналізуючи ринок Північної Америки, зазначимо, що він активно розвивається завдяки попиту на "розумну техніку" та популяризацію здорового способу життя.

Характерною ознакою європейського ринку дрібної кухонної техніки є збільшення продажів енергоефективних приладів та орієнтація на екологічність.

Розподіл ринку ДКТ за торговельними марками у 2024 р. наведено на *рис. 3*.

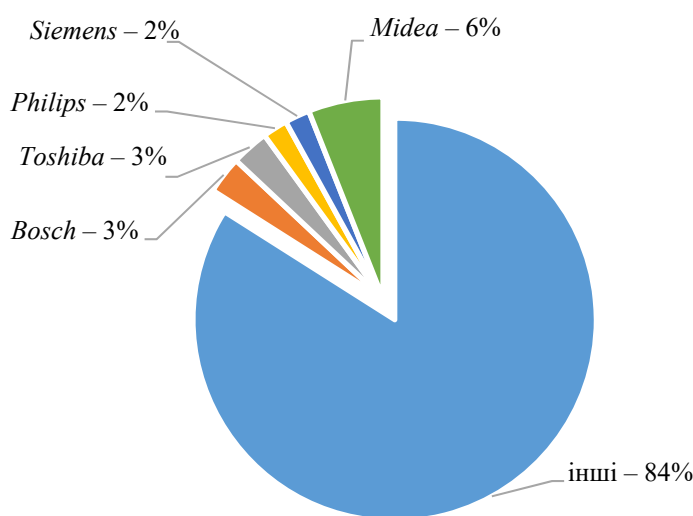


Рис. 3. Структура світового ринку дрібної кухонної техніки за виробниками у 2024 р.

Джерело: побудовано авторами за даними Statista (2024).

З *рис. 3* видно, що китайська корпорація *Midea* займає найбільшу частку на ринку, що відображає посилення позицій китайських виробників у сегменті ДКТ завдяки масштабам виробництва, гнучкому ціноутворенню та інноваційним продуктам. Частки інших міжнародних брендів – *Bosch*, *Toshiba*, *Siemens*, *Philips* – значно менші, що підтверджує посилення конкуренції між глобальними лідерами та китайськими виробниками, які нарощують свою присутність на світовому ринку завдяки доступності, широкому асортименту та швидкій реакції на зміни споживчих трендів.

Попри те, що багато покупців і далі надають перевагу традиційним магазинам, де споживачі можуть безпосередньо ознайомитись з товаром та отримати консультацію спеціаліста, частка покупок онлайн поступово зростає. Так, у 2023 р. частка онлайн покупок становила майже чверть від загальних торговельних операцій. Водночас прогнозується, що у 2027 р. продажі офлайн становитимуть 66.6%, а онлайн – 33.4% відповідно (*рис. 4*).

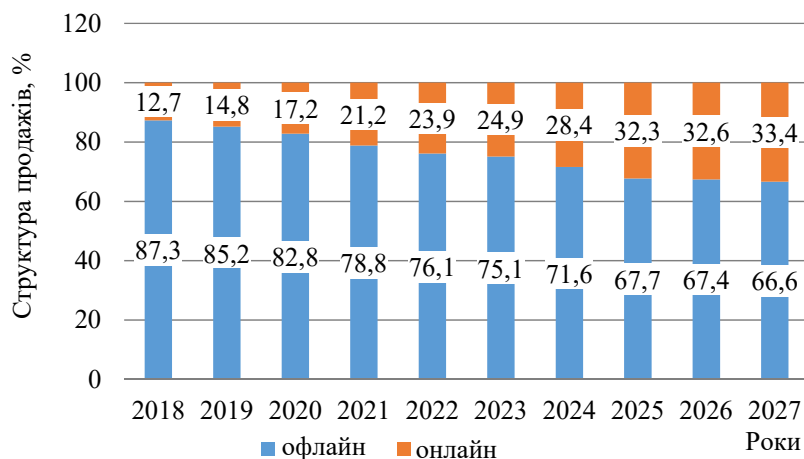


Рис. 4. Структура продажів дрібної кухонної техніки залежно від виду торгівлі у 2018–2023 рр. та прогноз до 2027 р.

Джерело: побудовано авторами за даними Statista (2024, May), GMI (2024, February).

Останніми роками відбувається і зростання середньої вартості одиниці продукції сегмента ДКТ (рис. 5).

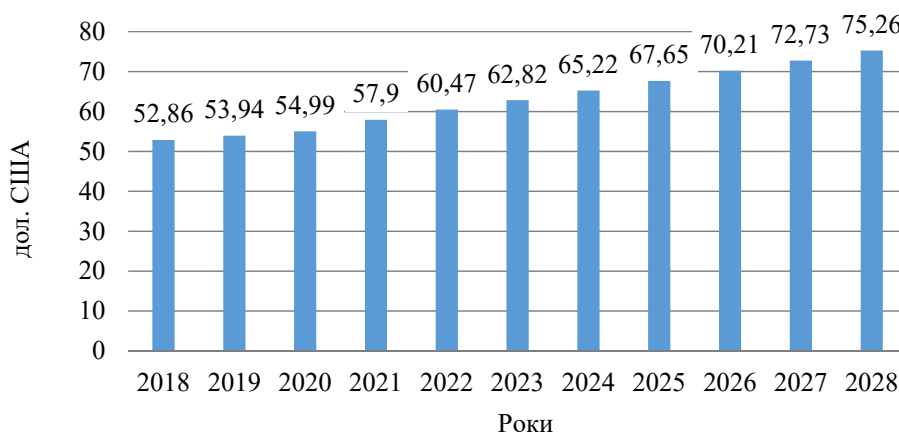


Рис. 5. Середня вартість одиниці дрібної кухонної техніки у світі за 2018–2023 рр. та прогноз до 2028 р.

Джерело: побудовано авторами за даними Statista (2024, May).

Така тенденція має багатофакторний характер і обумовлена поєднанням макроекономічних та технологічних чинників, а також зміною споживчого попиту.

По-перше, на тлі глобальної інфляції відбулося зростання вартості сировини, енергоносіїв та логістичних послуг, що безпосередньо вплинуло на собівартість продукції. Після пандемії COVID-19 значно ускладнились ланцюги постачання, а витрати на транспортування збільшились у декілька разів.

По-друге, відбулося технологічне ускладнення продукції. Сучасні прилади оснащуються мікропроцесорним керуванням, сенсорами, дисплеями, елементами "розумного дому", що підвищує функціональність цих приладів, але й збільшує виробничі витрати.

По-третє, змінюється структура споживчого попиту. При виборі такої техніки споживачі більше орієнтуються на енергоефективні, багатофункціональні та дизайнерські вироби, що належать до середнього або преміального цінового сегмента.

Крім того, на ціноутворення впливають екологічні стандарти ЄС, які вимагають застосування ресурсоефективних технологій, перероблених матеріалів та забезпечення ремонтопридатності виробів. У сукупності ці чинники формують тенденцію до поступового підвищення середньої вартості ДКТ.

2. Основні тенденції розвитку ринку дрібної кухонної техніки

Сучасний ринок ДКТ є динамічним, швидкозростаючим сегментом індустрії побутових приладів, розвиток якого зумовлений комплексом соціально-економічних, технологічних та культурно-поведінкових чинників. Попит на продукцію цієї категорії зростає як у секторі особистого споживання, так і в комерційному секторі, що пов'язано зі змінами способу життя споживачів, інтенсифікацією ритму повсякденного життя та зростаючим інтересом до здорового харчування.

Однією з провідних тенденцій цього сегмента ринку є зростаюче прагнення до *зручності та економії часу*. Урбанізація та високе навантаження на споживача стимулюють попит на прилади, що скорочують час приготування страв: блендери, мультиварки, аерогрилі, тостери, кухонні комбайни. Зростає також попит на техніку для *здорового харчування* – пароварки, фритюрниці для готування без олії, соковижималки, що відповідають сучасним дієтичним трендам.

Важливим драйвером є *цифровізація* – сучасні прилади оснащуються *smart*-функціями, синхронізуються зі смартфонами, інтегруються в системи "розумного дому". Це забезпечує персоналізацію, ефективність і безпеку. Зростає роль *дизайну та естетики*: прилади мають не лише функціональність, а й гармонійно вписуються в інтер'єри.

Активно розвивається *електронна комерція*: онлайн-магазини пропонують ширший вибір, зручність порівняння, швидку доставку. Водночас офлайн-торгівля зберігає значення завдяки можливості особистого огляду та консультацій. Зростання доходів, зменшення площі житла та запиту на багатофункціональність формують попит на компактні прилади "2-в-1" або "3-в-1".

На розвиток ринку ДКТ впливають *кулінарні тренди, медіа, рекомендації шеф-кухарів*. Цінуються бренди з екологічною філософією, енергоощадними рішеннями та виробництвом із високим рівнем інформаційної відкритості. Найбільш популярні категорії: блендери, кавоварки, тостери, мініпечі, мультипечі, аерогрилі. У сегменті професійної техніки домінують кавомашини, міксери, кухонні комбайни. Ринок має побутову й комерційну структуру з різними вимогами.

Географічна структура ринку демонструє такі відмінності: у розвинених країнах домінує попит на інноваційні, дизайнерські моделі; у країнах, що розвиваються, ключовими факторами залишаються доступність і базова функціональність.

Таким чином, ринок ДКТ перебуває на перетині тенденцій інновацій, зручності, екологічності та стилю. Його подальший розвиток залежатиме від здатності виробників адаптуватися до потреб сучасного споживача, впроваджувати нові технології та ефективно поєднувати функціональність із дизайном. Урахування соціальних, економічних і культурних змін дасть змогу забезпечити стійке зростання в умовах динамічного конкурентного середовища.

Попри позитивну динаміку, ринок *дрібної кухонної техніки* стикається з *глобальними обмеженнями*, основними з яких є високі ціни на інноваційну техніку, особливо в країнах із низькими доходами або в умовах економічної нестабільності. Економічні кризи зменшують купівельну спроможність і стримують оновлення техніки.

Конкуренція з боку великої побутової техніки, що має багатофункціональні можливості, також знижує попит на окремі види дрібної техніки. Короткий життєвий цикл деяких пристроїв викликає сумніви у доцільності інвестицій і створює екологічне навантаження.

Технологічна швидкоплинність обмежує покупки через швидке оновлення технологій і ризик застарівання товару. Регуляторні вимоги (енергоефективність, стандарти безпеки, екологія) підвищують витрати виробників і кінцеву ціну.

У розвинених країнах спостерігається насиченість ринку, що ускладнює просування нових брендів. Сучасні споживачі дедалі частіше обирають багатофункціональні пристрої, скорочуючи кількість техніки на кухні.

Нарешті, глобальні логістичні збої – через пандемії, конфлікти або дефіцит сировини – впливають на стабільність постачань і формування цін.

Таким чином, ринок ДКТ, хоча й має значний потенціал зростання, залишається вразливим до низки глобальних викликів, що вимагає від виробників, дистриб'юторів і політико-регуляторних структур системного підходу до мінімізації впливу обмежень, підтримки інновацій та сталого розвитку галузі.

3. Тенденції розвитку вітчизняного ринку дрібної кухонної техніки в умовах воєнного стану

На формування вітчизняного ринку ДКТ великий вплив мала пандемія *COVID-19*, а згодом – повномасштабне вторгнення рф. У 2019–2021 рр. у зв'язку з карантинними обмеженнями попит на

побутову техніку стрімко збільшувався. Найбільше зростання відбулося в категоріях, пов'язаних з роботою онлайн (комп'ютери, ноутбуки) та приготування їжі та напоїв вдома (кавомашини, хлібопічки, міксери, грилі, блендери, мініпечі). Загалом попит на дрібну побутову техніку за цей період зріс на 30%.

Початок повномасштабної війни негативно вплинув на ринок побутової техніки, поставши перед українським бізнесом ряд викликів. Основними негативними чинниками були: знищення магазинів та складів, втрата бізнесу на тимчасово окупованих територіях, падіння платоспроможності населення та зниження споживчого попиту через міграцію, втрата логістичних каналів, зміни в умовах співпраці з іноземними постачальниками.

Сьогодні більшість цих проблем вже вирішена. Так, відбулася стабілізація логістичних процесів, що дозволило уникнути дефіциту товарів, попри зменшення асортименту на 30–50% порівняно з довоєнним періодом. Паралельно відбулася оптимізація роздрібної торгівлі – скорочення кількості магазинів на 20–40% і зосередження зусиль на покращанні доставки зі складів. При цьому попит на ці товари залишається прогнозованим і підтримується завдяки життєвій необхідності у певних категоріях продукції. Зафіксовано зростання цін у цій категорії товарів (та й загалом усієї побутової техніки) на 15–20%, що пов'язано з девальвацією гривні, зростанням вартості логістики, сировини, енергоносіїв і валютних коливань. Також спостерігається зміна споживчої поведінки: покупки стають більш плановими, зменшуються витрати на неосновні товари. Водночас зміни споживчого попиту значною мірою обумовлені міграційними процесами та переходом від предметів розкоші та розваг до "кризових" категорій продукції.

Обсяги експортно-імпортних операцій за 2020–2024 рр. з дрібною кухонною технікою досліджено за даними Держаної митної служби України за товарними позиціями 8516 – "Електричні водонагрівачі акумулювальні або безінерційні та електричні нагрівачі занурені; прилади електричні для обігрівання приміщень, ґрунту; електронагрівальні апарати перукарські (наприклад, сушарки для волосся, бігуді, щипці для гарячої завивки) або сушарки для рук; праски електричні; інші побутові електронагрівальні прилади; елементи опору нагрівальні, крім включених до товарної позиції 8545", до яких, згідно з УКТЗЕД, належать мікрохвильові печі, електричні печі, електроплити, грилі, ростери, тостери, варочні панелі, електричні прилади для приготування кави або чаю тощо. Оскільки ця товарна позиція містить також певну кількість дрібних побутових приладів, які не є ДКТ, і належить до інших категорій, то оцінка проводиться за загальними обсягами, що мають усі товари, які класифікуються в цій товарній позиції (таблиця).

Таблиця

Обсяги українського імпорту та експорту електроприладів
за товарною позицією 8516 за 2020–2024 рр.

Імпорт			Експорт		
країна	вартість, тис. дол. США	частка, %	країна	вартість, тис. дол. США	частка, %
2020					
Китай	133455	38.53	Угорщина	365175	91.33
Італія	25213	7.28	Польща	6385	1.60
Румунія	23696	6.84	рф	5886	1.47
Інші	163963	47.34	Інші	22405	5.60
Усього	133455	100	Усього	365175	100
2021					
Китай	160065	38.24	Угорщина	456301	89.72
Італія	33761	8.07	рф	8897	1.75
Румунія	30224	7.22	Польща	8030	1.58
Інші	194496	46.47	Інші	35361	6.95
Усього	418546	100	Усього	508589	100
2022					
Китай	135491	44.49	Угорщина	429683	92.26
Румунія	24265	7.97	Польща	9188	1.97
Туреччина	20736	6.81	Німеччина	4859	1.04
Інші	124050	40.73	Інші	21999	4.72
Усього	304542	100	Усього	465729	100
2023					
Китай	132486	41.37	Угорщина	252219	91.23
Польща	29859	9.32	Польща	4817	1.74
Італія	25729	8.03	Молдова	3186	1.15
Інші	132177	41.27	Інші	16256	5.88
Усього	320251	100	Усього	276478	100
2024					
Китай	171507	44.11	Угорщина	345900	93.37
Польща	31287	8.05	Польща	5068	1.37
Чехія	29360	7.55	Молдова	4935	1.33
Інші	156706	40.30	Інші	14548	3.93
Усього	388860	100	Усього	370451	100

Джерело: побудовано авторами за даними Державної митної служби України (б. д.).

Відповідно до таблиці, у 2020 р. імпортна складова формувалася переважно завдяки поставкам з Китаю, Італії та Румунії. Водночас експортна діяльність була надзвичайно концентрованою: лівову частку експорту спрямовано до Угорщини, що вказує на наявність глибоко інтегрованих виробничо-логістичних ланцюгів між країнами. Також активними були поставки товарів до Польщі та рф.

У 2021 р. відбулося зростання обсягу імпорту й експорту. Імпорт збільшився більш ніж утричі. Така активність засвідчує загально-економічне відновлення після першої хвилі COVID-19.

Початок повномасштабного вторгнення рф до України у 2022 р. суттєво вплинув на зовнішньоторговельну активність. Обсяг імпорту значно знизився, що зумовлено порушенням логістичних ланцюгів і нестабільністю фінансової системи. Основними країнами-імпортерами залишались Китай, Румунія та Туреччина, що може свідчити про часткову переорієнтацію на ринки, менш чутливі до воєнного ризику.

У 2023 р. зафіксовано часткову стабілізацію імпорту та істотне скорочення експорту, що може бути наслідком зниження обсягів виробництва та зменшення попиту на зовнішніх ринках. 2024 р. характеризувався подальшим зміцненням імпортової діяльності. Стабілізація зовнішньої торгівлі у 2024 р. стала наслідком адаптації підприємств до умов воєнного часу та оптимізації логістичних процесів.

За даними найбільших інтернет-магазинів *Rozetka*, *Foxtrot*, *Comfy* авторами проаналізовано структуру асортименту ДКТ, що представлено на ринку України (рис. 6).

Тож структура асортименту ДКТ характеризується значною різноманітністю товарних груп, але домінування належить кільком основним категоріям. Серед усього асортименту ДКТ провідні позиції займають електрочайники та блендери. Їх висока частка пояснюється стабільним попитом, відносно ціною доступністю та широким використанням у побуті. Кавомашини та кавоварки демонструють формування стійкого сегмента споживачів, орієнтованих на комфорт і культуру приготування напоїв у домашніх умовах. Попит на мультиварки, мультипечі та аерогрилі відображає зростання інтересу до багатофункціональних приладів, що забезпечують енергоефективне та автоматизоване приготування їжі. Тостери та м'ясорубки/подрібнювачі/соковижималки зберігають стабільний попит завдяки традиційним харчовим звичкам українців.

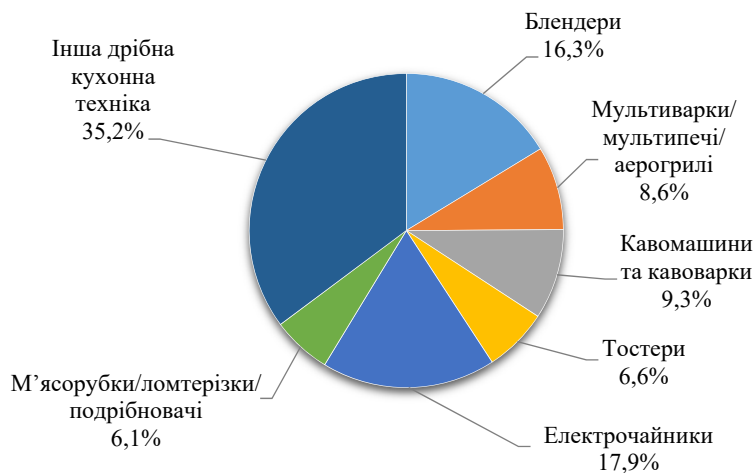


Рис. 6. Структура асортименту дрібної кухонної техніки, представленої в Україні за категоріями

Джерело: побудовано авторами за даними онлайн-магазинів *Rozetka* (б. д.), *Foxtrot* (б. д.), *Comfy* (б. д.).

За експертними прогнозами, у 2025 р. на кожне домогосподарство в Україні в середньому припадатиме 1.51 приладів. В Україні на ринку дрібної техніки спостерігається підвищений попит на компактні кухонні прилади (*Statista*, 2025b, September).

Для більш детального аналізу розглянемо структуру асортименту окремих категорій дрібної кухонної техніки, представленої на ринку України, зокрема кавоварки та кавомашини. Динамічний розвиток цього сегмента значною мірою обумовлений поширенням глобальної кавової структури, яка зростає за останнє десятиліття. Кава стала щоденним ритуалом для багатьох споживачів, які прагнуть відтворити якість та атмосферу кав'ярні у себе вдома. Це призвело до зростання попиту на високоякісні кавоварки та кавомолки, які забезпечують приготування ідеального напою. Асортимент цієї продукції наразі дуже широкий: від еспreso-машин до крапельних кавоварок і ручних кавомолок, що мають різноманітні опції. Крім того, технологічний прогрес відіграв ключову роль у зростанні цього сегмента. Великої популярності набувають "розумні" кавоварки та кавомашини, якими можна керувати за допомогою додатків у смартфонах та програмувати різні функції, що дають змогу налаштовувати свої уподобання щодо кави.

На *рис. 7* наведено структуру асортименту кавоварок (а) та кавомашин (б) на ринку України за торговельними марками.

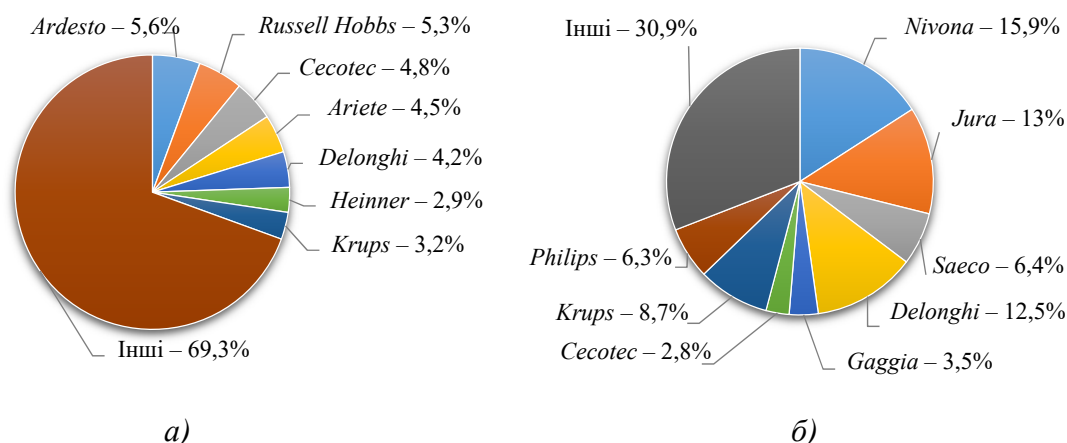


Рис. 7. Структура асортименту кавоварок (а) та кавомашин (б) на ринку України за торговельними марками

Джерело: побудовано авторами за даними онлайн-магазинів *Rozetka* (б. д.), *Foxtrot* (б. д.), *Comfy* (б. д.).

Як видно з *рис. 7*, на українському ринку асортимент кавоварок представлений переважно фільтраційними або крапельними видами, з акцентом на функціональність і доступну ціну. Попит на недорогі кавоварки залишається стабільним, що пояснюється економічною ситуацією. Український бренд *Ardesto* успішно позиціонується в бюджетному сегменті завдяки локальній присутності та конкурентній ціні. У категорії кавових машин найбільшу частку ринку займають прилади середнього та преміум класу. У той же час зростає частка автоматичних кавових машин, що свідчить про поступове формування культури споживання кави вдома.

Подальший аналіз спрямовано на дослідження асортименту мультиварок та мультипечей/аерогрилів, представлених на українському ринку. Результати аналізу представлені на *рис. 8*.

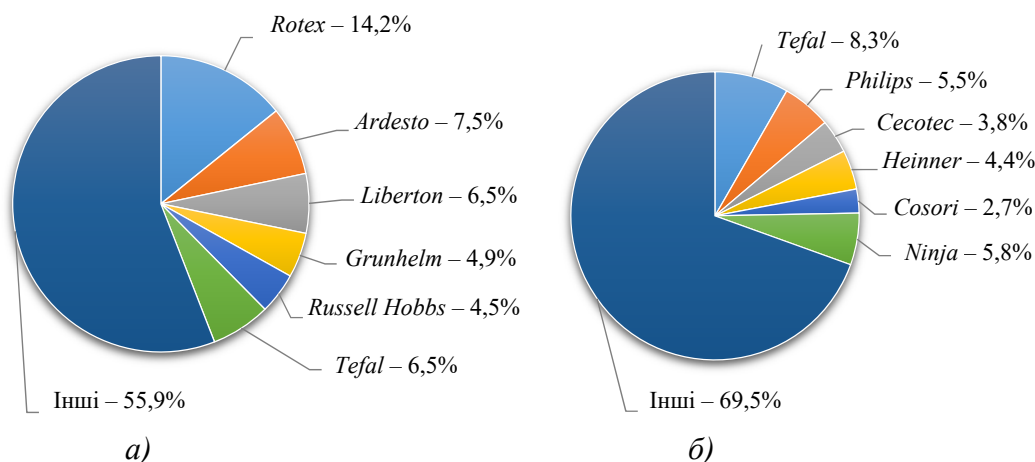


Рис. 8. Структура асортименту мультиварок (а) та мультиварочей/аерогрилів (б) на ринку України за торговельними марками

Джерело: складено авторами за даними онлайн-магазинів *Rozetka* (б. д.), *Foxtrot* (б. д.), *Comfy* (б. д.).

Отже, найбільшим попитом користуються мультиварки таких брендів: *Rotex*, *Ardesto* та *Tefal*, які разом формують майже третину ринку. Це свідчить про наявність певної концентрації виробників із усталеними позиціями, тоді як решта частки розподілена між великою кількістю менш впливових учасників. Щодо мультиварочей/аерогрилів, то найбільшу частку в асортименті на ринку України становить продукція таких брендів: *Tefal*, *Ninja*, *Philips*, решта брендів мають незначну ринкову присутність.

Отримані результати свідчать про низьку конкуренцію ринку дрібної кухонної техніки в обох сегментах, відсутність монополізації та високого рівня товарної диференціації. Разом з тим, стійкі позиції таких брендів, як *Tefal*, *Rotex* та *Ardesto*, свідчать про сформований рівень споживчої довіри та стабільну присутність у відповідних категоріях.

За даними інтернет-магазинів *Rozetka*, *Foxtrot* і *Comfy* оцінено асортимент тостерів, представлених на ринку України (рис. 9).

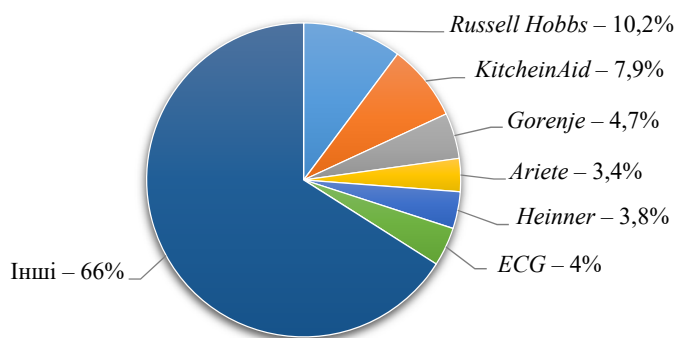


Рис. 9. Структура асортименту тостерів на ринку України за торговельними марками

Джерело: складено авторами за даними онлайн-магазинів *Rozetka* (б. д.), *Foxtrot* (б. д.), *Comfy* (б. д.).

Результати аналізу асортименту тостерів показали, що з огляду на те, що тостери вже давно представлені на українському ринку, попит на них залишається достатньо високим. Як видно з *рис. 9*, на вітчизняному ринку найбільшої популярності набули тостери таких брендів: *Russell Hobbs*, *KitchenAid*, *Gorenje*, *ECG*, *Ariete*, *Heinner*. Ці бренди пропонують продукцію в середньому сегменті та конкурують завдяки функціональним характеристикам і дизайну.

Отже, провідні компанії зосереджують свої зусилля на виробництві тостерів з розширеними функціональними можливостями, особливо працюють над естетичними властивостями, пропонуючи нові дизайни, широку кольорову гамму, різноманітні види оздоблення. Компанії-виробники все частіше створюють колаборації з відомими дизайнерами з метою підвищення попиту на цю продукцію та завоювання ширшої аудиторії споживачів.

За результатами проведеного аналізу можна констатувати, що ринок ДКТ в Україні в умовах воєнного стану демонструє ознаки адаптації до кризових факторів. Незважаючи на ускладнення зовнішньоекономічної діяльності та порушення логістичних ланцюгів, відбулося поступове відновлення імпортно-експортних операцій, а також стабілізація роздрібної торгівлі.

Споживча поведінка трансформується в бік раціоналізації та пріоритету базових товарів першої необхідності, що підтверджується структурою попиту та асортименту. Підвищення частки багатофункціональних і дизайнерських пристроїв узгоджується з сучасними тенденціями споживчого попиту – прагненням до енергоефективності, ергономічності та технологічної інтеграції побутових процесів.

Результати аналізу асортименту свідчать про домінування на ринку продукції як міжнародних брендів (*Whirlpool*, *Electrolux*, *Samsung*, *LG*, *Panasonic*, *Miele*, *Jura*, *Nivona*), так і українських торговельних марок (*Ardesto*, *Rotex*, *Grunhelm*, *Magio*), виробництво яких переважно розміщено в Китаї та Туреччині.

Загалом, попри виклики, ринок ДКТ зберігає стабільність і демонструє адаптивність до нових економічних і соціальних умов.

Висновки

У ході проведеного дослідження доведено, що в подальшому ринок дрібної кухонної техніки прогнозовано демонструватиме стабільне зростання, обумовлене зміною споживчих уподобань і прискоренням технологічних інновацій. Ключовою тенденцією стане активна інтеграція *smart*-технологій, що забезпечить автоматизацію, дистанційне керування та синхронізацію приладів із цифровими екосистемами. Інноваційність залишиться основним напрямом розвитку галузі, що сприятиме розширенню асортименту багатофункціональних приладів та приладів для здорового харчування. Водночас впровадження штучного інтелекту, зростання урбанізації, попит на економію

часу та посилення уваги до здорового способу життя забезпечуватимуть подальшу динаміку та технологічне оновлення ринку дрібної кухонної техніки.

В Україні розвиток цього сегмента має подібні тенденції, однак характеризується специфічними умовами, пов'язаними з воєнним станом, трансформацією структури попиту, логістичних процесів і каналів збуту. Виявлено поступову стабілізацію ринку після спаду 2022 р., який пов'язаний з початком воєнних дій на території України. Протягом 2023–2024 рр. відбулося зростання обсягів онлайн-продажів та підвищення попиту на компактну, енергоощадну та багатофункціональну техніку. Зміни споживчих пріоритетів у бік практичності, надійності та естетичності свідчать про адаптацію ринку до глобальних тенденцій і поступове відновлення його потенціалу.

Підтверджено гіпотезу, що ринок дрібної кухонної техніки у світі розвивається під впливом комплексу взаємопов'язаних соціально-економічних та технологічних факторів, а його подальше зростання забезпечуватиметься розвитком інновацій у виробництві, цифровізацією, екологічністю та збільшенням частки онлайн-продажів. У той же час український ринок дрібної кухонної техніки характеризується підвищенням частки багатофункціональних і дизайнерських пристроїв, що узгоджується з сучасними тенденціями світового ринку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCE

<i>Comfy.</i> (б. д.). Техніка для кухні. Дрібна техніка. https://comfy.ua/ua/for-the-kitchen/ (дата звернення: липень 2025).	<i>Comfy.</i> (n. d). Kitchen appliances. Small appliances. https://comfy.ua/ua/for-the-kitchen/ (date of access: July 2025).
<i>Foxtrot.</i> (б. д.). Дрібна побутова техніка. https://www.foxtrot.com.ua/uk/portal-prigotovlenie-edi.html (дата звернення: липень 2025).	<i>Foxtrot.</i> (n. d). Small household appliances. https://www.foxtrot.com.ua/uk/portal-prigotovlenie-edi.html (date of access: July 2025).
<i>Future Market Insights Inc.</i> (2023, August 1). Small Kitchen Appliances Market Outlook. https://www.futuremarketinsights.com/reports/small-kitchen-appliances-market	
<i>GMI (Global Market Insights Inc).</i> (2024, February). Small Kitchen Appliances Market – By Appliances Type, By End-Use, By Distribution Channel Analysis, Share, Growth Forecast, 2024–2032. https://www.gminsights.com/industry-analysis/small-kitchen-appliances-market	
<i>RAU.</i> (2025, червень). RAU Expo 2025: аналітика ринку техніки та електроніки. https://rau.ua/novyni/novini-partneriv/rau-expo-2025-analitika-rinku-tehniki-ta-elektroniki/	
<i>Rozetka.</i> (б. д.). Техніка для кухні. https://bt.rozetka.com.ua/ua/tehnika-dlya-kuhni/c435974/ (дата звернення: липень 2025).	<i>Rozetka.</i> (n. d). Kitchen appliances. https://bt.rozetka.com.ua/ua/tehnika-dlya-kuhni/c435974/ (date of access: July 2025).
<i>Statista.</i> (2024). Home appliance giants thrive worldwide. https://www.statista.com/markets/418/topic/486/household-appliances/?srsltid=AfmBOopKf8-K6n7LC1SeOfiJWGTuW9rDgC6EAyOyOcldokWwga5mU0B#statistic4	
<i>Statista.</i> (2024, May). Small Kitchen Appliances – Worldwide. https://www.statista.com/outlook/cmo/household-appliances/small-appliances/small-kitchen-appliances/worldwide	
<i>Statista.</i> (2025a, September). Small Kitchen Appliances – Worldwide. https://www.statista.com/outlook/cmo/household-appliances/small-appliances/small-kitchen-appliances/worldwide	
<i>Statista.</i> (2025b, September). Small Appliances – Ukraine. https://www.statista.com/outlook/cmo/household-appliances/small-appliances/ukraine	

Yin, J., & Krotova, T. (2023) Study of modern trends in innovative design of household appliances. <i>Art and Design</i> , 1(21). https://doi.org/10.30857/2617-0272.2023.1.7	
Бодак, Ю. В., & Єрфан, Є. А. (2019). Аналіз сучасного стану світового ринку побутової техніки. <i>Науковий вісник Ужгородського національного університету</i> , 28(1). https://doi.org/10.32782/2413-9971/2019-28-7	Bodak, Yu. V., & Yerfan, Ye. A. (2019). Analysis of the current state of the global household appliance market. <i>Scientific Bulletin of Uzhhorod National University</i> , 28(1). https://doi.org/10.32782/2413-9971/2019-28-7
Державна митна служба України. (б. д.). Статистика та реєстри. <i>Статистичний експорт та імпорт товарів</i> . https://customs.gov.ua/statistika-ta-reiestri	State Customs Service of Ukraine. (n. d.). <i>Statistics and registers. Statistical export and import of goods</i> . https://customs.gov.ua/statistika-ta-reiestri
Мамчин, М. М., Кузьо, Н. Є., & Косар, Н. С. (2021). Маркетингові можливості розвитку вітчизняних виробників побутової техніки. <i>Ефективна економіка</i> , (2). https://doi.org/10.32702/2307-2105-2021.2.72	Mamchyn, M. M., Kuzyo, N. Ye., & Kosar, N. S. (2021). Marketing opportunities for the development of domestic manufacturers of household appliances. <i>Effective Economy</i> , (2). https://doi.org/10.32702/2307-2105-2021.2.72
Омельченко, Н. В., Браїлко, А. С., & Копанська, К. І. (2020). Аналіз сучасного асортименту тостерів. <i>Підприємництво, торгівля: теоретичні підходи та практичні аспекти розвитку</i> . Збірник тез II Міжнародної науково-практичної конференції. Харків, 163–169.	Omelchenko, N. V., Brailko, A. S., & Kopanska, K. I. (2020). Analysis of the current range of toasters. <i>Entrepreneurship, trade: theoretical approaches and practical aspects of development</i> . Collection of abstracts of reports of the II International Scientific and Practical Conference. Kharkiv, 163–169.
Тюха, І. В., & Бачинська, А. О. (2019). Особливості ринку побутової техніки в Україні та світі. <i>Вісник Волинського інституту економіки та менеджменту</i> , (25). https://dspace.nuft.edu.ua/items/62027b38-d600-4269-8138-56a06c152b41	Tiukha, I. V., & Bachynska, A. O. (2019). Features of the household appliances market in Ukraine and worldwide. <i>Bulletin of the Volyn Institute of Economics and Management</i> , (25). https://dspace.nuft.edu.ua/items/62027b38-d600-4269-8138-56a06c152b41
Фреюк, О. В. (2020). Електронна торгівля на ринку побутової техніки та електроніки під час пандемії. <i>Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету</i> . https://doi.org/10.32841/2413-2675/2020-43-28	Freiuk, O. V. (2020). E-commerce in the household appliances and electronics market during the pandemic. <i>Scientific Bulletin of the International Humanitarian University</i> . https://doi.org/10.32841/2413-2675/2020-43-28
Шульга, В. І., & Ніколайчук, Л. Г. (2018). Аналіз сучасного асортименту кавових машин. <i>Вісник ЛІТУ. Технічні науки</i> , (21), 16–20. https://doi.org/10.36477/2522-1221-2018-21-02	Shulga, V. I., & Nikolaichuk, L. G. (2018). Analysis of the current range of coffee machines. <i>Bulletin of LUT. Technical Sciences</i> , (21), 16–20. https://doi.org/10.36477/2522-1221-2018-21-02

Конфлікт інтересів. Автори заявляють, що вони не мають фінансових чи нефінансових конфліктів інтересів щодо цієї публікації; не мають відносин із державними органами, комерційними або некомерційними організаціями, які могли б бути зацікавлені у поданні цієї точки зору. З огляду на те, що автори працюють в установі, яка є видавцем журналу, що може зумовити потенційний конфлікт або підозру в упередженості, остаточне рішення про публікацію цієї статті (включно з вибором рецензентів та редакторів) приймалося тими членами редколегії, які не пов'язані з цією установою.

Автори не отримували прямого фінансування для цього дослідження.

Андрієвська, Л., Марчук, Н., & Глушкова, Т. (2025). Світовий ринок дрібної кухонної техніки. *Товарознавство. Технології. Інжиніринг*, 4(56), 4–20. [https://doi.org/10.31617/2.2025\(56\)01](https://doi.org/10.31617/2.2025(56)01)

Надійшла до редакції 13.10.2025.

Прийнято до друку 17.11.2025.

Публікація онлайн 16.12.2025.

УДОСКОНАЛЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТОВАРІВ

DOI: [https://doi.org/10.31617/2.2025\(56\)02](https://doi.org/10.31617/2.2025(56)02)
УДК 677.027.622:675.02



ДАНИЛКОВИЧ Анатолій

<https://orcid.org/0000-0002-5707-0419>

д. т. н., професор, професор кафедри
біотехнології, шкіри та хутра
Київського національного університету
технологій та дизайну

вул. Мала Шияновська, 2, Київ,
01011, Україна
ag101@ukr.net

МЕРЕЖКО Ніна

<https://orcid.org/0000-0003-3077-9636>

д. т. н., професор, завідувач кафедри
товарознавства та митної справи
Державного торговельно-економічного
університету

вул. Кіото, 19, м. Київ, 02156, Україна
n.merezhko@knute.edu.ua

МИХАЙЛОВА Галина

<https://orcid.org/0000-0002-1083-5875>

д. т. н., доцент, професор кафедри
товарознавства та митної справи
Державного торговельно-економічного
університету

вул. Кіото, 19, м. Київ, 02156, Україна
h.mykhaylova@knute.edu.ua

ФОРМУВАННЯ ГІДРОФОБНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ НАТУРАЛЬНИХ ШКІР

Досліджено фізико-хімічні властивості різних топографічних ділянок гідрофобізованої шкіри, отриманої з напівфабрикату хромового дублення кінської сировини. Визначено залежність хімічного складу, величини водопоглинання гідрофобізованої алкенмалеїною композицією шкіри, отриманої з різних топографічних ділянок сировини, від швидкості деформування. Встановлено комплекс сорбційно-

DANYLKOYCH Anatolii

<https://orcid.org/0000-0002-5707-0419>

Doctor of Sciences (Technical), Professor,
Professor of the Department
of Biotechnology, Leather and Fur
Kyiv National University
of Technologies and Design

2, Mala Shyianovska St., Kyiv,
01011, Ukraine
ag101@ukr.net

MEREZHKO Nina

<https://orcid.org/0000-0003-3077-9636>

Doctor of Sciences (Technical), Professor,
Head of the Department of Commodity
Science and Customs Affairs
State University of Trade and Economics

19, Kyoto St., Kyiv, 02156, Ukraine
n.merezhko@knute.edu.ua

MYKHAILOVA Halyna

<https://orcid.org/0000-0002-1083-5875>

Doctor of Sciences (Technical), Associate
Professor, Professor of the Department of
Commodity Science and Customs Affairs
State University of Trade and Economics

19, Kyoto St., Kyiv, 02156, Ukraine
h.mykhaylova@knute.edu.ua

FORMATION OF HYDROPHOBIC PROPERTIES OF NATURAL LEATHERS

Study of the physicochemical properties of different topographic sections of hydrophobized leather obtained from the semi-finished product of chrome tanning of horse raw materials. Determination of the dependence of the chemical composition, the amount of water soaking of the leather hydrophobized with the alkene-maleic composition obtained from different topographic sections of the raw materials on



Copyright © 2025. Автор(и). Це стаття відкритого доступу, яка розповсюджується на умовах ліцензії [Creative Commons Attribution License 4.0 \(CC-BY\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) Міжнародна ліцензія

дифузійних та фізико-механічних властивостей гідрофобізованої шкіри різних топографічних ділянок при обводненні-висушуванні. Дослідження базується на гіпотезі, що алкенмалеїнова композиція з кінської сировини дасть змогу використовувати шкіру для виготовлення широкого асортименту взуттєвих виробів, які витримують екстремальні умови. Для дослідження властивостей шкіри з кінської сировини використано зразки напівфабрикату хромового дублення, отримані з топографічних ділянок крупону і спини товщиною 2.4 мм, шиї – 1.8 мм. Гідрофобізацію шкіри проводили алкенмалеїновою композицією з витратами від маси напівфабрикату, мас. %: алкенмалеїнового полімеру (АМП). Контрольні зразки оброблено тільки АМП. Показано більший у 2.3–2.9 раза вміст зв'язаних жиркових речовин у гідрофобізованій шкірі порівняно з контрольними зразками. При цьому зразки шкіри, отримані з ділянки шиї, характеризуються вищою пористістю на 9.8 % порівняно з ділянкою крупону. Встановлено залежність міцності гідрофобізованої шкіри від топографічної ділянки, що збільшується від ділянки шиї до крупону на 43.0% за підвищення подовження. Аналогічно змінюються фізико-механічні показники шкіри при її сферичному деформуванні. Циклічне обводнення-висушування свідчить про відновлення фізико-механічних показників гідрофобізованої шкіри. Встановлено залежності фізико-хімічних показників гідрофобізованої шкіри від товщини і топографічної ділянки та умов деформування при її обводненні-висушуванні. Абсолютні значення і залежності показників гідрофобізованої шкіри від умов випробовування дають підстави вважати можливим її використання для виготовлення водостійких взуттєвих виробів, які експлуатуватимуться в екстремальних умовах, що підтверджує гіпотезу дослідження.

Ключові слова: сировина шкур коней, алкенмалеїнова композиція, гідрофобізована шкіра, топографічні ділянки, фізико-хімічні властивості.

the deformation rate. Establishment of the complex of sorption-diffusion and physicochemical properties of the hydrophobized leather of different topographic sections during watering-drying. The study is based on the hypothesis that the alkenemaleic composition of horse raw materials will allow using the leather for the manufacture of a wide range of footwear products that will withstand extreme conditions. To study the properties of the leather from horse raw materials, samples of the semi-finished product of chrome tanning obtained from the topographic sections of the croup and back with a thickness of 2.4 mm, and the neck - 1.8 mm were used. Hydrophobization of the skin was carried out with an alkenemaleic composition with a consumption of the semi-finished product mass, wt. %: alkenemaleic polymer (AMP). Control samples were treated only with AMP. It was shown that the content of bound fatty substances in the hydrophobized skin was 2.3–2.9 times higher than in the control samples. At the same time, skin samples obtained from the neck area are characterized by a higher porosity by 9.8% compared to the rump area. The dependence of the strength of the hydrophobized skin on the topographic area was established, which increases from the neck area to the rump area by 43.0% with increasing elongation. The physical and mechanical indicators of the skin change in a similar way during its spherical deformation. Cyclic watering-drying indicates the restoration of the physical and mechanical indicators of the hydrophobized skin. The dependences of the physicochemical parameters of hydrophobized leather on the thickness and topographic area and deformation conditions during its watering-drying have been established. The absolute values and dependences of the parameters of hydrophobized leather on the test conditions give reason to consider its use possible for the manufacture of waterproof footwear that will be operated in extreme conditions, which confirms the hypothesis of the study.

Keywords: raw horse hides, alkenemaleic composition, hydrophobized leather, topographic areas, physicochemical properties.

Вступ

У технологіях виготовлення шкіряних матеріалів для підвищення їх стійкості до води використовується широкий асортимент хімічних реагентів при поверхневій та об'ємній модифікації дубленого шкіряного напівфабрикату. При цьому в більшості варіантів для захисту колагенового матеріалу від дії води застосовується традиційне багатошарове покриття. Захисна плівка містить синтетичні полімери, пластифікатор, пігментні концентрати та інші допоміжні реагенти (Бондарєва & Мокроусова, 2020). На відміну від традиційних процесів формування

покриття на шкірі більш ресурсоефективними є плазмові технології, що передбачають зменшення витрат небезпечних хімічних реагентів, споживання води та енергії (*Sánchez Navarro et al.*, 2016). Зокрема, при реалізації технології плазмової полімеризації мономері реагентів вводяться в плазму. При цьому на поверхні шкіряних волокон утворюються надтонкі шари завдяки вільним радикалам у газовій фазі, що забезпечує формування стабільних структур. Для підвищення ефективності процесу гідрофобізації шкіряного матеріалу використовують метод плазмової полімеризації низького тиску (*Silvestre et al.*, 2021). Використання гексаметилдисилоксану (ГМДСО) дає змогу сформувати надтонкий покривний шар полісилоксану. Отриманий модифікований матеріал забезпечує високі водовідштовхувальні властивості при збереженні зовнішнього виду і тактильних властивостей. Ефективність використання ГМДСО суттєво залежить від складу плазми (*Ma et al.*, 2015), умов полімеризації реагенту, зокрема потужності плазми і потоку мономеру з використанням аргону (*Dakroub et al.*, 2021). Аналогічний ефект досягається при врахуванні таких особливостей структури напівфабрикату та хімічного складу реагентів, як фторвуглецеві, воскові емульсії, металеві мила тощо (*Luo et al.*, 2008). Більш тривалий гідрофобний ефект досягається при застосуванні таких галогенвуглецевих сполук: хлорфторвуглеці, перфторвуглеці, гідрофторвуглеці та гідрохлорфторвуглеці; при нанесенні на поверхню шкіряного напівфабрикату методом поливу чи розпилення реагентів: полідиметилсилоксанового каучуку, фторкарбонового полімеру, фтормісткого силану, комбінації солей алюмінію з парафіном чи воском та ін. При гідрофобізації напівфабрикату безхромового дублення застосовують поліорганосилоксан з поліакрилатами чи амідами жирних кислот та подальшою фіксацією сполуками алюмінію чи цирконію (*Renate & Heinz-Peter*, 2007). Значне підвищення гідрофобності та еластичності шкіри (*Kovacevic & Babic*, 1993) досягається застосуванням композиції естеру малеїнової кислоти і α -оксипропілдиметилсилоксану за співвідношення 2:1, акрилової кислоти та 1-октадекану. Підвищена ефективність гідрофобізації досягається при використанні фторвуглецевої сполуки (*Silva et al.*, 2018) після додублювання напівфабрикату синтетичними полімерами і танідами. У праці *Manich et al.* (2016) наведено результати дослідження впливу емульсій олії рапсу та риб'ячого жиру на механізм взаємодії води зі шкіряним волокном напівфабрикату. Показано зниження величини енергії зв'язку води при збільшенні відносної вологості. За низької її активності вода зі шкіряними волокнами зв'язується як первинна. Для підвищення водовідштовхувальних властивостей шкіри використовують хімічні реагенти *Lubritan XB* і *Lubritan XS* (*An innovative solution for waterproofing*, 2007). Встановлено, що молекули цих реагентів покривають шкіряні волокна. При цьому шкіра характеризується підвищеною паропроникністю, що забезпечує комфортні умови експлуатації виробів.

Отже, результати аналізу наукових джерел з гідрофобізації шкіри свідчать про практичну відсутність впливу сорбційно-дифузійних особливостей шкіряного напівфабрикату на цей процес. Це може бути суттєвим чинником при дослідженні гідрофобізації шкіряного напівфабрикату з кінської сировини, враховуючи її значну неоднорідність за товщиною і структурою в різних топографічних ділянках для взуттєвих виробів, що експлуатуються в екстремальних умовах.

Мета роботи – дослідження фізико-хімічних властивостей різних топографічних ділянок гідрофобізованої шкіри, отриманої з напівфабрикату хромового дублення кінської сировини. Визначено залежність хімічного складу, величини водопомокання гідрофобізованої алкенмалеїновою композицією шкіри, отриманої з різних топографічних ділянок сировини зі шкур коней, від швидкості деформування. Встановлено комплекс сорбційно-дифузійних та фізико-механічних властивостей гідрофобізованої шкіри різних топографічних ділянок при обводненні-висушуванні.

Дослідження ґрунтуються на гіпотезі, що застосування алкенмалеїнової композиції для шкіри з кінської сировини дасть змогу використувати її для виготовлення широкого асортименту взуттєвих виробів, придатних для експлуатації в екстремальних умовах.

Наукова новизна роботи полягає у встановленні ефективного впливу алкенмалеїнової композиції на формування гідрофобних властивостей структурно-неоднорідної кінської сировини.

Для дослідження використано зразки площею 25 дм², отримані з ділянок крупону, спини та шиї напівфабрикату шкур коней хромового дублення підприємства з виробництва шкір ТОВ "Торговий дім "Річмен", смт Баришівка Броварського району Київської області (Україна). Дослідні зразки крупону і спини стругані на товщину 2.4 мм, а з ділянки шиї – 1.8 мм. Симетрично хребтовій лінії вирізано контрольні зразки. Зразки після подублювання сполуками хрому наповнювали сумішшю органічних дубителів – екстракту квебрахо і синтану БНС у співвідношенні 3:7 при їх витраті 5% маси напівфабрикату за методикою, описаною Данилковичем (2016). Зразки напівфабрикату оброблено в барабані об'ємом 10 дм³ та при обертанні 12–14 хв⁻¹. Гідрофобізацію шкіри проведено алкенмалеїновою композицією (АМК) з оптимальними витратами (Danylovych & Romaniuk, 2020) від маси напівфабрикату, мас. %: алкенмалеїнового полімеру (АМП) – 4.25, олеїнової кислоти (ОК) – 1.2, риб'ячого жиру (РЖ) – 4.5, води – 100. Тривалість процесу – 50–60 хв за температури 55–60 °С, далі проведено фіксацію реагентів алюмокалієвим галуном, модифікованим форміатом натрію. Контрольні зразки оброблено тільки АМП. Отримані зразки знаходились під поліетиленовою плівкою протягом 48 год, потім проведено сушильно-зволожувальні операції та кондиціонування ексикаторним методом протягом 24 год.

Хімічний склад та фізико-хімічні властивості отриманих зразків визначено за методиками, описаними Данилковичем (2006). Зокрема, вологовміст і зольність зразків встановлено гравіметричним методом за

температур 100–105 °С і 600–750 °С відповідно. Для визначення жирових незв'язаних речовин (ЖНР) у шкірі застосовано їх екстрагування тетрахлорметаном в апараті Зайченка з наступним висушуванням за 128–130 °С. Жирові зв'язані речовини (ЖЗР) встановлено шляхом гідролітичного руйнування наважки шкіри гідроксидом натрію в спиртовому розчині після видалення з неї ЖНР. Голинну речовину виявлено методом К'ельдаля після руйнування білка сірчаною кислотою, сполуки хрому – йодометричним титруванням.

Пористість зразків шкіри розраховано за відношенням визначеного об'єму пор до уявного об'єму відповідного зразка, %. Об'ємний вихід – за відсотковим відношенням об'ємів зразка шкіри в сухому стані до добутку його маси на уявну питому масу. Паропроникність – ексикаторним методом з використанням сірчаної кислоти. Повітропроникність – за об'ємом повітря, що пройшов через зразок при різниці тисків 1 кПа з обох боків шкіри. Гігроскопічність – ексикаторним методом за відношенням приросту маси зразка шкіри в сухому стані при його зволоженні над водою до маси цього зразка в сухому стані. Вологовіддачу – за втратою маси зволоженим зразком шкіри за 8 год за нормальних умов.

Водопромокання шкіри в динамічних умовах (ВДУ), хв, встановлено на приладах ПВД-2 і IG/IUP 10 фірми *Giuliani* при деформуванні зразків зі швидкістю, хв⁻¹: 24, 70, 120 та 52 відповідно. Фізико-механічні властивості шкіри оцінено при одновісному деформуванні на машині РТ-250М зі швидкістю 90 мм/хв. Вихідні зразки шкіри, обводнені протягом 24 год за температури 20–22 °С, висушено у вільному стані з наступним кондиціонуванням. При цьому визначено такі показники: межа міцності при розтягуванні σ_p , МПа; подовження при навантаженні 9.1 МПа ($L_{9.8}$), %, та ін. Сферичним деформуванням оцінено фізико-механічні зразки шкіри на приладі ПОВШ (Україна) з радіусом півсфери пуансона 5 мм. Жорсткість (Ж), сН і пружність (П), % шкіри визначено на приладі "ПЖУ-12М" для зразків розміром 20×160 мм. Відносна похибка сорбційно-дифузійних показників становила 3–4%, фізико-механічних – 5–7%.

1. Результати дослідження та їх обговорення

Проведено комплекс фізико-хімічних досліджень властивостей гідрофобізованої шкіри з використанням алкенмалеїнової композиції, що містить алкенмалеїновий полімер, олеїнову кислоту та риб'ячий жир. Результати визначення хімічного складу гідрофобізованої шкіри різних топографічних ділянок дослідних зразків шкіри: крупон, спина, шия, – позначені відповідно: Д-1, Д-2, Д-3 (табл. 1), а контрольні – літерою К аналогічним чином. Максимальний вміст зв'язаних жирових речовин спостерігається в ділянці Д-3, мінімальний – Д-1. Аналогічно змінюється вміст незв'язаних жирових речовин та інших складових шкіри, за винятком оксиду хрому (III) та голинної речовини, вміст яких відповідно є мінімальним і максимальним у Д-1. Порівняно з контрольним

варіантом гідрофобізовані шкіри містять ЖЗР більше в 2.3–2.9 раза. Більші значення як ЖЗР, так і ЖЗН у Д-3 свідчать про підвищену її пористу структуру порівняно з ділянками Д-1 і Д-2.

Таблиця 1

Хімічний склад гідрофобізованої шкіри

Показник	Шкіра					
	дослідна			контрольна		
	Д-1	Д-2	Д-3	К-1	К-2	К-3
Масовий вміст, %, вологи	11.36	11.60	11.92	11.72	11.98	12.23
– оксиду хрому (III)	4.29	4.48	4.67	4.18	4.32	4.59
– золи	6.73	6.20	6.43	6.91	6.36	6.77
– ЖНР	8.12	8.83	9.38	8.96	8.27	8.84
– ЖЗР	4.03	4.39	4.53	1.72	1.98	1.55
– голиної речовини	62.75	61.92	61.45	64.97	64.69	65.27

Примітка. Масовий вміст інгредієнтів шкіри наведено в перерахунку на абсолютно суху речовину.

Джерело: власні дослідження авторів.

Під час аналізу впливу щільності топографічних ділянок шкіри на взаємодію її волокнистої структури з водою досліджено комплекс сорбційно-дифузійних властивостей топографічних ділянок отриманої шкіри (табл. 2). З наведених даних видно, що гідрофобізована шкіра характеризується максимальною пористістю в ділянці Д-3, а мінімальною – в Д-1. Про це свідчать отримані вищі значення повітропроникності в ділянці Д-3 з бахтарм'яного боку і мінімальні – з лицьового боку ділянки Д-1. Аналогічно змінюється паропроникність зразків шкіри, яка у 56.0 і 206.0 раза є меншою порівняно з повітропроникністю при максимальних та мінімальних значеннях цих показників. Більші значення показників повітро- і паропроникності з боку бахтарми порівняно з лицьовим боком зумовлені відкритою формою пор бахтарм'яного боку. Утворення відкритих пор з бахтарм'яного боку напівфабрикату зумовлено особливостями операцій його двоїння та стругання.

Таблиця 2

Сорбційно-дифузійні властивості гідрофобізованої шкіри

Показник	Шкіра					
	дослідна			контрольна		
	Д-1	Д-2	Д-3	К-1	К-2	К-3
Пористість, %	51.0	53.0	56.0	52.0	54.5	57.0
Об'ємний вихід, %	217.0	240.0	356.0	203.5	230.0	347.5
Паропроникність, мг/(см ² ·год)						
– з бахтарм'яного боку	6.7	8.3	12.4	7.4	8.6	13.7
– з лицьового боку	1.6	2.3	3.8	1.8	2.1	4.1
Повітропроникність, см ³ /(см ² ·год)						
– з бахтарм'яного боку	440.0	475.0	690.0	530.0	610.0	770.0
– з лицьового боку	330.0	380.0	536.0	420.0	470.0	590.0
Гігроскопічність, %	10.2	11.6	12.9	13.0	15.4	14.7
Вологовіддача, %	5.0	5.9	7.6	3.3	5.6	4.9

Джерело: власні дослідження авторів.

Гігроскопічність і вологовіддача гідрофобізованих зразків шкіри змінюються аналогічно паропроникності. При цьому максимальні значення цих показників є вищими в ділянці Д-3 порівняно з ділянкою Д-1 відповідно на 26.0 і 52.0%. Водночас пористість гідрофобізованої шкіри є нижчою порівняно з контрольними зразками. Це стосується також інших показників гідрофобізованої шкіри. Слід зазначити, що гідрофобізована шкіра різних ділянок за об'ємним виходом характеризується дещо вищими показниками порівняно з контрольною шкірою.

Отже, встановлений характер залежностей комплексу сорбційно-дифузійних властивостей гідрофобізованої шкіри від різних її топографічних ділянок свідчить про їх неоднорідну структуру.

Стійкість шкіри до дії води з лицьового боку визначали при різному впливі швидкості деформування зразків на їх водопромокання (табл. 3). З наведених даних видно, що зі збільшенням швидкості впливу деформування від 24 до 120 хв^{-1} тривалість промокання знижується. Зокрема, для ділянок Д-1 і Д-3 цей показник зменшується в 1.5 раза. При зменшенні товщини ділянки Д-3 щодо Д-1 на 0.6 мм тривалість водопромокання знижується на 20.0 і 22.0% відповідно при мінімальній та максимальній швидкостях деформування зразків. Причому за цих умов гідрофобізована шкіра має вищу тривалість водопромокання порівняно з відповідними контрольними зразками в усьому інтервалі їх деформування на 35.0–46.0 і 48.0–51.0%.

Таблиця 3

Водопромокання гідрофобізованої шкіри
при різних швидкостях її деформування

Швидкість деформування зразків, хв^{-1}	Водопромокання шкіри, хв					
	дослідної			контрольної		
	Д-1	Д-2	Д-3	К-1	К-2	К-3
24	348.0	320.0	290.0	238.0	226.0	215.0
52	308.0	284.0	272.0	220.0	212.0	196.0
70	274.0	266.0	250.0	204.0	198.0	180.0
120	238.0	224.0	195.0	158.0	156.0	132.0

Джерело: власні дослідження авторів.

Отримана гідрофобізована шкіра характеризується підвищенням тривалості водопромокання в динамічних умовах при збільшенні товщини ділянки від 1.8 до 2.4 мм на 20–22% за різних швидкостей деформування зразків у межах 24–120 хв^{-1} . Водночас дослідні зразки шкіри порівняно з контрольними в динамічних умовах вирізняються вищою тривалістю водопромокання на 35–51%. Дослідна шкіра характеризується вищим ступенем гідрофобізації й, відповідно, вищим опором до дії водного середовища.

У подальшому досліджено комплекс фізико-механічних властивостей гідрофобізованої шкіри з різних топографічних ділянок до і після дії води (табл. 4–6). У табл. 4 наведено результати дослідження властивостей шкіри при одновісному деформуванні. Отримані дані

свідчать про найвищу міцність зразків шкіри з ділянки Д-1 при найменшому значенні показників подовження при 9.81 МПа та розриванні порівняно з ділянкою Д-3. Водночас спостерігаються вищі значення залишкового і пружного подовження для шкіри ділянки Д-3. Зразки шкіри в мокрому стані характеризуються нижчими значеннями міцності та більшими значеннями деформаційних показників на всіх ділянках. Гідрофобізована шкіра має вищі значення міцності порівняно з контрольними зразками при різних значеннях деформаційних показників. Слід зазначити вищі значення міцності гідрофобізованої шкіри з різних ділянок щодо контрольних зразків за винятком деформаційних показників. Отже, гідрофобізована шкіра характеризується вищою стійкістю до дії води при одновісному деформуванні її зразків.

Таблиця 4

Фізико-механічні властивості шкіри при одновісному деформуванні

Показник	Шкіра					
	дослідна			контрольна		
	Д-1	Д-2	Д-3	К-1	К-2	К-3
Межа міцності, МПа	27.0/26.0	23.0/22.3	19.0/18.2	24.0/22.0	21.0/19.0	17.9/ 16.0
Подовження, %, при 9.81 МПа	19.0/22.0	29.0/32.5	36.0/39.8	21.0/27.0	31.0/36.8	35.0/43.0
– розривне	38.0/47.0	42.0/53.0	52.0/62.0	36.0/46.0	39.0/54.0	51.0/64.0
– залишкове	6.0/10.0	6.0/10.0	8.0/11.0	7.0/12.0	8.0/12.0	9.0/15.0
– пружне	32.0/37.0	36.0/43.0	44.0/53.0	29.0/34.0	31.0/42.0	42.0/49.0

Примітка. Чисельник і знаменник відповідають показникам шкіри в сухому і мокрому стані.

Джерело: власні дослідження авторів.

Враховуючи більш важливу інформацію щодо фізико-механічних властивостей шкіри при сферичному деформуванні, що є важливим показником під час виготовлення взуттєвих виробів при затягуванні заготовки на колодці, проведено відповідні дослідження (табл. 5). З наведених даних видно, що гідрофобізована шкіра з ділянки Д-1 характеризується вищими фізико-механічними показниками при сферичному її деформуванні порівняно з ділянкою Д-3, а також при циклічному обводненні-висушуванні. При цьому зразки шкіри з ділянки Д-1 мають менші значення подовження при тріщині лицьового шару та прориві шкіри в 1.7 раза порівняно з ділянкою Д-3. При обводненні зразків шкіри спостерігається незначне зниження їх міцності та підвищення деформаційної здатності на 44.0 і 21.0% відповідно для ділянок Д-1 та Д-3. Гідрофобізована шкіра порівняно з контрольними зразками вирізняється вищою міцністю й еластичністю. Після зневоднювання гідрофобізована шкіра відновлює свої фізико-механічні показники, тоді як контрольні зразки дещо підвищують свою міцність при зменшенні меридіонального подовження. Отже, гідрофобізована шкіра характеризується вищою стабільністю фізико-механічних показників порівняно з контрольними зразками при циклічному обводненні-висушуванні.

Таблиця 5

Фізико-механічні властивості шкіри при сферичному деформуванні

Показник	Шкіра							
	вихідна				після висушування			
	Д-1	Д-3	К-1	К-3	Д-1	Д-3	К-1	К-3
Межа міцності шкіри, Н	780/745	560/545	730/640	510/465	770	555	760	540
Межа міцності лицьового шару шкіри, Н	765/745	560/545	710/640	460/370	760	555	750	450
Подовження, %, при								
– тріщини лицьового шару	34.0/49.0	57.0/69.0	32.0/36.0	33.0/35.0	35.0	58.0	30.0	32.0
– прориві шкіри	Те саме	Те саме	44.0/48.0	44.0/49.0	35.0	58.0	41.0	43.0

Примітка. Чисельник і знаменник відповідають показникам зразків шкіри в сухому і мокрому стані.

Джерело: власні дослідження авторів.

Для більш детального дослідження взаємодії шкіри з водою визначено показники її пластичності – жорсткість і пружність зразків гідрофобізованої шкіри при їх обводненні-висушуванні. Жорсткість зразків гідрофобізованої шкіри з ділянки Д-1 відповідає вищому на 58.0% значенню цього показника порівняно з ділянкою Д-3. Водночас пружність зразків змінюється у протилежному напрямі. При обводненні зразків шкіри ці показники знижуються відповідно на 24.0–41.0 і 78.0–84.0%. Після висушування гідрофобізована шкіра відновлює свої пружно-пластичні властивості. Отримані результати свідчать про нижчі показники жорсткості (Ж) і пружності (П) гідрофобізованої шкіри порівняно з контрольними зразками. Висушені зразки контрольної шкіри характеризуються підвищеними значеннями цих показників. Отже, гідрофобізована шкіра вирізняється вищою пластичністю та відновлюваністю пружно-пластичних властивостей порівняно з контрольною після її взаємодії з водою (табл. 6).

Таблиця 6

Жорсткість і пружність шкіри після циклічного обводнення-висушування

Шкіра	Шкіра			
	вихідна		після висушування	
	Ж, сН	П, %	Ж, сН	П, %
Д-1	38.0 / 27.0	57.0 / 32.0	38.0	58.0
Д-2	29.0 / 23.0	54.0 / 30.0	29.0	55.0
Д-3	24.0 / 19.0	48.0 / 26.0	24.0	50.0
К-1	41.0 / 28.0	59.0 / 22.0	43.0	63.0
К-2	31.0 / 24.0	52.0 / 24.0	34.0	55.0
К-3	27.0 / 18.0	49.0 / 21.0	29.0	52.0

Примітка. Чисельник і знаменник відповідають показникам зразків шкіри у сухому і мокрому стані.

Джерело: власні дослідження авторів.

Відтак, комплекс проведених досліджень хімічного складу, сорбційно-дифузійних та фізико-механічних властивостей в широкому діапазоні умов випробовування дає підстави вважати, що гідрофобізована алкенмалеїновою композицією шкіра з кінської сировини може ефективно використовуватись при виготовленні взуттєвих виробів широкого асортименту.

Висновки

Проведено комплекс досліджень властивостей гідрофобізованої алкенмалеїною композицією шкіри з кінської сировини. Встановлено хімічний склад гідрофобізованої шкіри за топографічними ділянками. Зокрема, вміст зв'язаних жирових речовин у топографічних ділянках гідрофобізованої шкіри перевищує контрольні зразки у 2.3–2.9 раза. Гідрофобізована шкіра характеризується пористістю в інтервалі 51.0–56.0% та симбатною залежністю від неї сорбційно-дифузійних показників. Зокрема, повітропроникність гідрофобізованої шкіри досягає $690 \text{ см}^3/(\text{см}^2 \cdot \text{год})$ в ділянці шиї за меншої паропроникності у 56.0 раза. При цьому в ділянці крупону ці показники є меншими в 1.6–1.8 раза. За вологовіддачею гідрофобізована дослідна шкіра за тривалістю водопромокання перевищує контрольні зразки в 1.5–1.6 раза. Водночас гідрофобізована шкіра має вищу тривалість водопромокання зразків, оброблених тільки алкенмалеїновим полімером на 35–51% залежно від швидкості їх деформування в інтервалі $24\text{--}120 \text{ хв}^{-1}$. Встановлено залежність міцності гідрофобізованої шкіри від топографічної ділянки, яка збільшується від ділянки шиї до крупону на 42.0% за підвищення подовження при навантаженні 9.81 МПа і розривного подовження – відповідно на 89.0 і 37.0%. При обводненні гідрофобізованої шкіри її міцність дещо знижується за підвищення подовження при навантаженні 9.81 МПа на 11–16%. Аналогічно змінюються фізико-механічні показники шкіри при сферичному її деформуванні. Циклічне обводнення-висушування свідчить про відновлення фізико-механічних показників гідрофобізованої шкіри. Відновлення властивостей гідрофобізованої шкіри відбувається також при дослідженні пластичних властивостей – жорсткості та пружності в процесі циклічного обводнення-висушування. Встановлено високу водостійкість у динамічних умовах гідрофобізованої дослідної шкіри з кінської сировини. За комплексом сорбційно-дифузійних і фізико-механічних властивостей отримана шкіра з використанням алкенмалеїнової композиції може бути використана для виготовлення широкого асортименту взуттєвих виробів, придатних для експлуатації в екстремальних умовах, що підтверджує гіпотезу дослідження. У подальших дослідженнях властивостей гідрофобізованих шкіряних матеріалів з кінської сировини необхідно розширювати асортимент хімічних реагентів, багатокритеріально оптимізувати процес гідрофобізації для виготовлення виробів з підвищеним комплексом споживних властивостей.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCE

Бондарева, А., & Мокроусова, О. (2020). Формування фізико-механічних властивостей полімер-мінерального покриття для оздоблення шкір. *Міжнародний науково-практичний журнал "Товари і ринки"*, (2), 97–109.

Bondareva, A., & Mokrousova, O. (2020). Formation of physical and mechanical properties of polymer-mineral coating for finishing leather. *International scientific-practical journal "Commodities and markets"*, (2), 97–109.

An innovative solution for waterproofing. (2007, April 12). Leather international. <http://www.leathermag.com/features/featurean-innovative-solution-for-waterproofing-leather/>

Dakroub, G., Duguet, T., Esvan, J. et al. (2021). Comparative study of bulk and surface compositions of plasma polymerized organosilicon thin films. *Surf. Interfaces*, (25), 101256.

Danylkovych, A., & Romaniuk, O. (2020). Formation of hydrophobized leather of special purpose. *Fibres and Textiles (Vlákna a textil)*, 27(2), Vol. 27, 24–31. <https://er.knutd.edu.ua/handle/123456789/15971>

Kovacevic, V., & Babic, R. (1993). Postizavanje otpornosti na vodu kože za specijalne namjene. *Koza i obuca*, 42(11–12), 127–128.

Luo, Z., Fan, H., Lu, Ya., & Shi, B. (2008). Fluorine-containing aqueous copolymer emulsion for waterproof leather. *J. Soc. Leather Technol. Chem.*, (92), 107–113.

Ma, J., Zhang, X., Bao, Ya., & Liu, J. (2015). A facile spraying method for fabricating superhydrophobic leather coating. *Colloids Surf. APhysicochem. Eng. Asp.* (472), 21.

Manich, A. M., Barenys, J., Martínez, L. et al. (2016). Effect of fatliquoring and finishing on moisture absorption-desorption of leather. *Vlakna a textil (Fibres and Textiles)*, 23(3), 117–125.

Renate, M., & Heinz-Peter, G. (2007). The hydrophobing of chrome-free leather. *World Leather*, (8), 49–50.

Sánchez Navarro, M. M., Escoto Palacios, M. J., Arán Ais, F. et al. (2016). Leather functionalisation by means of MLSE technology. *J. AQEIC*, (67), 85.

Silva, V. F. M., Moncada, M., Crispim, A. et al. (2018). Studies on waterproofing wet-white leather. *Leather and Footwear Journal*, 18(2), 149–152. <https://doi.org/10.24264/lfj.18.2.10>

Silvestre, C. R., Blasco, M. P. C., López, S. R. et al. (2021). Hydrophobic Leather Coating for Footwear Applications by a Low-Pressure Plasma Polymerisation Process. *Polymers*, 13(20), 3549. <https://doi.org/10.3390/polym13203549>

Данилкович, А. Г. (2006). *Практикум з хімії і технології шкіри та хутра*. 2 вид., перероб. і доп. Фенікс.

Danylkovych, A. H. (2006). *Workshop on chemistry and technology of leather and fur: study guide*. 2nd ed. Feniks.

Данилкович, А. Г. (2016). *Основні матеріали і технології виробництва шкіри*. Фенікс.

Danylkovych, A. H. (2016). *Basic materials and technologies of leather production*. Feniks.

Конфлікт інтересів. Автори заявляють, що не мають фінансових чи нефінансових конфліктів інтересів щодо цієї публікації; не мають відносин з державними органами, комерційними або некомерційними організаціями, які могли б бути зацікавлені у поданні цієї точки зору. З огляду на те, що двоє з авторів працюють в установі, яка є видавцем журналу, що може зумовити потенційний конфлікт або підозру в упередженості, остаточне рішення про публікацію цієї статті (включно з вибором рецензентів і редакторів) приймалося тими членами редколегії, які не пов'язані з цією установою.

Автори не отримували прямого фінансування для цього дослідження.

Данилкович, А., Мережко, Н., & Михайлова, Г. (2025). Формування гідрофобних властивостей натуральних шкір. *Товарознавство. Технології. Інжиніринг*, 4(56), 21–31. [https://doi.org/10.31617/2.2025\(56\)02](https://doi.org/10.31617/2.2025(56)02)

Надійшла до редакції 07.10.2025.

Прийнято до друку 15.11.2025.

Публікація онлайн 16.12.2025.

DOI: [https://doi.org/10.31617/2.2025\(56\)03](https://doi.org/10.31617/2.2025(56)03)
УДК 663.86:634.713]:663.67

**НАУМЕНКО Тетяна**

<https://orcid.org/0000-0001-7884-6792>

аспірант, асистент кафедри
технології харчування
Сумського національного аграрного
університету
вул. Г. Кондратьєва, 160, м. Суми,
40021, Україна
yarmoshtata@gmail.com

ПЕРЦЕВОЙ Федір

<https://orcid.org/0000-0002-3111-5017>

д. т. н., професор кафедри
технології харчування
Сумського національного аграрного
університету
вул. Г. Кондратьєва, 160, м. Суми,
40021, Україна
fedir.pertsevoi@snau.edu.ua

NAUMENKO Tetyana

<https://orcid.org/0000-0001-7884-6792>

Postgraduate Student,
Assistant at the Department
of the Food Technology
Sumy National Agrarian University
160, G. Kondratiev St., Sumy,
40021, Ukraine
yarmoshtata@gmail.com

PERTSEVOY Fedir

<https://orcid.org/0000-0002-3111-5017>

Doctor of Sciences (Technical),
Professor of the Department
of the Food Technology
Sumy National Agrarian University
160, G. Kondratiev St., Sumy,
40021, Ukraine
fedir.pertsevoi@snau.edu.ua

**ВПЛИВ БАРВНИКА
З ЕКСТРАКТУ ОЖИНИ
НА ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ
М'ЯКОГО МОРОЗИВА**

Синтетичні барвники є потенційно небезпечними для здоров'я людини, оскільки під час розпаду можуть утворювати токсичні та канцерогенні сполуки. Їх виробництво супроводжується значним техногенним навантаженням, що посилює потребу у безпечних натуральних замінниках. Одним з перспективних рішень є використання рослинної вторинної сировини. Зокрема, ягідні вычавки містять високі концентрації антоціанів та інших пігментів і можуть одночасно слугувати джерелом барвних речовин і способом зменшення харчових відходів. Морозиво обрано модельним продуктом через його вагомую популярність серед широких груп споживачів, а також через залежність сприйняття від кольору. У промислових технологіях для формування інтенсивного забарвлення зазвичай застосовують синтетичні барвники. Тому саме морозиво є доцільним об'єктом для дослідження ефективності натуральних пігментів. Гіпотеза полягала в тому, що барвник із вычавок ожини забезпечить стабільне природне забарвлення м'якого морозива й не погіршить його якісні характеристики. Метою статті було визначити вплив цього барвника

**THE EFFECT OF BLACKBERRY
EXTRACT DYE ON THE QUALITY
CHARACTERISTICS OF SOFT
ICE CREAM**

Synthetic dyes pose a negative risk to human health, as they can form toxic and carcinogenic compounds during decomposition. Production is accompanied by a significant technogenic load, which increases the need for safe natural substitutes. One of the promising areas is the use of plant secondary raw materials. In addition, berry pomace provides high concentrations of anthocyanins and other pigments and can simultaneously serve as a source of coloring substances and a way to reduce food waste. Ice cream was chosen as a model product because of its significant popularity among wide groups of consumers, as well as because of the dependence of perception on color. In industrial technologies, synthetic dyes are traditionally used to form intense color. Therefore, ice cream itself is an appropriate object for studying the effectiveness of natural pigments. The hypothesis of the work was that the dye from blackberry pomace provides a stable natural color of soft ice cream and does not reduce its quality characteristics. The research method assessed the effect of this dye on the physicochemical, microbiological and organoleptic indicators of the product. The dye was obtained



Copyright © 2025. Автор(и). Це стаття відкритого доступу, яка розповсюджується на умовах ліцензії [Creative Commons Attribution License 4.0 \(CC-BY\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) Міжнародна ліцензія

на фізико-хімічні, мікробіологічні та органолептичні показники продукту. Барвник отримували шляхом водно-гліцеринового екстрагування з подальшим концентруванням екстракту до $30 \pm 0,5\%$ сухих речовин і стабілізацією антоціанів пектино-цукро-кислотою системою. Для нього розроблено та впроваджено ТУ У 10.8-04718013-013:2025 і ТІ 10.8-04718013-013:2025, що підтверджує відтворюваність технології. Барвник у кількостях 15, 20 і 25 г/кг вводили у суміші для м'якого морозива "Ваніль" (ТУ У 15.8-34905343-001:2009). Досліджували його вплив на забарвлення, кислотність, вміст барвних речовин, структурно-механічні та мікробіологічні показники. Встановлено, що концентрації 15–20 г/кг формують рівномірне світло-рожеве забарвлення та характерний ожинковий смаковий профіль без змін консистенції. Вміст 25 г/кг зумовлює підвищення кислотності до 53.1°T , яке перевищує норматив ДСТУ 8686.2:2016, що пояснюється природною кислотністю барвника, а не розвитком мікрофлори. Після 30 діб зберігання зразки з барвником містили меншу кількість дріжджів і плісневих грибів порівняно з контролем, що свідчить про потенційну антимікробну активність антоціанових сполук. Отримані результати підтверджують доцільність застосування барвника з вичавок ожини у концентрації 15–20 г/кг. Він забезпечує стабільне природне забарвлення, не погіршує технологічні властивості продукту та сприяє формуванню екологічно орієнтованої технології завдяки раціональному використанню вторинної ягідної сировини.

Ключові слова: морозиво, екстракт, натуральний барвник, вичавки, ожина, органолептичні показники, інноваційний інгредієнт, рецептурний склад.

JEL Classification: L65, L66, Q01, M11.

Вступ

Морозиво є одним з найпоширеніших та найбільш популярних видів десертної продукції, особливо серед дітей, для яких важливим чинником вибору є яскравий і насичений колір. Традиційні технології виробництва морозива передбачають використання синтетичних барвників, що забезпечують стабільність кольору, проте можуть становити потенційну загрозу для здоров'я людини. Зокрема, продукти їх розпаду здатні проявляти токсичну, канцерогенну, мутагенну та тератогенну дію. Крім того, процес виробництва синтетичних барвників супроводжується значним техногенним навантаженням на довкілля, адже стічні води часто скидаються у навколишнє середовище без належного очищення (Amchova et al., 2024).

by water-glycerol extraction with subsequent concentration of the extract to $30 \pm 0.5\%$ of dry matter and stabilization of anthocyanins with a pectin-sugar-acid system. Technical specifications U 10.8-04718013-013:2025 and TI 10.8-04718013-013:2025 were developed and implemented for it, which confirms the reproducibility of the technology. The dye in quantities of 15, 20 and 25 g/kg was introduced into the mixture for soft ice cream "Vanilla" (TU U 15.8-34905343-001:2009). Its effect on color, acidity, content of coloring substances, structural-mechanical and microbiological indicators was studied. It was established that concentrations of 15–20 g/kg form a uniform light pink color and a characteristic blackberry flavor profile without changing the consistency. The content of 25 g/kg causes an increase in acidity to 53.1°T , which exceeds the norm of DSTU 4733:2007. The increase in acidity is explained by the natural acidity of the dye, and not by the development of microflora. After 30 days, the sample with the dye contained a smaller amount of yeast and mold fungi than the control, which showed the detected antimicrobial activity of anthocyanin compounds. The results obtained confirm the feasibility of using the dye from blackberry pomace in concentrations of 15–20 g/kg. It provides stable natural color, does not consume the technological properties of the product, and contributes to the formation of environmentally friendly technology through the rational use of secondary berry raw materials.

Keywords: ice cream, extract, natural dye, pomace, blackberry, organoleptic indicator, innovative ingredient, recipe composition.

У зв'язку зі зростанням споживчого інтересу до безпечних і натуральних інгредієнтів, актуальним є пошук природних барвників із доступної вітчизняної сировини, зокрема з ягідних вичавок. Натуральні барвники містять широкий комплекс біологічно активних речовин (антоціанів, фенольних сполук, флавоноїдів), які забезпечують антиоксидантні, антидепресантні, антимікробні, протигрибкові, протиракові, проти-запальні та сечогінні властивості. Саме тому натуральні барвники активно витісняють синтетичні на світовому ринку (*Barciela et al.*, 2023).

Результати аналізу сучасних наукових праць свідчать про інтенсивне вивчення натуральних барвників у складі морозива. У праці *Mohammed et al.* (2022) встановлено, що емульсія типу "олія у воді" з екстракту червоного буряка у концентраціях 10–30% забезпечує стабільність кольору морозива протягом шести місяців зберігання без погіршення органолептичних та фізико-хімічних показників. У дослідженні *Dara et al.* (2024) зазначено, що антоціани барбарису в концентраціях 1–5% знижують *pH*, підвищують вміст фенольних сполук та антиоксидантну активність. Крім того, антоціани барбарису зменшують швидкість плавлення, покращуючи структурно-механічну стабільність морозива. Авторами *Ali et al.* (2023) та *Khalil et al.* (2025) проаналізовано вплив беталаїну з червоного буряка на якісні показники морозива. Визначено, що додавання барвника у концентрації 50, 100 і 200 мг/мл сприяє збереженню консистенції продукту, уповільнює окислення ліпідів та гідроліз білків, що забезпечує підвищення загальної якості морозива під час зберігання. Дослідники підкреслюють доцільність використання натуральних барвників у харчових технологіях, оскільки вони виконують функції барвника та природного консерванта.

С-фікоціанін (С-ПК) – природний білковий пігмент ціанобактерій із вираженими біоактивними властивостями, який активно використовують як натуральний барвник. У дослідженні *Campos Assumpção de Amarante et al.* (2020) визначено, що додавання С-ПК забезпечує збереження інтенсивного синього відтінку морозива протягом 182 діб зберігання. Після моделювання перетравлювання *in vitro* антиоксидантна активність зразків з додаванням С-ПК зросла у 13 разів порівняно з контролем, що вказує на високу біодоступність антиоксидантних сполук. Аналогічні результати наведено у праці *Bürck et al.* (2024). Протягом 6 міс. зберігання зразки морозива з додаванням С-ПК залишалися мікробіологічно безпечними та характеризувалися стабільністю кольору. За сенсорними показниками морозиво з С-ПК отримало найвищі оцінки зовнішнього вигляду, тоді як зразки з біомасою спіруліни поступалися за смаком, але залишалися прийнятними для споживачів. У дослідженні *Chen et al.* (2023) доведено доцільність використання антоціанів лотоса у концентрації 0.5–1.5% для надання морозиву фіолетового забарвлення. Додавання антоціанів сприяло покращенню структурної стабільності продукту та подовженню терміну зберігання.

Доцільно зазначити, що все більшої уваги вчені приділяють дослідженню вторинної сировини, зокрема ягідних і фруктових вичавок, як перспективного джерела барвних речовин. Такий підхід дає змогу скорочувати харчові відходи, підвищувати екологічність виробництва та збагачувати харчові продукти біологічно активними речовинами. Авторами *Shelke et al.* (2020) запропоновано використання барвника з вичавок хамуну в концентрації 3%. Ця добавка спричинила зміни органолептичних та фізико-хімічних показників морозива, зокрема колір і смак, підвищення вмісту сухих речовин, клітковини та титрованої кислотності, а також зниження вмісту жиру. Підтверджена доцільність використання порошку та екстракту з вичавок бузини чорної у виробництві сорбетів (*Neves et al.*, 2024), сублімованого порошку з відходів цвіту гвоздики у виробництві морозива (*Vural et al.*, 2023), побічних продуктів переробки яблук у виробництві морозива (*Nehme et al.*, 2025) та ін.

Попри наявний науковий інтерес до природних барвників, потенціал вітчизняних ягідних вичавок, особливо ожини як компоненту барвників, придатних для технології м'якого морозива, досліджений недостатньо.

Гіпотеза дослідження передбачає, що барвник з вичавок ожини може забезпечити стабільне природне забарвлення морозива та підвищити його харчову і біологічну цінність без погіршення технологічних характеристик.

Метою статті є дослідження натурального барвника з вичавок ожини в технології м'якого морозива, оцінювання його впливу на фізико-хімічні, мікробіологічні та органолептичні показники продукту.

Предмет дослідження – барвник з вичавок ожини, суміш для вершкового м'якого морозива (ТУ У 15.8–34905343–001.2009, ТМ "ДЖЕЛАТО ГРУПП"), морозиво з барвником з вичавок ожини.

Контроль фізико-хімічних та органолептичних показників м'якого морозива проводили згідно з ДСТУ 8686.2:2016 "Морозиво м'яке та суміші для його виготовлення. Загальні технічні умови". Масову частку фарбувальних речовин у зразках визначали згідно з вимогами ДСТУ 3845-99 "Барвники натуральні харчові. Технічні умови" з використанням фотоколориметра КФК–2. Титровану кислотність встановлювали методом нейтралізації з індикатором фенолфталеїном відповідно до ДСТУ ISO 6091:2007 "Молоко сухе. Визначення титрованої кислотності". Масову частку сухих речовин визначали прискореним методом за ДСТУ 8552:2015 "Молоко та молочні продукти. Методи визначення вологості та сухої речовини". Масову частку цукрів визначали перманганатним методом Бертрана згідно з ДСТУ 7381:2013 "Консерви молочні. Визначення сахарів йодометричним методом". Вміст жиру визначали кислотним методом відповідно до МВ 1.40/3805 "Порядок відбору проб та фізико-хімічні методи випробувань". Сенсорний аналіз проводили методом парного порівняння згідно з вимогами ДСТУ ISO 5495:2005 "Дослідження сенсорне. Методологія. Метод парного порівняння". Інтенсивність забарвлення визначали за методикою, зазначеною у

статті (Ścibisz *et al.*, 2023). Харчову та енергетичну цінність продукції проводили розрахунковим методом.

Мікробіологічні показники сировини визначали відповідно до чинних нормативних документів: ДСТУ ISO 11290–1:2003 "Мікробіологія харчових продуктів та кормів для тварин. Горизонтальний метод виявлення та підраховування *Listeria monocytogenes*", ДСТУ 8446:2015 "Продукти харчові. Методи визначення кількості мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів", ДСТУ EN 12824:2004 "Мікробіологія харчових продуктів і кормів для тварин. Горизонтальний метод виявлення *Salmonella*", ГОСТ 30518–97 "Продукти харчові. Методи виявлення та визначення кількості бактерій групи кишкових паличок (коліформних бактерій)", ДСТУ ISO 7954:2006 "Мікробіологія харчових продуктів і кормів для тварин. Загальні настанови з підрахунку дріжджів і мікроскопічних грибів". Математичну обробку результатів досліджень здійснювали з використанням програми *Microsoft Excel*.

1. Органолептичні та фізико-хімічні показники барвника з вичавок ожини

У дослідженні показників якості м'якого морозива застосовували розроблений барвник із вичавок ожини. Технологія його отримання передбачає використання водно-гліцеринового розчинника з подальшим концентруванням екстракту до вмісту сухих речовин ($30 \pm 0.5\%$) (Ярмош & Мельник, 2024; Ярмош *et al.*, 2025) та стабілізацією антоціанових пігментів пектино-цукро-кислотою сумішшю. Для барвники розроблено ТУ У10.8-04718013-013:2025 та ТІ 10.8-04718013-013:2025. Фізико-хімічні показники наведено в *табл. 1*.

Таблиця 1

Фізико-хімічні показники барвника з вичавок ожини

$n = 5, p \leq 0.05$

Назва показників	Характеристика
Масова частка сухих розчинних речовин, %	55.5 ± 0.3
Активна кислотність (<i>pH</i>)	3.0 ± 0.1
Титрована кислотність (%) у перерахунку на яблучну кислоту	0.50 ± 0.03
Густина при 20 °С, кг/м ³	1280 ± 2
Концентрація барвних речовин, г/дм ³	87.6 ± 0.3
Розчинність у воді/спирті	Повна, без осаду
Мінеральні домішки	Домішки відсутні
Домішки рослинного походження	Домішки відсутні
Сторонні домішки	Домішки відсутні

Джерело: складено авторами.

За даними *табл. 1* бачимо, що барвник характеризується високою масовою часткою сухих речовин ($55.5 \pm 0.3\%$) та значним вмістом

барвних сполук (87.6 ± 0.3 г/дм³). Показники активної ($pH\ 3.0 \pm 0.1$) і титрованої кислотності відображають природну кислотність барвника з вичавок ожини.

Термін зберігання барвника при $t\ 18 \pm 2\ ^\circ C$ – 6 місяців, при $4 \pm 2\ ^\circ C$ – 12 міс.; у відкритій споживчій тарі – не більше ніж 3 доби.

За органолептичними показниками (рис. 1) барвник – однорідна в'язка рідина темно-червоного кольору з легким блиском, однорідна за всією масою та характерна за зовнішнім виглядом для використаної ягідної сировини. Смак – кисло-солодкий, з характерною терпкістю та без сторонніх присмаків. Запах – насичений, типовий для ожинової сировини, без сторонніх запахів.



Рис. 1. Барвник з вичавок ожини

Харчова та енергетична цінність барвника з вичавок ожини наведена в табл. 2.

Таблиця 2

Харчова та енергетична цінність барвника з вичавок ожини

$n = 5, p \leq 0.05$

Назва показників	Характеристика
Білки, г/100 г	0.6 ± 0.02
Жири, г/100 г	1.62 ± 0.05
Вуглеводи, г/100 г	47.91 ± 0.3
Зола, г/100 г	0.41 ± 0.02
ЕЦ, ккал	208.62

Джерело: складено авторами.

Фізико-хімічні та органолептичні показники барвника з вичавок ожини підтверджують доцільність використання у технології виробництва м'якого морозива.

2. Технологія отримання та органолептичні, фізико-хімічні й мікробіологічні показники м'якого морозива з використанням барвника з вичавок ожини

Основною сировиною для виробництва вершкового м'якого морозива слугувала суміш "Ваніль", виготовлена за ТУ У 15.8–34905343–001.2009 (ТМ "ДЖЕЛАТО ГРУПП"). До її складу входить сухе молоко, сухі вершки, цукрова пудра, стабілізатор "Макгель" та ароматизатор. Відповідно до рекомендацій виробника, суміш розводили молоком у співвідношенні 1:2.

Дослідження технологічних параметрів виробництва м'якого морозива проводили в умовах кафе-кав'ярні з використанням фризера. У готову молочну суміш перед фризруванням вводили різні концентрації барвника з ожини (табл. 3). Було виготовлено чотири зразки морозива: контрольний (без барвника), зразок 1 (15 г/кг), зразок 2 (20 г/кг) та зразок 3 (25 г/кг).

Таблиця 3

Рецептура м'якого морозива з додаванням барвника з ожини

№	Найменування сировини	Маса сировини на одну партію, г			
		контроль	зразок 1	зразок 2	зразок 3
1	Суміш для морозива "Ваніль"	350.0	350.0	350.0	350.0
3	Молоко ультрапастеризоване 2.5%	700.0	700.0	700.0	700.0
4	Барвник з ожини	–	15.0	20.0	25.0
	Разом	1050.0	1055.0	1060.0	1065.0

Джерело: складено авторами.

Підготування сировини (підсистема А). Суху суміш для морозива просіюють через сито з діаметром отворів 0.5–0.8 мм для запобігання потрапляння сторонніх домішок та грудочок. Молоко попередньо охолоджують до $t 3 \pm 2$ °С, що забезпечує скорочення фризирования молочної суміші у бункері фризера.

Приготування молочної суміші (підсистема В). Суху суміш змішують з охолодженим молоком у співвідношенні 1:2 та вносять барвник з вичавок ожини. Отриману рідку суміш інтенсивно гомогенізують до однорідної консистенції, після чого проціджують через сито для видалення можливих сторонніх включень.

Фризирования морозива (підсистема С). Гомогенізовану суміш заливають у бункер фризера, встановлюють режим *Soft "7"* і здійснюють фризирования при $t -10 \pm 2$ °С протягом 13–15 хв. Після завершення процесу апарат автоматично переходить у режим збереження, підтримуючи стабільну температуру готового продукту. У кафе-кав'ярні м'яке морозиво відсаджують у вафельні ріжки та реалізують для безпосереднього споживання.

Структуру технологічних підсистем виробництва м'якого морозива з використанням барвника з вичавок ожини показано в табл. 4.

Таблиця 4

Структура технологічних підсистем виробництва м'якого морозива з використанням барвника з вичавок ожини

Назва підсистеми	Основна мета і завдання
Підсистема А – підготування сировини	Мета – створення необхідних умов для отримання морозива із заданими фізико-хімічними параметрами Завдання – просіювання сухої суміші, охолодження молока до $t 4 \pm 2$ °С для скорочення процесу фризирования
Підсистема В – приготування молочної суміші	Мета – отримання однорідної молочної суміші з додаванням барвника, придатної для подальшого фризирования Завдання – змішування сухої суміші з охолодженим молоком та барвником, гомогенізація до однорідної консистенції, проціджування для видалення грудочок та сторонніх включень
Підсистема С – фризирования морозива	Мета – отримання м'якого морозива стабільної консистенції, придатного до вживання Завдання – забезпечення рівномірного заморожування суміші, формування необхідної м'якої, пластичної консистенції, порціонування готового продукту

Джерело: складено авторами.

Технологічна схема виробництва морозива з додаванням барвника з вичавок ожини наведена на *рис. 2*. Виробничий процес передбачає такі основні стадії: підготовка сировини, приготування молочної суміші та фризерування.

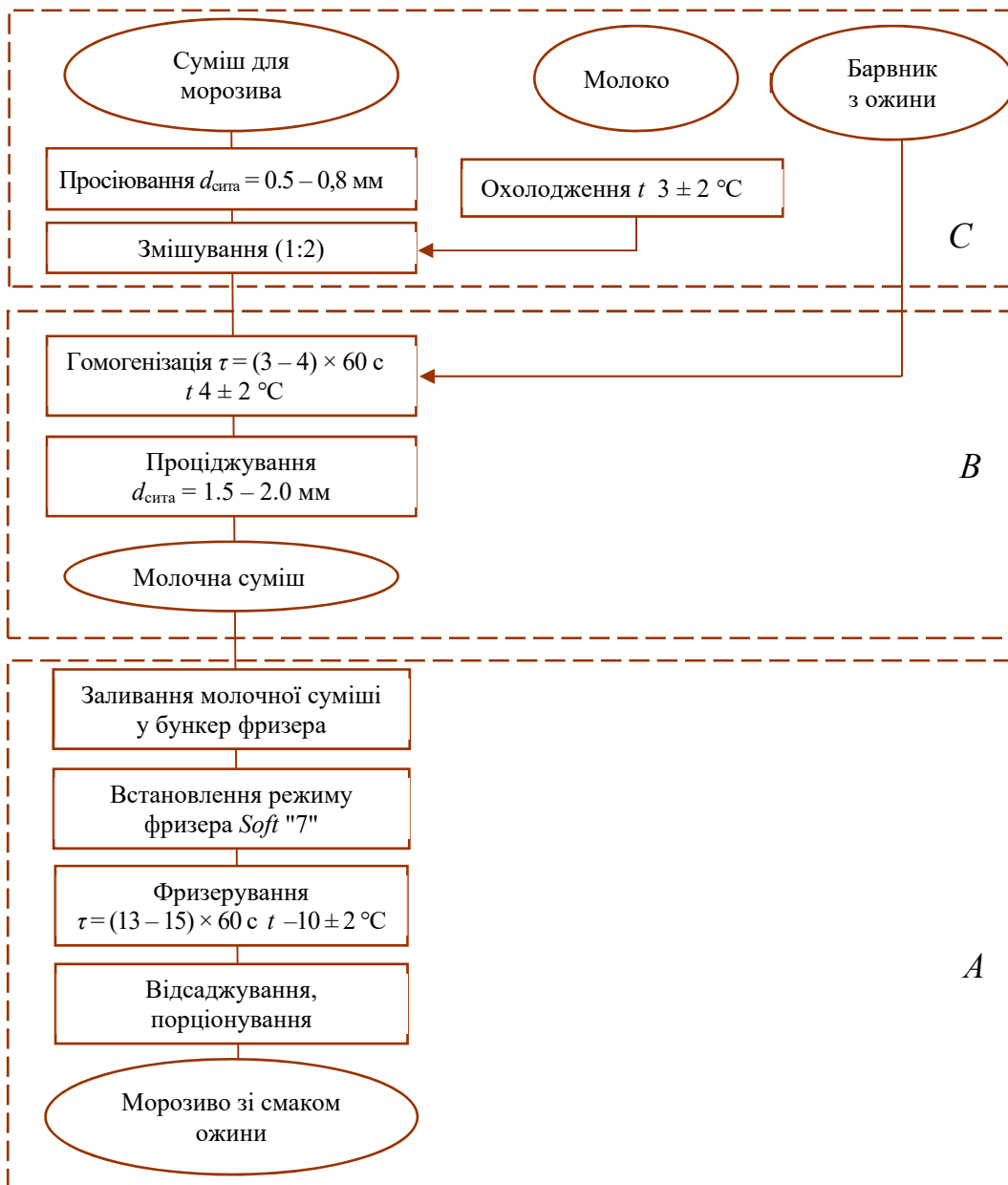


Рис. 2. Технологічна схема виробництва морозива з додаванням барвника з вичавок ожини

Джерело: складено авторами.

Виробництво дослідних та контрольного зразка здійснювали за однаковою технологією, відмінність полягала лише у відсутності барвника з ожини в рецептурі контрольного зразка. Характеристика органолептичних показників зразків морозива наведена в *табл. 5*.

Таблиця 5

Органолептичні показники зразків морозива
з додаванням барвника з вичавок ожини

Найменування показників	Характеристика			
	контроль	зразок 1	зразок 2	зразок 3
Смак і запах	Чистий, характерний для даного виду морозива, з присмаком ванілі	Характерний для даного виду морозива зі слабо вираженим присмаком ожини	Характерний для даного виду морозива, з вираженим присмаком ожини з кислотною	Характерний для даного виду морозива, з вираженим присмаком ожини з кислотною
Структура та консистенція	Однорідна, ніжна	Однорідна	Однорідна	Однорідна
Колір	Рівномірний, світло-кремовий	Рівномірний, світло-бузковий	Рівномірний, світло-рожевий	Рівномірний, рожевий з фіолетовим відтінком
Зовнішній вигляд	Добре тримає форму після видавлювання з фризера, не тане при подачі			

Джерело: складено авторами.

Згідно з даними *табл. 5*, контрольний зразок морозива характеризується однорідною структурою, рівномірним світло-кремовим забарвленням та солодким смаком із вираженим ванільним присмаком. Після видавлювання з фризера зразок добре зберігає форму.

Додавання барвника зумовило зміну кольору морозива: від світло-бузкового (зразок 1) до світло-рожевого (зразок 2) та інтенсивного рожевого з фіолетовим відтінком (зразок 3). У зразках з барвником також відзначено появу характерного ожинового смаку, інтенсивність якого посилюється зі збільшенням концентрації барвника. Зразки 2 та 3 мають виражений солодко-кислий присмак, який гармонійно поєднується зі смаковим профілем морозива. Структура, консистенція та зовнішній вигляд усіх зразків відповідають вимогам стандарту ДСТУ 8686.2:2016.

Фізико-хімічні показники м'якого морозива визначали у день його виробництва, оскільки ці параметри характеризують початкову якість та технологічні властивості продукту і можуть змінюватися під час заморожування та тривалого зберігання. Для оцінки коректного впливу барвника з вичавок ожини на структуру, консистенцію, кислотність та інші показники важливо досліджувати їх саме в момент отримання готового продукту. Фізико-хімічні показники морозива з додаванням барвника наведено в *табл. 6*.

Таблиця 6

Результати аналізу фізико-хімічних показників морозива з барвником
 $n = 5, p \leq 0.05$

Показники	За ДСТУ 8686.2:2016 для вершкового морозива	Після виготовлення			
		контроль	зразок 1	зразок 2	зразок 3
Масова частка жиру, %	8.0 – 11.5%	10.0 ± 0.02	10.1 ± 0.02	10.1 ± 0.02	10.2 ± 0.02
Масова частка сухих речовин, %	Не менше за 34%	34.5 ± 0.2	34.8 ± 0.2	34.9 ± 0.2	35.0 ± 0.2
Масова частка сахарози, %	Не менше за 14.0%	16.0 ± 0.2	16.3 ± 0.2	16.6 ± 0.2	16.8 ± 0.2
Кислотність, °Т	Не більше ніж 22 °Т	20.8 ± 0.2	35.4 ± 0.2	44.1 ± 0.5	53.1 ± 0.5
Густина, г/см ³	Не нормується	0.720 ± 0.01	0.722 ± 0.01	0.725 ± 0.01	0.728 ± 0.01
Вміст барвних речовин, г/кг	Не нормується	–	1.83 ± 0.05	2.44 ± 0.05	3.05 ± 0.05
Інтенсивність забарвлення, ΔЕ	Не нормується	–	4.32	9.19	17.42

Джерело: складено авторами.

Згідно з даними табл. 6, додавання натурального барвника з вичавок ожини спричиняє зміни фізико-хімічних показників м'якого морозива. Масова частка сухих речовин зростає з 34.5 до 35.0%, а масова частка сахарози – з 16.0 до 16.8%, що пов'язано з внесенням додаткових сухих речовин разом з барвником.

Титрована кислотність підвищується від 20.8 °Т у контролі до 35.4–53.1 °Т у досліджених зразках. Зростання кислотності є рецептурно зумовленим та пов'язане з природною кислотністю барвника з ягідної сировини (наявність органічних кислот та кислотно чутливою природою антоціанів). Це відхилення не пов'язане з мікробіологічними процесами. Норматив ≤ 22 °Т, встановлений ДСТУ 8686.2:2016 для традиційного м'якого морозива, не враховує наявності кислих рослинних інгредієнтів. Тому у зразках із натуральним барвником підвищена кислотність є прогнозованою та технологічно зумовленою.

Густина морозива зростає з 0.720 до 0.728 г/см³ внаслідок внесення водно-гліцеринового розчинника у складі барвника, густина якого вища за густину водної фази продукту. Водночас фіксується пропорційне збільшення вмісту барвних речовин (1.83–3.05 г/кг) та зростання інтенсивності забарвлення ($\Delta E = 4.32 - 17.42$). Таким чином, усі дослідні зразки зберігають нормативні характеристики для морозива вершкового типу за ДСТУ 8686.2:2016, за винятком рецептурно обумовленого підвищення кислотності, яке спричинене природними властивостями рослинного барвника.

Після виробництва зразки м'якого морозива (рис. 3) зберігали у морозильній камері протягом 30 діб з метою визначення впливу барвника на мікробіологічні показники продукції у процесі зберігання.

Оскільки м'яке морозиво згідно з ДСТУ не підлягає тривалому зберіганням як готовий продукт, проведене дослідження розглядалося не як оцінювання терміну його придатності, а як модельний експеримент, спрямований на вивчення поведінки барвника та мікробіологічної стабільності системи у замороженому стані.



Рис. 3. Зовнішній вигляд морозива м'якого
1 – контроль; 2 – зразок 1; 3 – зразок 2; 4 – зразок 3

Джерело: складено авторами.

Результати мікробіологічного аналізу зразків морозива з барвником наведено в табл. 7.

Таблиця 7

Мікробіологічні показники м'якого морозива

$n = 5, p \leq 0.05$

Показники	Нормативне значення	Контроль	Зразок 1	Зразок 2
Після виготовлення				
КМАФАнМ, КУО в 1.0 г	1.0×10^5	0	0	0
БГКП (коліформи) в 0.1 г	Не допускаються	Ріст відсутній		
Дріжджі КУО в 1 г	100	0	0	0
Плісєніві гриби, КУО в 1.0 г	500	0	0	0
Патогенні мікроорганізми: <i>Salmonella</i> , в 25.0 г	Не допускаються	Ріст відсутній		
<i>Staphylococcus aureus</i> в 1 г	Не допускаються	Ріст відсутній		
<i>L. monocytogenes</i> в 25 г	Не допускаються	Ріст відсутній		
На 30 добу зберігання				
КМАФАнМ, КУО в 1.0 г	1.0×10^5	1.8×10^3	1.3×10^1	1.0×10^1
БГКП (коліформи) в 0.1 г	Не допускаються	Ріст відсутній		
Дріжджі КУО в 1 г	100	32	13	11
Плісєніві гриби, КУО в 1.0 г	500	4	3	3
Патогенні мікроорганізми: <i>Salmonella</i> , в 25.0 г	Не допускаються	Ріст відсутній		
<i>Staphylococcus aureus</i> в 1 г	Не допускаються	Ріст відсутній		
<i>L. monocytogenes</i> в 25 г	Не допускаються	Ріст відсутній		

Джерело: складено авторами.

Дані *табл. 7* показують, що після виготовлення в усіх зразках м'якого морозива КМАФАНМ, дріжджі, плісеневі гриби та БГКП відсутні, що свідчить про мікробіологічну чистоту суміші та дотримання санітарно-гігієнічних умов виробництва.

Після 30 діб зберігання в замороженому стані рівень КМАФАНМ у всіх зразках залишається суттєво нижчим за нормативне значення (1.0×10^5 КУО/г), що підтверджує мікробіологічну безпечність готової продукції. У жодному зі зразків не виявлено коліформ (БГКП), *Salmonella*, *S. aureus* та *L. monocytogenes*, що повністю відповідає вимогам нормативної документації.

Кількість дріжджів і плісневих грибів на 30-ту добу зберігання у зразках із внесенням барвника суттєво нижча, ніж у контрольному зразку. Збільшення концентрації барвника супроводжується зменшенням показників КМАФАНМ, дріжджів і пліснявих грибів що свідчить про антимікробну активність антоціанових сполук ягідної сировини.

Розрахунок харчової цінності морозива з додаванням натурального барвника з ожини наведено у *табл. 8*.

Таблиця 8

Харчова та енергетична цінність морозива

 $n = 5, p \leq 0.05$

Показники	Вміст г/100 г продукту		
	контроль	зразок 1	зразок 2
Білки, г	5.7	5.8	5.8
Жири, г	7.8	8.0	8.1
Вуглеводи, г	21.4	28.6	31.0
Енергетична цінність:			
ккал	178.6	209.6	220.1
кДж	747.26	876.96	920.90

Джерело: складено авторами.

Дані *табл. 8* свідчать, що додавання барвника з вичавок ожини призводить до підвищення його харчової та енергетичної цінності. Вміст білків залишається практично не змінним і коливається в межах 5.7–5.8 г/100 г. Кількість жирів збільшується від 7.8 г/100 у контрольному зразку до 8.0–8.1 г/100 г у зразках із барвником.

Найбільш суттєві зміни спостерігаються у вмісті вуглеводів: їх кількість зростає з 21.4 г/100 г у контрольному зразку до 28.6–31.0 г/100 г у дослідних зразках. Це обумовлює підвищення енергетичної цінності морозива – від 178.6 ккал у контрольному зразку до 209.6–220.1 ккал у зразках із барвником.

Висновки

На основі проведених досліджень підтверджено гіпотезу про те, що барвник із вичавок ожини забезпечує стабільне забарвлення м'якого морозива та не погіршує його органолептичні й фізико-хімічні показники. Встановлено, що внесення барвника підвищує харчову цінність морозива

та знижує кількість дріжджів і плісневих грибів під час зберігання, що вказує про його можливу антимікробну дію.

Експериментально визначено, що оптимальна концентрація барвника становить 15–20 г/кг, за якої формується інтенсивне рівномірне світло-рожеве забарвлення. Підвищення концентрації понад 25 г/кг призводить до надмірної кислотності, що є не притаманним для даного виробу. Впровадження барвника з вичавок ожини у технологію м'якого морозива є доцільним та забезпечує раціональне використання вторинної ягідної сировини для забарвлення продуктів харчування природним кольором і покращення якісних характеристик.

За результатами досліджень доведено можливість використання барвників із вторинної ягідної сировини, що сприяє розвитку технологій, орієнтованих на мінімізацію відходів, та впровадженню харчової продукції з натуральними добавками.

У подальших дослідженнях передбачається застосування барвників, розроблених за ТУ У 10.8-04718013-013:2025 в інших харчових продуктах – зефірі, йогуртах, сиркових десертах, молочних коктейлях, напоях та мусових десертах, де потрібне природне стабільне рожево-червоне забарвлення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCE

Amchova, P., Siska, F., & Ruda-Kucerova, J. (2024). Food Safety and Health Concerns of Synthetic Food Colors: An Update. *Toxics*, 12(7), 466. <https://doi.org/10.3390/toxics12070466>

Barciela, P., Perez-Vazquez, A., & Prieto, M. A. (2023). Azo dyes in the food industry: Features, classification, toxicity, alternatives, and regulation. *Food and Chemical Toxicology*, (178), 113935. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2023.113935>

Mohammed, A. N., Ishwarya, S., P., & Nisha, P. (2022). Ice-cream as a model system to evaluate the food colorant functionality of red beet extract emulsion. *Journal of Culinary Science & Technology*, 1–21. <https://doi.org/10.1080/15428052.2021.2024475>

Dara, A., Naji-Tabasi, S., Feizy, J., Fooladi, E., & Rafe, A. (2024). Exploring the potential utilization of copigmented barberry anthocyanins in ice cream: Focusing on foaming aspects, and melting attributes. *Current Research in Food Science*, (9), 100811. <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2024.100811>

Ali, R. T. M., & Jameel, Q. Y. (2023). Red beetroot betalains as a novel source of colorent in ice-cream as compared with Red Dye 40 (E129). *Functional Foods in Health and Disease*, 13(4), 225. <https://doi.org/10.31989/ffhd.v13i4.1096>

Khalil, S., Laaraj, S., Firdous, N., Farooq, U., Bouhrim, M., Herqash, R. N., Shahat, A. A., Hussain, A., Mouhaddach, A., Eto, B., Batool, A., Bibi, B., Ayesha, A., Arshad, F., & Elfazazi, K. (2025). Extraction and Analysis of Natural Color From Beetroot (*Beta vulgaris L.*) Using Different Techniques, and Its Utilization in Ice Cream Manufacturing. *Food Science & Nutrition*, 13(4). <https://doi.org/10.1002/fsn3.70167>

Campos Assumpção de Amarante, M., Cavalcante Braga, A. R., Sala, L., & Juliano Kalil, S. (2020). Colour stability and antioxidant activity of C-phycocyanin-added ice creams after in vitro digestion. *Food Research International*, (137), 109602. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109602>

Bürck, M., Fratelli, C., Assis, M., & Braga, A. R. C. (2024). Naturally Colored Ice Creams Enriched with C-Phycocyanin and Spirulina Residual Biomass: Development of a Fermented, Antioxidant, Tasty and Stable Food Product. *Fermentation*, 10(6), 304. <https://doi.org/10.3390/fermentation10060304>

Chen, N., Chen, L., He, Q., Sun, Q., & Zeng, W. (2023). Effects of lotus anthocyanins on the quality of ice cream. *Food Science of Animal Products*, 1(4), 9240037. <https://doi.org/10.26599/fsap.2023.9240037>

Shelke, G., Kad, V., Yenge, G., Desai, S., & Kakde, S. (2020). Utilization of jamun pomace as functional ingredients to enhance the physico-chemical and sensory characteristics of ice cream. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44(10). <https://doi.org/10.1111/jfpp.14736>

Ścibisz, I., & Ziarno, M. (2023). Effect of Fermented Matrix on the Color and Stability of Strawberry and Blueberry Anthocyanins during the Storage of Fruit Yogurts and Soy-Based and Bean-Based Fruit Yogurt Alternatives. *Molecules*, 28(17), 6222. <https://doi.org/10.3390/molecules28176222>

Neves, C. M. B., Fogueiro, É., Cardoso, S. M., Gonçalves, F., Pinto, A., & Wessel, D. F. (2024). Towards the Valorization of Elderberry By-Product: Recovery and Use of Natural Ingredients for Sorbet Formulations. *Applied Sciences*, 14(22), 10328. <https://doi.org/10.3390/app142210328>

Vural, E., & Topuz, A. (2023b). Anthocyanin-Based Natural Food Colorant from Fresh Waste Carnation Flower Petals: Effect of pH, Temperature, and Drying Method on its Degradation Kinetics and its Use in Ice Cream. *Akademik Gıda*, 312–322. <https://doi.org/10.24323/akademik-gida.1422109>

Ярмош, Т. А., & Мельник, О. Ю. (2025). Технологія отримання антоціанового барвника з вичавок ожини. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The series: Mechanization and Automation of Production Processes*, (2), 81–86. <https://doi.org/10.32782/msnau.2025.2.13>

Yarmosh, T. A., & Melnyk, O. Yu. (2025). Technology of obtaining anthocyan dye from blackberry extracts. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Mechanization and Automation of Production Processes*, (2), 81–86. <https://doi.org/10.32782/msnau.2025.2.13>

Ярмош, Т., Перцевой, Ф., & Маренкова, Т. (2024). Дослідження ефективності сорбіту та ксиліту для екстрагування барвних речовин з бузини чорної. *Scientific bulletin of the Tavria State Agrotechnological University*, 14(1). <https://doi.org/10.32782/2220-8674-2024-24-1-21>

Yarmosh, T., Pertsevoi, F., & Marenkova, T. (2024). Study of the effectiveness of sorbitol and xylitol for extracting colorants from black elderberry. *Scientific Bulletin of the Tavria State Agrotechnological University*, 14(1). <https://doi.org/10.32782/2220-8674-2024-24-1-21>

Конфлікт інтересів. Автори заявляють, що не мають фінансових чи нефінансових конфліктів інтересів щодо цієї публікації; не мають відносин із державними органами, комерційними або некомерційними організаціями, які могли б бути зацікавлені у поданні цієї точки зору.

Автори не отримували прямого фінансування для цього дослідження.

Науменко, Т., & Перцевой, Ф. (2025). Вплив барвника з екстракту ожини на якісні показники м'якого морозива. *Товарознавство. Технології. Інжиніринг*, 4(56), 32–45. [https://doi.org/10.31617/2.2025\(56\)03](https://doi.org/10.31617/2.2025(56)03)

Надійшла до редакції 24.10.2025.

Прийнято до друку 26.11.2025.

Публікація онлайн 16.12.2025.

DOI: [https://doi.org/10.31617/2.2025\(56\)04](https://doi.org/10.31617/2.2025(56)04)
УДК 006.72:[641.1:613.2.032.33]

БАЗАРОВ Андрій

 <https://orcid.org/0009-0004-4399-6095>

аспірант кафедри товарознавства
та фармації
Державного торговельно-економічного
університету
вул. Kioto, 19, м. Київ, 02156, Україна
a.bazarov@knute.edu.ua

ПОЗИЦІОНУВАННЯ ТА КЛАСИФІКАЦІЯ ПРОДУКТІВ ДЛЯ ЕНТЕРАЛЬНОГО ХАРЧУВАННЯ СЕДАТИВНОЇ ДІЇ

Інтеграція канабідіолу до продуктів для ентерального харчування формує новий науковий, технологічний та регуляторний виклик, оскільки створення таких продуктів не вписується у традиційні парадигми товарознавчої класифікації. Відсутність однозначної нормативної та товарознавчої ідентифікації призводить до правового вакууму та ускладнює розробку ефективних методів контролю якості та стандартизації. Обґрунтовується науково-практична гіпотеза: ефективна товарознавча ідентифікація та контроль якості продуктів для ентерального харчування, що містять канабідіол, не можуть бути забезпечені в межах чинних нормативних актів, але стають можливими за умови створення та впровадження науково обґрунтованої дворівневої класифікаційної моделі, яка враховує як медичне призначення продукту, так і його фізико-хімічну стабільність. Дослідження ґрунтується на методах системного літературного огляду та аналізу національних і міжнародних регуляторних документів. Встановлено, що якість продукції визначається синергією характеристик сировини (ізолят, екстракт), технології формулювання та умов зберігання/пакування. Регуляторний аналіз виявив значну фрагментацію: Європейський орган з безпеки харчових продуктів (EFSA) зазначив прогалини в даних для оцінки канабідіолу як "Novel Food", тоді як в Україні створено умови для легального обігу екстрактів канабідіолу, що вимагає гармонізації з технічними регламентами. Обґрунтовано необхідність застосування високочутливої рідинної хроматографії з мас-спектрометричним детектором для селективної ідентифікації канабідіолу та



BAZAROV Andrii

 <https://orcid.org/0009-0004-4399-6095>

Postgraduate Student at the Department
of Commodity Science and Pharmacy
State University of Trade and Economics

19, Kyoto St., Kyiv, 02156, Ukraine
a.bazarov@knute.edu.ua

POSITIONING AND CLASSIFICATION OF ENTERAL NUTRITION PRODUCTS WITH SEDATIVE EFFECTS

The integration of cannabidiol into enteral nutrition products creates a new scientific, technological, and regulatory challenge, as the development of such products does not fit into traditional commodity classification paradigms. The lack of unambiguous regulatory and commercial identification creates a legal vacuum and complicates the development of effective quality control and standardization methods. A scientific and practical hypothesis is substantiated: effective commodity identification and quality control of enteral nutrition products containing cannabidiol cannot be ensured within the current regulatory framework, but will become possible upon the development and implementation of a scientifically grounded two-tier classification model that takes into account both the medical purpose of the product and its physicochemical stability. The research is based on systematic literature review methods and the analysis of national and international regulatory documents. It is established that product quality is determined by the synergy of raw material characteristics (isolate, extract), formulation technology, and storage/packaging conditions. Regulatory analysis indicates significant fragmentation: the European Food Safety Authority (EFSA) noted data gaps in the assessment of CBD as a "Novel Food," while in Ukraine, conditions have been established for the legal circulation of cannabidiol extracts, requiring harmonization with technical regulations. The necessity of using highly sensitive liquid chromatography with a mass spectrometric detector for the selective identification of cannabidiol and the control of accompanying cannabinoids is substantiated.



Copyright © 2025. Автор(и). Це стаття відкритого доступу, яка розповсюджується на умовах ліцензії [Creative Commons Attribution License 4.0 \(CC-BY\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) Міжнародна ліцензія

контролю супутніх канабіноїдів. Запропоновано багатовимірний підхід до класифікації, який є критично важливим для розробки внутрішніх технічних регламентів, правил маркування та митно-тарифної класифікації.

Ключові слова: канабідіол, ентеральне харчування, товарознавча класифікація, стандартизація, контроль якості.

A multi-dimensional approach to classification is proposed, which is critically important for developing internal technical regulations, labeling rules, and customs tariff classification.

Keywords: Cannabidiol, enteral nutrition, commodity classification, standardization, quality control.

JEL Classification: L66, Q13, M31, O13.

Вступ

Упродовж останніх десятиліть глобальний ринок харчових продуктів зазнає суттєвих трансформацій, що зумовлено одночасною дією кількох ключових соціально-економічних та науково-технологічних тенденцій. З одного боку, спостерігається стале зростання попиту на харчові продукти для спеціальних медичних цілей, зокрема на продукти для ентерального харчування, що використовуються як у клінічних умовах, так і в рамках амбулаторного або домашнього догляду. Ринок харчових продуктів для спеціальних медичних цілей зростає під впливом демографічних чинників (старіння населення), збільшення частоти хронічних захворювань, розвитку нутріціології та поширення персоналізованого підходу до харчування. Унаслідок цього ентеральне харчування виходить за межі традиційного медичного застосування й дедалі частіше розглядається як високотехнологічна харчова матриця, здатна бути носієм для інтеграції різноманітних біологічно активних компонентів з метою розширення функціональних можливостей продукту.

На сучасному етапі розвитку харчової індустрії існує нагальна потреба в розробці законодавчо-нормативних підходів та регулювання використання продуктів для ентерального харчування загалом. Чітка ідентифікація та уніфікована класифікація цієї групи товарів є необхідною передумовою для гарантування їх якості та безпечності для споживачів. Особливої гостроти це питання набуває в контексті розробки інноваційних виробів із канабіноїдними компонентами, де відсутність гармонізованих нормативних вимог створює правовий вакуум, ускладнює процедури оцінки відповідності та стримує легальний обіг високотехнологічної продукції.

Паралельно з цим у світовому харчовому секторі спостерігається інша масштабна тенденція – легалізація, декриміналізація та активне комерційне використання канабідіолу як функціонального інгредієнта. Канабідіол позиціонується виробниками як компонент із потенційними седативними, антиоксидантними, нейропротекторними та протизапальними властивостями, що стимулює розширення ринку харчових продуктів, косметичних засобів, дієтичних добавок та нутріцевтиків на його основі. У багатьох країнах Європейського Союзу канабідіол розглядається як "Novel Food", в Україні він відповідно до чинного нормативного регулювання є дозволеним для обігу та продажу екстрактів у промислових

масштабах при дотриманні визначених вимог щодо вмісту тетрагідроканабінолу. Таким чином, регуляторне поле щодо канабідіолу демонструє значну неоднорідність, а отже, ускладнює його інтеграцію у харчові технології, особливо у технології спеціалізованого клінічного харчування (Turck et al., 2015; European Parliament and Council of the European Union, 2015).

Поєднання цих двох тенденцій – швидкого розвитку сектору ентерального харчування та зростаючої популярності канабідіолу – формує новий науковий, технологічний та регуляторний виклик. Проблема полягає в тому, що створення ентерального харчування з додаванням канабідіолу не узгоджується з традиційними підходами товарознавчої класифікації. У зв'язку з цим, критичною проблемою є відсутність чіткої нормативної ідентифікації та визначення категорії такого продукту: харчовий продукт для спеціальних медичних цілей, функціональна суміш, дієтична добавка або "Novel Food". Наразі національні та міжнародні регуляторні документи не забезпечують чіткої відповіді, що створює правовий вакуум і значну кількість непорозумінь на рівні технічного регулювання, контролю безпечності, стандартизації та митної класифікації товарів (Hampson & Riba, 2022).

Відсутність однозначної нормативної та товарознавчої ідентифікації продуктів для ентерального харчування, що містять канабідіол, унеможливорює розробку ефективних методів контролю якості: від визначення чистоти канабідіолу та відсутності небажаних канабіноїдів до оцінки стабільності емульсійної системи, взаємодії інгредієнтів, технологічної надійності та передбачуваності кінцевих органолептичних і функціональних властивостей. Така ситуація створює ризики як для виробників (через труднощі стандартизації, сертифікації та правової відповідності), так і для споживачів, які можуть отримувати продукт із непередбачуваною концентрацією активної речовини, недостатньою доказовою базою безпечності або некоректним маркуванням.

Таким чином, нормативна та товарознавча асиметрія щодо продуктів для ентерального харчування з інтегрованими канабідіоїдними компонентами стає функціональним бар'єром, що перешкоджає їхній уніфікованій ідентифікації та легальному обігу.

Пріоритетність дослідження законодавчо-нормативного позиціонування цієї групи товарів обумовлена тим, що без усунення цього правового вакууму неможливо сформувати єдину методологічну базу для гарантії безпечності, розробки внутрішніх технічних регламентів, адекватної стандартизації та коректної митно-тарифної класифікації інноваційних продуктів спеціалізованого клінічного харчування. З огляду на це, регуляторний аналіз становить ключову передумову для подальших технологічних та аналітичних досліджень.

Актуальність цього дослідження зумовлена необхідністю системно проаналізувати регуляторні та технологічні фактори, що визначають якість інноваційних продуктів для ентерального харчування з інтегрованими канабіноїдними компонентами, а також розробити науково-

методичні підходи до їх ідентифікації, класифікації та стандартизації в умовах поточної регуляторної невизначеності.

Метою статті є науково-методичне обґрунтування законодавчо-нормативного позиціонування продуктів для ентерального харчування з інтегрованим канабідіолом, а також теоретичне визначення ключових чинників, що формують їхню якість, а також розробка класифікаційної моделі для стандартизації обігу цієї інноваційної продукції.

На підставі сформованої актуальності та мети дослідження обґрунтовується науково-практична гіпотеза: ефективна товарознавча ідентифікація та контроль якості продуктів для ентерального харчування, що містять канабідіол, не можуть бути забезпечені в межах чинних нормативних актів, але стануть можливими лише за умови розробки та впровадження науково обґрунтованої дворівневої класифікаційної моделі, яка враховує як медичне призначення продукту, так і його фізико-хімічну стабільність.

Дослідження ґрунтується на методах системного літературного огляду та аналізу національних і міжнародних регуляторних документів.

Ефективна товарознавча класифікація та подальший контроль якості продуктів для ентерального харчування з седативним ефектом є досяжними лише за умови подолання регуляторної асиметрії шляхом розробки науково обґрунтованої дворівневої моделі, яка інтегрує аналіз міжнародних законодавчих підходів та встановлені чинники фізико-хімічної стабільності.

У першому розділі основної частини статті проаналізовано товарознавчу ідентифікацію, чинники якості та аналітично-технологічні вимоги до продуктів для ентерального харчування седативної дії; у другому викладено результати порівняльного регуляторного аналізу, складено класифікацію та сформульовано ризик-орієнтовані пропозиції щодо обігу продукції з канабідіолом.

1. Товарознавча ідентифікація, чинники якості та аналітично-технологічні вимоги до продуктів для ентерального харчування седативної дії

1.1. Товарознавча ідентифікація та вимоги до складу для забезпечення біодоступності

На першому етапі дослідження з використанням методики системного огляду літературних джерел та аналітичного моделювання встановлено, що ключові чинники, які формують якість продуктів для ентерального харчування з канабідіолом, не обмежені властивостями сировини, а залежать від її фізико-хімічної стабільності у багатокомпонентних матрицях та вимог до високоточної аналітики.

Правовий, технологічний та аналітичний статус канабідіолу як харчового інгредієнта має першочергове значення для розробки, класифікації та контролю якості продуктів для ентерального харчування

седативної дії з додаванням канабідіолу. У різних юрисдикціях канабідіол інтерпретується по-різному: від об'єкта фармакологічного регулювання до потенційного харчового інгредієнта або "нового харчового продукту" (*EUR-Lex*, 2020, November 19). Ця регуляторна фрагментація визначає весь спектр товарознавчих і технологічних рішень, оскільки віднесення виробу до тієї чи іншої категорії впливає на вимоги до доказової бази безпечності, методів контролю, маркування та митно-тарифної класифікації (УКТ ЗЕД). У контексті України чинні нормативні акти створюють можливість легального обігу екстрактів канабідіолу, проте ця нормативна відкритість потребує чіткої методології товарознавчої ідентифікації та технічної специфікації продукту.

Якість продуктів для ентерального харчування седативної дії з додаванням канабідіолу характеризується синергією трьох основних груп факторів: характеристика сировини, технологія формулювання та умови зберігання/упаковки. Щодо сировини, ключовими чинниками є: походження і метод екстракції канабідіолу (фізичне або розчинникове екстрагування, CO_2 -екстракція), тип матеріалу (ізолят канабідіолу, екстракт широкого спектра без тетрагідроканабінолу, екстракт повного спектра), і параметри чистоти (залишкові розчинники, пестициди, важкі метали, мікробіологічні контамінації) (*Crippa et al.*, 2018).

Вибір типу сировини визначає не тільки юридичні наслідки (наявність слідів тетрагідроканабінолу може змінити класифікацію продукту), але й технологічні потреби: ізолят легше стандартизувати, тоді як екстракти повного спектра мають комплексний хімічний профіль і несуть додаткові ризики щодо непередбачуваної фармакологічної активності (*Regulation (EC) No 178/2002*, 2002; *Commission Recommendation (EU) 2016/2115*, 2016).

Технологічна складова включає питання забезпечення однорідності дозування, біодоступності та стабільності канабідіолу в матриці ентерального харчування седативної дії. Важливим питанням є вибір режимів термообробки: пастеризаційні та стерилізаційні процедури можуть призводити до часткової деградації канабідіолу або утворення продуктів розпаду, тому необхідні дослідження кінетики терморагресії в конкретній матриці з визначенням залишкової активності після типових промислових режимів. Крім того, біофармакологічно значущі фактори – пресистемний метаболізм канабідіолу та можливі фармакокінетичні взаємодії з лікарськими засобами у пацієнтів, які отримують ентеральне харчування, – вимагають оцінки при формуванні доз та групи споживачів, для яких продукт призначений (*Taha et al.*, 2025).

Ключовою науковою проблемою є відсутність інтегрованої методології товарознавчої класифікації продуктів для ентерального харчування з канабідіолом, що враховує:

- специфіку сировини (ізолят, екстракт широкого або повного спектра);
- технологічні процеси введення і стабілізації;

- аналітичну здатність лабораторій;
- регуляторні вимоги у різних юрисдикціях. Від цього залежить можливість розробки внутрішнього технічного регламенту, методів контролю якості та правил маркування.

Канабідіол – *lipophilic*, неполярна молекула з логарифмом коефіцієнта розподілу ($\log P$) у межах 6–7, що зумовлює низьку розчинність у воді і високу афінність до ліпідних фаз. Це визначає основні технологічні наслідки: потребу у носіях/емульгаторах, можливу адсорбцію до білкових чи ліпідних компонентів матриці та залежність біодоступності від складу харчової матриці (Лайко та ін., 2015). Першопочатково канабідіол зазнає пресистемного метаболізму в печінці (через ферменти *CYP450*), що робить академічно важливою оцінку впливу матриці продуктів для ентерального харчування на процес абсорбції та метаболізму.

Біодоступність канабідіолу при пероральному застосуванні є низькою й варіює (приблизно 6–20% залежно від матриці та форми введення) (Хайтович & Місюра, 2025). Фактори, які підвищують біодоступність: присутність ліпідів середнього ланцюга, застосування наноструктурованих ліпідних носіїв (*NLC*), створення мікроемульсій або солубілізація через циклодекстрин/ліпо-протеїнові системи. Ці технології непрямо впливають на характеристики продуктів для ентерального харчування (вязкість, осмолярність, сенсорика) і тому повинні бути інтегровані у товарознавчі специфікації.

Рівень контролю при введенні канабідіолу в продукти для ентерального харчування седативної дії має базуватися на аналітичних методах, які забезпечують селективну і чутливу ідентифікацію канабідіолу та потенційних супутніх канабіноїдів (включно з тетрагідроканнабінолом). Базовий аналітичний стандарт – застосування ультра-високоєфективної рідинної хроматографії в поєднанні з мас-спектрометричним детектором з відповідними внутрішніми стандартами.

Ключові аспекти методики для харчових матриць включають пробопідготовку, валідацію з урахуванням ефекту матриці, визначення меж детекції та кількісного визначення, а також відтворюваність та точність при знижених концентраціях. Оскільки продукти для ентерального харчування седативної дії є складною матрицею (білки, жири, вуглеводи, мікронутрієнти), метод вимагає адаптації до специфічного складу (наприклад, високожирова vs низькожирова матриця) (Prytulska et al., 2024).

Для ідентифікації присутності тетрагідроканнабінолу та інших канабіноїдів необхідне хромато-мас-аналізування з мінімальною похибкою і чіткою роздільною здатністю ізотопів. Крім того, цілком виправданим є використання двох незалежних аналітичних методів (наприклад, *UHPLC–MS/MS* та *GC–MS* після деривації) для підтвердження результатів у випадку спорів (Malaca et al., 2021).

1.2. Контроль якості готового продукту, валідація аналітичних методик та забезпечення стабільності

Пропозиція валідаційного протоколу для лабораторій.

Підготовка методики:

- опис пробопідготовки, вибір внутрішнього стандарту (ізотопований канабідіол), параметри екстракції, умови *UHPLC* та *MS/MS*;
- оцінка матричних ефектів: багатоточкове матричне калібрування, відсоток відновлення в різних типах продуктів для ентерального харчування;
- параметри валідації: *LOD*, *LOQ*, лінійність ($R^2 > 0.995$), точність ($RSD < 15\%$), відтворюваність міжлабораторного типу та стабільність проб у пробірці;
- міжлабораторна перевірка і участь у програмі зовнішнього контролю для забезпечення довіри до результатів.

Технологічне введення канабідіолу у продукти для ентерального харчування седативної дії найчастіше вимагає створення стабільної олія-в-воді емульсії або використання ліпідного носія. Основні варіанти:

розчинення канабідіолу в рослинній олії (носії) з подальшим введенням у матрицю з емульгаторами – простий, поширений підхід, проте може впливати на осмолярність та калорійність продукту;

нанотехнологічні рішення (ліпідні наносистеми, нанокапсули) – підвищують біодоступність, але ускладнюють технологію виробництва і вимагають додаткових досліджень безпечності носія;

солюбілізація через полімерні носії чи циклодекстрин – можуть змінювати в'язкість та сенсорні властивості продуктів для ентерального харчування (*Taha et al.*, 2025);

критичні контрольні точки технологічного процесу: температура введення, *pH* матриці, сила змішування, час обробки та режим термообробки (пастеризація/стерилізація). Необхідно визначити кінетику деградації канабідіолу при стандартних режимах теплової обробки продуктів для ентерального харчування седативної дії (напр., 121 °C для стерилізації в автоклаві або пастеризаційні режими), а також можливість утворення побічних продуктів (*Tavčar & Vidak*, 2024);

фактори збереження, пакування та стабільність. Оцінка стабільності має базуватися на проведенні пришвидшених тестів довготривалої та реальної стабільності з визначенням залишкової концентрації канабідіолу, продуктів розпаду та змін параметрів матриці (колір, запах, *pH*, в'язкість). Необхідно тестувати вплив різних типів пакування (поліетилен, багатошарові бар'єрні ламінати, скло) з вивченням потенційної міграції канабідіолу у полімери. Міграція ліпофільних сполук у полімери – добре відомий механізм втрат активного компонента, що може призвести до недостовірного декларованого вмісту на момент споживання (*Zhang et al.*, 2025).

Також важливо враховувати окисдазивну стабільність ліпідів у складі продуктів для ентерального харчування, оскільки канабідіол може взаємодіяти з радикальними процесами: або проявляти антиоксидантні властивості, або, у певних умовах, каталізувати процеси автоокиснення через перехідні продукти окиснення.

З огляду на встановлену багатofакторну складність забезпечення якості та контролю стабільності канабідіолу, подальший розвиток товарознавчої ідентифікації критично залежить від аналізу регуляторного середовища.

2. Порівняльний регуляторний аналіз, класифікація та ризик-орієнтовані пропозиції щодо обігу продукції з канабідіолом

На наступному етапі дослідження для наукового обґрунтування нормативного позиціонування застосовано порівняльний регуляторний аналіз. Шляхом зіставлення офіційних документів ЄС (*EFSA*), США (*FDA*) та законодавчих актів України виявлено регуляторну асиметрію, що обумовлює необхідність розробки класифікаційної моделі.

2.1. Регуляторний аналіз

Європейський Союз, США та Україна, Європейський орган з безпеки харчових продуктів у своїй заяві 2022 р. (*Statement on safety of cannabidiol as a novel food: data gaps and uncertainties*) зазначив суттєві прогалини в даних, які унеможливають остаточну оцінку безпечності канабідіолу як "*Novel Food*". Це означає, що для допуску канабідіолу в категорію харчових інгредієнтів необхідні комплексні дослідження токсикології, фармакокінетики, дані про вплив на репродуктивну функцію, дитячу популяцію, а також довготривалу експозицію (*Turck et al.*, 2022).

Food and Drug Administration (США) дійшла висновку, що дієві регуляторні рамки для харчових продуктів і дієтичних добавок є недостатніми для канабідіолу, і акцентувала на необхідності розробки нового регуляторного шляху (*FDA*, 2023). Також *Food and Drug Administration* не схвалила жодних харчових продуктів або дієтичних добавок із канабідіолом на федеральному рівні і постійно попереджає споживачів про можливі ризики.

В Україні Постановою Кабінету Міністрів України № 653 (2024, 24 травня) внесено зміни до переліку наркотичних засобів і психотропних речовин, у результаті чого деякі продукти на основі конопель і відповідні екстракти були виключені з переліку заборонених речовин, що фактично створило умови для легального обігу екстрактів канабідіолу. Проте практичне застосування цієї норми в контексті продуктів для ентерального харчування потребує додаткової гармонізації з технічними регламентами на харчову продукцію та створення специфічних технічних умов.

2.2. Класифікація продукту: підходи та наслідки для товарознавства

Пропонується багатовимірний підхід до класифікації: комбінація регуляторного статусу в країні обігу, хімічного складу сировини, призначення продукту (медичне/комерційне) та доказова база безпечності.

Класифікація може мати такі практичні наслідки: відмінні вимоги до документації клінічної безпеки (для лікарських форм), суворіші ліміти і методи контролю (для "Novel Food"), або спрощені стандарти для харчових добавок за умови наявності відповідного регуляторного дозволу.

Для торгово-економічної класифікації (УКТ ЗЕД) важливо мати однозначну ідентифікацію продукту та специфікацію, інакше імпорт/експорт піддається ризику затримок та митних спорів.

Нижче наведено ризик-орієнтовані пропозиції щодо граничних значень і маркування.

Канабідіол: запропоновано як товарознавчу практику встановлювати граничний вміст канабідіолу у виробках продуктів для ентерального харчування седативної дії на рівні, що відповідає національним нормативам (зазвичай $<0.2\%$ або $<0.3\%$ у сухій масі). Для України слід керуватися чинними нормами та міжнародними рекомендаціями.

Декларація канабідіолу: на упаковці має бути зазначено походження (ізолят/екстракт широкого або повного спектра), кількість канабідіолу на порцію і на 100 г, умови зберігання та попередження для груп ризику (діти, вагітні, пацієнти з печінковою недостатністю).

Заборонені твердження: заборонено зазначати медичні претензії щодо лікувальних ефектів для харчових продуктів; дозволено загальні харчові властивості та інформація про поживну цінність.

Висновки

Обґрунтовано законодавчо-нормативне позиціонування продуктів для ентерального харчування з інтегрованим канабідіолом шляхом верифікації значної регуляторної дифузії та нормативної асиметрії у міжнародному обігу, що створює критичний товарознавчий вакуум.

Визначено ключові чинники якості, що формують функціональність продукту, зокрема, особливу роль відіграє забезпечення біодоступності ліпофільного канабідіолу в багатокомпонентній рідкій матриці.

Обґрунтовано, що критичним технологічним імперативом для досягнення функціональної ефективності та стабільності є застосування передових систем доставки, зокрема наноструктурованих ліпідних носіїв або мікроемульсій.

Акцентовано на необхідності імплементації високоточних валідованих аналітичних методик, оскільки традиційні методики недостатні для контролю складної матриці; зокрема, обґрунтовано використання ультрависокоєфективної рідинної хроматографії з мас-спектрометричним детектором як базового стандарту для селективної ідентифікації канабідіолу, моніторингу кінетики термодеградації компонентів та оцінки міграційних процесів у пакувальні матеріали.

Таким чином, підтверджено висунуту гіпотезу про те, що ефективна класифікація та контроль якості інноваційної продукції є досяжними лише за умови впровадження науково обґрунтованої дворівневої моделі, що інтегрує результати регуляторного аналізу та вимоги до фізико-хімічної стабільності.

З огляду на розроблену дворівневу класифікаційну модель та виявлені критичні чинники якості, перспективи подальших досліджень передбачають емпіричну верифікацію запропонованої моделі та будуть спрямовані на практичну розробку та оптимізацію технології для забезпечення фізико-хімічної стабільності продукції в умовах реального обігу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCE

Commission Recommendation (EU) 2016/2115 of 1 December 2016 on the monitoring of the presence of Δ^9 -tetrahydrocannabinol, its precursors and other cannabinoids in food and feed. (2016). *Official Journal of the European Union*, L 329, 87–93. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32016H2115>

Crippa, J. A., Guimarães, F. S., Campos, A. C., & Zuardi, A. W. (2018). Translational investigation of the therapeutic potential of cannabidiol (CBD): Toward a new age. *Frontiers in Immunology*, 9, 2009. <https://www.frontiersin.org/journals/immunology/articles/10.3389/fimmu.2018.02009/full>

EUR-Lex. (2020, November 19). *Judgment of the Court (Fourth Chamber) of 19 November 2020, Criminal proceedings against B S and C A, Case C-663/18* (Document 62018CJ0663). European Union. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:62018CJ0663>

European Parliament and Council of the European Union. (2015). Regulation (EU) 2015/2283 on novel foods. *Official Journal of the European Union*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32015R228>

FDA. U.S. Food and Drug Administration. (2023). *FDA regulation of cannabis and cannabis-derived products, including cannabidiol (CBD)*. <https://www.fda.gov/news-events/public-health-focus/fda-regulation-cannabis-and-cannabis-derived-products-including-cannabidiol-cbd>

Hampson, A. J., & Riba, S. A. (2022). The regulation of cannabidiol (CBD) in the European Union. *Journal of Dietary Supplements*, 19(5), 515–534. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34341908/>

Malaca, S., Gottardi, M., Pigliasco, F., Barco, S., Cafaro, A., Amadori, E., Minassi, A., Tagliatela-Scafati, O., Perucca, E., Carabellese, N., Toffoli, G., Zancanaro, C., Leone, G., Simonetti, G., Chiarotti, F., & Busardò, F. P. (2021). UHPLC-MS/MS analysis of cannabidiol and its metabolites in serum of patients with resistant epilepsy treated with CBD formulations. *Pharmaceuticals*, 14(7), 630. <https://www.mdpi.com/1424-8247/14/7/630>

Prytulska, N., Antiushko, D., Ladyka, V., & Samilyk, M. (2024). *Food production: Innovative technological solutions*. Technology Center PC. <https://doi.org/10.15587/978-617-7319-99-2>

Regulation (EC) No 178/2002 of the European Parliament and of the Council of 28 January 2002 laying down the general principles and requirements of food law, establishing the European Food Safety Authority and laying down procedures in matters of food safety. (2002, January 28). *Official Journal of the European Union*, L 31, 1–24. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX%3A32002R0178>

Taha, I. E., ElSohly, M. A., Radwan, M. M., Elkanayati, R. M., Wanas, A., Joshi, P. H., & Ashour, E. A. (2025). Enhancement of cannabidiol oral bioavailability through the development of nanostructured lipid carriers: In vitro and in vivo evaluation studies. *Drug Delivery and Translational Research*, 15(8), 2722–2732. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39738884/>

Tavčar, E., & Vidak, M. (2024). Experimental investigation and thermodynamic modelling of cannabidiol and curcumin in different solvents. *Journal of molecular liquids*, 410, 125511. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016773222401568X>

Turck, D., Bohn, T., Cámara, M., Castenmiller, J., De Henauw, S., Jos, Á., Maciuk, A., Mangelsdorf, I., McNulty, B., Naska, A., Pentieva, K., Siani, A., Thies, F., Aguilera-Gómez, M., Cubadda, F., Marchelli, R., McArdle, H. J., Moldeus, P., ... Hirsch-Ernst, K. I. (2015). *Safety of synthetic cannabidiol as a novel food pursuant to Regulation (EU) 2015/2283*. EFSA Panel on Nutrition, Novel Foods and Food Allergens (NDA). EFSA Journal, 23(1), Article e09708. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2025.9708>

Turck, D., Bohn, T., Castenmiller, J., De Henauw, S., Hirsch-Ernst, K. I., & Knutsen, H. K. (2022). Statement on safety of cannabidiol as a novel food: Data gaps and uncertainties. *EFSA Journal*, 20(6), e07322. EFSA Panel on Nutrition, Novel Foods and Food Allergens (NDA). <https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/7322>

Zhang, Q., Huo, Yu., Yang, Q., Zhao, F., Li, M., & Ju, J. (2025). Migration of chemical substances from packaging materials to food. *Food Chemistry*, 455, 144544. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40311566/>

Лайко, І. М., Міщенко, С. В., Орлов, М. М., Маринченко, І. О., Шкурдод, С. В., & Пасічник, В. В. (2015). Перспективи переорієнтації селекції конопель для створення сортів медичного напрямку використання. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*, (23), 107–111.

Lajko, I. M., Mishchenko, S. V., Orlov, M. M., Marynchenko, I. O., Shkurdoda, S. V., & Pasichnyk, V. V. (2015). Prospects for reorienting cannabis breeding to create varieties for medical use. *Scientific papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet*, (23), 107–111.

Постанова Кабінету Міністрів України "Про внесення змін до переліку наркотичних засобів, психотропних речовин і прекурсорів" № 653 (2024, 24 травня). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/653-2024-%D0%BF#Text>

Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine "On Amendments to the List of Narcotic Drugs, Psychotropic Substances and Precursors" No. 653 (2024, May 24). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/653-2024-%D0%BF#Text>

Хайтович, М. В., & Місюра, О. М. (2025). *Ефективність та безпека застосування канабіноїдів у пацієнтів із нейропатичним болем (огляд літератури)*.

Khaitovych, M. V., & Misiura, O. M. (2025). *Efficacy and safety of cannabinoid use in patients with neuropathic pain (a literature review)*.

Конфлікт інтересів. Автор заявляє, що не має фінансових чи нефінансових конфліктів інтересів щодо цієї публікації; не має відносин з державними органами, комерційними або некомерційними організаціями, які могли б бути зацікавлені у поданні цієї точки зору. З огляду на те, що автор працює в установі, яка є видавцем журналу, що може зумовити потенційний конфлікт або підозру в упередженості, остаточне рішення про публікацію цієї статті (включно з вибором рецензентів і редакторів) приймалося тими членами редколегії, які не пов'язані з цією установою.

Автор не отримував прямого фінансування для цього дослідження.

Базаров, А. (2025). Позиціонування та класифікація продуктів для ентерального харчування седативної дії. *Товарознавство. Технології. Інжиніринг*, 4(56), 46–56. [https://doi.org/10.31617/2.2025\(56\)04](https://doi.org/10.31617/2.2025(56)04)

Надійшла до редакції 01.10.2025.

Прийнято до друку 10.11.2025.

Публікація онлайн 16.12.2025.

УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ТА БЕЗПЕЧНІСТЮ

DOI: [https://doi.org/10.31617/2.2025\(56\)05](https://doi.org/10.31617/2.2025(56)05)
УДК 006.015:664.681



КРАВЧЕНКО Михайло

<https://orcid.org/0000-0002-0093-2786>

д. т. н., професор,
завідувач кафедри ресторанних
і крафтових технологій
Державного торговельно-економічного
університету
вул. Кіото, 19, м. Київ, 02156, Україна
m.f.kravchenko@gmail.com

БОРУК Сергій

<https://orcid.org/0000-0001-9087-8199>

д. т. н., доцент, доцент кафедри
хімічного аналізу, експертизи
та безпеки харчової продукції
Чернівецького національного
університету імені Юрія Федьковича
вул. Коцюбинського, 2, м. Чернівці,
58012, Україна
boruk_s@hotmail.com

РОМАНОВСЬКА Ольга

<https://orcid.org/0009-0006-3313-5376>

к. т. н., доцент, доцент кафедри
харчових технологій, готельно-
ресторанного і туристичного сервісу
Чернівецького торговельно-
економічного інституту ДТЕУ
Центральна площа, 7, м. Чернівці,
58002, Україна
romaolga35@gmail.com

НАССР ПРИ ВИРОБНИЦТВІ БІСКВІТІВ

Зростання попиту на здорове харчування
стимулює виробників шукати альтернативи
традиційним інгредієнтам. Виробництво біскві-
тів із додаванням борошна "Здоров'я" та
порошку керобу (*Ceratonia siliqua* L.) є перспек-
тивним напрямом у харчовій промисловості

KRAVCHENKO Mikhailo

<https://orcid.org/0000-0002-0093-2786>

Doctor of Sciences (Technical), Professor,
Head of the Department of Restaurant
and Craft Technologies
State University of Trade and Economics
19, Kyoto St., Kyiv, 02156, Ukraine
m.f.kravchenko@gmail.com

BORUK Sergiy

<https://orcid.org/0000-0001-9087-8199>

Doctor of Sciences (Technical),
Associate Professor, Associate Professor
at the Department of Chemical Analysis,
Examination and Food Safety
of the Yuriy Fedkovych Chernivtsi
National University
2, Kotsiubynskoho St., Chernivtsi,
58012, Ukraine
boruk_s@hotmail.com

ROMANOVSKA Olga

<https://orcid.org/0009-0006-3313-5376>

PhD (Technical), Associate Professor,
Associate Professor at the Department
of food technologies, hotel, restaurant
and tourist service of Chernivtsi Institute
of Trade and Economics of SUTE
7, Tsentralna Square, Chernivtsi,
58002, Ukraine
romaolga35@gmail.com

HACCP IN THE PRODUCTION OF SPONGE CAKES

The increasing demand for healthy food
encourages producers to seek alternatives to
traditional ingredients. The production of
sponge cakes with the addition of "Zdorovia"
flour and carob powder (*Ceratonia siliqua* L.)
is a promising direction in the food industry



Copyright © 2025. Автор(и). Це стаття відкритого доступу, яка розповсюджується на умовах
ліцензії [Creative Commons Attribution License 4.0 \(CC-BY\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) Міжнародна ліцензія

завдяки таким його корисним властивостям, як висока харчова цінність, природна солодкість і низький глікемічний індекс. Проте виробництво бісквітів із додаванням борошна "Здоров'я" та порошку керобу, попри його перспективність, супроводжується певними ризиками та небезпеками. Висунуто гіпотезу, що впровадження системи Hazard Analysis and Critical Control Points (HACCP) у технологічний процес виробництва бісквітів оздоровчого призначення дасть змогу ідентифікувати та контролювати потенційні біологічні, хімічні та фізичні небезпеки на всіх етапах виготовлення продукції. Це допоможе забезпечити стабільну якість та безпечність готових виробів, підвищити їхню харчову цінність і конкурентоспроможність, а також сприятиме формуванню довіри споживачів до продуктів оздоровчого призначення. Метою статті є аналіз особливостей впровадження системи HACCP та їх вплив на якість і безпечність бісквітів оздоровчого призначення, зокрема з використанням борошна "Здоров'я" та порошку керобу. Для цього побудовано детальну блок-схему, ідентифіковано критичні контрольні точки (ККТ) на кожному етапі технологічного процесу, визначено індекс ризику кожної критичної точки. На основі проведених досліджень проаналізовано небезпеки та розроблено план HACCP для кондитерського цеху закладів ресторанного господарства, в результаті якого виявлено дві ККТ у процесі виробництва бісквітів з борошном "Здоров'я" та порошком керобу.

Ключові слова: аналіз небезпек, система HACCP, харчова безпека, бісквіти, порошок керобу, критичні контрольні точки, ризики виробництва, борошно "Здоров'я".

due to its beneficial properties, such as high nutritional value, natural sweetness and low glycemic index. However, the production of sponge cakes with the addition of "Zdorovia" flour and carob powder, despite its promise, is accompanied by certain risks and dangers. It has been hypothesized that the introduction of the Hazard Analysis and Critical Control Points (HACCP) system into the technological process of producing health-oriented sponge cakes will make it possible to identify and control potential biological, chemical and physical hazards at all stages of product manufacturing. This will help ensure the consistent quality and safety of finished products, increase their nutritional value and competitiveness, and also contribute to building consumer trust in health-oriented products. Therefore, the aim of the article is to analyze the features of implementing the HACCP system and their impact on the quality and safety of health-oriented sponge cakes, specifically using "Health" flour and carob powder. For this purpose, a detailed block diagram was built, critical control points were identified at each stage of the technological process, and the risk index of each critical point was determined. On the basis of the conducted studies, the hazards were analyzed and the HACCP plan for the confectionery workshop of restaurant facilities was developed, as a result of which two CCPs were identified in the process of producing sponge cakes with "Zdorovia" flour and carob powder.

Keywords: hazard analysis, HACCP system, food safety, sponge cakes, carob powder, critical control points, production risks, "Zdorovia" flour.

Вступ

Дотримання стандартів якості та безпеки є невід'ємною складовою технологічного процесу виробництва харчових продуктів. Система HACCP (англ. *Hazard Analysis and Critical Control Points*) – це все-світньо визнаний підхід, який дає змогу ідентифікувати, оцінювати та контролювати ризики на всіх етапах виробництва харчових продуктів. Її впровадження особливо важливе для закладів, які працюють з натуральними компонентами та інноваційними рецептурами.

Виробництво бісквітів із борошном "Здоров'я" та порошком керобу є прикладом інтеграції сучасних тенденцій здорового харчування та традиційних технологій борошняних кондитерських виробів. Борошно "Здоров'я", що виготовляється з пророщеного зерна пшениці, збагачує продукт цінними поживними речовинами, а порошок керобу виступає корисною альтернативою какао, додаючи натуральної солодкості та унікального смаку. Однак використання інгредієнтів, які є більш чутливими до мікробіологічних і фізико-хімічних змін, породжує нові виклики

перед виробниками. Це вимагає ретельного впровадження системи *HACCP* з контролем якості на всіх етапах виробничого процесу – від приймання сировини до пакування готового продукту.

Мета статті – аналіз особливостей впровадження системи *HACCP* та їх вплив на якість і безпечність бісквітів оздоровчого призначення, зокрема з використанням борошна "Здоров'я" та порошку керобу. Висунуто гіпотезу, що впровадження системи *HACCP* у технологічний процес виробництва бісквітів оздоровчого призначення дасть змогу ідентифікувати та контролювати потенційні біологічні, хімічні та фізичні небезпеки на всіх етапах виготовлення продукції. Це дозволить забезпечити стабільну якість та безпечність готових виробів, підвищити їхню харчову цінність і конкурентоспроможність, а також сприятиме формуванню довіри споживачів до продуктів оздоровчого призначення.

Застосування системи *HACCP* під час виробництва борошняних кондитерських виробів є одним із ключових підходів до забезпечення харчової безпеки. У наукових публікаціях (Стукальська & Вархол, 2022; Tkachenko, 2020) підкреслюється ефективність цієї системи для ідентифікації та управління критичними точками, що дає змогу мінімізувати ризики на всіх етапах технологічного процесу.

Ефективним рішенням під час впровадження системи *HACCP* є використання стандарту *ISO 22000*. Нова версія *ISO 22000* спрощує інтеграцію системи управління харчовою безпекою з іншими стандартами *ISO* завдяки уніфікованій структурі, яка зокрема містить *ISO 9001* (цикл *PDCA*). Цей міжнародний стандарт враховує як ризики для кінцевого споживача, так і бізнес-ризики для закладу. Концепція циклу *PDCA* представлена у дворівневому форматі: один цикл охоплює систему управління, а інший – принципи *HACCP*, забезпечуючи комплексний підхід до безпеки харчових продуктів (Губа та ін., 2021).

Одним із важливих елементів системи *HACCP* є застосування належної виробничої практики (*GMP* – *Good Manufacturing Practices*) та відповідної гігієнічної практики (*GHP* – *Good Hygiene Practices*). *GMP* передбачає встановлення стандартів для всіх етапів виробництва – від підбору сировини до пакування готової продукції. Ці стандарти спрямовані на забезпечення стабільної якості продукту та виключення потенційних ризиків, зокрема фізичних небезпек, що можуть виникати через потрапляння сторонніх предметів (металевих частинок, уламків скла, фрагментів пакувальних матеріалів або обладнання) під час оброблення сировини чи виробництва.

GHP зосереджується на таких гігієнічних аспектах виробництва, як чистота приміщень, санітарія обладнання, дотримання правил особистої гігієни працівниками та контроль умов зберігання (Andersen et al., 2023; Shuvo et al., 2019). Саме інтеграція вимог *GMP* і *GHP* створює основу для ефективного впровадження системи *HACCP* та мінімізації біологічних, хімічних і фізичних ризиків.

У статті (Abdel et al., 2013) розроблено план *HACCP* для виробництва печива з метою підвищення якості та безпеки продукції. На основі семи принципів *HACCP* визначено такі 4 критичні точки контролю: приймання та зберігання сировини; змішування інгредієнтів; пакування та зберігання готової продукції. Результати дослідження показали, що впровадження *HACCP* сприятиме зниженню ризиків мікробіологічного, хімічного та фізичного забруднення на кожному етапі виробництва. Крім того, підготовлений план допомагає оптимізувати процеси, зменшити загальні витрати та забезпечити відповідність міжнародним стандартам харчової безпеки.

Дослідження щодо використання порошку керобу в харчовій промисловості зосереджені на його харчовій цінності, функціональних властивостях і можливостях заміни какао. У багатьох наукових працях підкреслюється його низький вміст жиру, відсутність кофеїну та висока концентрація антиоксидантів. Особливу увагу приділяє застосуванню порошку керобу в продуктах для осіб із дієтичними обмеженнями Romanovska (2022).

Проаналізувавши дослідження науковців, відзначимо недостатнє висвітлення питань безпеки технологічного процесу у виробництві бісквітів з додаванням борошна "Здоров'я" та порошку керобу. Зокрема, потребують детального вивчення аспекти мікробіологічного контролю, уникнення перехресної контамінації та мінімізації хімічних ризиків, своєчасне виявлення та видалення металевих частинок у сипучих продуктах, що може призвести до виготовлення небезпечного готового продукту.

1. Покроковий механізм та законодавча база впровадження процедур, заснованих на принципах *HACCP* у кондитерському цеху

Впровадження системи *HACCP* є безперервним процесом, який базується на чотирьохетапному методі управління *PDCA*: "Плануй – виконуй – перевіряй – дій". Відповідно до цієї моделі у закладі складають програми-передумови, системи простежуваності тощо, завдяки яким працівники закладу повинні володіти знаннями щодо надзвичайних ситуацій та швидко на них реагувати.

Відповідно до Закону України "Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів" (1997) та програм-передумов (ППУ), які розробляються у кожному закладі, відповідальність за виробництво безпечних харчових продуктів повинна бути з боку кожного працівника. Однак численні зовнішні фактори можуть бути потенційним бар'єром на всіх етапах впровадження *HACCP*:

- ілюзія контролю за відсутності адекватної підготовки персоналу;
- брак ресурсів, технічних знань та досвіду;
- великі заклади, яким легше впроваджувати систему *HACCP*, ніж малим;
- відсутність керівника програми *HACCP*;
- відсутність співпраці між промисловістю та правом, а також виконавчими органами;

- недостатня кількість обладнання та устаткування;
- неправильне планування виробничих приміщень;
- відсутність у співробітників часу на виконання *НАССР*;
- відсутність необхідних програм-передумов *НАССР*.

Програми-передумови та операційні програми-передумови (ОППУ) використовують у закладах ресторанного господарства для підвищення ефективності розробленої системи *НАССР*. ППУ є формалізацією елементів *GMP* та *GHP*, до складу яких входять програми-передумови для: приміщень, обладнання, водопостачання та санітарії, засобів гігієни для персоналу та туалетних кімнат, температура та контроль якості повітря, освітлення, обробка, зберігання та транспортування, контролю роботи, шкідників, управління відходами, простежуваності, навчання. Операційні програми-передумови розробляються для контролю конкретних небезпек і кроків у виробничому процесі (*International Organization for Standardization*, 2018).

Для впровадження ефективної системи *НАССР* на виробництві формується група *НАССР*. Для кондитерського цеху необхідно створити команду, до складу якої входитимуть кваліфіковані працівники, які повинні пройти відповідне навчання та брати участь у розробленні та веденні відповідної документації. Групу *НАССР* у закладі очолює відповідальний керівник (координатор), який контролює розроблення, впровадження та підтримку системи *НАССР*.

З огляду на особливості процесу виготовлення бісквітного тіста з борошном "Здоров'я" та порошком керобу, що проходять мінімальний шлях від виробництва до оздоблення, критичні межі мікробіологічної безпеки є найбільш потенційно небезпечними (Наказ Міністерства аграрної політики і продовольства України №590 "Про затвердження Вимог по розробці, впровадженню і застосуванню постійно діючих процедур, ґрунтованих на принципах Системи управління безпекою харчових продуктів (*НАССР*)", 2012, 9 жовтня; Наказ Міністерства охорони здоров'я України "Про затвердження Мікробіологічних критеріїв для встановлення показників безпеки харчових продуктів", 2012).

Вихідними даними для проведення аналізу ризиків і розроблення плану *НАССР* під час виробництва бісквітів з додаванням борошна "Здоров'я" та порошку керобу є опис продукту, в якому зазначають назву продукту, його склад, фізико-хімічні властивості, термін зберігання, пакування тощо та блок-схему технологічного процесу.

2. Аналіз ймовірних небезпек під час виробництва бісквітів з борошном "Здоров'я" та порошком керобу

Передумовами впровадження системи *НАССР* у виробництві бісквітів є детальний аналіз сировини, умов її зберігання та переробки, що дає змогу провести всебічний аналіз ризиків, визначити критичні контрольні точки (ККТ), встановити межі критичних параметрів і забезпечити відповідність процесу виробництва продукції стандартам *НАССР*. Перелік сировини, небезпек та попередні заходи контролю наведено у *табл. 1*.

Таблиця 1

Перелік сировини, небезпек та попередні заходи контролю

Назва сировини	Вид небезпеки	Заходи контролю
Борошно пшеничне вищого ґатунку	Біологічна, хімічна, фізична	Наявність сертифіката якості Зберігання у чистому приміщенні при температурі +5...+15 °C, подалі від прямих сонячних променів, W=60–70%. Дотримання персоналом правил особистої гігієни
Борошно "Здоров'я"	Біологічна, хімічна, фізична	
Цукор білий	Біологічна, фізична	
Порошок кербу	Біологічна, фізична	
Яйця курячі харчові столові	Біологічна, хімічна, фізична	Наявність паспорту якості, ветеринарного свідоцтва Зберігання у холодильнику при температурі 0...+2 °C не більше за 25 днів, вологості повітря 85...88% Дотримання персоналом правил особистої гігієни

Джерело: сформовано авторами.

Результати аналізу *табл. 1* свідчать, що борошно "Здоров'я" та порошок кербу як продукти з підвищеною харчовою цінністю мають ряд небезпек. Під час пророщування зерно має підвищену вологість, що створює сприятливе середовище для розвитку мікроорганізмів і пліснявих грибів, можливе утворення мікотоксинів, окиснених жирів, залишків пестицидів, домішок від зерна та пошкодження під час помелу. Таким чином, пророщене і висушене зерно може містити залишки пестицидів, концентрація яких залежить від умов пророщування та зберігання. Ці сполуки здатні накопичуватися у продукті та токсично впливати на організм людини. Пророщене зерно є більш вразливим до ураження пліснявими грибами. Вони можуть продукувати афлатоксини, охратоксин А, зеараленон та фумонізину, які є небезпечними канцерогенами. Під час зберігання борошна відбувається окиснення жирів з утворенням перекисів та альдегідів. Ці сполуки надають продукту гіркуватого присмаку і є токсичними. Під час теплової обробки можливе утворення акриламідів та інших небезпечних сполук, які мають канцерогенні властивості.

Окрім хімічних і біологічних ризиків, борошно з пророщеного зерна пшениці має також фізичні небезпеки. Вони можуть бути зумовлені наявністю сторонніх домішок (частинок оболонки зерна, дрібних камінців, металевих включень, фрагментів обладнання), які потрапляють під час очищення або помелу; недостатньою просіюваністю борошна, що призводить до накопичення великих часток, здатних впливати на консистенцію тіста і створювати ризик травмування споживача; пиловими забрудненнями під час фасування або транспортування, які можуть переносити механічні частки або алергени.

Головні біологічні ризики порошку керобу пов'язані з мікробіологічним псуванням та можливим утворенням мікотоксинів, а фізичні ризики – з потраплянням сторонніх домішок під час переробки й зберігання.

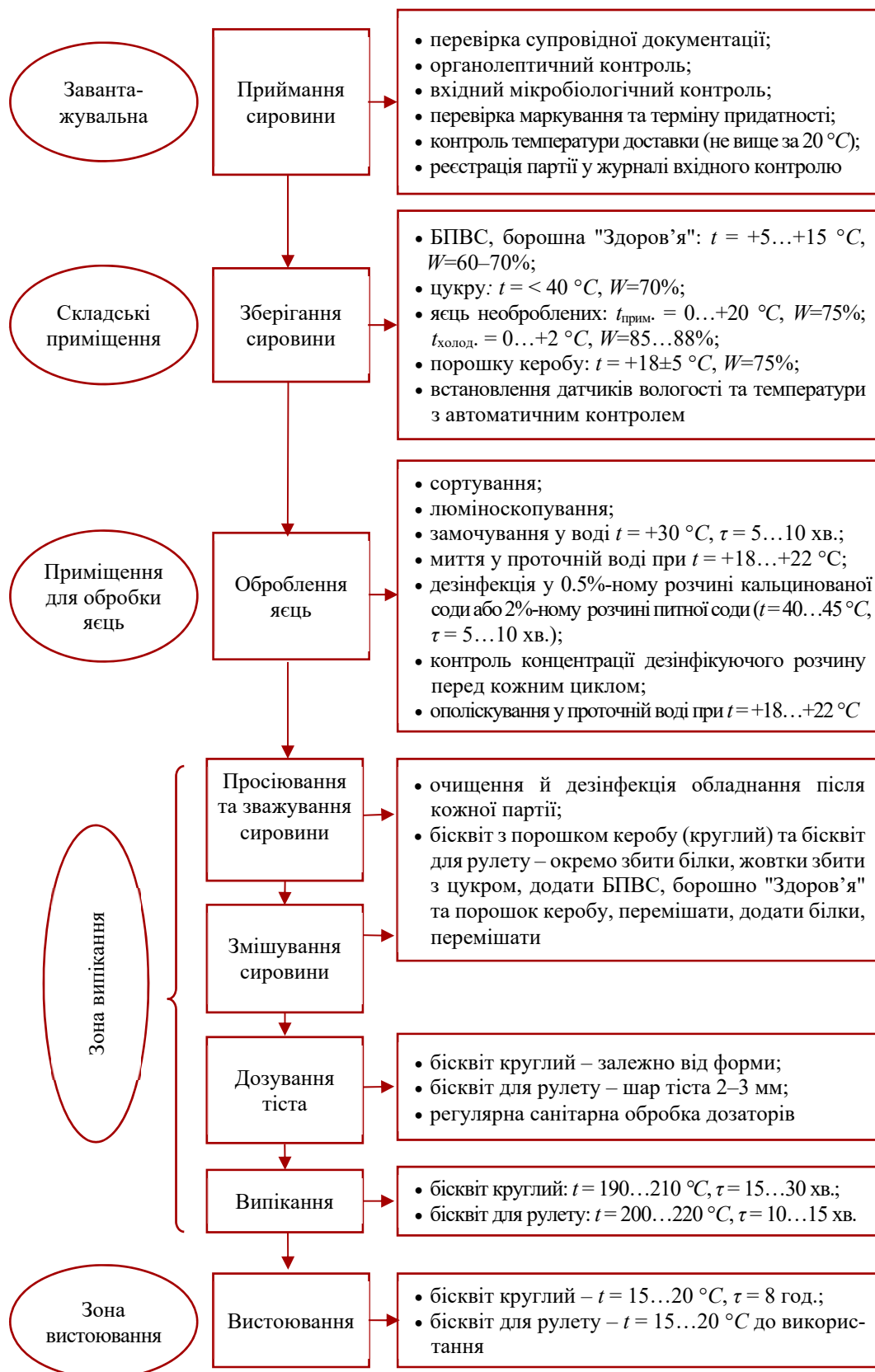
Під час зберігання у вологому середовищі в порошок можуть розвиватися дріжджі та плісняві гриби (*Aspergillus*, *Penicillium*). Це може призвести до утворення мікотоксинів (афлатоксини, охратоксин А), які є канцерогенними та стійкими до термообробки. При неправильному транспортуванні або контакті з брудною тарою можливе потрапляння *Salmonella spp.*, *Escherichia coli*, *Bacillus cereus*. Ці мікроорганізми становлять ризик харчових отруєнь та токсикоінфекцій. Попри високий вміст вуглеводів і клітковини, порошок керобу є поживним середовищем для мікрофлори. При вологості повітря більше за 70% швидко розвиваються дріжджі, що призводить до пліснявіння й псування сировини.

Крім того, під час переробки плодів ріжкового дерева можливе потрапляння шматочків стручків, дрібних камінців, частинок ґрунту. Це створює ризик пошкодження зубів або органів травлення у споживача. Під час подрібнення стручків на промисловому обладнанні в порошок можуть потрапити частинки зношених деталей млинів (метал, гума, пластик).

2.1. Розроблення блок-схеми технологічного процесу випечених бісквітних напівфабрикатів оздоровчого призначення

Блок-схема повинна охоплювати весь процес виробництва, тому дуже важливо, щоб блок-схема містила якомога більше інформації. Ретельно проаналізована блок-схема допоможе полегшити загальний процес виробництва та значно простіше виявити потенційні небезпеки. Блок-схему технологічного процесу виробництва бісквітів оздоровчого призначення наведено на *рисунку*.

Під час формування блок-схеми технологічного процесу виробництва бісквітів оздоровчого призначення (див. *рисunek*) особливу увагу приділено стадіям приймання та зберігання сировини, оброблення яєць, просіювання борошна, замішуванню тіста, випіканню готового виробу тощо. На етапі приймання необхідний посилений контроль: документів якості та безпечності; маркування; термінів придатності; температури доставки сировини. З метою зменшення ризиків запропоновано додати до класичної схеми вхідний мікробіологічний контроль, завдяки якому на етапі приймання можна виявити плісняви та мікотоксини. Умови зберігання борошна "Здоров'я" та порошку керобу чітко визначені, отже, для запобігання розвитку мікрофлори при підвищеній вологості запропоновано встановлення датчиків вологості та температури з автоматичним контролем. Під час обробки яєць можливе їх забруднення *Salmonella spp.* у разі недотримання концентрації розчину кальцинованої або питної соди, тому в блок-схемі запропоновано контролювати концентрацію дезінфікуючого розчину перед кожним циклом. На стадії просіювання борошна доцільним є встановлення металодетекторів з метою запобігання потрапляння металевих часток до продукту.



Блок-схема технологічного процесу
виробництва бісквітів оздоровчого призначення

Джерело: сформовано авторами на основі (Marques et al., 2012).

Так як процеси зважування та змішування сировини виконують послідовно, у блок-схемі запропоновано очищення й дезінфекцію обладнання після кожної партії, що обумовлено контамінацією через контакт з поверхнями міксерів і посуду. Також важливим є контроль режиму випікання, оскільки за температури більше ніж 210 °C може виникнути хімічний ризик, а саме утворення на поверхні випеченого бісквітного напівфабрикату акриламід. Акриламід утворюється при взаємодії амінокислоти аспарагіну з редукуючими цукрами, які містяться у сировині, що може призвести до забруднення канцерогенними сполуками під час вистоювання випеченого бісквітного напівфабрикату.

2.2. Ідентифікація критичних контрольних точок (ККТ)

За результатами аналізу небезпек виявлено потенційні ризики, що пов'язані з усіма етапами виробництва: від отримання сировини до реалізації продукції споживачу. Аналіз небезпек спрямований на виявлення біологічних, фізичних та хімічних загроз для людини, які можуть потрапити у бісквіт під час технологічного процесу.

Під час аналізу небезпек ідентифіковано кожен крок процесу, який описаний у блок-схемі, встановлено ймовірні небезпеки та їх наслідки. Ймовірність та наслідки об'єднано для формування Індексу ризику, який визначається:

$$\text{Індекс ризику (IP)} = \text{ймовірність} \times \text{наслідки}$$

(Полторах та ін., 2021, Jubayer et al., 2022).

Небезпеки виявляли за допомогою числового оцінювання від 0.1 (малоймовірна – один раз на рік) до 0.4 (високоймовірна – щоденна). Наслідки враховували від 1 (незначний рівень небезпеки) до 4 (дуже високий рівень небезпеки). Розрахунок Індексу ризику (IP) для бісквітів оздоровчого призначення наведено у *табл. 2*.

Таблиця 2

Індекс ризику та управління ним

Індекс ризику (IP)	Тип ризику	Управління ризиком
$IP \leq 0,4$	задовільний	покращання програм-передумов
$0,4 \leq IP \leq 0,8$	низький	
$0,8 \leq IP \leq 1,2$	підвищений	змінення плану НАССР
$1,2 \leq IP \leq 1,6$	критично високий	

Джерело: сформовано авторами на основі (Jubayer et al., 2022).

За *табл. 2* зазначено: якщо IP менше ніж 0.8, ризик має статус низького або задовільного, і може бути зниженим або виключеним завдяки ретельному виконанню програм-передумов. У випадках, коли значення IP більше ніж 0.8, ризик отримує рівень підвищеного або критично високого, і потребує посиленого контролю та/або внесення змін до плану НАССР.

Відповідно до Індексу ризику розроблений детальний аналіз небезпек під час виробництва бісквітів, що наведений у *табл. 3*.

Таблиця 3

Аналіз небезпек у процесі виробництва бісквітів оздоровчого призначення

Етап процесу	Небезпека *	Наслідки ризику	Ймовірні причини	Оцінка ризиків **			Заходи контролю	Запис ***
				Й	Н	ІР		
Отримання сировини	Ф: сторонні предмети: волосся, комахи Х: кислоти, важкі метали Б: мікробне забруднення	Без наслідків	Пакування, гігієна, боротьба зі шкідниками Пакування Гігієна	0.3	1	0.3	Візуальний огляд	ППУ
				0.1	3	0.3	Оцінювання постачальників, гігієна	ППУ
				0.1	4	0.4	Оцінювання постачальників, гігієна	ППУ
Зберігання сировини	Ф: сторонні предмети: Х: вироблення H_2S яйцями Б: м/о, шкідники, комахи	Без наслідків	Нерегулярний огляд і порушена гігієна Температура зберігання Температура зберігання, контроль шкідників	0.3	1	0.3	Дотримання умов зберігання: тримати контейнери закритими, створити окремі зони для сировини	ППУ
				0.2	1	0.2	Забезпечення належних умов зберігання (FIFO)	ППУ
				0.1	4	0.4	Підтримання температури зберігання, розроблення плану з контролю шкідників, підтримання особистої гігієни персоналу	ППУ
Доставка сировини зі складу	Ф: сторонні предмети: Х: відсутня Б: відсутня	Без наслідків	Неправильне поводження та особиста гігієна	0.3	1	0.3	Дотримання особистої гігієни: наявність маски, фартуха, рукавичок, головного убору і покриву для бороли, дотримання рецептури, GHP	ППУ
Просіювання сировини	Ф: сторонні предмети: шматки металу Х: відсутня Б: відсутня	3 наслідками	Несправне обладнання	0.3	4	1.2	Перевірка стану обладнання	ККТ
Зважування сировини	Ф: сторонні предмети: розбита шкарлупа яєць Х: надлишок мийних засобів Б: патогенні м/о	Без наслідків	Неправильне поводження та особиста гігієна Неправильне прибирання, неправильний рецепт Порушення особистої гігієни	0.2	1	0.2	Візуальний огляд, дотримання особистої гігієни, носіння маски	ППУ
				0.1	1	0.1	Дотримання рецептури, своєчасна повірка ЗВТ	ППУ
				0.1	4	0.4	Суворе особиста гігієна: змиви з рук, навчання	ППУ

Закінчення табл. 3

Етап процесу	Небезпека*	Наслідки ризику	Ймовірні причини	Оцінка ризиків**			Заходи контролю	Запис***
				Й	Н	ПР		
Замішування сировини	Ф: сторонні предмети, шматки металу Х: залишки мийних засобів Б: патогенні м/о	3 наслідками Без наслідків Без наслідків 3 наслідками	Технічне обслуговування тістомісу, гігієна Порушені гігієна та практика прибирання Порушена особиста гігієна персоналу	0.3 0.1 0.1	1 1 4	0.3 0.1 0.4	Перевірка тістомісу, дотримання особистої гігієни: наявність маски, фартуха, головного убору Дотримання належної гігієни та практики прибирання Дотримання особистої гігієни: наявність маски, фартуха, головного убору, дезінфекція обладнання	ППУ ППУ ППУ
Дозування	Ф: сторонні предмети, шматки металу Х: відсутня Б: відсутня	3 наслідками	Технічне обслуговування	0.1	1	0.1	Перевірка ЗВТ	ППУ
Випікання	Ф: відсутня Х: утворення акриламідів Б: патогенні м/о	Без наслідків 3 наслідками	Недотримання температури та часу випікання	0.3 0.1	1 4	0.3 0.4	Визначення вологості бісквіту кожної партії Дотримання температури та часу випікання	ОППУ ККТ
Вистоявання	Ф: відсутня Х: відсутня Б: патогенні м/о	Без наслідків	Недотримання температури та часу вистоявання	0.2	1	0.2	Перевірка температури в приміщенні	ППУ

* Ф – фізичні небезпеки; Х – хімічні небезпеки; Б – мікробіологічні небезпеки;

** Й – ймовірність ризику; Н – наслідки; ПР – індекс ризику;

*** ППУ – програми-передумови; ОППУ – операційні програми-передумови.

Джерело: сформовано авторами.

Таблиця 4

Контрольна карта НАССР для критичних точок контролю

Етап технологічного процесу	ККТ	Небезпека	Контрольний захід	Критична межа	Процедура моніторингу				Документація	Коригувальні дії	Верифікація
					що?	як?	хто?	коли?			
Просіювання	ККТ 1	Ф: металічні домішки, сторонні предмети	Регулярне очищення та дезінфекція обладнання. Перевірка магнітного уловювача	Повна відсутність сторонніх домішок у борошні після просіювання. Цілісність сита та магнітного уловювача	Сита просіювача	Фізичний огляд	Відповідальний оператор виробничої дільниці	Перед початком кожної зміни та після очищення обладнання	Журнал санітарного стану та контролю просіювання. Акт перевірки обладнання	Зупинити процес, вилучити забруднене борошно, очистити сито, перевірити магніт. Повторно просіяти нову партію	Періодична (щотижнева) перевірка ефективності просіювання, тестування магнітного уловювача, вимог, ведення записів у журналі НАССР
Випікання	ККТ 2	Б: мікробне забруднення (<i>Salmonella</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Escherichia coli</i>)	Підтримання необхідної температури та часу випікання. Забезпечення рівномірного прогріву виробу	Середня температура в середній бісквіту не нижче за 95°C, температура в камері духовки 205 ± 5 °C, тривалість 17 ± 1 хв.	Температура в духовці та у середині бісквіту	Годинник на духовці, термоміш	Відповідальний працівник	Щотижня	Фіксація внутрішньої температури бісквіту	Скинути температуру та час, відхилити операцію, утилізувати невідповідну продукцію	Внутрішня перевірка справності духовки, дотримання часу та температури випікання

Джерело: сформовано авторами на основі (Margues et al., 2012).

2.3. Аналіз особливостей впровадження системи НАССР у виробництві бісквітів з борошном "Здоров'я" та порошком кербу

За результатами аналізу ймовірних небезпек визначено дві ККТ – виявлення металевих домішок та процес випікання, для яких розроблено процедури моніторингу та коригувальні дії під час виробництва бісквітів з борошном "Здоров'я" та порошком кербу, а саме контрольні карти НАССР (див. табл. 4).

Запровадження та ретельне виконання ППУ й ОППУ сприятиме запобіганню виникнення або зменшенню наслідків ймовірних ризиків протягом усього технологічного процесу. Рекомендовано застосувати під час впровадження НАССР у виробництві бісквітних виробів заходи, які дозволять уникнути низки потенційних небезпек.

1. Основною сировиною для виробництва бісквітного тіста є борошно (у тому числі борошно "Здоров'я"), яйця курячі, цукор, порошок кербу. Серед них цукор порівняно з іншою сировиною є відносно безпечним щодо будь-яких небезпек. Борошно може становити фізичну, хімічну та біологічну небезпеку. Зокрема, запропоновано використовувати металодетектори під час просіювання сипких продуктів (борошно, борошно "Здоров'я", порошок кербу, цукор білий), люміноскопи для визначення загального обсеменіння патогенними мікроорганізмами поверхні виробничого обладнання, устаткування та рук працівників.

2. У блок-схемі технологічного процесу виробництва бісквітів оздоровчого призначення запропоновано додати до класичної схеми вхідний мікробіологічний контроль, який дасть змогу на етапі приймання виявити плісняви та мікотоксини, у складських приміщеннях встановити датчики вологості та температури з автоматичним контролем, контролювати концентрацію дезінфікуючого розчину перед кожним циклом дезінфекції яєць, очищення й дезінфекцію обладнання після кожної партії, що обумовлено контамінацією через контакт з поверхнями міксерів і посуду, а також металевими частинками від обладнання.

3. Під час технологічного процесу вистоювання випечених бісквітних напівфабрикатів після випікання також можуть виникнути біологічні небезпеки, які призведуть до виникнення біологічних ризиків. У цьому випадку у закладах рекомендовано використовувати АТФ-моніторинг як експрес-метод визначення чистоти виробничих поверхонь, інвентарю та рук працівників протягом кількох хвилин. Це дозволяє своєчасно реагувати на можливу контамінацію безпосередньо на виробництві без складного лабораторного обладнання (Volovyk et al., 2019).

Застосування запропонованих заходів дасть змогу отримати якісний і безпечний продукт оздоровчого призначення, зокрема бісквіт з використанням борошна "Здоров'я" та порошку кербу.

Висновки

Система НАССР забезпечує виробників харчових продуктів ефективними профілактичними методами, дає змогу виробляти безпечні харчові продукти та підвищити їх якість. Під час дослідження розглянуто та проаналізовано особливості впровадження системи НАССР

при виробництві бісквітів оздоровчого призначення з використанням борошна "Здоров'я" та порошку кербу, з урахуванням ідентифікації специфічних небезпечних чинників, визначення критичних контрольних точок та забезпечення збереження біологічно активних речовин у готовому продукті. У процесі виробництва бісквітів з борошном "Здоров'я" та порошком кербу виявлено дві ККТ, для яких надано обґрунтовані межі контролю щодо попередження небезпек під час виробництва бісквітів належної якості.

На основі проведеного дослідження підтверджено гіпотезу, що впровадження системи *НАССР* у технологічний процес виробництва бісквітів оздоровчого призначення надає змогу ідентифікувати та контролювати потенційні біологічні, хімічні та фізичні небезпеки на всіх етапах виготовлення продукції. Це дозволить забезпечити стабільну якість та безпечність готових виробів, підвищити їхню харчову цінність і конкурентоспроможність, а також сприятиме формуванню довіри споживачів до продуктів оздоровчого призначення.

Запропоновано низку заходів контролю згідно з вимогами *НАССР*, які сприятимуть запобіганню виникнення, усуненню або зниженню до прийняттого рівня потенційних небезпек протягом усього технологічного процесу виробництва бісквітних виробів оздоровчого призначення з метою виготовлення якісного і безпечного готового продукту.

Подальші дослідження мають бути спрямовані на аналіз та вдосконалення плану *НАССР* у виробництві оздоблювальних напівфабрикатів для бісквітів відповідно до чинного національного та європейського законодавства.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCE

-
- Abdel, M. E. S., Heba M., Siddeg, & Zakaria, A. Salih (2013). The Design of Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP): Plan for Biscuit Plant. *Food and Public Health*, 3(5), 240–246. <https://doi.org/10.5923/j.fph.20130305.02>
-
- Andersen, V., Lelieveld, H., & Motarjemi, Y. (2023). Confectionery and Bakery Products; Including Honey. *Food Safety Management (Second Edition)*, (14), 291–303. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820013-1.00045-0>
-
- International Organization for Standardization. (2018). *Food safety management systems – Requirements for any organization in the food chain* (ISO Standard No. 22000:2018).
-
- Jubayer, F., Hossain, S., & Al-Emran, U. N. (2022). Implementation of HACCP Management System in a Cake Manufacturing Company in Dhaka, Bangladesh: A Case Study. *Journal of Food Quality*, (1), 1–12. <https://doi.org/10.1155/2022/5321333>
-
- Marques, N. R. P., de Oliveira, M., J. C., Teixeira, R., & dos Reis Baptista, B. F. M. R. P. (2012). Implementation of Hazard Analysis Critical Control Points (HACCP) in a SME: Case Study of a Bakery. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 62(4), 215–227. <https://doi.org/10.2478/v10222-012-0057-5> <http://journal.pan.olsztyn.pl>
-
- Romanovska, O. (2022). Technology elaboration of biscuits with reduced sugar content. *Restaurant and Hotel Consulting. Innovations*. 5(1), 97–109. <https://doi.org/10.31866/2616-7468.5.1.2022.260881>
-
- Shuvo, S. D., Josy, M. S. K., Parvin, R., Zahid, M. A., Paul, D. K., & Elahi, M. T. (2019). Development of a HACCP-based Approach to Control Risk Factors Associated with Biscuit Manufacturing Plant, Bangladesh. *Nutrition & Food Science*, 49(6), 1180–1194.
-
- Tkachenko, A. (2020). Development of the safety management system during the production of flour confectionery. *Technology Audit and Production Reserves*, 3(53), 19–24. <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2020.205129>
-

Volovyk, T., Yegorova, A., Kylymenchuk, O., Okhotska, M., Kyshenia, A., & Khareba, V. (2019). ATP monitoring as an express method to determine contamination of objects. <i>Food Science and Technology</i> , 13(4), 112–116. https://doi.org/10.15673/fst.v13i4.1560	
Губа, Л. М., Ткаченко, А. С., Басова, Ю. О., & Кобишчан, Г. Д. (2021, 9 квітня). Характеристика стандартів системи HACCP. <i>Якість та безпекість товарів: матеріали міжнародної науково-практичної конференції</i> . Луцьк: Луцький НТУ, 97–99. http://surl.li/fxjaue	Guba, L. M., Tkachenko, A. S., Basova, Yu. O., & Kobishchan, H. D. (2021, April 9). Characteristics of HACCP System Standards. <i>Quality and Safety of Goods: materials of the International Scientific and Practical Conference</i> . Lutsk: Lutsk NTU, 97–99. http://surl.li/fxjaue
Закон України № 771/97-ВР. (1997, 23 грудня) "Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів": із змінами, внесеними згідно із законами Верховної Ради України.	The Law of Ukraine № 771/97-BP. (23.12.1997). "On Basic Principles and Requirements for the Safety and Quality of Food Products": as amended in accordance with the laws of the Verkhovna Rada of Ukraine.
Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України № 590 (2012, 9 жовтня). "Про затвердження Вимог щодо розробки, впровадження та застосування постійно діючих процедур, заснованих на принципах Системи управління безпеністю харчових продуктів (HACCP)": із змінами, внесеними згідно з Наказом Міністерства аграрної політики та продовольства № 1704/22016	Order of the Ministry of Agrarian Policy and Food of Ukraine No. 590 (9.10.2012). "On Approval of Requirements for the Development, Implementation and Application of Permanent Procedures Based on the Principles of the Food Safety Management System (HACCP)": With changes introduced in accordance with the Order of the Ministry of Agrarian Policy and Food. № 1704/22016.
Наказ Міністерства охорони здоров'я України № 1321/21633. (2012). "Про затвердження Мікробіологічних критеріїв для встановлення показників безпечності харчових продуктів".	Order of the Ministry of Health of Ukraine (2012). "On the approval of Methodological guidelines for manufacturers of frozen semi-finished products in a dough shell". No. 2444. Ministry of Justice of Ukraine. No. v2444282-19. (2019).
Полторах, В., Дробот, М., Пуцова, А., & Сидоренко, Н. (Ред.). (2021). <i>Основні кроки із запровадження системи управління безпеністю харчових продуктів HACCP (ХАССП) у закладах освіти: порадник для голів та управліців освітою територіальних громад</i> . 2-ге вид.	Poltorak, V., Drobot, M., Putsova, A., & Sydorenko, N. (Eds.). (2021). <i>Key Steps for Implementing the HACCP-Based Food Safety Management System in Educational Institutions: A Guide for Heads and Education Managers of Territorial Communities</i> . 2nd ed.
Стукальська, Н. М., & Вархол, В. О. (2022). Моніторинг безпеки і якості виробництва кондитерських виробів. <i>Таврійський науковий вісник</i> , (1), 104–113. <i>Серія: Технічні науки</i> . https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2023.1.11	Stukalska, N. M., & Varhol, V. O. (2022). Monitoring of safety and quality of confectionery production. <i>Taurida Scientific Herald.</i> , (1), 104–113. Series: Technical Sciences. https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2023.1.11

Конфлікт інтересів. Автори заявляють, що не мають фінансових чи нефінансових конфліктів інтересів щодо цієї публікації; не мають відносин із державними органами, комерційними або некомерційними організаціями, які могли б бути зацікавлені у поданні цієї точки зору. З огляду на те, що автори працюють в установі, яка є видавцем журналу, що може зумовити потенційний конфлікт або підозру в упередженості, остаточне рішення про публікацію цієї статті (включно з вибором рецензентів та редакторів) приймалося тими членами редколегії, які не пов'язані з цією установою.

Автори не отримували прямого фінансування для цього дослідження.

Кравченко, М., Борук, С., & Романовська, О. (2025). HACCP при виробництві бісквітів. *Товарознавство. Технології. Інжиніринг*, 4(56), 57–71. [https://doi.org/10.31617/2.2025\(56\)05](https://doi.org/10.31617/2.2025(56)05)

Надійшла до редакції 18.09.2025.

Прийнято до друку 07.11.2025.

Публікація онлайн 16.12.2025.

ГЕОІНЖЕНЕРІЯ ТА ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

DOI: [https://doi.org/10.31617/2.2025\(56\)06](https://doi.org/10.31617/2.2025(56)06)
УДК 627.8:502/.4]:338.246.8



СИДОРЕНКО Олена

<https://orcid.org/0000-0002-7591-2595>

д. т. н., професор, завідувач кафедри
товарознавства і фармації
Державного торговельно-економічного
університету
вул. Кіото, 19, м. Київ, 02156, Україна
o.sydorenko@knute.edu.ua

SYDORENKO Olena

<https://orcid.org/0000-0002-7591-2595>

Doctor of Sciences (Technical), Professor,
Head of the Department of Commodity
Science and Pharmacy
State University of Trade and Economics
19, Kyoto St., Kyiv, 02156, Ukraine
o.sydorenko@knute.edu.ua

МАТВИЄНКО Марія

<https://orcid.org/0009-0008-9721-9637>

к. б. н., доцент кафедри
товарознавства і фармації
Державного торговельно-економічного
університету
вул. Кіото, 19, м. Київ, 02156, Україна
m.matviyenko@knute.edu.ua

MATVIENKO Mariia

<https://orcid.org/0009-0008-9721-9637>

PhD (Biological),
Associate Professor of the Department
of Commodity Science and Pharmacy
State University of Trade and Economics
19, Kyoto St., Kyiv, 02156, Ukraine
m.matviyenko@knute.edu.ua

БОЖКО Тетяна

<https://orcid.org/0000-0002-2261-4527>

к. т. н., доцент, доцент кафедри
товарознавства і фармації
Державного торговельно-економічного
університету
вул. Кіото, 19, м. Київ, 02156, Україна
t.bozhko@knute.edu.ua

BOZHKO Tetiana

<https://orcid.org/0000-0002-2261-4527>

PhD (Technical), Associate Professor,
Associate Professor of the Department
of Commodity Science and Pharmacy
State University of Trade and Economics
19, Kyoto St., Kyiv, 02156, Ukraine
t.bozhko@knute.edu.ua

КАХОВСЬКЕ ВОДОСХОВИЩЕ: ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ТА ДОЦІЛЬНІСТЬ ВІДНОВЛЕННЯ

Руйнування дамби Каховського водосховища стало масштабною техногенною трагедією, що призвело до негативних наслідків для суспільства, в тому числі екологічних. Наразі в ученій спільноті існує дві протилежні концепції щодо усунення проблеми – доречність або небажаність відновлення дамби. Оскільки немає єдиного погляду, мета

KAKHOVKA RESERVOIR: ENVIRONMENTAL CONDITION AND FEASIBILITY OF RESTORATION

The destruction of the Kakhovka reservoir dam was a large-scale man-made tragedy that led to a number of negative consequences for society, including environmental ones. Currently, there are two opposing concepts in the scientific community regarding the elimination of the problem – the appropriateness or undesirability of restoring the dam. Since there is no single point



Copyright © 2025. Автор(и). Це стаття відкритого доступу, яка розповсюджується на умовах ліцензії [Creative Commons Attribution License 4.0 \(CC-BY\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) Міжнародна ліцензія

цього дослідження – визначення екологічного стану Каховського водосховища. Дослідження базується на гідробіологічних, іхтіологічних, гідролого-гідрогеологічних, геохімічних та радіологічних методах. Висунуто гіпотезу, що досліджувані показники відрізняються від еталонних значень, що підтвердилося. Окремі показники стану водних біоресурсів та джерел водопостачання Каховського водосховища перебувають у критичному стані. Разом з тим відновлення дамби та гідровузла водосховища є доцільним, у зв'язку з чим розроблено низку рекомендацій. Передусім необхідно відновити дамбу та наповнити водосховище водою, здійснюючи при цьому постійний контроль стану якості води. Потім потрібна організація інженерної інфраструктури водогосподарсько-меліоративного комплексу для постачання води населенню, а також для сільськогосподарських і промислових підприємств. Проблема якості води та відтворення рибогосподарського потенціалу можна вирішити, створивши природно-штучні біомеліоративні комплекси Каховського водосховища. Крім цього, потрібні подальші дослідження для контролю різних показників водосховища та покращення його стану.

Ключові слова: Каховське водосховище, екологічний стан, якість води, гідробіонти, природно-штучні біомеліоративні комплекси, відновлення греблі.

of view, the purpose of this study was to determine the ecological state of the Kakhovka reservoir. The study is based on hydrobiological, ichthyological, hydrological-hydrogeological, geochemical and radiological methods. The study is based on the hypothesis that the studied indicators will differ from the reference values, which was confirmed. Some indicators of the state of aquatic bioresources and water supply sources of the Kakhovka reservoir are in critical condition. However, the restoration of the dam and the reservoir's hydraulic unit is advisable, in connection with which a number of recommendations were developed. First of all, it is necessary to restore the dam and fill the reservoir with water, while constantly monitoring the state of water quality. Then it is necessary to organize the engineering infrastructure of the water management and reclamation complex to supply water to the population, as well as for agricultural and industrial enterprises. The problem of water quality and the reproduction of fish farming potential can be solved by creating natural and artificial bioreclamation complexes of the Kakhovka reservoir. In addition, further research is needed to monitor various indicators of the reservoir and improve its condition.

Keywords: Kakhovka water reservoir, ecological state, water quality, aquatic organisms, natural-artificial bio-reclamation complexes, dam restoration.

Вступ

Каховське водосховище – шосте у каскаді Дніпровських водосховищ, введене в експлуатацію у 1955 р. Повний об'єм його поверхневих вод становив 18.2 км^3 , робочий об'єм – 6.8 км^3 , а площа поверхні – $2\,140 \text{ км}^2$ (Khilchevskiy et al., 2022). Система споруд Каховського гідровузла містить найбільші канали та зрошувальні системи в басейні Дніпра, а саме:

Північно-Кримський канал, що є основним постачальником води для зрошуваних земель АР Крим. Площа, яка обслуговується зазначеним каналом, становить 204.9 тис. га, з яких 42.3 тис. га розташовані в Херсонській області, а 162.6 тис. га – у тимчасово окупованому Криму, проєктна витрата каналу становила $295 \text{ м}^3/\text{с}$;

Головний Каховський магістральний канал (ГКМК) обслуговує площу зрошуваних земель, яка становить 218.1 тис. га, з них – 181.4 тис. га розташовані в Херсонській області, 36.6 тис. га – у Запорізькій. Фактична витрата каналу – $365 \text{ м}^3/\text{с}$. Окрім зрошення, ГКМК використовувався для водопостачання міст Мелітополь, Бердянськ і кількох десятків сільських населених пунктів у двох зазначених областях (Vyshnevskiy & Shevchuk, 2024b).

Ці канали є найбільшими водозаборами з Каховського водосховища і входять до системи водопровідних комплексів (Іванівський груповий водопровід, Західний груповий водопровід). Найбільшими зрошувальними системами є Каховська, Приазовська, Новотроїцька, Горностаївська (Сидоренко & Коротецький, 2023).

6 червня 2023 р. близько 3 години ночі споруди Каховського гідровузла зруйновано в результаті підриву. Зокрема, пошкоджено 16 лівобережних прогонів з 28 прогонів водозливної греблі; будівля ГЕС; роздільна стінка між водозливною греблею та будівлею ГЕС; ґрунтова гребля між будівлею ГЕС та шлюзом; частково судноплавний шлюз. Так, у результаті підриву греблі Каховське водосховище майже повністю спорожнене (Gleick & Shimabuku, 2023).

Виведення з експлуатації насосних станцій водозаборів унаслідок підриву греблі та скиду води унеможливорює акумуляцію водних ресурсів і регулювання стоку в найменш водозабезпеченому регіоні. Складнощі з питним водопостачанням наразі існують на територіях Дніпропетровської, Миколаївської, Запорізької та Херсонської областей. Через руйнування греблі та скиду води понад 2 млн людей має проблеми з доступом до питної води. Така ситуація не лише створює загрозу погіршення якості життя людей та соціально-економічної ситуації у регіоні, але й здатна спричинити гуманітарну катастрофу, що супроводжуватиметься перетворенням соціально-економічно розвинених територій на депресивні (Дорош та ін., 2023; Саніна & Люта, 2023). Таким чином, зруйнування дамби впливає передусім на можливість водопостачання зазначених областей. Проте цією проблемою не вичерпується перелік негативних наслідків.

Каховська трагедія завдає колосальні економічні витрати, пов'язані як із необхідністю ліквідації наслідків, так і з налагодженням нових шляхів розвитку інфраструктури та логістики. Крім того, винищення води на території Каховського водосховища є екологічною катастрофою з непрогнозованими наслідками. Підриг греблі Каховського водосховища загрожує стратегічним цілям зі збереження біорізноманіття, призводить до зменшення потенціалу поглинання парникових газів, посилює опустелювання та деградацію, особливо на землях сільськогосподарського призначення (Постанова Кабінету Міністрів України № 730, 2023, 18 липня). Розроблено Порядок реалізації експериментального проекту "Будівництво Каховського гідровузла на р. Дніпро. Відбудова після руйнування Каховської ГЕС та забезпечення сталої роботи Дніпровської ГЕС у період відбудови" (Abou Samra, 2024).

Чимало дослідників присвятили свої праці різним аспектам наслідків руйнування дамби Каховської ГЕС, що підтверджує актуальність цієї події (Дорош та ін., 2023; Саніна & Люта, 2023; Vyshnevskiy et al., 2023; Tavakkoliestahbanati et al., 2024; Yang, 2024). Проте першо-

черговою проблемою, пов'язаною з руйнуванням водосховища, є визначення стратегії подальших дій і ухвалення головного рішення щодо відновлення дамби. Загалом слід зазначити два основних погляди щодо відбудови дамби водосховища: відновлення доцільне або недоцільне. Тому для ухвалення оптимального рішення потрібні комплексні дослідження (Vyshnevskiy & Shevchuk, 2024a).

Метою цієї статті є обґрунтування екологічної доцільності відбудови Каховського гідровузла та відновлення Каховського водосховища на основі визначення стану водних біоресурсів та джерел водопостачання Каховського водосховища.

Авторами висунуто гіпотезу, що досліджувані показники будуть відрізнятися від нормативних значень. Передусім погіршення якості води, що спричинить несприятливі умови для життєдіяльності гідробіонтів, врешті-решт позначиться на стані рибного господарства. Разом з тим, якою б не була екологічна ситуація з Каховським водосховищем, слід об'єктивно оцінити низку показників і розробити рекомендації щодо їх покращення. Таким чином, є можливість поступово покращити загальну ситуацію з Каховським водосховищем.

Для перевірки гіпотези і досягнення поставленої мети проведено натурні гідробіологічні, іхтіологічні, гідролого-гідрогеологічні, геохімічні та радіологічні дослідження з відбором проб ґрунтів (донних відкладів), поверхневих та підземних вод у районі розташування центральної частини Каховського водосховища в Херсонській області у вересні 2023 р.

Виконання досліджень проведено спільно з фахівцями кількох установ: Інституту гідробіології НАН України, Інституту водних проблем і меліорації НААН України, Інституту зоології НАН України, Державної екологічної академії післядипломної освіти та управління, ДУ "ІГНС НАН України", Інституту археології НАН України, Інституту рибного господарства НААН України, Державного торговельно-економічного університету.

У процесі виконання досліджень використано авторські методики моніторингу стану джерел питного водопостачання (Сидоренко та ін., 2006, січень; Сидоренко та ін., 2022) з урахуванням інформативних показників оцінки якості води (Сидоренко та ін., 2023).

Оскільки дослідження доволі об'ємне, воно поділено на кілька етапів, а результати викладено у чотирьох розділах основної частини. У першому розділі висвітлено результати дослідження якості води в свердловинах та колодязях домогосподарств населених пунктів поблизу Каховського водосховища; у другому – натурні геохімічні та радіологічні дослідження Каховського водосховища; третій присвячено аналізу гідробіологічного стану Каховського водосховища; у четвертому – запропоновано рекомендації авторів щодо покращення стану Каховського водосховища.

1. Дослідження якості води у свердловинах та колодязях домогосподарств населених пунктів поблизу Каховського водосховища

Результати аналізу проб води, відібраних під час польових досліджень зі свердловин та колодязів домогосподарств населених пунктів на узбережжі водосховища, свідчать про те, що в більшості джерел вода класифікується як солонувата з максимальними значеннями солоності 3.4–3.72 г/дм³ (табл. 1).

Таблиця 1

Результати дослідження води свердловин та колодязів домогосподарств населених пунктів Херсонської та Дніпропетровської областей, які перебувають на узбережжі Каховського водосховища, вересень 2023 р.

Місце відбору	<i>h</i>	<i>T₀</i>	<i>pH</i>	<i>O₂</i>	<i>O₂%</i>	<i>Cond</i>	<i>Salt</i>	<i>TDS</i>
с. Нововоронцовка, джерело 1	10	13.6	6.32	2.6	25.5	2.52	1.36	1.26
с. Нововоронцовка, джерело 2	6	14.9	6.25	3.3	33.4	3.73	2.03	1.96
с. Мар'янське	13	16.3	6.4	6.2	63	5.19	2.9	2.59
с. Грушівка, джерело 1	35	9.5	6.37	7.1	80.5	5.44	3.4	2.72
с. Грушівка, джерело 2	6	12.6	6.6	5.2	61.2	0.49	0.25	0.44
с. Набережне, джерело 1	27	15.9	6.54	4	40.2	1.31	0.68	0.65
с. Набережне, джерело 2	30	17	6.6	3.5	46.2	1.3	0.68	0.68
с. Покровське, джерело 1	37	13	6.3	4.8	55	6.59	3.72	3.29
с. Покровське, джерело 2	30	15.3	6.46	4	38.8	5.73	2.9	2.68

Примітки: *h* – глибина, м; *T₀* – загальна окиснюваність; *pH* – показник кислотності або лужності води; *O₂* – насиченість води киснем; *O₂%* – вміст органічних та неорганічних речовин у воді, що окислюються; *Cond* – провідність води; *Salt* – солоність; *TDS* – загальна кількість розчинених солей.

Джерело: складено авторами за підсумками власних досліджень.

Підземні води, які наразі використовуються місцевими мешканцями, не можуть розглядатися як альтернативне джерело питного водопостачання через їх незадовільну якість. Показники якості проб води перевищують межі гранично допустимої концентрації (ГДК), наприклад, *pH* становить 6–6.3 (при нормі – 6.5–8.5), а мінералізація – 3 400–3 700 (при нормі – 1 000–1 500). Відповідно, така вода за показниками якості не підходить для вживання в їжу (Сидоренко & Якобчук, 2016).

2. Натурні геохімічні та радіологічні дослідження Каховського водосховища

Під час проведення натурних геохімічних та радіологічних досліджень у вересні 2023 р. з відбором проб ґрунтів (донних відкладів), поверхневих та підземних вод у районі розташування центральної частини Каховського водосховища в Херсонській та Дніпропетровській областях виявлено аномальні перевищення потужності еквівалентної дози випромінювання.

Також під час "профільних" маршрутних зйомок радіаційний фон вимірювався до глибини 1 м від поверхні ґрунту. У глибині він був помітно вище, ніж над поверхнею, в середньому у 1.9 раза, максимум –

у 2.6 раз. Середній фон на поверхні ложа водосховища становить 0.082 мкЗв/год, у глибині – 0.145 мкЗв/год. Походження радіаційного забруднення наразі невідомо і потребує додаткових досліджень.

Результати визначення вмісту мікроелементів (28 металів та сірки) у ґрунтах площ, які не знаходилися в межах колишньої акваторії водосховища та донних відкладів, показують, що геохімічний фон осадових відкладів за 70 років існування Каховського водосховища змінився несуттєво.

3. Аналіз гідробіологічного стану Каховського водосховища

Важливо зазначити, що останні 5 років Каховське водосховище забезпечувало вилов 3.7 тис. т товарної риби (до 10% від загального виробництва рибної продукції в Україні). Крім того, згідно з даними Інституту рибного господарства НААН України, річний вилов рибалками-любителями у 2021 р. орієнтовно становив 700 т (Перший випуск риби за кошти аукціонів: Канівське водосховище отримало 6.5 тисяч риб). Виконані в рамках дослідної роботи розрахунки можливого промислового вилову водних біоресурсів засвідчують, що відбудова Каховського гідровузла та наповнення Каховського водосховища забезпечить (за умов проведення рибницько-меліоративних заходів) 6.5 тис. т щорічної додаткової рибної сировини, що визначає рибогосподарську доцільність практичної реалізації цього проекту та має позитивний вплив на продовольчу безпеку України.

Загалом у водоймах, що залишилися після зникнення Каховського водосховища, екологічна ситуація несприятлива для розвитку зообентосу. Загибель великої кількості гідробіонтів, насамперед двостулкових моллюсків, призвела до перенасичення донних відкладів токсичними продуктами розкладу органічних речовин та погіршення кисневого режиму, що вкрай негативно позначилося на стані гідробіоти. Катастрофічне зниження рівня води також сповільнило (а в малих залишкових водоймах повністю припинило) водообмін, що зумовлює періодичні замори. Очевидно, що взимку ситуація з кисневим режимом буде погіршуватись, тому слід очікувати тривалих кисневих заморів з подальшою загибеллю гідробіонтів та деградацією гідробіоти. Найбільш критичним це явище буде в невеликих відокремлених водоймах.

Результати польових досліджень показують, що відокремлені водойми на дні колишнього Каховського водосховища не можуть виконувати функцію самовідтворення для колишньої біоти водосховища. Наразі їх видовий склад збіднений, а екологічний стан викликає занепокоєння. Основні процеси деградації вже відбулися, але вони будуть посилюватись, супроводжуючись загибеллю гідробіонтів та подальшим органічним забрудненням залишкових водойм. Науковці також підтверджують, що екологічні наслідки найбільшої у світі техногенної катастрофи за десятиліття є досить значними. Деякі наслідки спостерігатимуться протягом 10 років і більше (*Chernogor et al.*, 2024).

Обсяги викидів парникових газів при відбудові Каховської ГЕС можна визначити як суму добутоків вуглецевого сліду виробництва обладнання і матеріалів, необхідних для її відбудови, на обсяги викидів від необхідного обладнання та матеріалів. Основні викиди парникових газів при відбудові Каховської ГЕС обумовлені вуглецевим слідом цементу. При цьому викидами парникових газів при транспортуванні цементу, щебню і піску, необхідних для виробництва бетону, можна знехтувати, оскільки транспортування всіх цих компонентів здійснюватиметься залізничним транспортом з мінімальними викидами парникових газів. Вуглецевий слід електроенергії, виробленої на ГЕС, нижчий навіть за вуглецевий слід електроенергії, отриманої з інших відновлюваних джерел енергії – сонячної і геотермальної.

Загалом підрив греблі Каховського водосховища призвів до: погіршення якості життя людей та значної втрати робочих місць; втрати значного промислового, сільськогосподарського потенціалу та можливості надання екосистемних послуг; скорочення і деградації природних екосистем, критичних втрат біорізноманіття та природоохоронних територій; високих ризиків для здоров'я людей і довкілля, спричинених критичним станом хімічної, санітарно-епідеміологічної, ядерної і радіаційної безпеки; та погіршення якості природних ресурсів, що посилено глобальною зміною клімату.

4. Розроблення рекомендацій щодо покращання стану Каховського водосховища

Згідно з результатами проведених досліджень стан водних біоресурсів та джерел водопостачання Каховського водосховища є критичним. Можна стверджувати, що альтернативи відновленню Каховського водосховища наразі не існує. Отримані дані підтвердили припущення щодо стану Каховського водосховища. Разом з тим, необхідно продовження проведення комплексних наукових досліджень на території Каховського водосховища. За результатами досліджень сформовано низку рекомендацій, виконання яких сприятиме покращанню ситуації:

- відбудова тимчасової греблі Каховського гідровузла та наповнення Каховського водосховища до вихідних параметрів;
- модернізація, відновлення та реконструкція інженерної інфраструктури водогосподарсько-меліоративного комплексу, систем водопостачання та водовідведення для забезпечення сільськогосподарського та промислового водокористування, доступу населення до якісної питної води;
- створення штучного нерестовища на території Каховського водосховища для можливості самовідтворення цінних та зникаючих видів іхтіофауни (Розробка рекомендацій щодо доцільності відбудови Каховського гідровузла... Звіт з науково-технічної роботи. Державний реєстраційний номер: 0123U103857 від 20.09.23, 2023);

- розроблення програми природно-штучного біомеліоративного комплексу Каховського водосховища для забезпечення якості води та відтворення рибогосподарського потенціалу;
- здійснення постійного моніторингу стану якості води Каховського водосховища в процесі наповнення;
- відбудова державних рибовідтворювальних комплексів щодо забезпечення виробництва рибопосадкового матеріалу для відтворення рибогосподарського потенціалу водосховища (Сидоренко та ін., 2022, 27 травня).

Таким чином, екологічна ситуація з Каховським водосховищем має низку протиріч. Проте з основного питання – доцільності чи недоречності відбудови греблі – наразі більше аргументів на користь необхідності відновлення водосховища.

Висновки

Результати дослідження підтвердили гіпотезу щодо невідповідності показників якості води у Каховському водосховищі. За окремими показниками стану водних біоресурсів та джерел водопостачання Каховське водосховище перебуває у критичному становищі. Разом з тим, необхідне відновлення дамби та гідровузла водосховища, для чого розроблено низку рекомендацій. Зокрема, слід відновити дамбу та наповнити водосховище водою, здійснюючи при цьому постійний контроль стану якості води. Після цього стане можливим налагодження роботи інженерної інфраструктури водогосподарсько-меліоративного комплексу для постачання води для населення, а також на потреби сільськогосподарських і промислових підприємств. Проблема якості води та відтворення рибогосподарського потенціалу можна вирішити шляхом створення природно-штучних біомеліоративних комплексів Каховського водосховища. При цьому необхідно самовідтворення цінних та зникаючих видів іхтіофауни, що можливо забезпечити шляхом організації штучного нерестовища. Крім цього, потрібна відбудова рибовідтворювальних комплексів, а також виробництва рибопосадкового матеріалу для відтворення рибогосподарського потенціалу водосховища. Паралельно з цим необхідні дослідження для контролю різних показників водосховища та подальшого покращення його стану.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCE

Abou Samra, R. M., Ala, R. R., Halder, B., & Yassen, Z. M. (2024). Assessing the Catastrophic Environmental Impacts on Dam Breach Using Remote Sensing and Google Earth Engine. *Water Resources Management*. <https://doi.org/10.1007/s11269-024-03902-z>

Chernogor, L., Nekos, A., Titenko, G., & Chornohor, L. (2024). Ecological consequences of the catastrophic destruction of the Kakhovka reservoir dam. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна*, (61), 399–410. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2024-61-32>

Gleick, P. H., & Shimabuku, M. (2023). Water-related conflicts: Definitions, data, and trends from the water conflict chronology. *Environmental Research Letters*, 18(3). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/acbb8f>

Khilchevskiy, V., Grebin, V., Dubniak, S., Zabokrytska, M., & Bolbot, H. (2022). Large and small reservoirs of Ukraine. *Journal of Water and Land Development*, (52), 101–107. <https://doi.org/10.24425/jwld.2022.140379>

Tavakkoliestahbanati, A., Milillo, P., & Kua, H. (et al.). (2024). Pre-collapse spaceborne deformation monitoring of the Kakhovka dam, Ukraine, from 2017 to 2023. *Communications Earth & Environment*, (5), <https://doi.org/10.1038/s43247-024-01284-z>

Vyshnevskiy, V. I., & Shevchuk, S. A. (2024a). The Impact of the Kakhovka Dam Destruction on the Water Temperature in the Lower Reaches of the Dnipro River and the Former Kakhovske Reservoir. *Journal of Landscape Ecology*. <https://doi.org/10.2478/jlecol-2024-0008>

Vyshnevskiy, V. I., & Shevchuk, S. A. (2024b). Natural Processes in the Area of the Former Kakhovske Reservoir After the Destruction of the Kakhovka HPP. *Journal of Landscape Ecology*, 17(2), 147–164. <https://doi.org/10.2478/jlecol-2024-0014>

Vyshnevskiy, V., Shevchuk, S., Komorin, V., Oleynik, Y., & Gleick, P. (2023). The destruction of the Kakhovka dam and its consequences. *Water International*, 48(5), 631–647. <https://doi.org/10.1080/02508060.2023.2247679>

Yang, Q. (et al.). (2024). Pre-failure operational anomalies of the Kakhovka Dam revealed by satellite data. *Communications Earth & Environment*, 5(1). <https://doi.org/10.1038/s43247-024-01397-5>

Дорош, Й. М., Ібатуллін, Ш. І., Дорош, А. Й., Дорош, О. С., & Сакаль, О. В. (2023). Застосування геоінформаційних технологій при визначенні площ підтоплених земель унаслідок руйнування дамби Каховської ГЕС. *Землеустрій, кадастр і моніторинг земель*, (3), 98–109. <https://doi.org/10.31548/zemleustriy2023.03.09>

Dorosh, Y. M., Ibatullin, Sh. I., Dorosh, A. Y., Dorosh, O. S., & Sakal, O. V. (2023). Application of geoinformation technologies in determining the areas of flooded lands due to the destruction of the Kakhovka hydroelectric power station dam. *Land Management, Cadastre and Land Monitoring*, (3), 98–109. <https://doi.org/10.31548/zemleustriy2023.03.09>

Розробка рекомендацій щодо доцільності відбудови Каховського гідровузла та наповнення Каховського водосховища для забезпечення надійної експлуатації водозаборів комунального та промислового водопостачання та відновлення екологічного стану і біорізноманіття Нижнього Дніпра. *Звіт з науково-технічної роботи*. Державний реєстраційний номер: 0123U103857 від 20.09.23

Development of recommendations on the feasibility of rebuilding the Kakhovka hydroelectric complex and filling the Kakhovka reservoir to ensure reliable operation of water intakes for municipal and industrial water supply, and restoration of the ecological state and biodiversity of the Lower Dnieper. *Report on scientific and technical work*. State registration number: 0123U103857 dated 09/20/23

Державне агентство водних ресурсів України. <https://davr.gov.ua/>

State Agency of Water Resources of Ukraine. <https://davr.gov.ua/>

Перший випуск риби за кошти аукціонів: *Канівське водосховище отримало 6.5 тисяч риб*. <https://aifua.com.ua/biznes/pershii-vipysk-ribi-zakoshti-aykcioniv-kanivske-vodoshovishe-otrimalo-6-5-tisiach-rib.html>

The first fish release through auctions: *the Kaniv Reservoir received 6.5 thousand fish*. <https://aifua.com.ua/biznes/pershii-vipysk-ribi-zakoshti-aykcioniv-kanivske-vodoshovishe-otrimalo-6-5-tisiach-rib.html>

Сидоренко, О. В., Щербак, В. І., Бондар, О. І., Яцюк, М. В., Коротецький, В. П., Лешук, В. О., & Полятикіна, О. О. (2006, січень). *Спосіб запобігання біологічним загрозам (біоперешкодам) водних екосистем у природно-заповідному фонді*. (Патент України на корисну модель № UA 151895 U МПК E02B 15/08)

Sydorenko, O. V., Shcherbak, V. I., Bondar, O. I., Yatsyuk, M. V., Korotetsky, V. P., Leshchuk, V. O., & Polyatikina, O. O. (2006, January). *Method for preventing biological threats (biobarriers) of aquatic ecosystems in a nature reserve fund*. (Patent Ukraine for utility model No. UA 151895 U MPK E02V 15/08)

Сидоренко, О. В., Щербак, В. І., Бондар, О. І., Яцюк, М. В., Коротецький, В. П., Лешук, В. О., & Полятикіна, О. О. (2022, 29 вересня). *Спосіб запобігання біологічним загрозам (біоперешкодам) водних екосистем на водоймах-охолоджувачах*. (Патент України на корисну модель u202200831 E02B15/08)

Sydorenko, O. V., Shcherbak, V. I., Bondar, O. I., Yatsyuk, M. V., Korotetsky, V. P., Leshchuk, V. O., & Polyatikina, O. O. (2022, September 29). *Method for preventing biological threats (biobarriers) of aquatic ecosystems on cooling ponds*. (Utility model patent u202200831 E02B15/08)

Постанова Кабінету Міністрів України № 730. (2023, 18 липня). *Порядок реалізації експериментального проекту "Будівництво Каховського гідровузла на р. Дніпро. Відбудова після руйнування Каховської ГЕС та забезпечення сталої роботи Дніпровської*

Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine No. 730. (2023, July 18). *Procedure for implementing the pilot project "Construction of the Kakhovka Hydropower Plant on the Dnipro River. Reconstruction after the destruction of the Kakhovka HPP and*

<i>ГЕС у період відбудови". https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-realizatsiiu-eksperymentalnoho-proektu-budivnytstvo-kakhovskoho-hidrovuzla-na-r-dnipro-vidbudova-pisliaruinuvannia-kakhovskoi-hes-ta-zabezpechennia-i180723-730</i>	<i>ensuring the stable operation of the Dnipro HPP during the reconstruction period". https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-realizatsiiu-eksperymentalnoho-proektu-budivnytstvo-kakhovskoho-hidrovuzla-na-r-dnipro-vidbudova-pisliaruinuvannia-kakhovskoi-hes-ta-zabezpechennia-i180723-730</i>
Саніна, І. В., & Люта, Н. Г. (2023). Екологічні наслідки підриву греблі Каховської ГЕС і шляхи вдосконалення водопостачання населення. <i>Мінеральні ресурси України</i> , (2), 50–55. https://doi.org/10.31996/mru.2023.2.50-55	Sanina, I. V., & Lyuta, N. G. (2023). Ecological consequences of the collapse of the Kakhovka hydroelectric power station dam and ways to improve the water supply of the population. <i>Mineral Resources of Ukraine</i> , (2), 50–55. https://doi.org/10.31996/mru.2023.2.50-55
Сидоренко, О., Коротецький, В., & Улицький, О. (2023, 22 березня). Моніторинг водних об'єктів кілійського міжрайонного управління водного господарства (с. 131–132). <i>Збірник тез міжнародної науково-практичної онлайн-конференції "Прискорення змін для подолання водної кризи в Україні", присвяченої Всесвітньому дню водних ресурсів, Київ: Інститут водних проблем і меліорації НААН, https://mivg.iwpim.com.ua/files/tezy2023.pdf</i>	Sydorenko, O., Korotetsky, V., & Ulytsky, O. (2023, March 22). Monitoring of water bodies of the Kiliya interdistrict water management department (p. 131–132). <i>Collection of abstracts of the international scientific and practical online conference "Accelerating changes to overcome the water crisis in Ukraine"</i> , dedicated to the World Water Day, Kyiv: Institute of Water Problems and Land Reclamation of the NAAS, https://mivg.iwpim.com.ua/files/tezy2023.pdf
Сидоренко, О. В., & Якобчук, Ю. О. (2016, 6–8 липня). Проблеми екологічного стану поверхневих вод як джерел водосбору (214–216). <i>Збірник статей науково-практичної конференції з міжнародною участю "Вода: проблеми та шляхи вирішення". http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/5663/1/Voda_problem_1_2017_89.pdf</i>	Sydorenko, O. V., & Yakobchuk, Y. O. (2016, July 6–8). Problems of the ecological state of surface waters as sources of watershed (214–216). <i>Collection of articles of the scientific and practical conference with international participation "Water: problems and solutions"</i> . http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/5663/1/Voda_problem_1_2017_89.pdf
Сидоренко, О. В., & Коротецький, В. П. (2023, 16–17 листопада). Стан водної екосистеми Каховського водосховища (збірник тез) (274–275). <i>VI Міжнародна науково-практична конференція "Управління якістю в освіті та промисловості: досвід, проблеми та перспективи". https://science.lpnu.ua/sites/default/files/attachments/2023/nov/32118/proceedingsqm2023_1.pdf</i>	Sydorenko, O. V., & Korotetsky, V. P. (2023, November 16–17). State of the aquatic ecosystem of the Kakhovka reservoir (collection of abstracts). (274–275). <i>VI International Scientific and Practical Conference "Quality Management in Education and Industry: Experience, Problems and Prospects"</i> . Ukraine. https://science.lpnu.ua/sites/default/files/attachments/2023/nov/32118/proceedingsqm2023_1.pdf
Сидоренко, О. В., Щербак, В. І., & Коротецький, В. П. (2022, 27 травня). Методологія запобігання біологічним загрозам водних екосистем (збірник тез) (155–158). <i>V Міжнародна науково-практична інтернет-конференція "Підприємництво, торгівля, маркетинг: стратегії, технології та інновації". https://knute.edu.ua/blog/read/?pid=16291</i>	Sydorenko, O. V., Shcherbak, V. I., & Korotetsky, V. P. (2022, May 27). Methodology for preventing biological threats to aquatic ecosystems (collection of abstracts) (155–158). <i>V International Scientific and Practical Internet Conference "Entrepreneurship, Trade, Marketing: Strategies, Technologies and Innovations"</i> . https://knute.edu.ua/blog/read/?pid=16291

Конфлікт інтересів. Автори заявляють, що вони не мають фінансових чи нефінансових конфліктів інтересів щодо цієї публікації; не мають відносин із державними органами, комерційними або некомерційними організаціями, які могли б бути зацікавлені у поданні цієї точки зору. З огляду на те, що автори працюють в установі, яка є видавцем журналу, що може зумовити потенційний конфлікт або підозру в упередженості, остаточне рішення про публікацію цієї статті (включно з вибором рецензентів та редакторів) приймалося тими членами редколегії, які не пов'язані з цією установою.

Автори не отримували прямого фінансування для цього дослідження.

Сидоренко, О., Матвієнко, М., & Божко, Т. (2025). Каховське водосховище: екологічний стан та доцільність відновлення. *Товарознавство. Технології. Інжиніринг*, 4(56), 72–81. [https://doi.org/10.31617/2.2025\(56\)06](https://doi.org/10.31617/2.2025(56)06)

Надійшла до редакції 09.10.2025.

Прийнято до друку 13.11.2025.

Публікація онлайн 16.12.2025.

DOI: [https://doi.org/10.31617/2.2025\(56\)07](https://doi.org/10.31617/2.2025(56)07)
УДК 001.82:528]:624.21/.8



ПАЛІЄНКО Олена

<https://orcid.org/0000-0002-4460-5576>

к. т. н., доцент, доцент кафедри
інжинірингу та землеустрою
Державного торговельно-економічного
університету
вул. Кіото, 19, м. Київ, 02156, Україна
o.paliyenko@knute.edu.ua

МЕТОДОЛОГІЯ ОЦІНКИ ГЕОДЕЗИЧНИХ РИЗИКІВ У МОСТОВУДУВАННІ

Розглянуто проблему управління ризиками геодезичних робіт у мостобудівних проєктах, яка є актуальною через високу чутливість точності монтажу конструкцій до похибок вимірювань, та їхній вплив на безпеку персоналу. Дослідження спирається на гіпотезу, що включення показника безпеки S до інтегрованого індексу ризику підвищує точність пріоритизації ризиків і забезпечує превентивний характер управління. Методологія базується на модифікації методу MORAG, доповненого критерієм безпеки й алгоритмом розрахунку вагових коефіцієнтів за методом аналітичної ієрархії (АНР). Проведено кількісний аналіз ризиків на основі даних п'яти аналогічних мостобудівних проєктів. Результати показали, що найбільший інтегральний ризик ($R = 0.342$) пов'язаний із відхиленням положення опор конструкції, а найменший ($R = 0.087$) – із порушенням точності геодезичної мережі. Запропонований підхід узгоджується з міжнародними стандартами ISO 31000 та ISO/IEC 31010 і може бути використаний для планування та моніторингу геодезичних робіт у складних інженерних проєктах.

Ключові слова: управління ризиками, геодезичні роботи, мостобудування, MORAG, безпека праці, ISO 31000.

JEL Classification: C44, L74, D81, O18.

Вступ

Геодезичні роботи в мостобудівних проєктах є критично важливими для точності монтажу конструкцій та безпеки персоналу. Помилки на цьому етапі призводять до затримок, додаткових робіт і підвищення ризиків травматизму (Kowacka et al., 2021; Wu et al., 2024). Міжнародні стандарти ISO 31000 та ISO/IEC 31010 визначають принципи управління ризиками, але їх застосування в геодезичних роботах мостобудування

PALIENKO Olena

<https://orcid.org/0000-0002-4460-5576>

PhD (Technical Sciences), Associate
Professor of the Department
of Engineering and Land Management
State University of Trade and Economics
19, Kyoto St., Kyiv, 02156, Ukraine
o.paliyenko@knute.edu.ua

METHODOLOGY FOR ASSESSING GEODETIC RISKS IN BRIDGE CONSTRUCTION

The issue of risk management in geodetic works for bridge construction projects is examined, which is relevant due to the high sensitivity of structural assembly accuracy to measurement errors and their impact on personnel safety. The study is based on the hypothesis that including the safety indicator S in the integrated risk index improves risk prioritization accuracy and ensures a preventive approach to management. The methodology is based on a modification of the MORAG method, supplemented with the safety criterion and an algorithm for calculating weighting coefficients using the Analytic Hierarchy Process (AHP). A quantitative risk analysis was conducted using data from five similar bridge construction projects. The results showed that the highest integrated risk ($R = 0.342$) is associated with the deviation in the position of structural supports, while the lowest ($R = 0.087$) is related to geodetic network inaccuracy. The proposed approach aligns with international standards ISO 31000 and ISO/IEC 31010 and can be applied for planning and monitoring geodetic works in complex engineering projects.

Keywords: risk management, geodetic works, bridge construction, MORAG, occupational safety, ISO 31000.



Copyright © 2025. Автор(и). Це стаття відкритого доступу, яка розповсюджується на умовах ліцензії [Creative Commons Attribution License 4.0 \(CC-BY\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) Міжнародна ліцензія

залишається недостатньо дослідженим (ISO 31000, 2018; ISO/IEC 31010, 2019). Проблема полягає у відсутності методів, що інтегрують критерії охорони праці в оцінку ризиків геодезичних робіт (ISO 31000, 2018; ISO/IEC 31010, 2019; Kowacka et al., 2019; Wu et al., 2024).

Останні дослідження пропонують різні кількісні підходи: від системної динаміки (Tu et al., 2024) до алгоритмів машинного навчання (Wu et al., 2024). Проте більшість моделей орієнтовані на фінансові аспекти, а не на безпеку персоналу (Li et al., 2022; Yin et al., 2023). Метод MORAG, розроблений для проєктів з будівництва доріг, продемонстрував ефективність у ранжуванні ризиків геодезичних робіт (Kowacka et al., 2019). На відміну від класичних детермінованих підходів, MORAG враховує похибки вимірювань, стохастичний характер даних та просторово-часову динаміку процесів, що забезпечує більш точну оцінку ризиків. Метод дає змогу інтегрувати результати сучасних технологій моніторингу, таких як GNSS, InSAR та LiDAR. Крім того, MORAG підтримує багатофакторний аналіз, поєднуючи технічні, геотехнічні та організаційні ризики в єдиній системі оцінки, але потребує адаптації для мостобудування з урахуванням безпекових параметрів (Li et al., 2022; Yin et al., 2023). Невирішена частина проблеми полягає у відсутності методів, що поєднують технічні та безпекові критерії в єдиному індексі ризику. Це обмежує можливості превентивного управління ризиками та створює загрозу життю і здоров'ю персоналу.

Мета статті – перевірити ефективність модифікації методу MORAG для аналізу ризиків геодезичних робіт у мостобудуванні з урахуванням критеріїв безпеки.

Гіпотеза: включення показників безпеки до інтегрованого індексу ризику підвищує точність пріоритизації ризиків та сприяє інтеграції охорони праці в управління ризиками. Методологія дослідження: у роботі використано модифікований метод MORAG (*Method of Risk Analysis for Geodesy*), доповнений критерієм безпеки S та алгоритмом визначення вагових коефіцієнтів за методом аналітичної ієрархії (AHP). Розрахунок інтегрального індексу ризику здійснено на основі показників часу (T/T_{ref}), якості (Q), безпеки (S) та ймовірності виникнення ризику (P).

Перший розділ основної частини статті містить детальний опис методології, у другому викладено результати аналізу геодезичних ризиків та їхнього інтегрального впливу на безпеку робіт.

1. Розроблення модифікованого методу MORAG: вибір вагових коефіцієнтів та алгоритм розрахунку

1.1. Концептуальні засади

Метод MORAG (*Method of Risk Analysis for Geodesy*) застосовується для кількісної оцінки ризиків геодезичних робіт у транспортному будівництві (Kowacka et al., 2019). Його базова версія враховує часові та якісні аспекти похибок, але не інтегрує критерії охорони праці. Для мостобудування пропонується модифікація, що включає показник безпеки S , який відображає рівень професійного ризику (відхилення при

розмітці осі конструкції; відхилення в геодезичних висотних даних; відхилення положення опор конструкції від проєктного значення; порушення точності геодезичної мережі; вплив температурних деформацій на конструкцію тощо).

Вибір методу *MORAG* як базової методики для аналізу ризиків геодезичних робіт у мостобудуванні зумовлений низкою факторів.

Спеціалізація на геодезичних процесах. На відміну від загальнобудівельних моделей (*AHP-Fuzzy*, *Cloud Model*, *Monte Carlo*), *MORAG* розроблений саме для оцінки ризиків геодезичних операцій у транспортному будівництві. Це забезпечує релевантність показників і можливість деталізації похибок, що впливають на точність трасування та монтажу.

Простота інтеграції в календарно-мережеве планування. Метод використовує кількісні параметри (часові затримки, якість), що легко узгоджуються з графіками робіт і системами управління проєктами (*MS Project*, *Primavera*).

Можливість модифікації. Структура *MORAG* дозволяє додати нові критерії без порушення логіки розрахунку. У нашому випадку інтеграція показника безпеки *S* формує комплексний індекс ризику, що враховує професійні загрози поряд із технічними аспектами.

Відповідність міжнародним стандартам. Модифікований *MORAG* узгоджується з принципами *ISO 31000* (2018) та *ISO/IEC 31010* (2019), які рекомендують використання індексних методів для багатокритеріальної оцінки ризиків і проведення чутливісного аналізу.

Недостатність альтернатив. Методи *Fuzzy AHP* та *Cloud Model* добре працюють із невизначеністю, але вони орієнтовані на загальні будівельні ризики і не мають адаптованих параметрів для геодезії. *Monte Carlo* потребує великої статистичної бази, що обмежує його застосування на етапі планування.

1.2. Методологія оцінки ризиків геодезичних робіт у будівельних проєктах

Методологічна основа дослідження ґрунтується на кількісному аналізі ризиків, що дає змогу інтегрувати технічні та безпекові параметри в єдину систему оцінки (*ISO 31000*, 2018; *ISO/IEC 31010*, 2019). Для цього використано модифіковану формулу індексу ризику:

$$I = W_t + \frac{T}{T_{ref}} + W_q + Q + W_s \cdot S, \quad (1)$$

де: T – фактична затримка виконання роботи (дні);

T_{ref} – нормативний показник виконання робіт (дні);

Q – показник впливу на якість (інтервал $[0;1]$);

S – показник безпеки (інтервал $[0;1]$);

W_t , W_q , W_s – вагові коефіцієнти, визначені методом аналітичної ієрархії (*AHP*).

Інтегрований ризик розраховувався за формулою (2):

$$R = P \cdot I, \quad (2)$$

де: P – ймовірність виникнення ризику, що визначається як відношення кількості випадків до кількості операцій;

I – індекс ризику.

Для отримання вихідних даних проведено аналіз журналів виконаних робіт, звітів технічного нагляду та помилок у п'яти аналогічних мостобудівних проєктах. У дослідженні розглядалися найбільш поширені небезпечні фактори: відхилення при розмітці осі конструкції, помилки у висотних даних, зміщення опор, порушення точності геодезичної мережі та вплив температурних деформацій.

Наступним етапом було визначення вагових коефіцієнтів W_t , W_q , W_s , що характеризують вплив часу, якості та безпеки на загальний ризик. Для цього застосовано метод аналітичної ієрархії (*Analytic Hierarchy Process, AHP*), розроблений Т. Сааті, який дозволяє структурувати багато-критеріальні задачі у вигляді ієрархії та визначати пріоритети шляхом парних порівнянь елементів за дев'ятибальною шкалою (від 1 – рівна важливість до 9 – абсолютна перевага) (*Saaty, 1980*).

Процедура включала формування ієрархії: на верхньому рівні – мета (оцінка ризику), на нижньому – критерії (час, якість, безпека). За результатами парних порівнянь побудовано матрицю та обчислено власний вектор пріоритетів (табл. 1), що визначає вагові коефіцієнти для кожного критерію.

Таблиця 1

Матриця парних порівнянь та вагові коефіцієнти

	Час (T)	Якість (Q)	Безпека (S)	Вагові коефіцієнти
T	1	1	3	0.429
Q	1	1	3	0.429
S	1/3	1/3	1	0.143
Σ	2.33	2.33	7	–

Джерело: складено автором.

Показники Q та S нормалізуються до інтервалу $[0;1]$ для забезпечення порівнянності та розраховуються за формулами (3) та (4):

$$Q = \frac{\text{Відсоток бездефектного виконання робіт}}{100} \quad (3)$$

$$S = \frac{\text{Відсоток безаварійного виконання робіт}}{100} \quad (4)$$

Результати розрахунків наведено в *табл. 2*, що відображає значення ймовірності P , відносної затримки T/T_{ref} , показників Q , S , інтегрального індексу I та загального ризику R для кожного фактора.

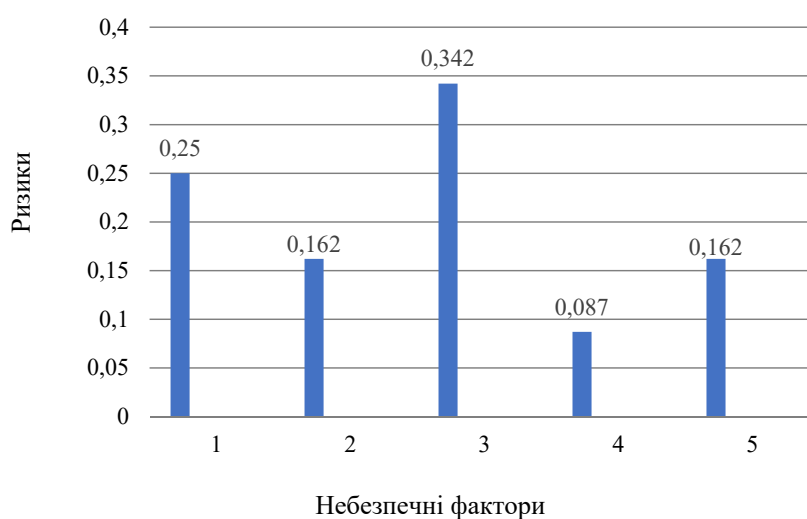
Таблиця 2

Розраховані показники ризиків для геодезичних робіт
у мостобудівних проєктах

Ризики	P	T/T_{ref}	Q	S	I	R
Відхилення при розмітці осі конструкції	0.3	0.875	0.82	0.86	0.85	0.255
Відхилення в геодезичних висотних даних	0.2	0.812	0.8	0.84	0.812	0.162
Відхилення положення опор конструкції від проєктного значення	0.4	0.938	0.78	0.82	0.854	0.342
Порушення точності геодезичної мережі	0.1	1	0.76	0.8	0.869	0.087
Вплив температурних деформацій на конструкцію	0.2	0.75	0.85	0.88	0.812	0.162

Джерело: складено автором.

Для наочності та спрощення аналізу отриманих числових даних (*табл. 2*) побудовано графік пріоритетів ризиків за показником R (*рис. 1*) та теплову карту показників ризику. Це дає змогу швидко визначити критичні фактори та оцінити їхній вплив на загальний рівень ризику.

Рис. 1. Пріоритети ризиків за показником R

Джерело: складено автором.

Аналіз *рис. 1* свідчить, що максимальне значення інтегрального ризику R спостерігається для фактора "Відхилення положення опор конструкції від проєктного значення" (0.342), що вказує на його критичний вплив на точність монтажу. Найнижчий рівень ризику зафіксовано для "Порушення точності геодезичної мережі" (0.087), що свідчить про його відносно незначний вплив у загальній структурі ризиків.

Окрім графіка пріоритетів ризиків за показником R , для комплексного аналізу побудовано теплову карту. Теплова карта використовується для багатовимірної візуалізації параметрів ризику, що дозволяє оцінити вплив кожного показника на загальний рівень ризику. На відміну від графіка пріоритетів, який відображає лише інтегральний показник R , теплова карта демонструє значення шести параметрів (T/T_{ref} , Q , S , I , P , R) для кожного небезпечного фактора. Кольорова шкала (рис. 2) варіюється від темно-червоного (високі значення, близько 1.0) до світло-жовтого (низькі значення, близько 0.1), що забезпечує швидке виявлення критичних компонентів ризику. Такий підхід рекомендований сучасними методами управління ризиками для комплексного аналізу багатокритеріальних даних (ISO, 2018; ISO, 2019).

1.	0.875	0.82	0.86	0.85	0.3	0.255
2.	0.812	0.8	0.84	0.812	0.2	0.162
3.	0.938	0.78	0.82	0.854	0.4	0.342
4.	1	0.76	0.8	0.869	0.1	0.087
5.	0.75	0.85	0.88	0.812	0.2	0.162
	T/T_{ref}	Q	S	I	P	R

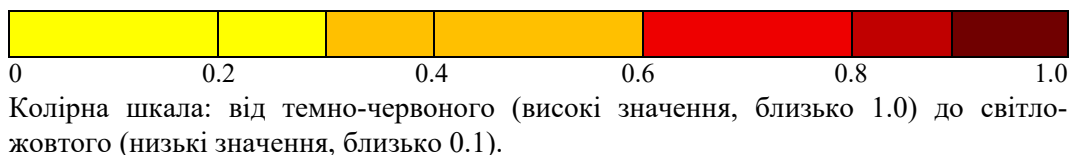


Рис. 2. Теплова карта показників ризику

Джерело: складено автором.

Отримані графічні матеріали дають змогу не лише порівняти величини ризиків, але й виявити ключові чинники, що найбільше впливають на точність геодезичних робіт. Зокрема, аналіз діаграми пріоритетів і теплової карти показав, що критичними є відхилення положення опор конструкції та нестабільність геодезичної мережі, тоді як вплив температурних деформацій залишається мінімальним. Така інформація є основою для формування рекомендацій щодо управління ризиками, оптимізації технологічних процесів та безпекових параметрів.

2. Аналіз геодезичних ризиків та їхній інтегральний вплив на безпеку робіт

Інтеграція показника безпеки S у багатокритеріальний індекс ризику за методом *MORAG* підсилює орієнтацію управління ризиками на превентивні заходи. Це дозволяє не лише оцінювати технічні похибки,

а й враховувати їхній вплив на охорону праці. Аналіз отриманих даних, представлених у вигляді графіка пріоритетів ризиків та теплової карти, дає змогу оцінити не лише загальний рівень ризику, але й вплив окремих параметрів на безпеку виконання робіт. Кожен геодезичний ризик має свій вплив на умови праці: відхилення при розмітці осі конструкції – додаткові роботи на висоті, збільшення часу перебування в небезпечних зонах; відхилення у геодезичних висотних даних – демонтаж/переміщення важких елементів, ризик травм; відхилення положення опор конструкції від проєктного значення – роботи в зоні нестабільних конструкцій, небезпека обвалу; порушення точності геодезичної мережі – повторні виходи на майданчик, контакт з рухомою технікою; вплив температурних деформацій на конструкцію – робота на відкритих прольотах за несприятливих умов.

Для глибшого розуміння впливу окремих факторів на загальний рівень ризику доцільно розглянути, як високі значення ключових показників змінюють умови виконання робіт та підвищують небезпеку для персоналу. Нижче наведено деталізований аналіз кожного показника (табл. 3) з погляду його практичного впливу на безпеку та організацію монтажних процесів при зведенні мосту.

Таблиця 3

Геодезичні ризики та їхній вплив на безпеку

Критерій оцінки ризику	Характеристика впливу	Практичний вплив на безпеку
$\frac{T}{T_{ref}} \uparrow$	Відхилення від нормативної тривалості робіт	Збільшення часу перебування персоналу в небезпечних зонах (робота на висоті, біля важких конструкцій); підвищення ризику травм через втому та порушення графіка; додаткові витрати на організацію безпечних умов у продовжений період робіт
$Q \downarrow$	Низька якість або вплив на якість	Демонтаж/корекція конструкцій; додаткові операції у складних умовах; збільшення ризику аварійних ситуацій через нестабільність конструкцій
$S \uparrow$	Високий рівень небезпеки	Роботи на висоті без достатніх огорожень; монтаж у зоні ризику обвалу та падіння елементів; необхідність додаткових страхувальних систем та контролю метеоумов
$I \uparrow$	Комплексний негативний вплив часу, якості та безпеки	Зріст ймовірності помилок; ризик зриву графіка робіт та аварійних ситуацій; перегляд технологічних карт та плану робіт
$P \uparrow$	Часте повторення помилок	Збільшення кількості додаткових виходів на будівельний майданчик; підвищення контакту з рухомою технікою; зростання ризику травматизму через повторні операції
$R \uparrow$	Критичний вплив на безпеку	Роботи в зоні нестабільних конструкцій; небезпека обвалу або падіння елементів; необхідність негайного впровадження додаткових заходів безпеки

Джерело: складено автором.

Аналіз показників ризику за методом *MORAG* з інтеграцією критерію безпеки *S* підтвердив, що геодезичні похибки мають не лише

технічний, а й критичний вплив на умови праці. Найбільш небезпечними є ситуації, що призводять до:

- роботи на висоті без достатніх огорожень;
- монтажу в зоні ризику обвалу та падіння елементів;
- необхідності додаткових страхувальних систем та контролю метеоумов.

Отже, запропонований підхід забезпечує комплексне управління ризиками в мостобудівних проєктах, орієнтоване на підвищення рівня охорони праці.

Висновки

Модифікація методу *MORAG* з інтеграцією показника безпеки *S* забезпечує комплексний підхід до управління ризиками геодезичних робіт у мостобудівних проєктах. Це дозволяє враховувати не лише технічні похибки, а й їхній вплив на охорону праці, що підсилює превентивний характер управління.

Аналіз даних п'яти аналогічних проєктів показав, що найбільший інтегральний ризик ($R = 0.342$) пов'язаний із відхиленням положення опор конструкції від проєктного значення, що потребує особливої уваги до точності монтажу. Найменший ризик ($R = 0.087$) зафіксовано для порушення точності геодезичної мережі.

Включення критерію безпеки до багатокритеріального індексу ризику дає змогу формувати пріоритети управління з урахуванням професійних загроз. Найбільш небезпечними є ситуації, що призводять до: робіт на висоті без достатніх огорожень; монтажу в зоні ризику обвалу та падіння елементів; необхідності додаткових страхувальних систем та контролю метеоумов.

Практична значущість дослідження полягає в можливості застосування модифікованого методу *MORAG* для планування та моніторингу геодезичних робіт у складних інженерних проєктах відповідно до міжнародних стандартів *ISO 31000* та *ISO/IEC 31010*.

Обмеження та перспективи: дослідження базується на аналізі п'яти проєктів, що обмежує статистичну узагальненість. Подальші дослідження мають бути спрямовані на розширення бази даних, адаптацію методики для інших типів споруд та інтеграцію цифрових технологій моніторингу (*GNSS*, *InSAR*, *LiDAR*).

REFERENCE

ISO 31000:2018. *Risk management – Guidelines*. International Organization for Standardization. <https://www.iso.org/standard/65694.html>

ISO/IEC 31010:2019. *Risk management – Risk assessment techniques*. International Organization for Standardization. <https://www.iso.org/standard/72140.html>

Kowacka, M. et al. (2019). Risk analysis in geodetic works for transport construction projects. *Journal of Civil Engineering*, 45(3), 112–124.

Li, X., & Yin, Y. (2022). Multi-criteria risk assessment in infrastructure projects. *Engineering Structures*, 250, 112–130.

Saaty, T. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw-Hill.

Tu, Z. et al. (2024). System dynamics approach for risk control in large-scale construction. *Safety Science*, 160, 109–125.

Wu, D. et al. (2024). Machine learning approaches for risk prediction in construction. *Automation in Construction*, 152, 104–118.

Yin, Y., et al. (2023). Safety-oriented risk management in bridge engineering. *Structural Safety*, 101, 200–215.

Конфлікт інтересів. Автор заявляє, що не має фінансових чи нефінансових конфліктів інтересів щодо цієї публікації; не має відносин із державними органами, комерційними або некомерційними організаціями, які могли б бути зацікавлені у поданні цієї точки зору. З огляду на те, що автор афілійований з установою, яка є видавцем журналу, що може зумовити потенційний конфлікт або підозру в упередженості, остаточне рішення про публікацію цієї статті (включно з вибором рецензентів та редакторів) приймалося тими членами редколегії, які не пов'язані з цією установою.

Автор не отримував прямого фінансування для цього дослідження.

Палієнко, О. (2025). Методологія оцінки геодезичних ризиків у мостобудуванні. *Товарознавство. Технології. Інжиніринг*, 4(56), 82–90. [https://doi.org/10.31617/2.2025\(56\)07](https://doi.org/10.31617/2.2025(56)07)

Надійшла до редакції 20.10.2025.

Прийнято до друку 28.11.2025.

Публікація онлайн 16.12.2025.